



Un progetto merci per la rete ferroviaria europea

A freight project for the european railway network

Dott. Ing. Maurizio CAVAGNARO^(*)

1. Preambolo

Prima in Giappone, negli anni Sessanta dello scorso secolo, in modo esplicito; poi in Europa, un decennio più tardi, in modo meno evidente: alla loro origine i sistemi ferroviari di alta velocità, tranne rare eccezioni, sono stati proposti per il traffico misto, per la movimentazione cioè di persone e di cose⁽¹⁾. Così autorizzano anche le normative europee, nate in epoche successive⁽²⁾.

Nella realtà, nessun gestore di infrastruttura ha aperto le proprie linee ad alta velocità al traffico misto. Le nuove relazioni veloci sono rimaste ovunque strettamente riservate al solo traffico viaggiatori.

Difficile dire quanto le prime proposte, gli studi di fattibilità, le analisi finanziarie, le scelte tecniche siano stati fatti scientemente per il traffico misto, o quanto abbia

1. Introduction

First in Japan, explicitly, in the sixties of the last century; then in Europe, a decade later, in a less markedly: at their origin the high-speed rail systems, except for rare exceptions, were proposed for mixed traffic, for the handling i.e. of people and things⁽¹⁾. So the European standards, born in later times, also authorise⁽²⁾.

In fact, however no infrastructure manager opened its high-speed lines to mixed traffic. The new fast connections have remained strictly reserved for passenger traffic only.

It is hard to say how much the first proposals, feasibility studies, financial analyses, technical choices were deliberately made for mixed traffic, or how much the reticence to say that national undergrounds should be built,

^(*) Maurizio CAVAGNARO, per i riferimenti in questo scritto: responsabile del progetto e coordinatore del Gruppo di Lavoro AV delle FS del 1986, rappresentante delle FS nel gruppo Mission Grande Vitesse, responsabile dello studio del Servizio Materiale e Trazione FS del 1981. Le illustrazioni sono state elaborate dall'ing. Vincenzo DELLE SITE del CNR.

⁽¹⁾ Il sistema giapponese Shinkansen è stato concepito e dimensionato per un traffico misto, subito abbandonato per incompatibilità con i tempi richiesti dalla manutenzione dell'infrastruttura. In Europa, le prime riflessioni sulla rete ad alta velocità sono state sviluppate in ambito UIC (Union Internationale des Chemins de Fer) negli anni '80 del secolo scorso in un ristretto gruppo di lavoro (denominato "Mission Grande Vitesse") composto da Francia, Germania, Inghilterra, Italia, Spagna, Portogallo, Belgio e Svizzera. L'attività del gruppo di lavoro sfociò (1989) nella presentazione al Commissario C.E.E. responsabile dei trasporti di una "proposta di una rete europea ad alta velocità" fatta dai 14 Direttori Generali della Comunità delle Ferrovie Europee (C.C.F.E.), primo passo verso la Direttiva 96/48/CE sull'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità. Direttiva recepita in Italia con D.L. 24 maggio 2001, n. 299.

⁽²⁾ In luogo di "autorizzano" si dovrebbe dire "non escludono". Le STI sottosistema "Materiale rotabile", ed. 2008, del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità sono rivolte essenzialmente al materiale rotabile per servizi viaggiatori, pur non essendo esplicitamente limitate a questo. In materia di applicazione, il punto 1.1 indica che si applicano "in modo identico ai veicoli adibiti al trasporto di passeggeri ed ai veicoli non adibiti al trasporto di passeggeri".

^(*) Maurizio CAVAGNARO, regarding references in this paper: Project Manager and coordinator of the HS Work Group of the FS of 1986, representative of FS in the Mission Grande Vitesse group, head of the FS Rolling Stock Division study of 1981. Eng. Vincenzo DELLE SITE of CNR developed the illustrations.

⁽¹⁾ The Japanese Shinkansen system was designed and sized for mixed traffic, immediately abandoned for incompatibility with the time required for maintenance of the infrastructure. In Europe, the earliest reflections on the high-speed network were developed within the UIC (Union Internationale des Chemins de Fer) in the 80's of the last century in a small work group (called "Mission Grande Vitesse") consisting of France, Germany, England, Italy, Spain, Portugal, Belgium and Switzerland. The task of the Work Group resulted (1989) in the presentation of a "proposal for a European high-speed network" to the EEC Commissioner responsible for transport made by 14 General Managers of the Community of European Railways (C.C.F.E.), a first step towards Directive 96/48/EC on the interoperability of the trans-European high-speed railway system. Directive enacted in Italy by Legislative Decree No. 299 of May 24, 2001.

⁽²⁾ Instead of "authorise" we should say "do not exclude". The STI 2008 edition "rolling stock" subsystem, of the trans-European high-speed railway system essentially addresses rolling stock for passenger services, although not explicitly limited to this. With regard to application, point 1.1 indicates that they apply "identically to the vehicles assigned for the transport of passengers and to vehicles not assigned for the transport of passengers".



Fig. 1 - ITEN-T European corridors affecting Italy.

and not modern safer, faster and more economic railways. If the restriction had been explicit from the outset, high speed could hardly have been proposed as a network, (as it is in reality); only individual connections between important centres of attraction would have been built. Undergrounds exactly.

What is the meaning of speaking of the contribution of the railway system to the European multi-mode corridors (fig. 1) such as Berlin-Palermo (1st corridor) or Lisbon-Kiev (5th), if there is not a significant recovery of rail freight traffic at the same time? The new intermediate railroad projects also lose credibility, too often presented merely as brilliant solutions for the reduction of travel times (at least in Italy).

In Italy. The Italian high-speed system (HS) starts on December 22, 1986, with Law n° 910 (1987 finance act) that takes on the State budget and for 10.000 billion Liras (5.16 billion Euros) for the years 1987 to 1992 finances

zia per 10.000 miliardi di Lire (5,16 miliardi di Euro) per gli anni dal 1987 al 1992 *l'onere per l'attuazione da parte dell'Ente Ferrovie dello Stato di un programma nazionale per l'alta velocità sulla direttrice Battipaglia - Napoli - Roma - Milano con particolare riguardo allo sviluppo dei terminali meridionali*⁽³⁾ [1].

Il 17 febbraio dello stesso anno 1986 un Gruppo di Lavoro interno alle FS era stato incaricato dello studio di fattibilità dell'opera, in adempimento alla decisione del Consiglio di Amministrazione dell'Ente FS (Delibera n. 4 del 16 gennaio 1986) che *l'offerta di trasporto dell'Ente sarà strutturata in modo da assicurare servizi ad alta velocità mediante la realizzazione di specifico sistema ed all'incarico alla Direzione Generale ad avviare studi e progettazioni coordinati per la realizzazione del sistema ferroviario italiano ad alta velocità, imperniato sulla duplicazione degli itinerari Torino-Venezia e Milano-Napoli ed esteso, per quanto possibile e conveniente, a tutte le maggiori relazioni nazionali, in coerenza anche con lo schema di P.G.T.*⁽⁴⁾ [2].

Una prestazione irripetibile, il varo del più rilevante programma infrastrutturale mai deciso in Italia, iniziata e conclusa nell'anno 1986, certamente favorita dalla politica europea dei trasporti, ma resa possibile soprattutto dalla volontà di rinnovamento del neonato Ente Ferrovie dello Stato, nato il 1° gennaio 1986 in applicazione della Legge 210/85.

Sul tema che qui interessa, lo studio di fattibilità del 1986 è alquanto timido, propone l'utilizzazione dell'infrastruttura AV per fasce orario, separa quindi le circolazioni AV (300 km/h) da quelle dei treni a lunga percorrenza viaggiatori (200 km/h) e merci tradizionali (160 km/h), le due ultime categorie confinate in una fascia prevalentemente notturna, in un esercizio promiscuo, limitate ad alcuni traffici merci con materiale selezionato e, quasi a giustificare la presenza sulle nuove linee, per utilizzarne le caratteristiche di sagoma.

Lo studio ha verosimilmente sottovalutato le esigenze di manutenzione dell'infrastruttura (motivo che era stato alla base del ripensamento giapponese) e si è basato, ma non poteva essere diversamente per la credibilità della proposta, unicamente sul materiale rotabile all'epoca di-

the burden for the implementation by the Ente Ferrovie dello Stato of a national programme for high speed on the Battipaglia - Naples - Rome - Milan route with special attention to the development of southern terminals⁽³⁾ [1].

On February 17 of the same year 1986 an internal Work Group of the FS had been commissioned to carry out the feasibility study of the work, in compliance with the decision of the Board of Directors of the FS agency (Resolution N° 4 of January 16, 1986) that the transport offer of the Agency will be structured in such a way as to ensure high-speed services through the implementation of a specific system and with the assignment to the Directorate-General to initiate studies and coordinated planning for the deployment of the Italian high-speed railway system, pivoted on the duplication of the Turin-Venice and Milan-Naples routes and extended as far as possible and convenient, to all major national connections, in accordance with the P.G.T. scheme⁽⁴⁾ [2].

The launch of the most important infrastructural programme ever decided in Italy, a unique performance, that began and ended in the year 1986, was certainly favoured by the European transport policy, but made possible above all by the long for renewal of the newly created Ente Ferrovie dello Stato, created on January 1, 1986 with the enforcement of law 210/85.

On the topic of interest here, the feasibility study of 1986 is somewhat prudent: it proposes the use of HS infrastructure according to time ranges, it therefore separates HS circulations (300 km/h) from those of long-distance passenger trains (200 km/h) and traditional freight trains (160 km/h), the last two categories mainly confined to night range, in promiscuous operation, limited to some goods traffics with selected material and, almost to justify its presence on new lines, to use the gauge features.

The study likely underestimated the maintenance needs of the infrastructure (the fact that had been the basis of Japanese rethinking) and was solely based on the rolling stock available at the time, but it could not be otherwise for

⁽³⁾ Le parole con particolare riguardo allo sviluppo dei terminali meridionali non possono che essere interpretate come un'indicazione di priorità, puntualmente, infatti, la tratta Napoli-Roma è stata la prima aperta all'esercizio.

⁽⁴⁾ Il PGT (Piano Generale dei Trasporti), approvato con D.P.C.M. 10 aprile 1986 fa riferimento (la prima volta in un atto legislativo) ad un "sistema alta velocità" ove dice ... *questa ipotesi di rete configura il raddoppio della direttrice est-ovest Torino-Venezia e della dorsale centrale Milano - Bologna - Firenze - Roma - Napoli che rappresenta la parte di rete destinata al sistema dell'"alta velocità" ...*. L'estensione territoriale è stata poi ampliata alle linee Torino-Lione, Milano-Genova, Venezia-Trieste e Napoli-Battipaglia (D.I. N° 9-T/1992 del Ministro dei Trasporti, di concerto con il Ministro del Tesoro).

⁽³⁾ Words with particular regard to the development of southern terminals can only be interpreted as an indication of priorities, precisely, in fact, the Naples-Rome route was the first to start operation.

⁽⁴⁾ The PGT (Transport General Plan) approved by D.P.C.M. of April 10, 1986 refers (the first time in a legislative act) to a "high speed system" where it says ... this network hypothesis configures the doubling of the East-West Turin-Venice route and of the Milan - Bologna - Florence - Rome - Naples central backbone that represents the portion of the network intended for the "high speed ..." system. The territorial extension was then expanded to the Turin - Lyon, Milan - Genoa, Venice - Trieste and Naples - Battipaglia lines (D.I. N° 9-T/1992 of the Transport Minister, together with the Treasury Minister).

sponibile⁽⁵⁾. Scelta quest'ultima all'origine dell'escamotage delle fasce orario per dare una soluzione al problema dell'impossibilità di un esercizio promiscuo di treni tradizionali e treni AV, probabilmente anche per incompatibilità tecnica, non solo per motivi di capacità dovuti all'eccessivo divario fra le velocità.

I treni merci non hanno poi mai circolato sulle linee AV italiane (fig. 2), nonostante il cambiamento del nome da "sistema AV" a "sistema AV/AC", ove AC sta per alta capacità, riferita al traffico delle merci⁽⁶⁾. Cambiamento rimasto però solo un fatto nominale, mentre sarebbe stato giusto interpretarlo come una reale opportunità: la rete di RFI, tutta, quella nuova AV e quella preesistente, è un sistema aperto ad ogni tipo di traffico! L'opportunità avrebbe dovuto stimolare la ricerca di soluzioni adeguate. Così non è stato, né in Italia, né nel resto d'Europa.

Anzi, il problema dell'esclusione del traffico merci dall'infrastruttura ferroviaria sembra peggiorare. Non solo, infatti, (1) aumenta il divario tra le velocità dei treni AV e quelli merci, ma (2) il fenomeno rischia di non essere più limitato alle nuove linee AV ma estendersi progressivamente a tutta la rete principale (eufemisticamente spesso denominata "lenta") il cui standard di velocità, sulle tratte migliori, è oggi di 180 km/h e sulle quali circolano molti treni AV o treni con configurazioni a quelli ispirate (l'estensione auspicata, *per quanto possibile e conveniente*, dalla Delibera n. 4/1986 del C.d.A. dell'Ente FS).

