



L'evoluzione dei servizi ferroviari passeggeri nazionali e internazionali nella realtà europea

The evolution of national and international railway passenger services in european reality

Fiorenzo MARTINI^()
Giovanni PESCI^(**)*

Sommario - Le discipline europee varate nell'ultimo decennio del '900 per introdurre la concorrenza nel sistema di trasporto ferroviario, garantire l'accesso all'infrastruttura senza discriminazioni e facilitare lo sviluppo della ferrovia come mezzo di trasporto collettivo ecologico, hanno indotto trasformazioni nella struttura dei servizi e in particolare delle relazioni internazionali. Nei due decenni successivi tali modifiche hanno condotto a un progressivo oblio dell'utilizzo del mezzo ferroviario per i servizi internazionali rispetto ad altri modi di trasporto. In questi ultimi anni si assiste invece a un cauto risveglio dell'impiego del treno, sia diurno che notturno, anche sulle relazioni transfrontaliere. Tutto ciò dovrà trovare sviluppo nel nuovo quadro di riferimento imposto dalle sempre maggiori attenzioni verso l'impiego di fonti rinnovabili e la riduzione delle emissioni di CO₂.

1. Introduzione: gli anni "ottanta"

Fino agli anni '90 del XX secolo, le capitali e le grandi città europee, oltre a quelle nazionali, si potevano raggiungere facilmente in treno, di giorno o di notte, perché ben collegate fra di loro con servizi diretti a lunga percorrenza attraverso le reti dei singoli Stati. Le ferrovie europee erano quasi tutte Aziende o Società statali e si coordinavano tra di loro attraverso accordi internazionali, bilaterali o no, sui servizi da realizzare in "regime di scambio" del materiale rotabile attraverso collegamenti diurni e notturni (questi ultimi con cuccette e carrozze letto), talvolta anche con "carrozze dirette" verso più destinazioni che venivano manovrate e aggiunte/tolte dalle composizioni nelle stazioni di diramazione (Fig. 1).

Le Ferrovie erano sostanzialmente parte dell'amministrazione dello Stato, con strutture e articolazioni orga-

Summary - The European disciplines launched in the last decade of the 1900s to introduce competition into railway transport system, guarantee access to the infrastructure without discrimination and facilitate the development of railway as an ecological means of collective transport, have led to transformations in structure of services and also in international relations. In the following decades, these changes led to a progressive oblivion of the use of railways for international services, compared to other types of transport. However, in the past few years, there has been a gradual return to use trains for both day and night travels and also cross-border. This would need to grow in the new reference framework imposed by increasing attention towards the use of renewable sources for transport and towards reduction of CO₂ emissions.

1. Introduction: the «eighties»

Until the 90s of the twentieth century, the capitals and large European cities, in addition to the national ones, could be easily reached by train, day or night, because they were well connected to each other with direct long-distance services through the networks of individual States. European railways were in almost all countries state-owned companies and coordinated with each other through international agreements, bilateral or not, on services to be carried out in "rolling stock exchange system" through daytime and night connections (the latter even with couchettes and sleeping-cars), sometimes also with "through coaches" towards multiple destinations, that were shunted and added/removed from the compositions in the junction stations (Fig. 1).

Railways were essentially part of the state administration, with complex organizational structures and articula-

^(*) Dirigente a r., Trenitalia SpA - coordinatore Commissione trasporti e infrastrutture dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze.

^(**) Dirigente a r., RFI SpA - membro Commissione trasporti e infrastrutture dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze.

^(*) Executive director, Trenitalia SpA - coordinator of the Transport and Infrastructure Commission of the Association of Engineers of the Province of Florence.

^(**) Executive director, RFI SpA - member of the Transport and Infrastructure Commission of the Association of Engineers of the Province of Florence.



Figura 1 – Cartello indicatore treno periodico 1200 (in seguito 1100) circolante fino dicembre 2002.

Figure 1 – Destination board of seasonal train 1200 (later 1100) running until December 2002.

nizzative complesse, dotate di notevole numero di addetti e con bilanci normalmente ripianati dai singoli governi.

Già nel 1957 fu dato vita a una rete di servizi veloci internazionali di qualità (di norma solo vetture di prima classe, con climatizzazione e carrozza ristorante) nota come *Trans Europe Express*, in sigla TEE. Le lunghe soste alle stazioni di frontiera vennero ridotte con l'effettuazione delle operazioni doganali a bordo treno durante la corsa e con l'eliminazione del cambio della locomotiva: per i servizi TEE infatti vennero spesso utilizzati complessi di materiale rotabile automotore, inizialmente quasi sempre a trazione diesel per ovviare sia alla non completa elettrificazione delle varie linee, sia alle differenti tensioni di alimentazione esistenti nelle reti nazionali (Fig. 2 e Fig. 3). Francia, Olanda, Belgio, Germania Ovest, Italia e Svizzera furono i principali partner che aderirono all'iniziativa [1]. I treni più celebri riguardanti l'Italia furono Milano-Zurigo Gottardo, Milano-Monaco di Baviera *Mediolanum*, Milano-Parigi *Cisalpino* – più altri in servizio interno – che circolarono con la sigla TEE fino al 1984/1988.

Nel contempo, fin dagli anni '50, iniziarono a svilupparsi, come elemento di cooperazione tra le reti, i servizi internazionali tecnicamente detti "treni con auto accompagnate" (TAA) che consentono il trasporto, su carri speciali, dell'auto a seguito del viaggiatore [4]. Si trattava esclusivamente di treni periodici, prioritariamente estivi, che collegavano l'Italia (principali stazioni Bologna C.le, Milano S. Cristoforo, Roma Tuscolana e Tiburtina) con Austria (Wien), Belgio (Denderleeuw, Bressoux, Schaerbeek), Francia (Parigi, Calais), Germania (Berlino, Monaco), Olanda ('S-Hertogenbosch), Svizzera (Zurigo). Le tariffe prevedevano inizialmente sconti dal 20 al 40% se con la stessa auto viag-

tions, with a considerable number of employees and with budgets normally settled by individual governments.

Already in 1957, a network of high-quality international fast services (usually only first class coaches, air conditioning, dining-car), known as Trans Europe Express (TEE), was created. Long stops at border stations were reduced, carrying out customs formalities aboard while the train was in motion and by eliminating locomotive changing: in fact, self-propelled rolling stock were often used for TEE services, initially almost always with diesel traction to remedy both the not quite complete electrification over the whole routes and the different power supply system existing in the national networks (Fig. 2 and Fig. 3). France, The Netherlands, Belgium, West Germany, Italy and Switzerland were the main partners that joined the enterprise [1]. The most famous trains concerning Italy were Milan-Zürich Gotthard, Milan-Munich *Mediolanum*, Milan-Paris *Cisalpino* – plus others in internal service – which operated under the initials TEE until 1984/1988.

In the same period, international services technically called "accompanied cars trains" (car-carrier wagons for cars following the traveler) began to develop as an element of cooperation between the networks [4]. These were exclusively seasonal (normally in summertime) trains, which connected Italy (main stations Bologna C.le, Milan S. Cristoforo, Rome Tuscolana and Tiburtina) with Austria (Wien), Belgium (Denderleeuw, Bressoux, Schaerbeek), France (Paris, Calais), Germany (Berlin, Munich), Holland ('S-Hertogenbosch), Switzerland (Zurich). The rates initially included discounts of 20 to 40% if 3 or more people were traveling with the same car. The service had an increasing



(Fonte - Source: [1])

Figura 2 – TEE automotore svizzero-olandese "Bavaria" Zurigo-Monaco (1972).
Figure 2 – Dutch-Swiss self-propelled TEE Zurich-Munich "Bavaria" (1972).



Figura 3 – Automotrice diesel TEE Breda (Aln 442-448) di FS.
Figure 3 – Diesel self-propelled TEE Breda (Aln 442-448) of FS.

giavano 3 o più persone. Il servizio ebbe la sua massima espansione nell'orario estivo 1999, quando si contarono ben 21 relazioni interessanti l'Italia. A partire dal 2000 cessarono gli sconti e le tariffe furono diversificate a seconda della stagionalità in standard, alta e bassa; contemporaneamente iniziò anche la costante flessione del numero delle relazioni fino a ridursi ad appena 3 nell'orario 2008, da Roma Tiburtina e Firenze Campo di Marte per Vienna. Il servizio cessò definitivamente in Italia il 10 dicembre 2011. Sporadici collegamenti circolanti un giorno a settimana nel periodo estivo furono organizzati dalla società DB Autozug con auto (e moto) al seguito da Dortmund, Berlino, Amburgo per Verona e Livorno e Bolzano.

Pur in assenza della rete web, era comunque possibile programmare un itinerario attraverso l'Europa con relativa facilità, consultando gli orari cartacei delle singole reti di partenza. Il treno era insomma il mezzo di trasporto principale per le lunghe distanze, a prezzi contenuti. L'aereo invece, stante i prezzi praticati, era prerogativa di una clientela più abbiente, che si muoveva prioritariamente per ragioni di lavoro o di svago, e copriva quote di mercato molto limitate.

Erano tuttavia anni di fermento; era in corso il dibattito sulla modernizzazione ed efficientamento del sistema ferroviario e sulla velocizzazione dei servizi. In Italia venivano aperte all'esercizio le prime tratte della "direttissima" Roma-Firenze fino a Chiusi (1978) ed Arezzo (1985). La direttissima, interconnessa in più punti con la linea storica, permetteva una velocità massima di 250 km/h e fu elettrificata a 3kV cc per costituire un "sistema a quattro binari" tra la capitale e la città del Fiore.

La Francia, nell'autunno del 1981, aveva attivato il primo tratto della linea ad alta velocità tra Parigi e Lyon su cui circolava il nuovo *Train à Grande Vitesse* (TGV, Fig. 4) che,

trend until the summer timetable 1999, when there were 21 connections concerning Italy. Starting from 2000 the discounts stopped and tariffs were diversified according to the seasonality in standard, high and low; at the same time, the constant decline in the number of connections began to drop to just 3 in 2008, from Rome Tiburtina and Florence Campo di Marte to Vienna. The service stopped in Italy on 10 December 2011. Sporadic connections running one day a week during summertime were organized by DB Autozug with accompanied motorcars (and motorcycles) from Dortmund, Berlin, Hamburg to Verona, Livorno and Bolzano.