Nessuno può oggi realisticamente pensare alla nascita in Europa di una significativa rete specializzata per un traffico prevalentemente merci, distinta da quella principale viaggiatori. È quindi imperativo ricercare soluzioni perché la rete ferroviaria europea si appropri del suo insostituibile ruolo sul territorio di sistema di trasporto fondamentale per la movimentazione delle persone e delle cose, scongiurando una deriva che potrebbe portarla, in modo irreversibile, alla specializzazione per il solo traffico viaggiatori.

Sarebbero vanificate altrimenti anche le aspettative dell'Unione Europea che auspica lo sviluppo di una rete di trasporto multimodale con gli obiettivi di (1) spostare il traffico merci, oltre i 300 km, dalla strada alla ferrovia,

the credibility of the proposal⁽⁵⁾. The latter choice is the origin of the time range stratagem to give a solution to the problem of the impossibility of mixed operation of traditional trains and HS trains, probably also due to technical incompatibility, not only for capacity reasons due to the excessive gap between speeds.

Freight trains have never circulated on Italian HS lines (fig. 2), despite the name change from "HS system" to "HS/HC system", where HC stands for high capacity in relation to the freight traffic⁽⁶⁾. A change that was only nominal, while it would have been fair to interpret it as a real opportunity: the RFI network, all of it, the new HS one and the existing one is a system open to all types of traffic! The opportunity should have stimulated the search for appropriate solutions. It was not so, neither in Italy nor in the rest of Europe.

Indeed, the exclusion issue of freight traffic from rail infrastructure seems to worsen. Not only that, in fact, (1) the gap between the speed of HS trains and the goods ones increases, but (2) the phenomenon may not be limited to new HS lines but may gradually spread to the entire main network (often euphemistically called "slow") whose speed standard, on the best routes, is today 180 km/h on which there are many HS trains or trains with configurations inspired by those (the desired extension, as much as possible and convenient, by resolution No. 4/1986 of the Board of Directors of the FS Agency).

No one can realistically think about the birth of a significant specialised network in Europe for predominantly freight traffic, distinct from the main passengers one. It is therefore mandatory to find solutions so that the European railway network can take back possession of its irreplaceable role in the area of the transport system vital to the movement of people and things, avoiding a drift that could bring it, irreversibly, to the specialisation for passenger traffic only.

Even the expectations of the European Union would be undermined that calls for the development of a multimodal transport network with the goals of (1) moving freight traffic, over 300 kilometres, from road to rail, 30%

⁽⁵⁾ Nell'anno 1981, il Servizio Materiale e Trazione delle FS varò uno studio volto a ricercare le configurazioni e le caratteristiche tecniche di nuovi rotabili per l'ammodernamento ed il potenziamento del parco FS. Furono individuate due tipologie di rotabili: un treno ad alta velocità (ETR 500) ed una locomotiva per servizi regionali e servizi merci pesanti (Gruppo E 453/454, configurazione ereditata dalle attuali Gr. E 464). Questi due rotabili costituiscono ancora oggi la base dell'offerta di Trenitalia.

⁽⁶⁾ Il Decreto Legislativo 24 maggio 2001, n. 299 definisce il "Sistema ferroviario nazionale ad alta velocità": la parte del sistema ferroviario europeo ad alta velocità costituita dalle infrastrutture definite nell'allegato I, sezione 3, punto 3.8 della Decisione n. 1692/96/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 luglio 1996, e dai materiali rotabili che utilizzano dette infrastrutture ad alta velocità. Nel territorio nazionale il sistema ferroviario ad alta velocità coincide con il sistema ferroviario ad alta capacità.

⁽⁵⁾ In 1981, the FS Rolling Stock Division Service launched a study aimed at finding configurations and technical specifications of new rolling stock for the modernisation and upgrading of the FS fleet. Two types of rolling stock were identified: a high-speed train (ETR 500) and a locomotive for regional services and heavy goods services (Group E 453/454, configuration inherited from the current Gr. E 464). These two rolling stock are still today the basis of the Trenitalia offer.

⁽⁶⁾ Legislative Decree No. 299 of May 24, 2001 defines the "national high speed railway system": the part of the European railway system consisting of the high-speed infrastructure as defined in annex I, section 3, point 3.8 of Resolution N° 1692/96/EC of the European Parliament and of the Board of July 23, 1996, and of rolling stock that uses those high-speed infrastructures. In Italy the high-speed railway system coincides with the high-capacity railway system.



(Fonte - Source: R.F.I.)

Fig. 2 - La rete Alta Velocità/Alta Capacità italiana.
Fig. 2 - The High Speed/High Capacity network in Italy.

per il 30% entro il 2030 e più del 50% entro il 2050, (2) connettere entro il 2050 alla rete ferroviaria tutti gli scali navali europei e (3) far diventare i corridoi ferroviari il sistema dorsale del trasporto merci in Europa già dal 2020 (Libro Bianco sui Trasporti 2011)⁽⁷⁾ [3].

La soluzione che qui si auspica è che il settore desti-

by 2030 and more than 50% by 2050, (2) connecting all European naval ports to the railway network by 2050 and (3) make the railway corridors the backbone system of freight transport in Europe as early as 2020 (White Book on Transport 2011)⁽⁷⁾ [3].

The solution hoped for here is that the sector intended

⁽⁷⁾ La rete ferroviaria trans-europea (che include sia la rete ferroviaria convenzionale che quella ad alta velocità) è una delle reti di trasporto TEN-T (Trans European Networks - Transport) che fondano la loro base giuridica sul Trattato dell'Unione Europea di Amsterdam del 1997, ma devono il loro sviluppo soprattutto al Trattato di Maastricht del 1992 ed ai Libri Bianchi sui Trasporti del 1992 e del 2011. Quest'ultimo ribadisce l'attualità delle sfide per contrastare: la crescita della congestione del traffico e la ridotta accessibilità; l'aumento del divario tra le infrastrutture europee con l'allargarsi dell'Unione e l'aumento della pressione competitiva nell'ambito dell'economia globale (i Libri Bianchi UE sono documenti ufficiali che contengono proposte di azioni comunitarie e costituiscono lo strumento per la loro realizzazione).

⁽⁷⁾ The trans-European railway network (which includes both the traditional railway network and the high-speed one) is one of the TEN-T transport networks (Trans-European Networks - Transport) that are legally based on the EU Treaty of Amsterdam of 1997, but owe their development especially to the Maastricht Treaty of 1992 and to the White Transport Books of 1992 and of 2011. The latter underlines the relevance of the challenges to address: the growth of traffic congestion and reduced accessibility; the increase in the gap between European infrastructures with the widening of the Union and the increasing competitive pressure in the context of global economy (the EU White Books are official documents containing proposals for Community actions and constitute the instrument for their implementation).

nato al trasporto delle merci (materiale rotabile e scali) si avvalga di un'evoluzione analoga a quella di cui ha beneficiato il trasporto delle persone (a partire dagli anni '60 del secolo scorso, si sono succedute almeno sette generazioni di treni AV, in un assoluto immobilismo del settore merci)⁽⁸⁾ con l'obiettivo di raffigurare uno specifico sistema AC, con una flotta di treni AC capaci di circolare, fra terminali AC e senza condizionare negativamente l'offerta viaggiatori, sull'intera infrastruttura ferroviaria europea avvalendosi di tecnologia avanzata e progettati per garantire una circolazione, sicura e senza soluzione di continuità, ad una velocità di almeno 250 km/h sulle linee specialmente costruite per l'alta velocità; ad una velocità dell'ordine di 200 km/h sulle linee esistenti specialmente adattate; alla velocità massima possibile sulle altre linee, in ossequio alla Direttiva 96/48/CE ed al D.L. 24 maggio 2001, n. 299 [4].

Di seguito la proposta.

2. Il sistema (L'idea guida)

Il sistema AC non richiede interventi infrastrutturali sulle reti europee, convenzionale ed AV, né per nuove costruzioni, né per adeguamenti di sagoma (fig. 3). È necessaria, per contro, una riorganizzazione della circolazione dei treni al fine di rendere disponibili "tracce merci AC" (meglio dire "tracce non assegnate al servizio viaggiatori", essendo quelle delle circolazioni AC analoghe e compatibili con le altre) ripartite nell'intera giornata, così da scongiurare diseconomie dovute a forzosi fermi dei materiali AC.

I cardini del nuovo sistema AC sono due, entrambi tecnologici: (1) treni AC di nuova concezione dimensionati per la sagoma cinematica UIC GA (universale europea) capaci di imbarcare anche container tipo high-cube ed idonei a circolare in esercizio promiscuo con i treni viaggiatori e (2) terminali AC concepiti ed attrezzati per ridurre drasticamente la sosta del materiale rotabile per le operazioni di carico e scarico⁽⁹⁾.

Assieme, treni AC e terminali AC, devono rendere possibile un uso del materiale rotabile molto intenso. L'obiettivo è che i rotabili (al netto dei tempi di manutenzione) siano continuamente in corsa, in ciò favoriti dal fatto che le mer-

for the transport of goods (rolling stock and stopovers) avails itself of an evolution similar to that which the transport of persons benefited from (from the 60's of the last century, there have been at least seven generations of HS trains in an absolute deadlock of the freight sector)⁽⁸⁾ in order to portray a specific HC system, with a HC train fleet capable of travelling between HC terminals and without affecting the passenger offer negatively, on the whole European rail infrastructure using advanced technology and designed to ensure safe and seamless running, at a speed of at least 250 km/h on lines specially built for high speed; at a speed of 200 km/h on existing lines specially upgraded; at the maximum possible speed on other lines, in accordance with Directive 96/48/EC and Legislative Decree of May 24, 2001, n° 299 [4].

Below the proposal.

2. The system (the Guiding idea)

The HC system does not require infrastructure interventions on European, traditional and HS networks, neither for new developments nor for adjustments of gauge (fig. 3). On the other hand, a reorganisation of train circulation is needed in order to make "HC freight train paths" available (it is better to say "unallocated passenger train paths", being the HC circulation ones similar and compatible with others) distributed throughout the day, so as to avert diseconomies caused by forced downtimes of HC rolling stock.

The cornerstones of the new HC system are two, both technological: (1) redesigned HC trains sized to the UIC GA (European universal) kinematic gauge that can also carry high-cube type containers and capable of promiscuous operation with passenger trains and (2) HC terminals designed and equipped to drastically reduce the stopover of rolling stock for loading and unloading operation⁽⁹⁾.

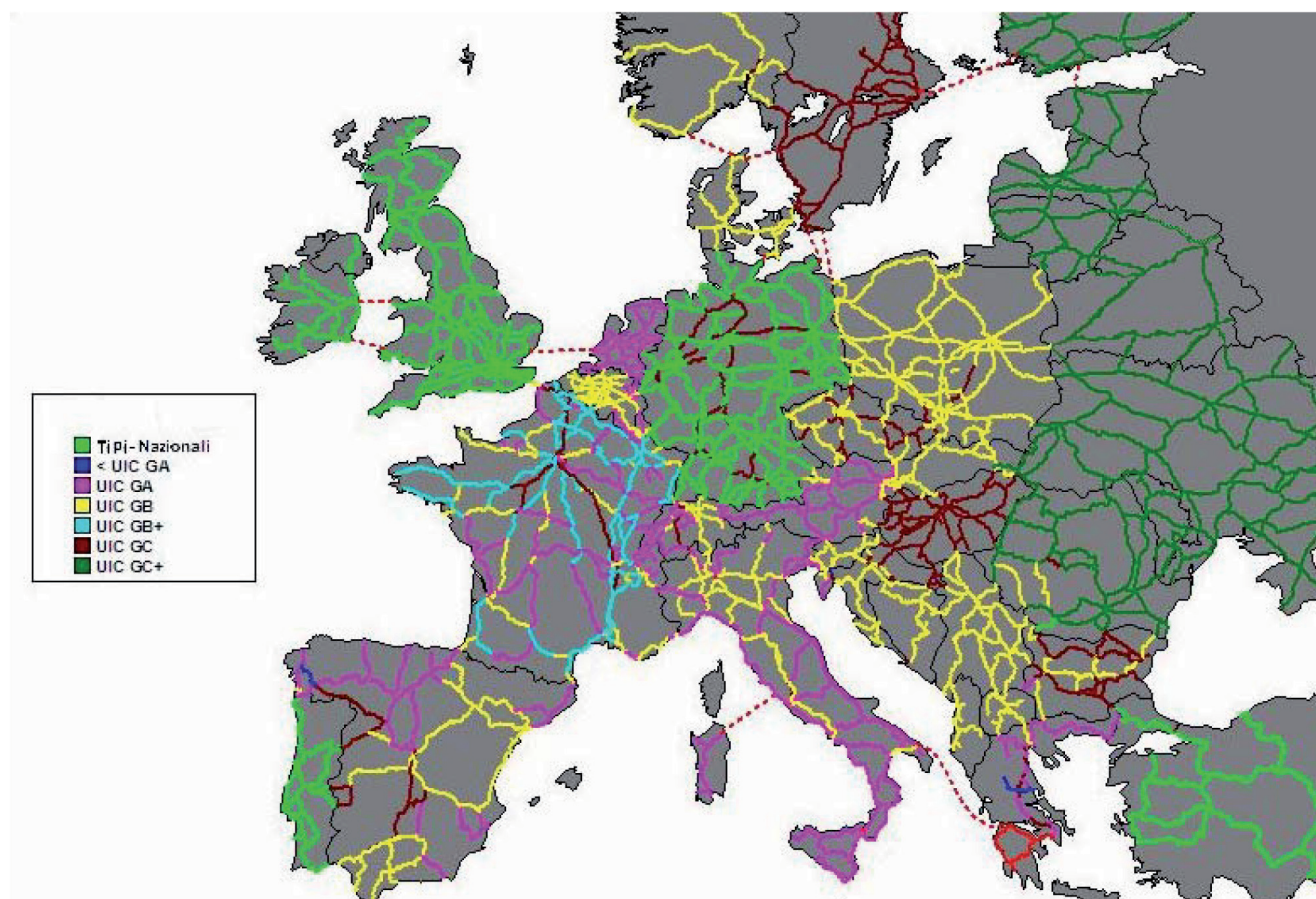
Together, HC trains and HC terminals, must allow the use of rolling stock with high headway. The objective is that rolling stock (less maintenance time) is running continuously, favoured by the fact that the goods, as opposed to travellers, have marginal "soft and peak" periods and rarely suffer from fatigue.

⁽⁸⁾ Per dovere di completezza, si deve aggiungere che alcune iniziative di modernizzazione del trasporto merci su ferro, anche rivolte all'alta velocità, vi sono state ed hanno visto proposte di soluzioni originali e fuori dall'ordinario. Mi riferisco ai tentativi francesi di impiego di TGV furgonati, al progetto italiano (rimasto in embrione) per il trasporto AV di collette mediante ETR opportunamente attrezzati, agli innovativi sistemi di carico di mezzi stradali su carri speciali, agli impianti per la movimentazione automatica di container speciali, treno/treno e treno/terra. In generale però sono rimaste tutte proposte isolate e senza sviluppo significativo.

⁽⁹⁾ In questo scritto, per terminale AC si intende il complesso di attrezzature e servizi che è necessario entrino a far parte di uno scalo merci (porto, interporto, ecc.) perché in questo possano operare treni AC.

⁽⁸⁾ For completeness, we must add that some rail freight transport modernisation initiatives, also aimed at high speed, have existed and have seen original solutions and out of the ordinary proposals. I refer to French attempts to use commercial TGV, to the Italian project (remained in embryo) for HS transport of small consignments by means of the ETR suitably equipped, to the innovative systems of road vehicles on special wagons, to equipment for automatic handling of special train/train and train/ground containers. In general, however, they were all isolated proposals and without significant development.

⁽⁹⁾ In this paper, the meaning of HC terminal is the combination of equipment and services that are required to join a freight stopover (port, interport, etc.) so that HC trains can operate in this.



(Fonte: Ministero dei trasporti e delle infrastrutture - Source: Ministry of transportation and infrastructure)

Fig. 3 - La sagoma limite ferroviaria in Europa.
Fig. 3 -The railway gauge in Europe.

ci, al contrario dei viaggiatori, hanno periodi "di morbida e di punta" marginali e raramente soffrono di affaticamento.

Al treno AC deve essere associato, dal progettista/costruttore, un indicatore di remunerazione dell'investimento così formulato: un treno AC remunera l'investimento fatto per il suo acquisto se in media, ogni giorno, caricato a non meno del 70% delle sue capacità e per valori di mercato dell'unità di carico trasportata, percorre almeno 1.200 km (70% e 1.200 km sono valori di fantasia, potrebbero però rappresentare un target).

L'obiettivo che ci si propone è questo: definire un sistema (treno e terminali) capace di far percorrere al treno AC, mediamente ogni giorno più di 1.200 km, ad esempio 2.000 km (altro target).

Occorre qui fare una considerazione sul numero dei rotabili interessati all'obiettivo.

Il sistema merci ferroviario tradizionale è caratterizzato da una netta separazione, tecnica e gestionale, tra il parco locomotive e quello trainato (carri). Il primo, in quantità contenuta, è dimensionato in funzione del suo impiego ed i rotabili beneficiano dell'evoluzione tecnologica al pari di quelli utilizzati nel servizio viaggiatori. L'altro, quello trai-

HC trains should be associated by the designer/builder, with a return on investment indicator as follows: a HC train pays the investment made for its purchase, if it is loaded not less than 70% of its capacity on average every day, and for the market value of the transported load, it runs at least 1.200 kilometres (70% and 1.200 kilometres are imaginary values, but may represent a target).

The objective proposed is this: define a system (terminal and train) capable of making the HC train travel more than 1.200 kilometres on average each day, for example 2.000 km (other target).

We must here make a consideration on the number of rolling stock affected by the goal.

The traditional rail freight system is characterised by a clear technical and managerial separation between the trailing (wagons) and locomotive fleet. The second, in contained quantity, is sized according to its use and rolling stock benefit from technological developments like those used in passenger service. The trailed one, responds above all to commercial requirements (stopovers, freight forwarders, special needs of customers, etc.) and its amount is up to two orders of magnitude greater than that of the locomotives. The large

nato, risponde ad esigenze soprattutto commerciali (scali, spedizionieri, esigenze particolari della clientela, ecc.) e la sua quantità è fino a due ordini di grandezza maggiore di quella delle locomotive. L'elevato numero di rotabili obbliga ad una progettazione (e manutenzione) con soluzioni semplici, economiche, altamente standardizzate e con il ricorso a tecnologie povere. Difficili, per motivi economici, l'innovazione ed il miglioramento delle prestazioni, pressoché impossibile l'introduzione di *tecnologie avanzate*.

Per contro, nel sistema AC, il treno è un convoglio bloccato (analogamente ai treni AV), il carico (e lo scarico) non è fatto direttamente sul convoglio, ma su appositi basamenti (strutture non portanti, una sorta di pianali virtuali, una pallet per il carico) che poi sono trasferiti sul treno. Come per i carri, per esigenze commerciali, i basamenti saranno in numero molto superiore a quello dei treni⁽¹⁰⁾.

La consistenza del parco AC è funzionale solo al suo impiego (non a motivi commerciali), è possibile allora ipotizzare per questo l'evoluzione necessaria all'attuazione del modello di esercizio AC che richiede ai convogli di rispondere alla Direttiva 96/48/CE dell'Unione Europea sull'Interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità, Specifiche Tecniche per il sottosistema "Materiale rotabile", edizione 2008 (nel seguito: STI - MR), oltre che, per quanto applicabili, alle STI Materiale rotabile - Carri Merci ed alle normative nazionali. In particolare i treni AC dovranno raggiungere la velocità di 250 km/h, avere una massa per asse non superiore a 18 t (per la versatilità dell'impiego, l'omologazione dovrà essere ottenuta anche per masse per asse di 20 t) e rispettare la sagoma cinematica richiesta nelle normative citate [5] [6].

Le attrezzature dei terminali AC, per loro conto, devono movimentare in tempi contenuti i basamenti da terra a bordo e viceversa.

Le operazioni di sistemazione del carico sui basamenti, di verifica del carico, amministrative, doganali, ecc., sono effettuate in assenza del treno e, presumibilmente, in postazioni diverse dalla piattaforma di carico⁽¹¹⁾.

number of rolling stock demands a design (and maintenance) with simple, highly standardised cost-effective solutions and with simple technology. Innovation and performance improvement is difficult for economic reasons, the introduction of advanced technologies is almost impossible.

By contrast, in the HC system, the train is a blocked train (similarly to HS trains), loading (and unloading) is not done directly on the convoy, but on special stands (non-load-bearing structures, a sort of virtual floors, a pallet for loading) which are then transferred on the train. As for the wagons, the number of stands will be much higher than that of trains for commercial needs⁽¹⁰⁾.

The consistency of the HC Fleet is functional only to its use (not for business purposes), we can therefore assume the necessary evolution to the implementation of the HC operating model that requires convoys to respond to Directive 96/48/EC of the European Union on the Interoperability of the trans-European high speed railway system, Technical Specifications for the subsystem "Rolling Stock", 2008 Edition (hereinafter referred to as: STI-MR) and, as applicable, to the STI rolling stock - Freight Wagons and to national regulations. In particular HC trains will reach speeds of 250 km/h, have a mass per axle not exceeding 18 t (for the versatility of use, approval must be obtained also for masses per axle of 20 t) and respect the kinematic gauge required in these regulations [5] [6].

HC terminal equipment, in turn, must move stands from the ground on board and vice versa in short times.

Operations of stowage on stands, load checking, administrative, customs tasks, etc., are carried out in the absence of the train and, presumably, in different locations from the load platform⁽¹¹⁾.

There is no longer meaning in speaking of "wagon cycle" (it would in any case be "train cycle"), that for the HC system is practically equal to the time of travel between terminals with routes comparable to passenger ones, being limit-

⁽¹⁰⁾ Nella pratica, i basamenti sostituiscono il parco trainato del sistema merci tradizionale. La separazione che nel sistema merci tradizionale esisteva tra locomotive e materiale trainato, nel sistema AC, corrisponde alla separazione fra treno completo e basamenti. La funzione dei basamenti è proprio quella di sostituirsi al treno AC nello svolgimento delle attività proprie dello scalo merci (carico, condizionamento della merce, amministrative, commerciali, doganali, ecc.), lasciando ai rotabili la sola funzione del trasporto.

⁽¹¹⁾ Si è detto "presumibilmente" perché in questo scritto non è affrontato il complesso tema della logistica dello scalo e quindi anche dell'individuazione del numero di binari attrezzati necessari per un dato flusso di carichi in partenza ed in arrivo. Analogamente non è fatto cenno ad un possibile indicatore di remunerazione dell'investimento per la realizzazione di un terminale AC, indicatore che comunque è opportuno sia formulato come riscontro della correttezza delle scelte fatte in fase progettuale e che dovrebbe specificare il target della media giornaliera di movimentazioni.

⁽¹⁰⁾ In practice, stands replace the trailed fleet of the traditional goods system. The existing separation in the traditional goods system between locomotives and hauled rolling stock corresponds to the separation between the full train and stands in the HC system. The function of the stands is exactly to replace the HC train in carrying out typical activities of the freight stopover (loading, packaging of goods, administrative, commercial, customs tasks, etc.), leaving rolling stock with the transportation function only.

⁽¹¹⁾ We said "presumably" because this paper has not dealt with the complex logistics issue of the stopover and thus also of the identification of the number of equipped tracks required for a given flow of incoming and outgoing cargo. Similarly there is no mention of a possible remuneration of the investment indicator for the construction of a HC Terminal, indicator that is appropriate both formulated as acknowledgement of the correctness of the choices made in the design phase and that should specify the target of average daily movements.

Non ha più significato parlare di "ciclo del carro" (in ogni caso sarebbe "ciclo del treno") che per il sistema AC è praticamente pari al tempo di marcia fra terminali con tracce comparabili con quelle viaggiatori, il tempo di movimentazione delle piattaforme incidendo in modo limitato. Il "ciclo del basamento" perde interesse, considerato il basso valore del componente.

In sintesi, il processo seguito è stato quello di (1) riconoscere la necessità di un aumento della velocità dei treni merci fino a 250 km/h, perché questi possano (2) circolare sull'intera rete principale europea. Stante il conseguente (3) maggior investimento per il materiale rotabile, si è indicato (4) che il quantitativo dei rotabili interessati è assai contenuto, perché (5) ne è previsto un impiego molto intensivo, grazie alla funzione dei (6) "basamenti" ed a quella dei (7) terminali di carico e scarico capaci di contenere i tempi di fermo dei rotabili. I risultati delle scelte fatte per rendere remunerativo l'investimento (materiale rotabile e terminali), si traducono poi in (8) una più veloce e puntuale movimentazione delle merci, in ciò coincidendo con gli (9) interessi dei clienti (spedizionieri) che sicuramente apprezzeranno la riduzione del tempo del trasporto, ma forse ancor più la maggiore certezza sui tempi di resa (l'ordine di grandezza dei ritardi diventa confrontabile con quello dei servizi viaggiatori)⁽¹²⁾.