Even in the absence of the web network, it was still possible to plan a route through Europe with relative ease, by consulting the paper timetables of the individual departure networks. In short, the train was the main means of transport at low prices for long distances. The plane, on the other hand, given the prices charged, was the prerogative of a more affluent clientele, who moved primarily for work or leisure reasons, and covered very limited market shares.

However, they were years of turmoil; the debate was underway on the modernization and efficiency of the railway system and on the speeding up of services. In Italy, the first sections of the «direct line» Rome-Florence to Chiusi (1978) and Arezzo (1985) were opened into operation. The direct route, named Direttissima, interconnected in several points with the historic line, allowed a maximum speed of 250 km/h and was electrified at 3kV cc to form a «four-track system» between the capital and the Tuscany capital.

France, in the autumn of 1981, opened the first section of the high-speed line between Paris and Lyon on which the new *Train à Grande Vitesse* (TGV, Fig. 4) was running which, after the completion of the line two years later, made it possible to connect the two cities (about 430 km) in just over two hours at a maximum speed of 260 km/h [2]. The new line was powered at 25kV 50Hz ac; the adoption of maximum gradient up to 3.5 per cent on some short sections made it possible to follow the elevation of the land and significantly save on construction costs by limiting the construction of viaducts and tunnels and obtaining a better environmental integration of the entire work. Some TGV complexes were equipped with multi-voltage power systems to be able to operate on the lines of south-east France, powered at 1.5kV dc, and Switzerland (15kV ac) when the services were extended to Marseille/Nice and Geneva/Lausanne. The French choice had been to dedicate the new line exclusively to high-speed passenger services [1].

dopo il completamento della linea due anni più tardi, consentiva di collegare le due città (circa 430 km) in poco più di due ore alla velocità massima di 260 km/h [2]. La nuova linea fu alimentata a 25kV 50Hz ca; l'adozione di livellate fino al 35 per mille su alcuni brevi tratti consentì di seguire l'andamento altimetrico del terreno e risparmiare notevolmente sui costi di costruzione limitando la realizzazione di viadotti e gallerie e ottenere un miglior inserimento ambientale dell'intera opera. Alcuni complessi TGV furono equipaggiati con sistemi di alimentazione politensione per poter operare sulle linee del sud-est della Francia, alimentate a 1,5kV cc e della Svizzera (15kV ca) quando i servizi furono estesi a Marsiglia/Nizza e Ginevra/Losanna. La scelta francese era stata quella di dedicare la nuova linea esclusivamente ai servizi passeggeri ad alta velocità [1].

2. Le trasformazioni degli anni "novanta"

Nell'ultimo decennio del '900 prese avvio una rilevante trasformazione nel mondo dei trasporti ferroviari in Italia e in Europa. Nel contempo, si è assistito ad un rapido sviluppo e a una sempre maggiore diffusione del traffico aereo.

Nel novembre 1994 fu aperto all'esercizio commerciale il tunnel ferroviario sotto il Canale della Manica, detto *Eurotunnel* (confidencialmente *Chunnel* per gli inglesi), costruito a seguito di accordi bilaterali tra il governo francese e quello britannico. Le due capitali erano collegate in sole tre ore con i treni *Eurostar*, malgrado che, all'avvio del servizio, sul tratto inglese i convogli percorressero ancora la linea tradizionale con sistema di alimentazione a terza rotaia. Il terminale di questa relazione a Londra fu inizialmente collocato alla stazione *Waterloo* (Fig. 5), raccordata per l'occasione alla linea storica per la Manica che faceva capo alla stazione *Vittoria*, in attesa della ristrutturazione della stazione *St. Pancras* dove – a partire dal 2007 – vi è dedicato questo servizio. La nuova linea, progettata per velocità sino a 300 km/h, sottopassa ora il Tamigi a est di Londra con un tunnel di 3 km e torna all'aperto a sud del fiume seguendo in direzione mare l'autostrada M20 [1]. Il tempo di viaggio tra Londra e Parigi è oggi di appena



(Fonte - Source: [1])

Figura 4 – TGV in corsa tra Parigi e Lione.

Figure 4 – TGV running between Paris and Lyon.

2. The transformations of the «nineties»

In the last decade of the 1900s a significant transformation began in the world of rail transport in Italy and Europe.

At the same time, there has been a rapid development and increasing spread of air traffic.

In November 1994, the railway tunnel under the English Channel, called Eurotunnel (confidentially Chunnel for British), built following bilateral agreements between the French and British governments, was opened to commercial operation. The two capitals were connected in just three hours with Eurostar trains, despite the fact that, at the start of the service, on the English section the trains still traveled the traditional line with a third-rail power system. The ter-



(Fonte - Source: [1])

Figura 5 – Eurostar Parigi-Londra alla stazione Waterloo.

Figure 5 – Eurostar Paris-London at Waterloo station.

OSSEVATORIO

na 2h 15'. Il servizio *Eurostar* fu poi esteso a Bruxelles, distanza oggi coperta in 1h 51'.

In Germania, dopo la riunificazione, presero avvio nel 1991 servizi commerciali effettuati con i treni veloci *Inter-City Express* (ICE) con cadenzamento orario tra Amburgo e Monaco di Baviera via Francoforte e via Würzburg, che sfruttavano le nuove linee ad alta velocità allora disponibili tra Mannheim e Stoccarda e tra Hannover e Würzburg (Fig. 6). Successivamente il servizio ICE fu esteso a sud di Monaco verso Innsbruck e la Svizzera (Basilea, Zurigo) e poi da Colonia alla nuova capitale Berlino dopo la costruzione della linea AV Berlino-Wolfsburg (1997) [1].

In Italia le prime applicazioni (1976) di servizi veloci sulla rete tradizionale con i treni ad assetto variabile – quando il prototipo del Pendolino ETR 401 fu impiegato sul tortuoso tracciato transappenninico della Roma-Ancona per sfruttare la maggior velocità di “rango P” istituita appositamente sulla linea – consentirono di ridurre i tempi di viaggio tra il capoluogo marchigiano e la capitale da 3 ore e mezzo a 3 ore; le ulteriori versioni migliorate del Pendolino (ETR 450 e, successivamente, ETR 460) furono impiegate per le relazioni fra la capitale e il nord Italia (essenzialmente Milano e Venezia) sfruttando la nuova linea alta velocità Roma-Firenze, cosiddetta direttissima, che vide il suo completamento nel 1992. Parallelamente, fu data in Italia forte attenzione ai servizi nazionali, con treni di qualità, classificati *Intercity* (IC), che collegavano con una fitta rete cadenzata (oraria o bioraria) i principali capoluoghi della penisola. Analoga attenzione continuava ad essere dedicata ai servizi internazionali sia diurni (*Eurocity*, in sigla EC) che notturni (*Euronight*, in sigla EN), verso la Francia, la Svizzera, l’Austria, la Germania e il Nord Europa. Si trattava di una rete di servizi di buona

minal of this connection in London was initially located at Waterloo station (Fig. 5), connected for the occasion to the historic line for the Channel that headed to Victoria station, pending the rebuilding of St. Pancras station where – starting from 2007 – there is dedicated this service. The new line, designed for speeds up to 300 km/h, now passes under the river Thames east of London by a 3 km tunnel and comes to the ground south of the river, following the M20 motorway towards the sea [1]. The travel time between London and Paris is now just 2h 15'. The Eurostar service was then extended to Brussels, a distance covered today in 1h 51'.

In Germany, after reunification, public services began in 1991 with the InterCity Express (ICE) fast trains with an hourly cadence between Hamburg and Munich via Frankfurt and via Würzburg, which exploited the new high-speed lines available between Mannheim and Stuttgart and between Hanover and Würzburg (Fig. 6). Subsequently, the ICE service was extended south of Munich to Innsbruck and Switzerland (Basel, Zürich) and then from Cologne to the new capital Berlin after the construction of the Berlin-Wolfsburg HS line (1997) [1].

In Italy the first applications (1976) of fast services on traditional network with tilting coaches trains – when the Pendolino ETR 401 prototype was used on the winding trans-Appennine route between Rome and Ancona to take advantage of the higher «P rank» speed set up specifically on this line – made it possible to reduce travel times between the capital of the Marche region and the capital from 3 and a half hours to 3 hours; the further improved versions of the Pendolino (ETR 450 and, subsequently, ETR 460) were used for relations between the capital and northern Italy (essentially Milan and Venice) by exploiting the new Rome-Florence high-speed line, so-called *Direttissima*, which was completed in 1992. At the same time, in Italy strong attention was given to national services, with quality trains, classified *Intercity* (IC), which connected the main capitals of the peninsula thanks to frequent services (hourly or bi-hourly). Similar attention continued to be dedicated to international services both during the day (Eurocity, acronym EC) and at night (Euronight, acronym EN), to France, Switzerland, Austria, Germany and Northern Europe. It was a network of good quality services by the standards then in use, albeit at a higher cost than traditional services performed with Express trains, which had become predominantly night-time, but still largely competitive with airplanes. For example, we recall the trains «with the name» Rome-Paris at night *Palatine*, Milan-Lyon in daytime *Mont Cenis*, Milan-Geneva *Lemano*, Rome-Mu-



Figura 6 – Treno ICE in partenza dalla stazione di Monaco per Amburgo (2003).

Figure 6 – ICE train departing from Munich station to Hamburg (2003).

qualità per gli standard allora in uso, anche se a costo più elevato rispetto ai servizi tradizionali effettuati con i treni Espressi divenuti prevalentemente notturni, ma sempre ampiamente concorrenziali con l'aereo. Si ricordano a titolo di esempio i treni "con denominazione" Roma-Parigi notturno Palatino, Milano-Lione diurno *Mont Cenis*, Milano-Ginevra Lemano, Roma-Monaco di Baviera Michelangelo, Roma-Vienna diurno *Romulus* e notturno *Remus*.