Lo stato della proposta non consente, nemmeno in abbozzo, un'analisi economica credibile, troppo incerti sono i costi degli investimenti in assenza di progetti, del treno e dei terminali (lo studio economico deve comprendere entrambi).

3. Il treno AC

Quella che segue è un'ipotesi preliminare, in sede progettuale alcune delle soluzioni potrebbero poi discostarsi da quelle qui rappresentate (anche per configurazione generale e rodiggio). Le grandezze assunte sono solo orientative e, proprio per marcare questo aspetto, le dimensioni sono espresse in metri (e non in millimetri come nei disegni tecnici). Quello che qui interessa è riconoscere la fattibilità della proposta, mantenendo coerenza con l'idea guida.

⁽¹²⁾ Vale sottolineare ancora che la velocità massima di 250 km/h richiesta al materiale rotabile non ha come obiettivo la riduzione dei tempi di percorrenza fra terminale e terminale (come avviene per l'offerta viaggiatori), ma quello di consentire la compatibilità fra i due sistemi, AV ed AC. La riduzione del tempo di percorrenza è solo una ricaduta, peraltro favorevole per la conseguente diminuzione dei tempi di impegno dei rotabili e del personale di condotta, più che per la riduzione del tempo di resa del carico.

ed the influence of the handling time of platforms. The "stand cycle" loses interest, in view of the low value of the component.

At a glance, the process followed was to (1) recognise the need to increase the speed of freight trains up to 250 km/h, so that they can (2) run on the entire European network. Given the consequent (3) major investment in rolling stock, it was pointed out (4) that the quantity of rolling stock involved is quite restrained, because (5) very intensive use is provided, thanks to the function of the (6) "stands" and to that of the (7) loading and unloading terminals capable of containing downtimes of trailers. The results of choices made in order to make the investment profitable (rolling stock and terminals), resulting then in (8) faster and punctual handling of goods in this coinciding with the (9) interests of customers (forwarders) that will surely appreciate the reduction of transport time, but perhaps even more the greater certainty on delivering times (the order of magnitude of delays becomes comparable to that of passenger services)⁽¹²⁾.

The status of the proposal does not allow, even in the draft, a credible economic analysis, the investment costs are too uncertain in the absence of projects, train and terminals (economic study must include both).

3. The HC train

The following is a preliminary hypothesis; during planning some of the solutions could then deviate from those represented here (also for general configuration and wheel arrangement). Sizes are approximate and only assumed, just to mark this, the sizes are expressed in metres (and not in millimetres as in technical drawings). What is interesting here is to recognise the feasibility of this proposal, maintaining consistency with the guide idea.

3.1. Configuration (fig. 4)

The convoy (for the STI Rolling Stock "class 1 train") consists of two extremity power cars (train front and rear) that contain a fixed number of intermediate power cars (the train is blocked, the number of intermediate units is modifiable only in the workshop)⁽¹³⁾.

⁽¹²⁾ It is worth pointing out that the maximum speed of 250 km/h asked of rolling stock does not have as objective the reduction of travel times between terminal and terminal (as is the case for the passenger offer), but to enable compatibility between the two HS and HC systems. The reduction of travel time is only a setback that is favourable for the consequent decrease of the commitment time of rolling stock and driving personnel, rather than reducing the delivering time of the load.

⁽¹³⁾ It is important that the train is classified as "class 1". For class 2 trains an infrastructure manager may also refuse, for capacity reasons, the assignment of a time track (STI – MR point 1.1).

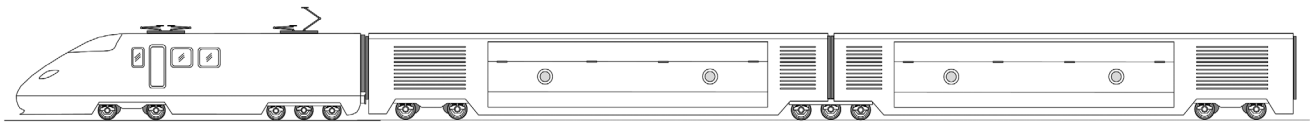


Fig. 4 – Convoglio AC (veicolo automotore di estremità e veicolo automotore intermedio) - (Design concept).
Fig. 4 – HC Convoy (end power car and intermediate power car) - (Design concept).

3.1. Configurazione (fig. 4)

Il convoglio (per la STI Materiale Rotabile "treno di classe 1") è formato da due unità automotrici di estremità (testa e coda treno) che racchiudono un numero fisso di unità automotrici intermedie (il treno è bloccato, il numero delle unità intermedie è modificabile solo in officina)⁽¹³⁾.

Le fiancate, l'imperiale ed il sottocassa dell'intero convoglio sono chiusi, se non altro per motivi di aerodinamica.

Ogni unità di estremità è un veicolo automotore con due carrelli (uno, a due assi, motorizzato, l'altro, a tre assi, portante: il rodiggio è pertanto Bo 3) dotato di cabina di guida. Il veicolo, oltre agli ambienti per il personale di condotta, imbarca le apparecchiature necessarie per alimentare, proteggere, controllare e monitorare le unità intermedie, la sua funzione principale non è la trazione, ma è più prossima a quella di Sottostazione Elettrica e di unità di comando e controllo.

Ogni unità intermedia è un veicolo articolato automotore con due casse, tre carrelli (due, con due assi, motorizzati ed uno portante tipo jacobson a tre assi: il rodiggio è pertanto Bo 3 Bo) e due vani di carico aventi dimensioni utili (esclusi i basamenti) 3,0 m di altezza, 2,6 m di larghezza e 14 m di lunghezza, tali quindi da poter imbarcare, ognuno, fino ad un container marittimo da 45 piedi, tipo 45' ISO HC (dimensioni esterne 2.896 mm di altezza, 2.552 mm di larghezza e 13.550 mm di lunghezza), equivalente a due TEU⁽¹⁴⁾.

Il trasferimento dei basamenti dal treno alla banchina e viceversa è laterale, indifferentemente dai due lati. Il carico (lo scarico) della merce sui (dai) basamenti è fatto, come anticipato, in assenza del treno, con le attrezzature e secondo le consuetudini dello scalo⁽¹⁵⁾.

La trazione è ripartita lungo il convoglio e la coppia ai

The sides, the roof and the under-body of the entire convoy are closed, if only for reasons of aerodynamics.

Each end unit is a power car with two bogies (one, motorised, with two axles, the other is bearing with three-axes: the wheel arrangement is therefore Bo 3) with driving cab. The vehicle, in addition to rooms for the driving staff, boards the equipment needed to supply, protect, control and monitor the intermediate units, its main function is not traction, but is closer to that of an Electrical Substation and command and control unit.

Each intermediate unit is an articulated power car with two bodies, three bogies (two, motorised with two axles, and one jacobson bearing type with three axles: the wheel arrangement is therefore Bo 3 Bo) and two load compartments with 3.0 m high useful dimensions (excluding stands), 2.6 m wide and 14 m in length, so that they can each be loaded with up to a 45 feet sea container, type 45' ISO HC (2.896 mm high external dimensions, 2.552 mm wide and 13.550 mm long), which is equivalent to two TEU⁽¹⁴⁾.

The transfer of the stands from the train to the platform and vice versa is lateral, from both sides indifferently. Loading (unloading) of goods on (from) stands is done, as anticipated, in the absence of the train, with the equipment and in accordance with the custom of the stopover⁽¹⁵⁾.

Traction is distributed along the convoy and the torque to the traction motors while running is also adjusted according to tractive and repulsion efforts transmitted by the couplings and connections, in order to ensure that these are always largely contained within safety values.

Electric braking (with recovery through a train line, locally rheostatic both on the end units and on the intermediate units) is regulated in a manner similar to traction for control of efforts transmitted through tensioners and couplings, likewise the air braking (controlled axle by axle depending on the bearing load).

It does not seem useful to consider the multiple control of two coupled trains, however, even in this case, the tractive and repulsion effort values transmitted by the coupling gears between the two trains should be controlled.

⁽¹³⁾ È importante che il treno sia classificato "di classe 1". Per i treni di classe 2 un gestore d'infrastruttura può anche rifiutare, per ragioni di capacità, l'assegnazione di una traccia oraria (STI – MR punto 1.1).

⁽¹⁴⁾ TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) è un'unità pratica di volume corrispondente ad un container ISO da 20' (dimensioni 6,10 m x 2,44 m x 2,90 m di altezza).

⁽¹⁵⁾ In questo scritto, per semplicità, parlando del carico si riferisce sempre ai container, ma è possibile ogni altro tipo di trasporto assicurato sui basamenti, anche a temperatura controllata (il vano di carico è chiuso e dispone di alimentazione elettrica).

⁽¹⁴⁾ TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) is a unit of volume equal to a 20' ISO container (size 6.10 m x 2.44 m x 2.90 m in height).

⁽¹⁵⁾ In this paper, for the sake of simplicity, speaking of the load we always refer to the container, but it can be any other kind of transportation ensured on stands, even at controlled temperature (the load compartment is closed and has electrical power).

motori di trazione durante la marcia è regolata anche in funzione degli sforzi di trazione e repulsione trasmessi dagli organi di accoppiamento e dai repulsori, così da garantire che questi siano sempre largamente contenuti entro valori di sicurezza.

La frenatura elettrica (a recupero attraverso una linea treno, reostatica localmente sia sulle unità di estremità che sulle unità intermedie) è regolata in modo analogo alla trazione per il controllo degli sforzi trasmessi attraverso tenditori e repulsori, analogamente la frenatura pneumatica (asse per asse regolata in funzione del carico gravante).

Non sembra utile considerare il comando multiplo di due treni accoppiati, comunque, anche in questo caso, i valori degli sforzi di trazione e repulsione trasmessi dagli organi di accoppiamento tra i due treni dovrebbero essere controllati.

3.2. Treno di riferimento STI

La STI – MR impone (ma non motiva) limiti ai treni per la massa (1.000 t, punto 4.2.3.2) e per la lunghezza (400 m, punto 4.2.3.5), pari questa a quella dei marciapiedi di viaggiatori.

Un treno AC che rispetti i citati limiti ("treno di riferimento STI") comprende due unità di estremità (ognuna della massa di 80 t) e sette unità intermedie (ognuna della massa di 120 t, di cui 70 t di carico imbarcato), la lunghezza complessiva è di $\sim 340 \div 345$ m.

A pieno carico, il carico utile rappresenta il 49% circa della massa totale del treno ed occupa il 57% circa della sua lunghezza.

3.3. Potenza di trazione installata

Si assume quale ipotesi dimensionante che il treno di riferimento STI (1.000 t) mantenga la velocità di 250 km/h su una rampa dell'otto per mille (8‰), la condizione imposta è più gravosa di quella richiesta dalle STI (0,05 m/s² di accelerazione residua, alla velocità massima, in piano).

Attribuita al convoglio di riferimento, per assimilazione con rotabili esistenti, una resistenza all'avanzamento in piano di 90 kN alla velocità di 250 km/h, su una rampa dell'8‰, la resistenza all'avanzamento sarà di 170 kN. La potenza occorrente a mantenere la velocità di 250 km/h sarà pertanto prossima a 12 MW (11,8 MW).

Ognuno dei 32 motori di trazione (2 carrelli delle unità di estremità e 14 carrelli delle unità intermedie) presenti sul convoglio sarà dimensionato per una potenza di circa 350 kW.

La scelta può ritenersi un giusto compromesso tra gli obiettivi di prestazione (il treno può mantenere una velocità dell'ordine di 200 km/h su una rampa del 15‰) e quelli di semplificazione del carrello (un motore asincrono della potenza di 350 kW può avere una massa, inferior-

3.2. STI reference train

STI – MR requires (but does not motivate) limits to trains for the mass (1.000 t, point 4.2.3.2) and length (400 m, point 4.2.3.5), this being equal to that of the passenger platforms.

A HC train which respects those limits ("STI reference train") includes two end units (each with a mass of 80 t) and seven intermediate units (each with a mass of 120 t, of which 70 t of cargo aboard), the overall length is $\sim 340 \div 345$ m.

Fully loaded, the payload is 49 percent of the total mass of the train and occupies approximately 57 percent of its length.

3.3. Installed traction power

We assume as sizing hypothesis that the STI reference train (1.000 t) maintains the speed of 250 km/h on an eight per thousand ramp (8 ‰), the condition imposed is more burdensome than that demanded by STIs (0.05 m/s² residual acceleration, at the maximum speed, on level ground).

Attributed to the reference convoy, for assimilation with existing rolling stock, a running resistance on level ground of 90 kN at a speed of 250 km/h, on a 8‰ ramp, the running resistance will be 170 kN. The power required to maintain the speed of 250 km/h will therefore be close to 12 MW (11.8 MW).

Each of the 32 traction motors (2 end units bogies and 14 intermediate units bogies) on the convoy will be sized for a power of about 350 kW.

The choice can be considered a fair compromise between performance targets (the train can maintain a speed of 200 km/h on a 15‰ ramp) and simplification targets of the bogie (an asynchronous motor with 350 kW power can have a mass of less than 400 kg, still compatible with its suspension "by the nose").

The choice of distributed power ensures compliance with the performance requirements of traction in terms of accelerations (STI – MR, 4.2.8.1.) and of wheel/rail adhesion requirements for traction (STI – MR, 4.2.8.2.).

3.4. Possible configurations

The STI reference train characteristics are poorly suited to a convoy intended for the transport of goods⁽¹⁶⁾. Other

⁽¹⁶⁾ It is confirmed that the STIs are aimed essentially at passenger HS rolling stock. It is also considered that once the feasibility of the HC system is demonstrated, their update is of common interest.

re a 400 kg, ancora compatibile con la sua sospensione "per il naso").

La scelta della potenza ripartita assicura ampiamente il rispetto dei requisiti relativi alle prestazioni di trazione in termini di accelerazioni (STI – MR, 4.2.8.1.) e dei requisiti di aderenza ruota/rotaia per la trazione (STI – MR, 4.2.8.2.).

3.4. Possibili composizioni

Le caratteristiche del treno di riferimento STI sono poco rispondenti ad un convoglio destinato al trasporto delle merci⁽¹⁶⁾. Altre composizioni più importanti sono possibili per il treno AC e nel suo dimensionamento (e processo di omologazione) converrà fare riferimento a queste.

Le composizioni giudicate coerenti con l'obiettivo comprendono fino a 12 ÷ 14 unità intermedie (massa del convoglio: 1.600 ÷ 1.850 t; lunghezza: 560 ÷ 650 m; potenza di trazione installata: 18.000 ÷ 21.000 kW).

Per la maggiore composizione indicata (14 unità intermedie): il carico utile è il 53% circa della massa totale del treno ed occupa il 60% circa della lunghezza del convoglio.

Composizioni ancora più importanti sono possibili, ma con ogni probabilità comporterebbero limitazioni delle prestazioni, sia in trazione (potenza derivabile dalla catenaria) che in frenatura (lunghezza della condotta).

3.5. Carrelli

Il treno AC utilizza due tipi di carrelli, entrambi dimensionati per carichi statici per asse di 200 kN, aventi ruote di diametro compreso tra 0,90 m ed 1,10 m e sospensioni secondarie pneumatiche livellabili in altezza:

- carrello motore a due assi, passo 2,6 m, due motori di trazione asincroni della potenza ognuno di 350 kW, sospesi "per il naso", trasmissione con ingranaggi cilindrici, freno pneumatico con ceppi;
- carrello portante a tre assi, passo 3,0 m, freno pneumatico con dischi calettati sugli assi, due versioni per l'appoggio della cassa sul carrello (tipo jacobson per le unità intermedie).

3.6. Organi di accoppiamento

Sulle testate aerodinamiche le STI – MR richiedono (punto 4.2.2.2) accoppiatori automatici sistema Scharfenberg, la norma è motivata per favorire il soccorso reciproco fra treni di classe 1.

Per scongiurare eventuali limitazioni alle prestazioni

more important compositions are possible for the HC train and we should refer to these for its sizing (and approval process).

The compositions judged consistent with the objective include up to 12 ÷ 14 intermediate units (convoy mass: 1.600 ÷ 1.850 t; 1.600-tonn; 560 ÷ 650 m length; traction power installed: 18.000÷21.000 kW).

For the greater composition indicated (14 intermediate units): the payload is approximately 53% of the total mass of the train and occupies about 60% of the length of the convoy.

Even more important compositions are possible, but most likely involve performance limitations, both in traction (power derivable from the catenary) and in braking (length of the brake pipe).

3.5. Bogies

The HC train uses two types of bogies, both sized for static loads of 200 kN per axle with wheels of diameter between 0.90 m and 1.10 m and secondary pneumatic suspensions adjustable in height:

- *two-axle motor bogie, 2.6 m wheel base, two asynchronous traction motors each with a power of 350 kW, suspended "by the nose", cylindrical gear transmission, pneumatic brake with blocks;*
- *three-axle bearing bogie, 3.0 m wheel base, pneumatic brake with discs secured to axles, two versions for the support of the body on the bogie (jacobson type for intermediate units).*

3.6. Coupling gears

On aerodynamic fronts of the trains STIs – MR require (point 4.2.2.2) Scharfenberg system automatic couplers, the rule is motivated to promote mutual aid among class 1 trains.

To avoid any performance limitations due to the characteristics of couplers, it would be more consistent to equip HC train fronts with standard UIC connections. The exception to the STI – MR seems negotiable, as class 2 trains are already authorised for that connection.

The intermediate unit fronts will be equipped with connection devices of traditional type with evaluation of traction and repulsion efforts transmitted (buffers and screw or bar couplers, if useful for instrumentation for the evaluation of efforts). Although traditional, the connection will not necessarily be compatible with the UIC standard, it might diverge from this, for example, due to the height of the buffers (those of the HC train are probably higher).

3.7. End power car unit

The two end power cars, identical and interchangeable

⁽¹⁶⁾ Si conferma che le STI sono rivolte sostanzialmente al materiale AV viaggiatori. Si ritiene altresì che, dimostrata la fattibilità del sistema AC, un loro aggiornamento sia interesse comune.

dovute alle caratteristiche degli accoppiatori, sarebbe più coerente attrezzare le testate del treno AC con attacchi standard UIC. La deroga alla STI – MR sembrerebbe superabile, essendo già autorizzati a quell'attacco i treni di classe 2.

Le testate delle unità intermedie saranno dotate di organi di attacco di tipo tradizionale con rilievo degli sforzi, di trazione e repulsione, trasmessi (respingenti e tenditori a vite o barre, queste se utili per la strumentazione per il rilievo degli sforzi). Pur se di tipo tradizionale, non necessariamente l'attacco sarà compatibile con lo standard UIC, potrebbe differenziarsi da questo, ad esempio, per l'altezza dei respingenti (verosimilmente più alti quelli del treno AC).

3.7. Unità automotrice di estremità

Le due unità automotrici di estremità, identiche fra loro ed intercambiabili, sono veicoli asimmetrici, ciascuno dotato di una testata aerodinamica con cabina di guida ed una testata piana accoppiata al treno.

Funzioni e principali equipaggiamenti imbarcati sull'unità sono:

- l'estremità aerodinamica con cabina di guida, completa dei sotto sistemi di bordo di segnalamento per le reti cui il treno è destinato;
- un vano (per secondo agente) attrezzato con pannello di supervisione, controllo e diagnostica estesi a tutto il convoglio, computer (libro di bordo informatizzato), fax, stampante (scheda treno, prescrizioni, ordinativi di manutenzione, ecc.), sistemi di collegamento via etere per trasmissioni (in voce e dati) con i posti centrali, ecc.;
- vani accessori (bagagliaio, spogliatoio, ritirata, ecc.);
- gli organi di captazione per i quattro sistemi europei (1,5 kV c.c.; 3,0 kV c.c.; 15 kV 16,6 Hz; 25 kV 50 Hz) rispondenti alle specifiche delle reti cui il treno è destinato;
- un primo stadio di trasformazione (dimensionato per la potenza di 12 MW) dell'energia captata dalla catenaria in energia elettrica di caratteristiche specifiche per l'alimentazione (in modo equilibrato fra le due unità, testa e coda treno) e la protezione degli equipaggiamenti di trazione ripartiti lungo il treno (tensione continua stabilizzata, ordine di grandezza 1.500 ÷ 2.000 V, controllo dei valori massimi della corrente di corto circuito, ecc.) [7];
- un generatore elettrico autonomo (potenza dell'ordine di grandezza di 500 kW) per consentire al treno movimenti a bassa velocità anche in mancanza di alimentazione dalla catenaria (ricovero del convoglio in caso di mancanza di alimentazione dalla catenaria e movimenti di manovra in scali non alimentati);
- la logica per l'elaborazione, il comando e la diagnostica dell'unità stessa e di tutte le unità intermedie in composizione al treno;
- il controllo e comando di tutti i sistemi di sicurezza necessari alla marcia (sforzi trasmessi sugli accoppiato-

between them, are asymmetric vehicles, each with an aerodynamic front with driving cab and a flat front coupled to the train.

Functions and main equipment boarded on the unit are:

- *the aerodynamic end unit with driving cab, complete with on-board signalling sub-systems for networks where the train is intended;*
 - *a compartment (for the second attendant) equipped with supervisory, control and diagnostics panel extended to the whole convoy, computer (computerised logbook), fax, printer (train card, requirements, maintenance orders, etc.) connection systems for air transmissions (in voice and data) with central posts, etc.;*
 - *accessory compartments (baggage car, changing room, rest room, etc.);*
 - *collection devices for the four European systems (1.5 kV DC; 3.0 kV DC; 15 kV 16.6 Hz; 25 kV 50 Hz) conforming to the specifications of the networks where the train is intended;*
 - *first transformation stage (sized to the power of 12 MW) of energy collected by the catenary in electricity with specific power supply (in a balanced manner between the two units, train front and rear) and protection features of traction equipment distributed along the train (stabilised direct voltage, magnitude 1.500 ÷ 2.000 V, control of maximum values of short-circuit current, etc.) [7];*
 - *an autonomous electric generator (magnitude power of 500 kW) to allow low-speed train movements even in the absence of power from the catenary (siding of the convoy in case of lack of power from the catenary and shunting movements in unpowered stopovers);*
 - *logic for processing, control and diagnostics of the unit itself and of all intermediate units of the train composition;*
 - *command and control of all the safety systems necessary for operation (efforts transmitted on couplers, suspensions, temperatures, operation dynamic, stability of loads, etc.).*
- The main characteristics of rolling stock are:*
- *vehicle type: end unit for HC trains;*
 - *track gauge: 1.435 mm;*
 - *kinematic gauge: UIC GA (universal European);*
 - *length: ~ 18 m;*
 - *wheel arrangement: Bo 3;*
 - *bogies and connection devices: see specific paragraphs;*
 - *power systems: 1.5 kV DC; 3.0 kV DC; 15 kV 16.6 Hz; 25 kV 50 Hz;*
 - *first stage conversion power : 12 MW;*
 - *traction power: 2 x 350 = 700 kW;*

ri, sospensioni, temperature, dinamica di marcia, stabilità dei carichi, ...).

Le caratteristiche principali dei rotabili sono:

- tipo di veicolo: unità di estremità per treni AC;
- scartamento: 1.435 mm;
- sagoma cinematica: UIC GA (universale europea);
- lunghezza: ~ 18 m;
- rodiggio: Bo 3;
- carrelli ed organi di attacco: vedi paragrafi specifici;
- sistemi di alimentazione: 1,5 kV c.c.; 3,0 kV c.c.; 15 kV 16,6 Hz; 25 kV 50 Hz;
- potenza primo stadio di conversione: 12 MW;
- potenza di trazione: $2 \times 350 = 700$ kW;
- potenza del generatore autonomo: 500 kW;
- massa per asse: ≤ 18 t;
- massa totale: ≤ 90 t;
- velocità massima: 250 km/h.

3.8. Unità automotrice intermedia

Le unità intermedie sono veicoli simmetrici con tre carrelli, i due di estremità motorizzati, quello centrale portante, tipo jacobson (rodiggio Bo 3 Bo).

Gli obiettivi posti per il treno AC, imbarcare container tipo high-cube (altezza 2.896 mm) e consentire la circolazione su linee aventi gabarit GA (pressoché universale in Europa), condizionano la geometria del veicolo.

I vani di carico sono obbligati il più possibile bassi sul piano del ferro. Infatti, senza la presunzione di una verifica della sagoma limite (esame complesso che deve essere lasciato agli specialisti), un semplice riscontro dell'altezza degli spigoli laterali superiori del parallelepipedo (lati lunghi) costituente il vano di carico (base 2,6 x 14 m, altezza 3,0 m) mostra che non restano margini liberi entro il gabarit con la base del carico ad una quota di soli 0,85 m sopra il piano del ferro.

Ecco come sono occupati gli spazi in una sezione del vano di carico: piano del ferro quota 0; da 0 a 0,25 m, franco libero; da 0,25 m a 0,60 m, pannelli di rivestimento del sottocassa e telaio; da 0,60 m a 0,85 m, basamenti per il carico; da 0,85 a 3,85 m, vano di carico.

Alla quota di 3,85 m, gli spigoli laterali superiori del vano di carico (larghezza 2,6 m) si trovano a nemmeno 100 mm al di sotto del limite di sagoma, spazio questo riservato alle fiancate del veicolo (sugli spigoli saranno una semplice lamiera). La parte centrale della sezione invece (per meno di un metro in larghezza) è al di sotto del limite di sagoma di circa 40 cm. Questo spazio sarà in parte occupato dalle strutture superiori del telaio del veicolo (longheroni superiori), dalla struttura dell'imperiale e dai sistemi di apertura delle fiancate laterali per la movimentazione del carico, è necessario però che resti un vano libero al di sopra

- stand-alone generator power: 500 kW;
- mass per axle: ≤ 18 t;
- total mass: ≤ 90 t;
- maximum speed: 250 km/h.