Nel corso degli anni novanta iniziò il processo di cambiamento nel settore del traffico nazionale a lunga distanza. In Italia si è assistito alla progressiva immissione in esercizio sulla rete tradizionale e sulla direttissima Roma-Firenze dei servizi veloci di qualità *Eurostar* dalla capitale verso Milano, effettuati con i nuovi ETR 500 cadenzati ogni ora a partire dall'orario 1997, e verso Venezia, effettuati con i nuovi ETR 460 e 480 con cassa ad assetto variabile. Tra Roma e il Sud del Paese (Reggio Calabria, Bari) le relazioni veloci impiegavano gli ETR 450 e 460 Pendolino.

La direttiva UE n. 440/1991 lanciò il principio della separazione contabile e organizzativa tra la rete ferroviaria e i gestori dei servizi di trasporto (Imprese Ferroviarie, in sigla IF). Lo scopo era quello di abolire i monopoli, garantire l'accesso alla rete senza discriminazioni favorendo la concorrenza tra più vettori, in una parola migliorare la qualità dei servizi e l'efficienza della gestione amministrativa. Ciò si tramutava quindi anche in una riduzione degli apporti finanziari da parte degli Stati europei alle varie società ferroviarie. In tutta Europa l'applicazione della Direttiva 440/1991 (con le sue successive modificazioni ed estensioni) provocava – pur in maniera diversificata e con tempistica differenziata tra i vari Stati – la disarticolazione delle Ferrovie in varie branche, sostanzialmente quelle per la gestione e la manutenzione dell'Infrastruttura e quelle dedicate alla programmazione e gestione dei servizi.

Nel medesimo periodo, l'articolazione dell'offerta nel trasporto aereo si è diversificata, sviluppando rotte per raggiungere mete con maggiore flessibilità e con riduzione dei prezzi dei biglietti, evolvendosi poi anche nel segmento *low cost* a partire dagli anni 2000. Tutto ciò ha comportato il lancio di offerte concorrenziali rispetto al treno, anche se verso località "minori" sfruttando aeroporti periferici in precedenza scarsamente utilizzati (Charleroi, Stansted, Oslo Torp, Gerona, Bratislava...) e opportunamente riorganizzati, che ha permesso un grande incremento del trasporto passeggeri attraverso il vettore aereo.

D'altra parte, la maggiore flessibilità nei viaggi origine/destinazione dell'aereo rispetto al treno ha favorito enormemente questo sviluppo, anche per i minori tempi necessari alle differenti condizioni per la programmazione dei servizi (fino a due anni per il settore ferroviario ad infrastruttura disponibile).

3. Il nuovo millennio

In Italia l'applicazione della Direttiva UE 440 porterà nel 2001 alla costituzione, nell'ambito del Gruppo FS, del-

nich Michelangelo, Rome-Wien in daytime Romulus and nighttime Remus.

During the 1990s, the process of change began in the domestic long-distance traffic sector. In Italy, Eurostar quality fast services from the capital to Milan were gradually put into operation on the traditional network and on the Rome-Florence high speed line, carried out with the new ETR 500 scheduled every hour starting from 1997, and towards Venice, made with the new ETR 460 and 480 with tilting body. Between Rome and the south of the country (Reggio Calabria, Bari), fast connections used the ETR 450 and 460 Pendolino.

The EU directive n. 440/1991 launched the principle of accounting and organizational separation between the railway network and the transport service managers (Railway Companies, Italian acronym IF). The aim was to abolish monopolies, guarantee access to the network without discrimination by promoting competition between multiple carriers, in a word improve the quality of services and the efficiency of administrative management. This also resulted in a reduction in the financial contributions from the European states to the various railway companies. Throughout Europe, the application of Directive 440/1991 (with its subsequent amendments and extensions) caused – albeit in a diversified manner and with different timing between the various States – the disarticulation of the Railways into various branches, substantially those for management and maintenance of infrastructure and those dedicated to the programming and management of services.

In the same period, the articulation of the offer in air transport got expanded, developing routes to reach destinations with greater flexibility and reducing ticket prices, until evolving into the low cost segment from the 2000s. The launch of competitive offers with respect to the train, even if towards «minor» locations by exploiting peripheral airports previously scarcely used (Charleroi, Stansted, Oslo Torp, Gerona, Bratislava...) and appropriately reorganized, which allowed a large increase in passenger transport through the air carrier.

On the other hand, the greater flexibility in plane travel from/to destination compared to trains has greatly favored this development, also due to the shorter time required for the different conditions for programming the services (up to two years with infrastructure available for the railway sector).

3. The new millennium

In Italy, the application of Directive 440 led in 2001 to the establishment, within the FS Group, of the RFI company (Rete Ferroviaria Italiana) for management of the infrastructure, and of the Trenitalia company for planning and management of services, the latter in turn divided into three divisions specialized by product (Long Distance, Regional, Goods). Subsequently other railway companies were born, in particular Nuovo Trasporto Viaggiatori (NTV) which carries out high-speed passenger services with the AGV train

OSSEVATORIO

la Società RFI (Rete Ferroviaria Italiana) per la gestione dell'Infrastruttura, e della Società Trenitalia per la programmazione e gestione dei servizi, quest'ultima a sua volta articolata in tre Divisioni specializzate per prodotto (Lunga Percorrenza, Regionale, Merci). Successivamente sono nate altre Imprese Ferroviarie, in particolare Nuovo Trasporto Viaggiatori (NTV), che effettua servizi passeggeri AV con il treno AGV denominato Italo, di fabbricazione Alstom, a partire da aprile 2012. Negli anni, si è sviluppata qualche altra iniziativa privata limitata ad ambiti circoscritti e con investimenti più contenuti, ma con risultati non significativi ed esaurita nell'arco di breve tempo. Invece nell'ambito del trasporto merci, sono sorte numerose Imprese Ferroviarie, anche di piccole dimensioni, delle quali però solo alcune occupano posizioni rilevanti e stabili sul mercato.

La richiesta di efficientamento del sistema ferroviario, sia in materia finanziaria che organizzativo-funzionale, ha comportato – fra l'altro – una riduzione degli addetti del Gruppo FS dagli oltre 220.000 dell'inizio degli anni '90 ai circa 80.000 attuali.

Il Trasporto Regionale continuava ad essere finanziato dallo Stato e successivamente dalle Regioni (in attuazione del Decreto Legislativo 422 del 1997 – cd. riforma Bassanini/Burlando – con trasferimento di risorse e competenze da parte dello Stato), mantenendo comunque la copertura di circa 2/3 dei costi di produzione. I servizi più pregiati a lunga percorrenza (gli attuali Frecciarossa, Frecciargento, Frecciabianca) e il trasporto merci dovevano invece assumere autonomia finanziaria. Le Società di trasporto ferroviario si ponevano quindi sul mercato come normali imprese, perseguiendo l'utile o quantomeno il pareggio di bilancio.

In Italia la trasformazione organizzativa citata, in parallelo al progressivo sviluppo delle linee Alta Velocità – la cui rete è stata consolidata sull'asse fondamentale Torino-Milano-Roma-Napoli da dicembre 2005 a dicembre 2009 – e alla massiccia messa in esercizio della flotta di treni veloci sia di Trenitalia che di Nuovo Trasporto Viaggiatori, ha portato a specializzare e concentrare i servizi a lunga percorrenza sulle tratte più redditizie per sfruttare le linee ad Alta Velocità. Il treno è risultato così concorrenziale – sia in termini di tempo che di costi di esercizio – con l'aereo per percorsi fino a 700 km sulla rete AV [3], con capacità di trasporto di circa 500 persone a convoglio.

Nella Tab. 1 sono riportate le percorrenze più veloci programmate in orario dal 1982 al 2022 per alcune relazioni nazionali e internazionali diurne, effettuate con le varie categorie di treni (TEE, Rapidi, EC, IC, Frecciarossa, etc.) in circolazione negli anni. Dal confronto dei tempi di viaggio emergono con assoluta evidenza, nei servizi nazionali, i benefici dell'attivazione della direttissima tra Roma e Firenze in orario 1994 (Milano-Roma passata da 6 ore a 4h 55'), e della rete AV (Milano-Napoli passata da 7 ore a 6 e mezzo e poi a 4h 55', orario 2006 e 2010). Nelle rotte internazionali, pur nella sostanziale stabilità dei tempi di percorrenza su molte relazioni a infrastruttura

called Italo, manufactured by Alstom, starting from April 2012. Over the years, some other private initiatives have developed, in narrow areas and with limited investments, but with insignificant results and exhausted in a short time. Differently, in the field of freight transport, numerous railway companies have arisen, even of small dimensions, of which however only some occupy significant and stable positions on the market.

The request for the efficiency of the railway system, both in financial and organizational-functional matters, has led – among other things – to a reduction in the number of employees of the FS Group from over 220,000 at the beginning of the 1990s to around 80,000 today.

Regional Transport continued to be financed by the State and subsequently by the Regions (in implementation of Legislative Decree 422 of 1997 – the so-called Bassanini/Burlando reform – with transfer of resources and competences by the State), while maintaining coverage of approximately 2/3 of production costs. The most valuable long-distance services (the current Frecciarossa, Frecciargento, Frecciabianca) and freight transport had to assume financial autonomy. The railway transport groups therefore placed themselves on the market as normal companies, pursuing profit or at least a balanced budget.

In Italy, the organizational transformation mentioned, in parallel with the progressive development of the High-Speed lines – whose network was consolidated on the fundamental axis Turin-Milan-Rome-Naples from December 2005 to December 2009 – and the massive commissioning of the fleet of fast trains of both Trenitalia and Nuovo Trasporto Viaggiatori, has led to specialize and concentrate long-distance services on the most profitable routes to take advantage of the High-Speed lines. The train was thus competitive – both in terms of time and operating costs – with the plane for routes up to 700 km on the high-speed network [3], with a transport capacity of about 500 people per train.

Tab. 1 shows the fastest journeys scheduled in time from 1982 to 2022 for some national and international daytime connections, carried out with the various categories of trains (TEE, Rapidi, EC, IC, Frecciarossa, etc.) in operation over the years. From the comparison of travel times, the benefits of opening to traffic of Direttissima between Rome and Florence in 1994 (Milan-Rome from 6h to 4h 55'), and of the HS network (Milan-Naples from 7h to 6h 30' and to 4h 55', 2006 and 2010 timetable) emerge with absolute evidence in the national services. In international routes, despite the substantial stability of travel times on many connections with unchanged infrastructure, we can see in particular the improvement in the Milan-Paris with transfer in Lausanne on TGV, the direct connection with the TGV via Turin-Modane indicated in 2006 and 2010 and the current one carried out with Frecciarossa ETR 1000. For Italy-Switzerland relations, the benefit of opening the Lötschberg and San Gottardo tunnels (2007 and 2016 respectively) to operation is evident: for example, the service EC from Milan to Zurich from 4h 26' to 3h 17'.

OSSEVATORIO

invariata, si coglie in particolare il miglioramento nel Milano-Parigi con trasbordo a Losanna su TGV, la relazione diretta con TGV via Torino-Mondane indicata in orario 2006 e 2010 e l'attuale effettuata con Frecciarossa ETR 1000. Per le relazioni Italia-Svizzera, è evidente il beneficio dell'apertura all'esercizio delle gallerie del Lötschberg (2007) e del San Gottardo (2016): ad esempio, la relazione Milano-Zurigo con servizio EC è passata da 4h 26' a 3h 17'.

Processi analoghi si sviluppavano pressoché contemporaneamente anche negli altri Paesi dell'Europa occidentale, con l'attuazione di ingenti investimenti per l'ampliamento della rete AV che ha potuto così contare su uno straordinario sviluppo. In Spagna, dopo la prima linea Madrid-Siviglia di 470 km attivata nel 1992, sono state realizzate le successive per Barcellona (2008) e Valencia (2010), tutte a scartamento internazionale ed elettrificate a 25kV 50Hz; in Francia sono state estese le linee AV da Parigi per Lille (1993), Marsiglia (2001), Strasburgo (2016), Bordeaux (2017); in Germania, dopo la costruzione della linea AV Colonia-Francoforte di 177 km (2002), si è ritenuto più opportuno – data la ricchezza della maglia storica, sostanzialmente policentrica – migliorare notevolmente le linee esistenti in termini di velocità, per collegare i tratti ad alta velocità realizzati negli ultimi due decenni del secolo scorso.

Tutto ciò ha trasformato l'offerta interna nei vari Paesi, rendendo però più complessa la definizione dei collegamenti internazionali, che oggi si svolgono principalmente in periodo diurno tramite accordi bilaterali tra Imprese Ferroviarie ed esercitati anche tramite Società costituite *ad hoc* (esempio Tilo per i collegamenti transfrontalieri a carattere regionale tra il Canton Ticino e il nord della Lombardia, Thello per le relazioni a lungo percorso fra Italia e Francia). Come business principale e più facilmente governabile delle Società di trasporto restano così le relazioni interne, che possono contare sul sempre maggiore sviluppo della rete AV, che però resta attestata nei grandi centri più prossimi ai confini nazionali senza al momento va-

Tabella 1 – *Table 1*
Tempi di percorrenza dei servizi diurni diretti più veloci, nazionali e internazionali interessanti l'Italia (fonte: elaborazione degli autori da Orario Ufficiale Trenitalia) [4]. In rosso i treni classificati TEE; nero i Rapidi; azzurro EC e IC; oro Pendolino; verde ETR 500 e ETR 1000 "Frecciarossa"
Travel times of the fastest national and international direct daily services involving Italy (source: own elaboration from Trenitalia Official Timetable) [4]. Red trains classified TEE; black Rapidi; blue EC and IC; gold Pendolino; green ETR 500 and ETR 1000 "Frecciarossa"

	Estivo 1982 <i>Timetable 1982</i>	Estivo 1994P <i>Timetable 1994</i>	Orario 2006 <i>Timetable 2006</i>	Orario 2010 <i>Timetable 2010</i>	Orario 2022 <i>Timetable 2022</i>
Milano-Zurigo <i>Milan-Zürich</i>	4h 01'	3h 59'	3h 33' 4h 26'	3h 41'	3h 17'
Milano-Ginevra <i>Milan-Geneva</i>	4h 08'	4h 20'	4h 25' 3h 45'	3h 53'	4h 01'
Milano-Basilea <i>Milan-Basel</i>	5h 33'	5h 34'	5h 07' 4h 27'	4h 07'	4h 12'
Milano-Monaco Baviera <i>Milan-Munich</i>	7h 04'	6h 55'	7h 15'	–	–
Milano-Parigi via Domo Via Modane <i>Milan-Paris via Domo Via Modane</i>	8h 30'	7h 23' *	7h 00' **	7h 10' **	6h 32'
Milano-Nizza <i>Milan-Nice</i>	4h 24'	4h 40'	4h 45'	–	–
Milano-Lyon P. <i>Milan-Lyon P.</i>	6h 01'	6h 02'	–	(bus)	4h 19'
Milano-Napoli <i>Milan-Naples</i>	8h 15'	7h 00'	6h 30'	4h 55'	4h 33'
Milano-Roma <i>Milan-Rome</i>	6h 00'	4h 55' 4h 10'	4h 30' 4h 05'	3h 30' 2h 59'	3h 39' 3h 10'
Venezia-Roma <i>Venice-Rome</i>	6h 16'	5h 00' 4h 23'	4h 36' 5h 30'	3h 46'	3h 59'
Milano-Venezia <i>Milan-Venice</i>	2h 55'	2h 47'	2h 43'	2h 35'	2h 27'
Torino-Venezia <i>Turin-Venice</i>	5h 10'	4h 50'	5h 04'	–	–
Torino-Roma <i>Turin-Rome</i>	7h 25'	6h 52'	6h 05'	4h 10'	4h 20'
Genova-Roma <i>Genoa-Rome</i>	5h 16'	4h 18'	5h 09'	4h 00'	–
* Trasbordo a Losanna su TGV - <i>Transfer in Lausanne on TGV</i> .					
** Servizio effettuato con TGV - <i>Service carried out by TGV</i> .					

OSSEVATORIO

licarli, anche per le oggettive difficoltà orografiche attraverso le Alpi e i Pirenei (in Italia: Milano, Torino, Venezia; in Germania: Monaco di Baviera, Berlino, Amburgo; in Francia: Lione, Marsiglia, Bordeaux; in Spagna: Barcellona).

Dalla successiva Tab. 2 emerge chiaramente la flessione del numero dei servizi internazionali a lunga e lunghissima percorrenza interessanti l'Italia nel decennio 1994-2004 e il successivo crollo dal 2004 in poi, in particolare per le relazioni notturne che sono state via via eliminate,

Similar processes were also developing almost simultaneously in the other Western European countries, with the implementation of huge investments for the expansion of the AV network, which was thus able to count on an extraordinary development. In Spain, after the first 470 km Madrid-Seville line activated in 1992, the following ones were built for Barcelona (2008) and Valencia (2010), electrified at 25kV 50Hz with international gauge; in France, the HS lines from Paris to Lille (1993), Marseille (2001), Stras-

Coppie di servizi ferroviari internazionali diretti da e per l'Italia con i vari Paesi europei (fonte: elaborazione degli autori da Orari Pubblicati [4])
Couples of direct international railway services to and from Italy with various European countries (source: own elaboration from Official Timetable) [4]

Tabella 2 – *Table 2*

Nazioni <i>Nations</i>	Orario 1994 <i>Timetable 1994</i>		Orario 2004 <i>Timetable 2004</i>		Orario 2019 <i>Timetable 2019</i>		Orario 2022 <i>Timetable 2022</i>	
	Diurni <i>day-time</i>	Notturni <i>night</i>	Diurni <i>day-time</i>	Notturni <i>night</i>	Diurni <i>day-time</i>	Notturni <i>night</i>	Diurni <i>day-time</i>	Notturni <i>night</i>
SPAGNA <i>SPAIN</i>	–	1	–	1	–	–	–	–
FRANCIA <i>FRANCE</i> via Ventimiglia via Modane via Domodossola	1 2 3	4 2 3	2 – 3	1 2 1	3 3 –	– 1 –	– 5 –	– – –
BELGIO <i>BELGIUM</i>	1	1	1	–	–	–	–	–
OLANDA <i>HOLLAND</i>	–	1	–	–	–	–	–	–
SVIZZERA <i>SWISS</i> via Domodossola via Chiasso	10 5	3 2	9 12	1 1	7 8	– –	8 11	– –
GERMANIA <i>GERMANY</i> via Chiasso via Brennero	5 5	2 3	3 5	1 2	1 5	– –	1 6*	– –
AUSTRIA via Tarvisio	2	2	1	2	2	3**	2	3**
SLOVENIA/CROAZIA/ UNGHERIA <i>SLOVENIA/CROATIA/ HUNGARY</i>	2	2	2	1	–	–	1***	

* Di cui 1 prosegue per Wien - *1 Train continues to Wien.*
** Di cui 1 prosegue per München - *1 Train continues to München.*
*** Prosegue per Wien - *Continues to Wien.*

OSSERVATORIO

come ad esempio Firenze-Monaco di Baviera (2007), Roma-Nizza (2008), Roma-Ginevra/Zurigo (2009), Milano-Barcellona (2012), oppure accorpate (Milano-Parigi con Venezia-Parigi etc.).

Rispetto all'aereo, i servizi ferroviari AV sono già oggi – e ancor di più potrebbero risultare in futuro – appetibili almeno tra alcuni grandi centri europei, come Milano e Parigi, Parigi e Bruxelles, Parigi e Londra, Vienna e Budapest.

In questo senso, proprio da dicembre 2021, è partito il servizio internazionale di Trenitalia fra Milano e Parigi con due coppie di treni ETR 1000 Frecciarossa (con fermate a Torino Porta Susa, Modane, Chambéry e Lyon Part Dieu) che coprono la relazione in circa 6 ore e 30' invece delle 7 impiegate dai TGV, che effettuano però un maggior numero di fermate.