3.8. Intermediate power car unit

Intermediate units are symmetric vehicles with three bogies, two end motorised ones, the central one is a jacobson type carrier one (Bo 3 Bo running gear).

The objectives set for the HC train, board high-cube type containers (2.896 mm height) and allow circulation on lines with GA gauge (almost universal in Europe), affect the geometry of the vehicle.

The load compartments are required to be low as much as possible on the upper surface of the rail. In fact, without the presumption of a clearance gauge check (complex examination that must be left to specialists), a simple comparison of the height of the lateral edges of the parallelepiped (long sides) constituting the load compartment (2.6 x 14 m base, 3.0 m height) shows that there are no margins remaining free within the gauge with the base of the load at an altitude of only 0.85 m above the upper surface of the rail.

Here is how spaces in a section of the load compartment are occupied: upper surface of the rail 0; from 0 to 0.25 m, free; from 0.25 m to 0.60 m, cladding panels of the underbody and frame; from 0.60 m to 0.85 m, stands for loading; from 0.85 to 3.85 m, load compartment.

At a height of 3.85 m, the lateral edges of the load compartment (2.6 m wide) are not even 100 mm below the clearance gauge limit, this space is reserved to the sides of the vehicle (edges will be a simple metal sheet). The central part of the section instead (for less than one metre in width) is below the clearance gauge limit of approximately 40 cm. This space will be partly occupied by the upper structures of the vehicle frame (upper side girders), by the roof structure and by the opening systems of the sides for load handling, however a free space above the load of at least 15 cm must remain, which with open sides, must involve the entire upper section of the load compartment to allow lifting of the basement loaded with a high-cube type container (2.896 mm height).

From what has been said, the load compartments must inevitably be outside the bogie areas (excluding solutions with small-diameter wheels, given the expected performance).

The lower girders of the frame of the vehicle will occupy different heights above the upper surface of the rail. In the central part, corresponding to the load compartment, they will be at a height of 0.25 m on the upper surface of the rail, while in parts above the bogies they will be at a greater height (subordinate not only to the volumes of bogies and

del carico di almeno 15 cm, che, a fiancate laterali aperte, deve interessare tutta l'area superiore del vano di carico per consentire il sollevamento del basamento caricato con un container tipo high-cube (altezza 2.896 mm).

Da quanto detto, i vani di carico devono inevitabilmente essere al di fuori delle zone dei carrelli (si escludono soluzioni con ruote di piccolo diametro, considerate le prestazioni attese).

I longheroni inferiori del telaio del veicolo occuperanno diverse altezze sopra il piano del ferro. Nella parte centrale, corrispondente al vano di carico, saranno ad una quota di 0,25 m sul piano del ferro, mentre nelle parti sopra i carrelli ad una quota maggiore (subordinata non solo ai volumi di carrelli e sospensioni, ma anche alla scelta progettuale per l'altezza dell'asse di rollo).

I vani sopra i carrelli, liberi dal carico, accoglieranno le apparecchiature elettriche e pneumatiche, i serbatoi d'aria e di estinguente e quanto altro per la funzionalità del veicolo.

Funzioni e principali equipaggiamenti imbarcati sull'unità sono:

- due vani di carico (base 2,6 x 14 m, altezza 3,0 m) per una capacità di 4 TEU;
- la trazione, se alimentata e comandata da un'unità di estremità per treni AC;
- la capacità frenante pneumatica ed elettrica reostatica ed a recupero;
- gli azionamenti di trazione (inverter), le apparecchiature dell'impianto freno pneumatico, di frenatura elettrica a recupero attraverso la linea treno e reostatica autonoma;
- gli impianti antincendio per gli azionamenti e per i vani di carico;
- le strutture per le aperture delle fiancate (fig. 5).

Le caratteristiche principali dei rotabili sono:

- tipo di veicolo: unità intermedia per treni AC;
- scartamento: 1.435 mm;
- sagoma cinematica: UIC GA (universale europea);
- rodiggio: Bo 3 Bo
- lunghezza ai respingenti: ~ 44 m;
- interperno: 18÷19 m;
- massa a vuoto: 50 t (compresi i due basamenti per il carico);
- massa a carico: 120 t;
- carico utile massimo: 70 t;
- volume di ogni vano di carico: ~ 110 m³;
- carrelli ed organi di attacco: vedi paragrafi specifici;
- sistema di alimentazione: linea treno a tensione stabilizzata;

suspensions, but also to design choice for the roll axis height).

The compartments above the bogies, load free, will house free electrical and pneumatic equipment, air and fire extinguishing tanks and what have you for the functionality of the vehicle.

Functions and main equipment boarded on the unit are:

- *two load compartments (2.6 x 14 m base, 3.0 m height) with a capacity of 4 TEU;*
- *traction, if powered and controlled by an end unit for HC trains;*
- *pneumatic and rheostatic electric braking and recovery capacity;*
- *traction drives (inverter), pneumatic brake system, electric and recovery braking equipment through the train line and the independent rheostatic system;*
- *fire protection systems for drives and load compartments;*
- *structures for the openings of the sides (fig. 5).*

The main characteristics of rolling stock are:

- *vehicle type: intermediate unit for HC trains;*
- *track gauge: 1.435 mm;*
- *kinematic gauge: UIC GA (universal European);*
- *wheel arrangement: Bo 3 Bo;*
- *buffers length: ~ 44 m;*
- *interpivot: 18÷19 m;*
- *unladen mass: 50 t (including the two stands for loading);*
- *load mass: 120 t;*
- *maximum payload: 70 t;*
- *volume of each load compartment: ~ 110 m³;*
- *bogies and connection devices: see specific paragraphs;*
- *power system: stabilised voltage train line;*
- *installed traction power: 4 x 350 = 1.400 kW;*

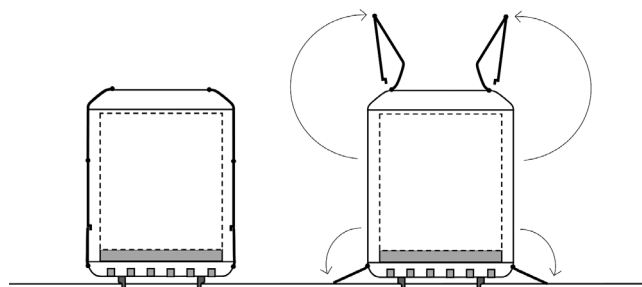


Fig. 5 - Ipotesi di cinematismo per le aperture laterali dei vani di carico.

Fig. 5 – A kinematics hypothesis for lateral openings of load compartments.

- potenza di trazione installata: $4 \times 350 = 1.400$ kW;
- massa per asse: ≤ 18 t;
- velocità massima: 250 km/h.

4. Il terminale AC

Si è detto che uno dei cardini del sistema AC sono i terminali che devono poter ridurre drasticamente la sosta dei treni, limitandola alle sole esigenze tecniche dei rotabili ed alle operazioni di trasferimento dei basamenti (carichi o scarichi). Non interessa qui indicare soluzioni logistiche di dettaglio, lasciate agli esperti della materia ed alla specificità di ogni singolo caso (sul territorio ogni progetto è un originale), interessa invece mettere in luce il ruolo essenziale dei terminali nell'economia del sistema.

Si ricorda ancora che per "terminale AC" si intende il complesso di attrezzature e servizi necessari, oltre quelli tradizionali di uno scalo merci (arrivo/resa della merce, movimentazione, stoccaggio, carico, scarico, amministrative, doganali, ecc.), perché possano operarvi treni AC.

Appresso le azioni eseguite nel terminale saranno distinte fra (1) quelle in assenza del treno, (2) quelle in presenza del treno e (3) quelle tecniche per il materiale rotabile (rifornimenti, manutenzione, ecc.).

L'efficienza del sistema AC dipende in larga misura dai suoi terminali, che sono tanto più funzionali, quanto minore è il tempo di sosta che richiedono al treno AC.

4.1. Operazioni in assenza del treno

Le operazioni specifiche di un terminale AC consistono nella movimentazione e messa a disposizione dei basamenti per il carico e, dopo che il carico sia stato posizionato in modo definitivo sul basamento, prima di essere imbarcato, nell'esecuzione di una serie di test direttamente legati alla sicurezza del trasporto.

Senza la pretesa di essere esaustivi, i test consistono nella misura della massa reale (necessaria anche per la compilazione dei documenti di corsa) e della sua ripartizione, test dinamici per accertare la stabilità del carico e determinare la posizione del baricentro (se necessario). Ed ancora, il rilievo di temperature anomale ed ogni altro controllo richiesto dalle autorità preposte. Operazioni tutte più agevoli su un carico posto su un basamento, piuttosto che su un carro tradizionale. Detta opportunità è giudicata rilevante ai fini della sicurezza del trasporto.

L'esecuzione dei test potrebbe essere eseguita, in modo automatico, in una postazione tecnologicamente attrezzata o, meglio, da uno dei sistemi di movimentazione dei basamenti carichi, specialmente concepito e sicuramente più complesso di quelli atti alla sola movimentazione (uno dei temi di ricerca).

- mass per axle: ≤ 18 t;
- maximum speed: 250 km/h.

4. HC Terminal

It has been said that one of the cornerstones of the HC system are the terminals that must be able to drastically reduce the stopping of trains, by limiting it to only those technical requirements of rolling stock and transfer operations of stands (loads or unloads). We are not interested in indicating the detailed logistics solutions here, left to the experts of the matter and to the specificity of each case (each project is an original on the territory), we are instead interested in highlighting the essential role of the terminals in the economy of the system.

Please note that for "HC Terminal" we refer to the set of necessary equipment and services, as well as the traditional ones of freight stations (arrival/delivery of goods, handling, storage, loading, unloading, customs, administrative activities, etc.) for HC trains to operate there.

The actions performed in the terminal will be divided between (1) those in the absence of the train, (2) those in the presence of the train and (3) those technical ones for rolling stock (supplies, maintenance, etc.).

The HC system efficiency depends to a large extent on its terminals, which are much more functional, the shorter is the stopover time they require from the HC train.

4.1. Operations in the absence of the train

Specific operations of a HC terminal consist of handling and provision of stands for loading and after the load has been placed permanently on the stand, before being taken on board, in performing a series of tests directly related to transportation safety.

Without claiming to be exhaustive, the tests consist in measuring the true mass (also necessary for completing the travel documents) and its distribution, dynamic tests to ensure the stability of the load and determine the position of the centre of gravity (if necessary). And also, the detection of abnormal temperatures and any other control required by the appropriate authorities. Operations that are all the more easier on a load placed on a stand, rather than on a traditional wagon. This opportunity is deemed relevant to transportation safety.

Testing may be performed automatically, in a technologically equipped workstation or, better, from one of the handling systems of the loaded stands, specially designed and definitely more complex than those for handling only (one of the research topics).

4.2. Operations in the presence of the train

The presence of the HC train must be limited to the

4.2. Operazioni in presenza del treno

La presenza del treno AC deve essere limitata al trasferimento dei basamenti dal treno a terra (alcuni o tutti) e da terra al treno (una sola operazione non è possibile, perché ogni vano di carico di un treno AC deve essere sempre equipaggiato con un basamento, carico o scarico).

L'operazione consiste in un sollevamento (dal veicolo o dalla banchina), una traslazione laterale ed un abbassamento (sulla banchina o sul veicolo) e, in genere, sarà eseguita su un binario specializzato. Le modalità del suo svolgimento dipendono dal tipo di attrezzatura impiegata che può variare da un semplice sistema di movimentazione, operante anche da un solo lato del convoglio, fino ad installazioni fisse ai due lati del binario capaci di movimentare, in modo del tutto automatizzato, contemporaneamente tutti i basamenti, sia in arrivo che in partenza.

La soluzione progettuale, per uno specifico terminale AC, sarà un compromesso fra il tempo di sosta accettabile per il treno AC ed il valore dell'investimento necessario.

Una soluzione progettuale possibile (fig. 6) consiste in sistemi di movimentazione semiautomatici operanti in sequenza sui vani di carico, da entrambi i lati del treno: da ogni lato del binario agisce cioè una installazione che ope-

transfer of the stands from the train to the ground (some or all) and from the ground to the train (one single operation is not possible because each load compartment of a HC train must always be equipped with a loading or unloading stand).

The operation consists in a lifting (from the vehicle or platform), a boom side-shift and a lowering (on the platform or vehicle) and, generally, will be performed on a specialised track. The modalities of its implementation will depend on the type of equipment used, which can vary from a simple handling system, operating from one side of the convoy only, to fixed installations on both sides of the track, capable of handling, in a completely automated manner, all stands at the same time, both incoming and outgoing.

The design solution for a specific HC terminal, will be a compromise between the acceptable stopover time for the HC train and the value of the investment needed.

A possible design solution (fig. 6) consists of semi-automatic handling systems operating in sequence on load compartments, on both sides of the train: on each side of the track an installation that operates on a compartment at a time and moves along the train on rails

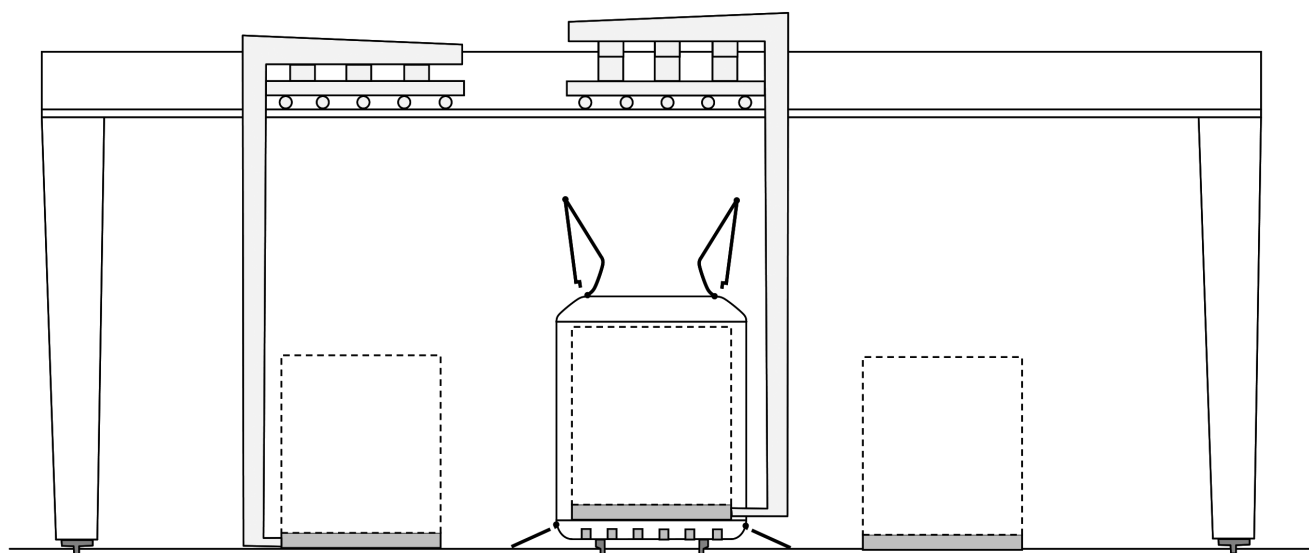


Fig. 6 - Le operazioni di trasferimento dei basamenti (carichi o scarichi) da bordo a terra e viceversa possono essere effettuate contemporaneamente dai due lati del convoglio da una speciale gru a portale della lunghezza di un vano di carico equipaggiata con quattro forche per lato, così da movimentare carichi equivalenti a due container ISO 20' in modo separato oppure ad un container marittimo ISO 45' HC, con le quattro forche sincronizzate. L'automatizzazione dei movimenti sarà guidata da punti di riferimento sul veicolo e sui basamenti. Il portale potrebbe essere dotato, dai lati anteriore e posteriore, di appendici equipaggiate con automatismi per l'apertura e la chiusura dei portelloni dei vani di carico dei veicoli adiacenti a quello sotto carico, lo stesso portale può accogliere sensori utili all'effettuazione di alcuni test sul carico. L'installazione fissa richiesta nello scalo per adeguarlo a terminale AC è limitata alla gru, lo spazio occupato equivale circa a quello di tre binari di scalo.

Fig. 6 - Transfer operations of stands (loads or unloads) from aboard to the ground and vice versa can be carried out simultaneously on both sides of the convoy by means of special gantry cranes of the length of a load compartment with four forks on each side, so as to handle equivalent loads to two ISO 20' containers separately or to a HC ISO 45' sea container with four synchronised forks. Reference points will guide handling automation on the vehicle and on stands. The gantry may be equipped, on the front and rear sides, of extensions equipped with automatic systems for opening and closing of the load compartment doors of vehicles adjacent to that under load, the same gantry can accommodate useful sensors to carry out some tests on the load. The fixed installation required in the stopover to adapt it to the HC Terminal is limited to the crane, the space occupied is the equivalent of about three stopover tracks.

ra su un vano per volta e si sposta lungo il treno su guide (binari o altro). Il livello di automatismo dell'impianto, in ogni caso, non deve essere troppo ridotto, pena l'allungamento dei tempi, anche per errori umani (l'automatismo negli allineamenti appare essere un minimo irrinunciabile, considerati i ridotti franchi liberi fra vano di carico e carico). Anche apertura e chiusura dei portelloni dei vani di carico potrebbe avvenire in sequenza con sistemi, automatici o semiautomatici, operanti da terra.

I sistemi che operano in sequenza da ogni lato del convoglio possono essere più d'uno, per ridurre i tempi delle operazioni.

Il processo può riassumersi come segue: (1) posizionamento del treno AC sul binario specializzato (meglio se movimentato in telecomando, con controllo di: velocità, sforzi trasmessi lungo il convoglio, frenatura, punto di arresto), apertura delle fiancate laterali; (2) esecuzione delle operazioni di scarico e di carico (secondo le modalità dell'impianto); (3) chiusura delle fiancate laterali, bloccaggio delle stesse e movimentazione, meglio se telecomandata, del treno dal binario specializzato al binario di partenza.

Il tempo impegnato dalle operazioni dipende dalle attrezzature impiegate. Un'ora potrebbe essere il target di progetto per una soluzione progettuale come quella sopra indicata (quattro impianti di movimentazione, due per lato, operanti su un treno composto da 14 unità intermedie).

4.3. Area tecnica

In ogni grande terminale AC devono essere disponibili: un binario (non necessariamente della lunghezza massima del treno) attrezzato per l'effettuazione di una visita completa del convoglio (anche sottocassa ed imperiale) ed i servizi tecnici di un'officina certificata (appresso un'indicazione di chi potrebbe offrire i servizi).

I servizi di base sono: (1) i rifornimenti (sabbia, acqua, gasolio, lubrificanti, ecc.); (2) la pulizia (vetri frontali, cabine di guida, ritirate, iscrizioni, treno completo, ecc.); (3) rilievi di sicurezza (temperatura delle boccole, temperatura dei dischi freno, stato delle ruote, ecc.) all'ingresso dei treni nello scalo (i risultati, raccolti in modo automatico, sono trasmessi al gestore del treno); (4) interventi manutentivi, non solo di routine; (5) riparazioni possibili senza togliere il treno dall'esercizio; (6) tutti i livelli di manutenzione (programmata e correttiva) previsti a treno completo in officina o nello scalo.

4.4. Ubicazione dei terminali AC

Prescindendo dagli aspetti giuridici della proprietà e delle responsabilità di gestione e dell'esercizio, le operazioni di competenza del terminale AC fanno parte delle esigenze dell'Impresa Ferroviaria (IF) che mette in circolazione il treno AC.

In una assoluta astrazione, si può allora ipotizzare che una IF che decida di investire in una flotta di treni AC, sta-

(tracks or whatever). The level of automation of the system, in any case, should not be too low, giving rise to time lengthening also for human error (the automatism in alignments appears to be an indispensable minimum, given the reduced free spaces between load compartment and load). Opening and closing of the load compartment doors may occur in sequence with automatic or semi-automatic systems, operating from the ground.

Systems that operate sequentially on each side of the convoy may be more than one, to reduce the operation time.

The process can be summarised as follows: (1) placement of the HC train on the specialised track (better if moved remotely, with control of: speed, stresses transmitted along the convoy, braking, halt point), opening of the lateral sides; (2) execution of unloading and loading activities according to the system modalities; (3) closing of lateral sides, locking of the same and movement, better if performed with remote control, of train from the specialised track to the departure track.

The time involved by the operations depends on the equipment used. An hour could be the design target for a project solution like the one above (four movement systems, two on each side, operating on a train consisting of 14 intermediate units).

4.3. Technical area

In every major HC terminal the following must be available: a track (not necessarily corresponding to the maximum length of the train) equipped to carry out a full visit of the convoy (under-body and roof also) and technical services of a certified workshop (below is an indication of those that could offer the services).

Basic services are: (1) supplies (sand, water, diesel fuel, lubricants, etc.); (2) cleaning (front glass, drivers cabs, rest rooms, inscriptions, full train, etc.); (3) safety surveys (axle-bearing temperature, temperature of the brake discs, wheel status, etc.) at the entrance of the trains in the stopover (results, collected automatically, are transmitted to the train manager); (4) maintenance operations, not just routine; (5) possible repair without removing the train from operation; (6) all maintenance levels (corrective and scheduled) planned with full train in the workshop or at the stopover.

4.4. Position of HC terminals

Aside from the legal aspects of ownership and management and operation responsibilities, operations of competence of the HC terminal are part of the Railway Company needs (railway undertakings - IF) that puts the HC train into circulation.

In an absolute abstraction, we can then assume that

bilirà la sua "sede" principale presso un grande scalo (in Italia, Verona? Gioia Tauro? altri) ove promuoverà la realizzazione del "terminale AC" e dei servizi di base d'area tecnica, posizionerà inoltre il suo organismo tecnico di assistenza e manutenzione della flotta, comprendente un'officina certificata, in un'area funzionalmente gravitante su quello scalo⁽¹⁷⁾.

Dalla sua "sede" l'IF opererà, in antenna, su altri scali ubicati nel medio raggio (500 ÷ 1.000 km) nei quali assicurerà pochi servizi essenziali distaccati dall'impianto centrale e nel lungo raggio (1.000 ÷ 3.000 km ed oltre) ove troverà tutti i servizi assicurati da altra IF (con la quale potrà definire un contratto, eventualmente di reciproca assistenza).

Si è implicitamente fatto cenno ad una tipologia di "scalo terminale ridotto" dove l'IF opera in antenna. In questi terminali l'operazione effettuata sarà sostanzialmente solo quella del trasferimento dei basamenti e di alcuni servizi essenziali d'area tecnica distaccati.

Si può anche pensare ad uno "scalo di transito" (ubicato cioè su un itinerario del sistema AC e senza servizi d'area tecnica) ove la capacità del treno è utilizzata solo parzialmente. Questo tipo di offerta rappresenta però un costo aggiuntivo per i treni ed incide negativamente sui tempi del trasporto principale.

5. Il modello di esercizio

Si è anticipata la necessità di una riorganizzazione della circolazione dei treni per rendere disponibili "tracce merci AC" per l'intero arco della giornata.

Un treno AC ha prestazioni del tutto confrontabili con quelle di un convoglio viaggiatori, per esso possono pertanto essere richieste tracce in modo del tutto simile a questo. Così facendo però si rinunciarebbe a giovare degli aspetti che differenziano il trasporto delle merci da quello delle persone.

Rispetto ad un treno viaggiatori, un treno AC consente una maggiore flessibilità di orario, può anticipare la marcia, non ha obblighi di fermate, può essere istradato su itinerari alternativi. Facendo leva su questi aspetti, dovrebbe essere possibile far circolare un treno AC "in ombra" ad un treno viaggiatori a lunga percorrenza (AV o altro). Utilizzare cioè una traccia viaggiatori "robusta" (capace cioè di neutralizzare possibili ritardi senza ripercussioni sulla circolazione degli altri treni), aumentandone di poco gli spazi occupati, per trasformarla in una "traccia binaria": la traccia

an IF that decides to invest in a fleet of HC trains, will establish its "headquarters" at a large rail terminal (in Italy, Verona? Gioia Tauro? others) where it will promote the realisation of the "HC Terminal" and of basic services of the technical area, place its technical assistance organisation and fleet maintenance, including a certified workshop, in an area functionally gravitating on that stopover⁽¹⁷⁾.

From its "headquarters" the IF will work, in antenna, on other stopovers located in the medium range (500 ÷ 1.000 km) in which it will ensure few essential services unconnected from the central and in the long range (1.000 ÷ 3.000 km and over) where it can find all services provided by another IF (with which it can define a contract of mutual assistance as necessary).

We referred implicitly to a type of "reduced end stopover" where the IF operates in antenna. In these terminals the operation carried out will be substantially only the transfer of stands and some essential unconnected technical area services.

We can also think of a "transit stopover" (i.e. located on an itinerary of the HC system and without technical area services) where the capacity of the train is used only partially. This kind of offer, however, represents an additional cost for trains and has a negative impact on main transport times.

5. The operating model

We brought forward the need for a reorganisation of train circulation to make "HC goods train paths" available for the entire day.