Tuttavia, per facilitare i collegamenti transfrontalieri diurni e notturni, agevolati da sistemi di trazione e tipologia di segnalamento condivisi, servirebbe la saldatura delle varie reti nazionali AV con linee di superamento della catena alpina (nonché di quella pirenaica) o, più in generale, con tratte di collegamento tra i terminali nazionali della rete AV. Ciò è ottenibile, per il nostro Paese, con la linea Torino-Lyon e con la galleria di base del Brennero. La Svizzera, ad esempio, ha già fatto la sua parte: nel 2007 è stato portato a termine il nuovo tunnel del Lötschberg (33 km), nel 2016 è stata attivata la lunga galleria di base del San Gottardo (57 km) e sono ormai in via di conclusione sul suo territorio i lavori di completamento del corridoio Reno-Alpi, dopo l'apertura all'esercizio della galleria del Monte Ceneri (15 km) tra Bellinzona e Chiasso, avvenuta a dicembre 2020 [5].

Negli ultimi due decenni si sono poi sviluppati in maniera esponenziale numerosi servizi su gomma, anche sulle lunghe percorrenze. Tali servizi risultano concorrenziali con gli altri modi di trasporto, per ragioni di costo di produzione e di più agevole programmazione, sia sulle tratte nazionali non coperte dalle relazioni AV che su quelle internazionali.

Questo sviluppo, oltre che per i costi ampiamente più limitati, è stato senz'altro favorito dalla modularità dell'offerta (più semplice dal punto di vista commerciale) e dall'evoluzione dei sistemi informatici e di comunicazione, che hanno facilitato il *marketing* di relazioni di trasporto rivolte a segmenti di mercato sempre più contenuti. Infatti, i circa 50 posti normalmente offerti da un autobus, fra l'altro con standard di comfort notevolmente migliorati rispetto al passato, sono più facilmente programmabili, più flessibili verso le varie destinazioni, più adatti a traffici di flusso limitato e richiedono piani ed investimenti ben inferiori rispetto a quelli necessari per il treno e l'aereo.

Con motivazioni simili si sono sviluppate, già dalla fine del secolo scorso, relazioni internazionali in particolare da e per i Paesi dell'Est Europa dopo la liberalizzazione dei movimenti di persone a seguito delle mutazioni geopolitiche intervenute dal 1989 in poi, che utilizzano pullman gran comfort a prezzi contenuti.

bourg (2016), Bordeaux (2017) were extended; in Germany, after the construction of the 177 km high-speed Cologne-Frankfurt line (2002), it was considered more appropriate – given the richness of the historical network, substantially polycentric – to significantly improve the existing lines in terms of speed, to connect the sections to high speed made in the last two decades of the last century.

This has transformed the domestic offer in European countries, making however more complex the definition of international connections, which today take place mainly during the day through bilateral agreements between railway companies and also exercised by ad hoc companies (example Tilo for cross-border regional connections between the Canton of Ticino and the north of Lombardy, Thello for the long-distance relations between Italy and France). National relations thus remain as the main and most easily managed business of the transport companies, which can count on the ever-increasing development of High-Speed network, which however remains limited to the largest cities close to national borders without at the moment crossing them, also due to objective orographic difficulties across the Alps and the Pyrenees (in Italy: Milan, Turin, Venice; in Germany: Munich, Berlin, Hamburg; in France: Lyon, Marseille, Bordeaux; in Spain: Barcelona).

The following Tab. 2 clearly shows the decline in the number of long and very long-distance international services involving Italy in the decade 1994-2004 and the subsequent collapse from 2004 onwards, in particular for night-time relations that were gradually eliminated, such as for example Florence-Munich (2007), Rome-Nice (2008), Rome-Geneva/Zürich (2009), Milan-Barcelona (2012) or joined (Milan-Paris with Venice-Paris).

Compared to the plane, the high-speed rail services are already today – and even more could be in the future – attractive at least among some large European centers, such as Milan and Paris, Paris and Brussels, Paris and London, Vienna and Budapest.

Trenitalia's international service between Milan and Paris has started in December 2021 with two pairs of ETR 1000 Frecciarossa trains, which cover the route in about 6 hours and 30' calling at Torino Porta Susa, Modane, Chambéry and Lyon Part Dieu instead of 7 used with the TGVs that make a greater number of stops.

However, to facilitate day and night cross-border connections, facilitated by shared traction systems and types of signaling, it would be necessary to weld the various national high-speed networks with lines overcoming the Alpine chain (as well as the Pyrenean) or, more generally, with connecting sections between the national terminals of the AV network. This can be achieved, for our country, with the Turin-Lyon line and with the Brenner base tunnel. Switzerland, for example, has already done its part: the new Lötschberg tunnel (33 km) was completed in 2007, the long Gotthard base tunnel (57 km) is in operation from 2016 and the completion works of the Rhine-Alps corridor are now nearing completion on its territory, after the opening of the Monte Ceneri

Di conseguenza, per come si sono evoluti e organizzati i trasporti pubblici via strada o aerea, i collegamenti ferroviari nazionali e internazionali verso i centri più piccoli e per flussi limitati di persone risultano svantaggiati e poco concorrenziali.

Infatti per i servizi regionali e interregionali il costo a km dell'autobus è da 3 a 4 volte inferiore rispetto a quello del treno; inoltre il pullman può sfruttare l'infrastruttura stradale e autostradale rinnovata più di recente e spesso più veloce rispetto alle tratte ferroviarie, in particolare nelle Regioni del Sud.

Da questo quadro emerge in particolare l'evoluzione e la crescita del trasporto aereo, che peraltro – oltre a avere effetti non trascurabili sul riscaldamento globale del pianeta – risulta il più inquinante ed impegnativo per consumi energetici (vedi Fig. 7 e Fig. 8), mentre si è determinata una involuzione dei collegamenti ferroviari internazionali sulle lunghe distanze.

4. Prospettive e proposte

Da quanto sopra esposto, emergono le motivazioni dell'enorme sviluppo del traffico aereo e anche di quello degli autobus, mentre sulle lunghe relazioni internazionali il treno ha perso occasioni di competitività, rinunciando di conseguenza a servirle per le ragioni dianzi illustrate. Per contenere i consumi energetici e le emissioni inquinanti emerge anche la necessità di favorire la concorrenza modale dei vari sistemi collettivi di trasporto, in particolare di treno e aereo sulle lunghe distanze per grossi flussi di passeggeri. Serve quindi concentrare l'attenzione – inevitabilmente a livello di Unione Europea – per regolare e facilitare il rilancio e la promozione dei servizi ferroviari di collegamento fra le grandi città.

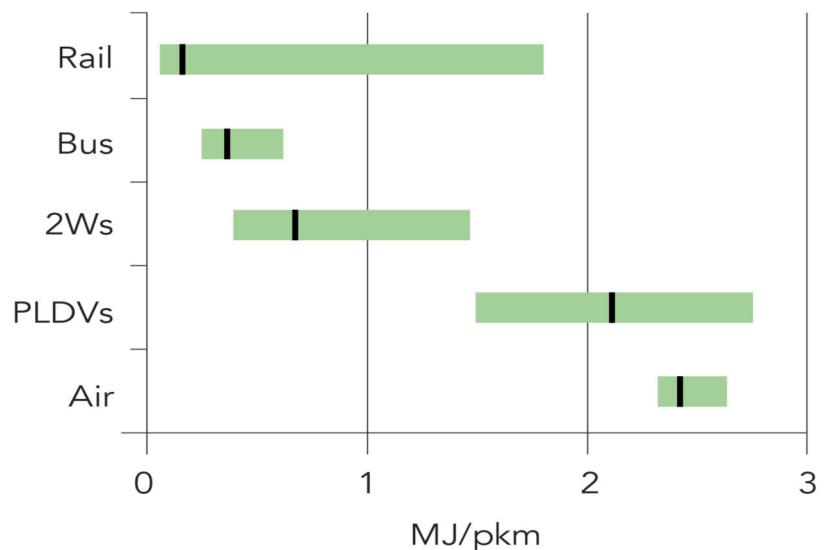
Iniziative in tal senso sono state peraltro già intraprese da alcuni Paesi, quali ad esempio Austria, Francia, Germania. In Austria il governo ha previsto stanziamenti a favore della compagnia di bandiera purché la stessa operi per ridurre le emissioni del 50% entro il 2050, rinunciando anche ai voli interni cui un'alternativa diretta in treno richieda meno di tre ore. In Francia, per ridurre le emissioni, è stato varato un piano di salvataggio per AirFrance legato ad alcune condizioni, tra cui una drastica riduzione dei voli interni quando c'è un percorso alternativo in treno che può essere completato entro due ore e mezzo. In Germania, con le stesse finalità, fin dal 2019 sono state pressoché raddoppiate

tunnel (15 km) between Bellinzona and Chiasso, which took place in December 2020 [5].

In the last two decades, numerous road services have developed exponentially, even on long distances. These services are competitive with other modes of transport, for reasons of production cost and easier planning, both on national routes not covered by HS connections and on international ones.

This development, in addition to the considerably more limited costs, was certainly favored by the modularity of the offer (simpler from a commercial point of view) and by the evolution of information and communication systems, which facilitated the marketing of relationships of transport aimed at increasingly contained market segments. In fact, the approximately 50 seats normally offered by a bus, among other things with significantly improved comfort standards compared to the past, are more easily programmable, more flexible to the various destinations, more suitable for traffic with limited flow and require plans and investments much lower than those required by train and plane.

With similar reasons, international relations have already developed since the end of the last century, in particular from and to the countries of Eastern Europe after the liberalization of the movements of people following the geopol-



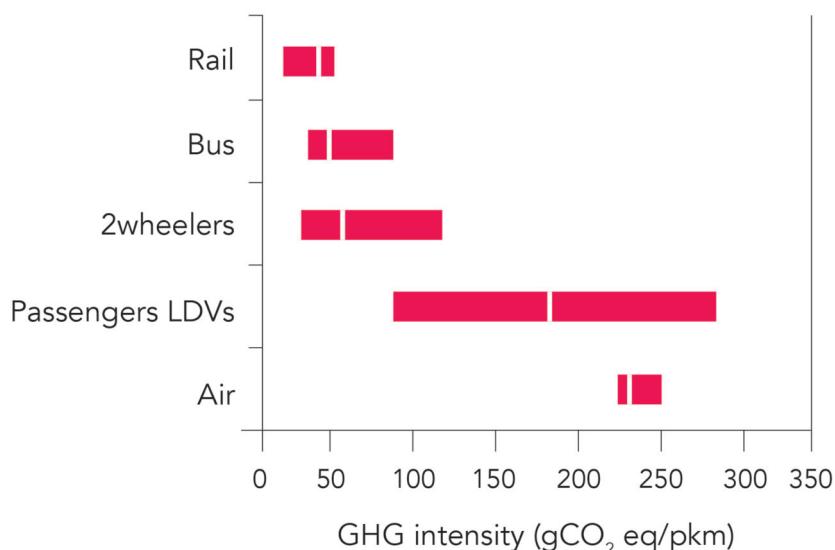
2Ws = veicoli a 2 ruote • PLDVs = autovetture • MJ/pkm = Mega Joule/passeggero per Km

Le barre orizzontali verdi rappresentano la dispersione del valore nelle differenti aree del mondo, dovute a differenze nell'efficienza energetica e tipo di carburante.

Le linee verticali nere rappresentano il valore medio nel mondo.

* Rielaborazione da Atti del convegno "Expomove Mobilità elettrica sostenibile", Firenze, 10 aprile 2019

Figura 7 – “Energy Intensity” confronto tra diversi modi di trasporto passeggeri.
Figure 7 – “Energy Intensity” comparison between different modes of pax transport.



2wheelers = veicoli a 2 ruote • LDVs = autovetture • eq/pkm = equivalenti/passeggero per Km

Le barre orizzontali rosse rappresentano la dispersione del valore nelle differenti aree del mondo, dovute a differenze nell'efficienza energetica e tipo di carburante.

Le linee verticali bianche rappresentano il valore medio nel mondo.

* Rielaborazione da Atti del convegno "Expmove Mobilità elettrica sostenibile", Firenze, 10 aprile 2019

Figura 8 – “GHG Intensity” confronto tra diversi modi di trasporto passeggeri (2015).

Figure 8 – “GHG Intensity” comparison between different modes of pax transport (2015).

pitate le tasse sui voli nazionali, riducendo nel contempo l'imposta sul valore aggiunto sui biglietti ferroviari. Questa ipotesi di sviluppo consentirebbe anche di limitare la congestione dello spazio aereo sui principali scali europei e sulle principali rotte, nonché di contenere la crescita del traffico lungo le vie di accesso dalle città verso gli aeroporti.

D'altra parte, già da fine '800 le reti ferroviarie si erano sviluppate all'interno dei vari Paesi europei, prima di affrontare le difficoltà orografiche e di strategia politica che i collegamenti comportavano. Quindi, così come fatto tra fine Ottocento e i primi del '900 dopo l'unità d'Italia e la nazionalizzazione delle Ferrovie (1905), con il progressivo collegamento delle varie tratte di linea dei singoli Stati in cui era suddivisa la Penisola, occorrono investimenti pubblici per realizzare linee internazionali al fine di completare la saldatura tra le varie reti nazionali AV, con l'obiettivo di creare un'unica rete transeuropea ad alta velocità interconnessa con le linee attuali migliorate e veramente competitiva con gli altri modi di trasporto: ad esempio, per quanto riguarda il nostro Paese, con la già citata costruzione della nuova linea Torino-Lione e della galleria di base del Brennero.

litical mutations that took place from 1989 onwards, using high-comfort coaches at affordable prices.

Consequently, due to how public transport by road or air has evolved and organized, national and international rail connections to smaller centers and for limited flows of people are disadvantaged and not very competitive.

In fact, for regional and interregional services the rate per km of the bus is 3 to 4 times lower than the train; moreover, the coach can take advantage of the more recently renovated road and motorway infrastructure and often faster than the railway routes, particularly in the Southern Regions.

From this picture emerges in particular the evolution and growth of air transport, which – in addition to having non-negligible effects on global warming of the planet – is the most polluting and demanding in terms of energy consumption (see Fig. 7 and Fig. 8), while there has been an involution of international long-distance rail links.

4. Perspectives and proposals

From the above, the reasons for the enormous development of air traffic and also of bus traffic emerge, while on long international routes train has lost opportunities for competitiveness, consequently renouncing to serve them for the reasons illustrated above. In order to contain energy consumption and polluting emissions, there is also the need to promote modal competition between the various collective transport systems, particularly by train and plane over long distances for large flows of passengers. It is therefore necessary to focus attention – inevitably at European Union level – to regulate and facilitate relaunch and promotion of rail services connecting the large cities.

Initiatives in this sense have however already been undertaken by some countries, such as for example Austria, France, Germany. In Austria, the government has made allocations to the national airline as long as it works to reduce emissions by 50% by 2050, also giving up internal flights where a direct alternative by train takes less than three hours. In France, to reduce emissions, a bailout plan was launched for AirFrance linked to some conditions, including a drastic reduction in internal flights when there is an alternative train route that can be completed within two and a half hours. In Germany, taxes on domestic flights have been almost doubled since 2019 with the same purpose,

OSSEVATORIO

Interventi per migliorare l'attrattività del trasporto ferroviario passano anche dalla realizzazione di hub ferroviari per la concentrazione, ove possibile, delle relazioni AV e favorire così gli interscambi tra i vari collegamenti veloci nazionali o internazionali, a media e lunga distanza. Sulla rete delle *British Railways* ad esempio, la ristrutturazione della stazione di *London St. Pancras International* ha consentito la saldatura tra le linee afferenti alla capitale britannica da Nord e da Sud, in precedenza attestate alle rispettive periferie e non direttamente collegate tra di loro, eliminando la rottura di carico e riducendo notevolmente i perditempo. L'impiego di tali stazioni nel senso citato necessita di interventi infrastrutturali per facilitare il superamento delle rotture di carico attuali. Ad esempio, per una possibile relazione Londra-Milano, le stazioni di Parigi consentono corrispondenze solo attraverso la Rete Espressa Regionale (RER) o con la metropolitana cittadina.

Serve anche orientare le Imprese Ferroviarie a promuovere l'utilizzo e pubblicizzare le potenzialità dei servizi integrati superando la logica stretta della redditività delle singole relazioni, sviluppando così il business complessivo e ampliando quindi l'interesse e l'utilizzo dei servizi ferroviari.

Tutto quanto sopra ben sapendo che i collegamenti terrestri ferroviari, sia diurni che notturni, raramente riusciranno ad essere competitivi con l'aereo in termini di tempo, salvo quelle situazioni ove esistano collegamenti specifici con linee AV (a titolo di esempio, Parigi-Bruxelles, Parigi-Londra, Madrid-Barcellona, Berlino/Amburgo-Monaco di Baviera, Milano-Roma-Napoli). Tuttavia, non sempre e non per tutti il fattore tempo è un parametro determinante; nei confronti dell'aereo il treno risulta più accessibile e confortevole e con tempi accessori ridotti. Consente inoltre di apprezzare il paesaggio, oltre a contribuire alla salvaguardia dell'ambiente con i suoi minori consumi ed emissioni.

Risulta invece più difficile recuperare i servizi notturni ferroviari, che negli ultimi anni hanno subito una costante contrazione, sia per gli alti costi di produzione, sia per il livello di comfort che non arriva agli standard oggi abitualmente attesi. Essendo inoltre il costo dei servizi ferroviari legato in particolare al tempo di percorrenza più che alla distanza percorsa (costo orario degli equipaggi, ammortamento del materiale rotabile ecc.), il treno si presterà sempre meno a viaggi lenti e di lunga durata. Questo particolare segmento può sopravvivere solo sviluppando specifiche relazioni di nicchia quali ad esempio il *Venezia-Simplon Express*. Anche una società francese sta progettando un servizio per collegare Parigi con altre 12 principali città d'Europa con treni notturni ad alto livello di comfort: il servizio di *Midnight Trains* è proposto come fosse un hotel sui binari, proponendosi con una qualità superiore a quella dei treni notturni standard ma restando in una fascia di costi abbordabile [6]. Infine, anche RENFE ha lanciato un'offerta turistica periodica con un nuovo treno notturno di lusso, il *Costa Verde Express*, che collega Bilbao a Santiago de Compostela [7].

while reducing the value added tax on train tickets. This development hypothesis would also make it possible to limit the congestion of the airspace on the main European airports and on the main routes, as well as to contain the growth of traffic along the access roads from the cities to the airports.

On the other hand, since the end of the 19th century the railway networks had developed within the various European countries, before facing the orographic difficulties and political strategy that those connections entailed. Therefore, as well as done between the end of the 19th century and the beginning of the 20th century after Italy's unification and nationalization of railways (1905), with the progressive connection of the various lines of the individual states into which the Peninsula was divided, investments are needed to create international lines in order to complete the linking between the various national high-speed networks, with the aim of creating a single trans-European high-speed network interconnected with the current improved lines and truly competitive with other modes of transport: for example, as far as our country is concerned, with the aforementioned construction of the new Turin-Lyon line and the Brenner base tunnel.

Interventions to improve the attractiveness of rail transport also include the creation of railway hubs for the concentration, where possible, of the HS relations and thus favoring exchanges between the various national or international fast links, at medium and long distances. On the British Railways network, for example, the refurbishment of London St. Pancras International station has allowed to link the afferent lines to the British capital from the North and from the South, previously terminus for the respective suburbs and not directly connected to each other, eliminating load breakage and significantly reducing time wasters. The use of these stations in the aforementioned sense requires infrastructural interventions to facilitate the overcoming of current load failures. For example, for a possible London-Milan connection, Paris stations allow connections only through the Regional Express Network (RER) or with the city underground.

It is also necessary to guide railway companies to promote the use and publicize the potential of integrated services by overcoming the strict logic of the profitability of individual relationships, thus developing the overall business and thus expanding the interest and use of railway services.

All of the above knowing well that land rail connections, both day and night, will rarely be able to be competitive with the plane in terms of time, except for those situations where specific connections exist with HS lines (for example, Paris-Brussels, Paris-London, Madrid-Barcelona, Berlin/Hamburg-Munich, Milan-Rome-Naples). However, the time factor is not always and not for all a determining parameter; compared to the plane, train is more accessible and more comfortable and reduced access time. Train allows you to appreciate the landscape, as well as contributing to environment protection because of its lower consumptions and emissions.

Da pochi anni è attivo il servizio *Nightjet*, operato in Austria da ÖBB e in cooperazione con le ferrovie partner di Svizzera, Italia, Francia e Paesi Bassi con treni con carrozze letti e cuccette, posti a sedere e auto al seguito verso le più importanti città europee. Da dicembre scorso si è aggiunta una coppia giornaliera di treni notturni con letti e cuccette da Zurigo per Amsterdam via Colonia, operata da SBB in cooperazione con ÖBB, con partenza in serata e arrivo nella capitale olandese alle 9. Il suo gemello arriva a Zurigo già alle 8:05 [8].

Come evidente, si tratta al momento di iniziative limitate che non consentono ancora di prevedere una inversione di tendenza del fenomeno.

5. Conclusioni

Il recupero degli spostamenti di persone a vantaggio del treno si può ottenere, con adeguate operazioni, allorché coinvolga le linee Alta Velocità ormai diffuse nella maggior parte delle reti dei Paesi europei, sfruttando, per le tratte di completamento o di adduzione, l'integrazione con i servizi regionali, frequentemente sostenuti dagli Stati membri. Per tutto quanto sopra detto è auspicabile che siano adottate politiche attive di orientamento e di indirizzo del mercato atte a recuperare ogni possibile spazio all'impiego del treno sulle lunghe distanze nazionali e internazionali.

Infatti, la liberalizzazione del trasporto ferroviario introdotta dalla legislazione per le relazioni a lunga percorrenza, sostanzialmente AV, ha fatto sì che i singoli vettori si siano orientati ad attivare servizi sulle tratte che garantivano maggiore redditività e mercati più facili ("le ciliegie più mature da cogliere").

Nonostante la totale diffusione degli strumenti informatici, si riscontra ancora una certa difficoltà ad organizzare un itinerario di viaggio che interessa vari vettori, che risultano maggiormente orientati a pubblicizzare e vendere un servizio da loro organizzato che a supportare il viaggiatore su scelte riguardanti itinerari complessi.

Del resto, ciò corrisponde a quella logica di impresa secondo cui è stato disciplinato e normato il mercato, per cui anziché porre l'attenzione a "dove devono andare le persone" si portano "dove è più conveniente".

Servirebbe pertanto orientare le Imprese di Trasporto, sia da parte dell'Unione Europea che dai vari Stati membri, verso la programmazione, la promozione e la vendita di servizi integrati sulle singole reti, anche con il fine di favorire i collegamenti internazionali.

Del resto la Commissione Europea, aderendo alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, per limitare il riscaldamento globale ha fissato un obiettivo a lungo termine per ridurre entro il 2030 le emissioni di gas effetto serra del 40% rispetto ai livelli 1990 e dell'80% entro il 2050. Ciò potrà essere ottenuto non solo con l'utilizzo di carburanti più "puliti" e

On the other hand, it is more difficult to recover night rail services, which in recent years have undergone a constant decline, both for the high production costs and for the level of comfort that does not reach the standards usually expected today. Furthermore, since the cost of railway services is linked in particular to the travel time rather than the distance traveled (hourly cost of the crews, amortization of rolling stock, etc.), the train will lend itself less and less to slow and long-lasting journeys. This particular segment can only survive by developing specific niche relationships as, for example, Venezia-Simplon Express); a French company too is planning a service connecting Paris with 12 other major cities in Europe with night trains with a high level of comfort: the Midnight Trains service is proposed as a hotel on the tracks, offering a higher quality than standard night trains but remaining in an affordable cost range [6]. At last, RENFE too is operating seasonal tourist train services with a new luxury sleeper train, the Costa Verde Express, which runs between Bilbao and Santiago de Compostela [7].

From a few years the Nightjet overnight service is operated in Austria by ÖBB and in cooperation with partner railways of Switzerland, Italy, France and the Netherlands, with seating carriages, couchettes and sleeper coaches and accompanied car trains to the main European cities. From December 2021, every day SBB operate a connection with a couple of Nightjet trains with sleeper and couchette carriages from Zurich to Amsterdam via Cologne in cooperation with ÖBB. Trains leave Zurich in the evening and arrive in Dutch capital at nine o' clock am. In the opposite direction, trains arrive in Zurich already at 8:05 [8].

As evident, at the moment these are limited initiatives that do not yet allow us to predict a turnaround.

5. Conclusions

The recovery of the movements of people for the benefit of train can be obtained, with adequate operations, when it involves the High-Speed routes now widespread in most networks of European countries, exploiting, for the completion or adduction routes, the integration with regional services, frequently supported by Member States. For all of the above, it is desirable that active market orientation and direction policies be adopted to recover every possible space for use of trains on national and international long distances.

In fact, the liberalization of rail transport introduced by the legislation for long-distance connections, substantially HS, has meant that individual Companies are oriented towards activating services on the routes that guaranteed greater profitability and easier markets («the ripest cherries to be grasp»).

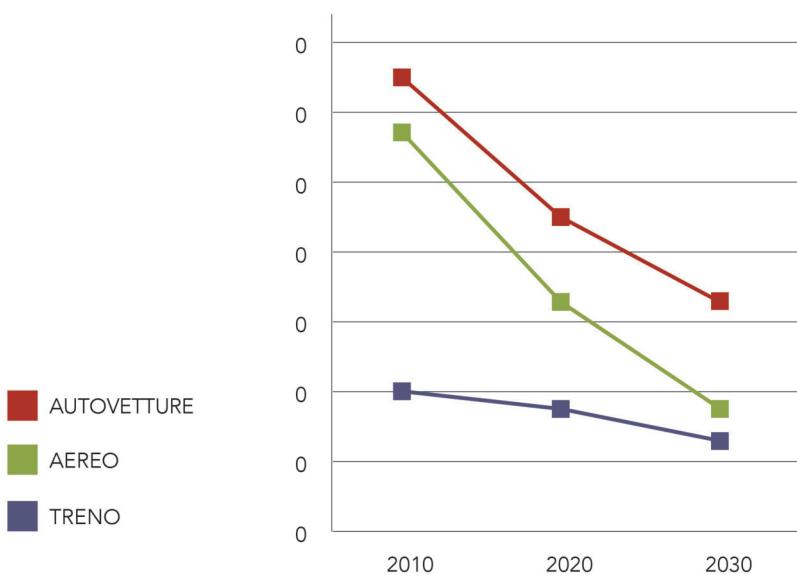
Despite the total diffusion of IT tools, there is still some difficulty in organizing a travel itinerary that interests various carriers, who are more oriented to advertise and sell a service organized by them than to support the traveler on choices regarding complex itineraries.

OSSEVATORIO

veicoli più efficienti, ma anche con il trasferimento alla ferrovia di sempre maggiori quote di traffico passeggeri e merci [9].

Con l'attuale regolamentazione, i trasporti con aereo e con autobus risulteranno anche in futuro in forte espansione. Anche se gli interventi migliorativi sui velivoli, sugli automezzi e sui carburanti per la riduzione dei consumi energetici e del conseguente inquinamento sono orientati nell'arco del prossimo decennio a ridurre considerevolmente il gap rispetto al treno (vedi Fig. 9), che offre già oggi ottimi standard di qualità difficilmente migliorabili, tuttavia aereo e autobus continueranno ad inquinare molto più della ferrovia.

A ulteriore vantaggio di quest'ultima stanno sviluppandosi, anche in Italia, studi e ricerche sulla tecnologia per la produzione e l'utilizzo dell'idrogeno e delle batterie nella trazione ferroviaria. L'idrogeno in particolare, se prodotto da fonti rinnovabili, è praticamente ad emissioni zero; tuttavia, perché il suo impiego possa risultare proficuo, conviene che il luogo di produzione sia quanto più possibile vicino a quello di utilizzo, dato che il trasporto di idrogeno con cisterne ferroviarie o stradali, o con impianti di rete, è piuttosto complesso dal punto di vista normativo e gestionale [10]. L'autonomia di un treno a idrogeno è valutata tra 600 e 700 km/giorno, quindi è possibile impiegarlo su bacini di traffico non troppo estesi.



Targets for specific emissions in 2020 and 2030 of railways, planes and conventional cars (gCO₂/pkm)

* Rielaborazione da Atti del convegno "Expomove Mobilità elettrica sostenibile", Firenze, 10 aprile 2019

Figura 9 – La tendenza al miglioramento delle emissioni di CO₂. Confronto tra il ferroviario e gli altri modi di trasporto.

Figure 9 – The trend towards improving CO₂ emissions. Comparison between rail and other transport modes.

Moreover, this corresponds to the business logic according to which the market has been disciplined and regulated, whereby instead of paying attention to «where people have to go» they go «where it is more convenient».

It would therefore be useful to orient Transport Companies, both from the European Union and from the various Member States, towards the planning, promotion and sale of integrated services on the individual networks, also with the aim of favoring international connections.

After all, the European Commission, when adhering to the United Nations Framework Convention on Climate Change to limit global warming, has set a long-term goal to achieve 40% greenhouse gas emissions cut by 2030 and 80% cut by 2050, compared to 1990 levels. This can be achieved not only by using "cleaner" fuels and more efficient vehicles, but also by increasing railway shares of passenger and freight traffic [9].

With the current regulations, air and bus transport will continue to expand in the future. Even if the improvement interventions on airplanes, vehicles and fuels for the reduction of energy consumption and consequent pollution are aimed over the next decade to considerably reduce the gap compared to the train (see Fig. 9), which already offers today excellent quality standards difficult to improve, however airplanes and buses will continue to pollute much more than railways.

To further advantage of the latter, studies and research on the technology for the production and use of hydrogen and batteries in railway traction are also being developed in Italy: in fact, hydrogen particularly, if produced from renewable sources, is practically zero-emission; however, in order for its use to be profitable, the place of production should be as close as possible to that of use, given that the transport of hydrogen with rail or road tanks, or with network systems, is rather complex from a regulatory and management point of view [10]. The autonomy of a hydrogen train is estimated between 600 and 700 km/day, so it is possible to use it on not too large traffic areas.

Hydrogen cell powered train applications have been operational in Germany since September 2018 on some connections north of Bremen, in the Lower Saxony region, with the first two Coradia-iLint trains built by Alstom replacing traditional diesel rolling stock. The Coradias are capable of reaching 140 km/h and have a range of about 1000 km [11]. German railways are working also to use vehicles featuring the latest battery-powered drive concept

OSSEVATORIO

Applicazioni di treni alimentati da celle a combustibile a idrogeno sono operative in Germania già da settembre 2018 su alcune relazioni a nord di Brema, nella regione della Bassa Sassonia, con i primi due convogli Coradia iLint di costruzione Alstom che hanno sostituito il materiale rotabile tradizionale a trazione diesel. I Coradia sono in grado di raggiungere i 140 km/h e hanno un'autonomia di circa 1000 km [11]. Le ferrovie tedesche stanno lavorando anche per utilizzare veicoli dotati del più recente concetto di azionamento a batteria su linee non elettrificate: un treno ibrido, il cui progetto è stato sviluppato da DB con vari partner, è entrato in servizio nel Land del Baden-Württemberg e in Baviera nel dicembre scorso (Fig. 10). L'utilizzo di questo tipo di tecnologia consente il servizio commerciale senza importanti aggiornamenti dell'infrastruttura esistente; la consegna completa del materiale rotabile è prevista nel 2023 [12]. Nel 2023 convogli a batteria Coradia Continental per il traffico regionale circoleranno anche sulla linea non elettrificata di 80 km tra Lipsia e Chemnitz [13].

In Italia si sta lavorando per attivare il servizio a idrogeno a inizio 2024 sulla linea Brescia-Edolo (Regione Lombardia, km 103) e sono in corso studi per la Ferrara-Codigoro (Regione Emilia-Romagna, km 53) [10]. Sulla rete di RFI, gli studi hanno individuato la Terni-Sulmona (164 km) come prima linea su cui effettuare la sperimentazione.

In Francia, per contribuire alla decarbonizzazione della flotta regionale con l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra senza dover modificare l'infrastruttura, sono stati di recente commissionati ad Alstom 12 treni regionali Coradia Polyvalent bimodali elettrico-idrogeno per conto di quattro regioni del sud-est del paese, con fornitura prevista al 2025 [14]. SNCF ha presentato nel febbraio scorso il primo treno elettrico-diesel-batteria sostituendo metà dei motori diesel con batterie agli ioni di litio che consentono un'autonomia di circa 20 km, sufficienti per ridurre l'inquinamento all'ingresso nelle aree urbane. Il servizio commerciale sperimentale è previsto nella primavera del 2023 [15].

Nel Regno Unito, dopo una prima esperienza di conversione all'alimentazione a idrogeno di materiale rotabile esistente a trazione elettrica, si sta progettando di costruire una flotta di dieci nuovi treni ibridi a idrogeno, composti da tre carrozze, secondo l'obiettivo del governo britannico di decarbonizzare il settore ferroviario entro il 2040 [16].

Lo sviluppo di tali iniziative potrà dare ulteriore contributo a migliorare gli obiettivi di transizione energetica

on non-electrified lines: a hybrid train, which design was developed by DB with various partner, went into service in Baden-Württemberg and Bavaria Lands in December 2021 (Fig. 10). Using this kind of technology allows their commercial service without major upgrades to the existing infrastructure; the order of rolling stocks will be entirely delivered in 2023 [12]. In 2023 Coradia Continental battery trains for regional traffic will run also on the 80 km non-electrified line between Leipzig and Chemnitz [13].

In Italy, work is underway to activate the hydrogen service at beginning of 2024 on the Brescia-Edolo line (Lombardy Region, 103 km) and studies are underway for the Ferrara-Codigoro line (Emilia-Romagna Region, 53 km) [10]. On RFI network, studies have identified Terni-Sulmona (164 km) as the first line on which to carry out experimentation.

In France, to contribute to the decarbonisation of the regional trains fleet with the goal to reduce greenhouse gas emissions without having to modify current infrastructure, 12 Coradia Polyvalent bimodal electric-hydrogen regional trains have recently been commissioned from Alstom on behalf of four regions in the south-east of the country, with delivery scheduled for 2025 [14]. SNCF presented the first electric-diesel-battery train last February, replacing half of the diesel engines with lithium-ion batteries which allow a range of about 20 km, enough to reduce pollution in urban areas entry. The experimental commercial service is expected in 2023 spring [15].

In UK, after a first experience by converting existing electric-powered rolling stock to hydrogen supply, they are going to plan and build a fleet of ten hydrogen hybrid new trains, with three carriages, according to the British government's goal to decarbonise the rail sector by 2040 [16].



(Fonte - Source: [12])

Figura 10 – Treno a batteria Alstom.
Figure 10 – Alstom's battery-powered train.

OSSEVATORIO

per ridurre ulteriormente le emissioni di CO₂ e contenere l'effetto serra [17].

In aggiunta a tutto quanto sopra, sono ormai in corso di consolidamento le variazioni sulle attività lavorative introdotte massivamente nel 2020 con l'organizzazione del "lavoro agile" – nato per contrastare la diffusione del Covid – che andrà inevitabilmente a rendere più incerto il quadro complessivo dei sistemi di trasporto sia per la riduzione degli spostamenti casa-lavoro che per la relativa ridistribuzione nelle varie fasce orarie; tale organizzazione è gradita alle aziende, per la prospettiva già assaporata di ridurre i costi di produzione ed anche ai dipendenti per la possibilità di miglioramento delle condizioni di vita sotto più aspetti.

Come ricaduta per le imprese di trasporto, sia sulle lunghe distanze che per i servizi regionali, si avrà una riduzione dell'affluenza di persone, e quindi delle entrate, ed in parallelo la necessità di rivedere l'offerta dei servizi oltre ad una maggior attenzione a perseguire in maniera mirata l'utilizzo del treno e di tutta la rete del TPL ad uso del turismo.

The development of these initiatives could make a further contribution to improving the energy transition objectives to further reduce CO₂ emissions and contain the greenhouse effect [17].

In addition to all of the above, the changes in work activities introduced massively in 2020 are now being consolidated with the organization of smart working – created to counter the spread of Covid – which will inevitably make the overall picture more uncertain of transport systems both for the reduction of home-work commuting and for the relative redistribution in the various time slots; this organization is appreciated by enterprises, for the already savored prospect of reducing production costs, and also by employees for the possibility of improving living conditions in several respects.

As a relapse for transport companies, both over long distances and regional services, there will be a reduction in crowd of people, and therefore in revenues, and at the same time the need to review the offer of services as well as greater attention to pursuing in a targeted manner the use of the train and the entire local public transport network for tourism purposes.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] HOLLINGSWORTH B., COOK A. (1998), "The great book of trains", Salamander Books Ltd, Londra.
- [2] FREEMAN ALLEN G. (1983), "Storia delle ferrovie", Istituto Geografico De Agostini, Novara.
- [3] PANAGIN R., PANAGIN F. (2004), "Confronto tecnico economico tra auto, autobus, treno e aereo", Ingegneria Ferroviaria, Edizioni CIFI, Roma, n. 3, pag. 247 e segg.
- [4] Trenitalia SpA, "Orario Ufficiale", Roma, annate varie.
- [5] AlpTransit San Gottardo SA (2017), *Via libera alla Galleria di base del San Gottardo*, Stämpfli Verlag AG, Berna, 2017.
- [6] Notiziario CIFI del 25 giugno 2021.
- [7] Notiziario CIFI del 2 maggio 2022.
- [8] Ingegneria Ferroviaria (2021), *Notizie dall'estero*, Edizioni CIFI, Roma, n. 12/2021, pag. 1007.
- [9] MARINOV M., MYSORE K., WOOD B. (2020), "Studio sulle emissioni di gas serra, analizzando il potenziale di cinque sistemi ferroviari di trasporto passeggeri per raggiungere gli obiettivi dell'UE", Ingegneria Ferroviaria, Edizioni CIFI, Roma, n. 2, pag. 81 e segg.
- [10] Atti del convegno CIFI (2021), "Il treno a idrogeno, l'attuale situazione di sviluppo del treno e dell'infrastruttura", Bologna, 29 aprile.
- [11] Ingegneria Ferroviaria (2018), "Notizie dall'estero", Edizioni CIFI, Roma, n. 10, pag. 849.
- [12] Ingegneria Ferroviaria (2021), "Notizie dall'estero", Edizioni CIFI, Roma, n. 10, pag. 807.
- [13] Ingegneria Ferroviaria (2020), "Notizie dall'estero", Edizioni CIFI, Roma, n. 3, pag. 217.
- [14] Ingegneria Ferroviaria (2021), "Notizie dall'estero", Edizioni CIFI, Roma, n. 5, pag. 434.
- [15] Ingegneria Ferroviaria (2022), "Notizie dall'estero", Edizioni CIFI, Roma, n. 3, pag. 245.
- [16] Ingegneria Ferroviaria (2021), "Notizie dall'estero", Edizioni CIFI, Roma, n. 12, pag. 1011, UK.
- [17] MARTINI F., PESCI G. (2020), "L'evoluzione dei trasporti collettivi sulle medie e lunghe distanze nella realtà europea" in "Pulire l'aria – la vergogna di volare", collana "L'Ecologist italiano", Libreria Editrice Fiorentina, Firenze, pag. 140 e segg.