A HC train has a performance fully comparable with those of a passenger convoy; train paths quite like this can therefore be requested. In doing so, however, we would not take advantage of the things that differentiate freight transport from that of passengers.

Compared to a passenger train, a HC train allows greater flexibility of timetable, it can anticipate operation, it is not obliged to stop, it can be set on alternative routes. Leveraging on these issues, it should be possible to make a HC train circulate "in the shade" of a long-distance passenger train (HS or other). Use a "robust" passenger train path (i.e. capable of neutralising possible delays without affecting the circulation of other trains), slightly increasing occupied spaces, to turn it into a "binary path": the primary path remains assigned to the pas-

⁽¹⁷⁾ Per semplicità si riferisce genericamente solo all'Impresa Ferroviaria che, come da Decreto A.N.S.F. n. 4/2012 del 9 agosto 2012, deve assicurare che la manutenzione dei veicoli che utilizza sia effettuata correttamente. Si identifica cioè l'IF stessa col "Detentore" e col "Soggetto Responsabile della Manutenzione" che potrebbero anche essere soggetti giuridici distinti.

⁽¹⁷⁾ For the sake of simplicity it generally refers only to the Railway Company that, as per A.N.S.F. Decree No. 4/2012 of August 9, 2012, must ensure that the maintenance of vehicles that it uses is performed correctly. That is the same IF is identified as the "Holder" and "Person in charge of Maintenance" that may also be separate legal entities.

primaria resta assegnata al treno viaggiatori, quella secondaria può essere resa disponibile per un treno AC⁽¹⁸⁾.

La traccia secondaria non è preassegnata (il treno AC può esserci o meno, sull'intero itinerario o solo parte, viaggiante come "ante" o "bis"), non è esattamente definita (nel tempo, ma anche nello spazio potendo in parte svolgersi su tratte alternative, ad esempio da rete AV a rete storica o viceversa), deve però garantire la destinazione entro un margine predefinito rispetto alla traccia primaria (se ad esempio le tracce secondarie su di un itinerario avessero una periodicità di 20', potrebbe essere accettabile che un treno AC giunga a destinazione con la traccia binaria successiva a quella inizialmente utilizzata).

Inizio e fine delle tracce primarie e di quelle secondarie non necessariamente coincideranno territorialmente. Per evitare di distanziare troppo i treni è opportuno che l'inizio della traccia binaria coincida con una stazione di arresto del treno viaggiatori, stazione che il treno AC impegni di transito (sulla rete RFI: Venezia Mestre, Roma Tiburtina). La fine sarà, invece, solitamente in una stazione di transito del treno viaggiatori (Milano Lambrate o Rogoredo, Verona P.V., Firenze Rifredi, Roma Settebagni), se il treno AC marcia al seguito.

Il tutto sotto la direzione dei regolatori del traffico del Gestore dell'Infrastruttura⁽¹⁹⁾.

Per un efficace esercizio AC, gli itinerari, che interessano i terminali AC sull'intera rete principale europea (compresa la rete AV), dovrebbero disporre di tracce binarie (o comunque tracce riservate a treni AC) con periodicità di almeno 20 minuti nei periodi di punta del traffico viaggiatori, più ravvicinate nei restanti periodi.

6. Gli attori

Oltre certamente alle autorità nazionali ed internazionali responsabili del trasporto ferroviario ed ai Gestori d'infrastruttura (in Italia ANSF ed RFI), molti sono gli attori interessati a questo progetto merci per la rete ferroviaria europea.

Nella fase di sviluppo del progetto:

- progettisti/costruttori di (1) materiale rotabile, (2) impianti di manutenzione rotabili, (3) sistemi di movimentazione merci, (4) automatismi;

⁽¹⁸⁾ La definizione "traccia binaria" deriva per associazione ad una "stella binaria", cioè "un sistema stellare formato da due stelle che orbitano intorno al loro comune centro di massa; la stella più luminosa viene chiamata *primaria*, mentre l'altra viene chiamata *compagna* o *secondaria*" (da Wikipedia). Vale aggiungere che le due stelle del sistema binario si muovono assieme ad altissima velocità in una comune direzione. Ed ancora, anche l'immagine "traccia compagna" è molto suggestiva: il treno AC un soccorso sempre disponibile per il treno AV.

⁽¹⁹⁾ La regolazione di un sistema come quello proposto è di sicura complessità e deve necessariamente essere supportata da uno specifico modello informatico.

senger train, the secondary one can be made available for a HC train⁽¹⁸⁾.

The secondary path is not specified (the HC train can be there or not, on the whole route or just part of it, travelling as "ante" or "bis"), it is not exactly defined (in time, but also in space being able to partially travel on alternative routes, such as from the HS network to the historical network or vice versa), it must, however, ensure the destination within a pre-set margin compared to the primary path (for example, if the secondary train paths on a route were to have 20' periodicity (headway), it might be acceptable for a HC train to arrive at its destination with the binary path subsequent to the one initially used).

The beginning and the end of primary train paths and secondary ones do not necessarily coincide territorially. To avoid too much distance between the trains it is good that the beginning of the binary train path coincides with a stop station of the passenger train, a station that the HC train engages for transit (on RFI network: Venice Mestre, Rome Tiburtina). The end will instead be, usually, in a transit station of the passenger train (Milan Lambrate and Rogoredo, Verona P.V., Florence Rifredi, Rome Settebagni), if the HC is following.

All under the direction of the traffic regulators of the Infrastructure Manager⁽¹⁹⁾.

For effective HC operation, routes, affecting HC terminals on the entire European main network (including the HS network), should have binary train paths (or otherwise train paths reserved for HC trains) with at least 20-minute periodicity (headway) during peak periods of passenger traffic, closer in the remaining periods.

6. The stakeholders

In addition of course to national and international authorities in charge of rail transport and to infrastructure managers (ANSF and RFI in Italy), there are many stakeholders in this freight project for the European railway network.

In the development phase of the project:

- designers/manufacturers of (1) rolling stock, (2) rolling

⁽¹⁸⁾ The term "binary path" derives from an association with a "binary star", i.e. "a stellar system consisting of two stars orbiting around their common centre of mass; the brightest star is called primary, while the other is called companion or secondary" (from Wikipedia). It is worth adding that the two stars of the binary system move together at high speed in a common direction. And still, even the image "companion path" is full of suggestion: the HC a rescue train always available to the HS train.

⁽¹⁹⁾ The adjustment of a system like the one proposed is certainly complex and must necessarily be supported by a specific computer model.

- esperti di: (1) dinamica di marcia, (2) controlli automatici, (3) trasduttori di segnale, (4) esigenze di manutenzione, (5) circolazione ferroviaria, (6) tipologie di trasporto, (7) traffico merci, (8) studi economici, e (9) molti, molti altri;
- imprese di trasporto, potenziali IF del sistema AC.

A regime, nell'esercizio del sistema, in prima linea: i gestori degli scali, le Imprese Ferroviarie (detentrici treni AC), i Soggetti Responsabili della Manutenzione (gestori impianti di manutenzione) ed i progettisti/costruttori dei treni.

7. Le attività di studio e ricerca

Lo scenario che si è rappresentato ha molti aspetti che si scostano, anche non di poco, dalla tecnica ferroviaria consolidata. Non tali, però, che il bagaglio di know-how oggi disponibile non possa riconoscerli ed affrontarli con determinazione. L'errore che deve essere scongiurato è quello di sottovalutare le diversità e limitare l'attività di studio e ricerca [8].

Alcuni temi di ricerca (non in ordine d'importanza):

1. la *configurazione generale* del treno ed il suo *rodiggio* (in sede di progetto potrebbe essere preferito il rodiggio Bo Bo per i veicoli di estremità o la configurazione Bo 3 3 Bo per i veicoli intermedi, aggiungendo una terza cassa con un vano di carico dimensionato, ad esempio, per un container ISO 20'). I carrelli devono essere concepiti ex-novo, così ogni altra scelta di dettaglio (sospensioni attive, smorzatori anti serpeggio attivi, ecc.);
2. la *dinamica di marcia* (anche in condizioni di degrado) del treno AC, caratterizzato da un rodiggio inusuale, masse molto diverse fra "vuoto" e "carico" e una variabilità della loro posizione lungo il convoglio;
3. il *controllo degli sforzi sugli organi di accoppiamento*, in trazione ed in frenatura, lungo tutto il convoglio (e, se previsto, sul convoglio accoppiato in comando multiplo): scelte sulle grandezze da misurare, tipo di trasduttori, sviluppo del software adeguato alle più diverse condizioni di carico ed operante in sicurezza;
4. l'*aerodinamica* associata all'individuazione dei parametri di progetto per il dimensionamento del sistema di chiusura delle fiancate e dei valori della resistenza al moto per la definizione della potenza dei motori di trazione;
5. la *struttura dei telai*: soluzioni progettuali e materiali impiegati;
6. i *portelloni di chiusura* dei vani di carico ed i relativi *sistemi di serraggio* di tipo passivo (manovrabili manualmente), ma previsti per essere automatizzati con apparecchiature non imbarcate (successivo punto 8);
7. le attrezzature dei terminali AC per la *movimentazione dei basamenti* e per l'esecuzione dei *test* connessi alla sicurezza del trasporto;
8. le attrezzature dei terminali AC per l'*apertura* e la *chiu-*

stock maintenance facilities, (3) freight-handling systems, (4) automation;

- *experts in: (1) operation dynamics, (2) automatic controls, (3) signal transducers (4) maintenance requirements (5) train circulation, (6) types of transport, (7) freight traffic, (8) economic studies, and (9) many, many more;*
- *transport companies, IF potential of the HC system.*

At full capacity, in the operation of the system, at the forefront: the operators of stopovers, railway undertakings (HC train holders), the persons responsible for maintenance (maintenance equipment managers) and designers/builders of trains.

7. Study and research activities

The described scenario has many aspects that diverge, quite a lot even, from the consolidated railway technique. However not such that the know-how baggage available today is unable to recognise them and face them with determination. The mistake that needs to be avoided is to underestimate diversities and restrict research and study activities [8].

Some research topics (not in order of importance):

1. *general configuration of the train and its wheel arrangement (during design the Bo Bo wheel arrangement for end vehicles could be preferred or the Bo 3 3 Bo configuration for intermediate vehicles, adding a third carbody with a dimensioned load compartment, for example, for a ISO 20' container). Bogies must be designed from scratch, as well as every other choice of detail (active suspensions, active anti-winding dampers, etc.);*
2. *running dynamics (even in conditions of degradation) of the HC train, featuring an unusual wheel arrangement, very different masses between "empty" and "loaded" and variableness of their position along the convoy;*
3. *control of stresses on coupling organs, in traction and braking, all along the train (and, if applicable, on the convoy coupled in multiple command): choices in sizes to be measured, transducers type, software development tailored to different load conditions and operating safely;*
4. *aerodynamics associated with identification of the design parameters for dimensioning of the closure system of the sides and the values of running resistance for the definition of the traction motors power;*
5. *structure of frames: design solutions and materials used;*
6. *closing doors of the load compartments and related passive type tightening systems (manually movable), but projected to be automated with equipment not aboard (following point 8);*
7. *HC terminal equipment for handling of stands and for testing related to transportation safety;*

sura dei portelloni delle fiancate in modo automatico (o semiautomatico) operanti da terra;

9. la *configurazione del basamento*, se elemento unico o separabile in due parti, gli aspetti del suo collegamento con il telaio del veicolo (trasferimento delle forze peso) e con i sistemi di movimentazione, la sua versatilità ad accogliere carichi di diversa natura e container di ogni dimensione;
10. la *riorganizzazione della circolazione* per una razionale utilizzazione dell'infrastruttura (traccia binaria);
11. la *valutazione degli effetti sul binario* e sulla sua *manutenzione* in relazione all'accresciuta frequenza dei transiti (aspetto solo indirettamente connesso con il sistema AC);
12. gli *studi economici* del sistema AC, l'indicatore di remunerazione dell'investimento "treno AC", l'indicatore di remunerazione dell'investimento "terminale AC".

Oltre a quelli indicati, piace indicare ancora due temi di ricerca, dal cui esito non dipende direttamente la fattibilità del sistema AC proposto, ma che, se conclusi con successo, potrebbero contribuire a migliorarne decisamente le prestazioni (e non solo del sistema AC, ma di tutto il sistema su ferro).

13. *Accumulatori di energia* da imbarcare sui veicoli. I possibili impieghi sono: (1) l'accumulo dell'energia di frenatura ed il suo reimpiego, (2) il sussidio d'energia della catenaria nei casi in cui il limite della prestazione di un convoglio sia quello della potenza derivabile dalla catenaria, (3) la continuità della marcia in caso di interruzione dell'alimentazione dalla catenaria, (4) la realizzazione di rotabili ibridi.

Allo scopo, appaiono poco rispondenti gli accumulatori tradizionali (inadatti per il limitato numero di cicli ed i tempi lunghi di carica e scarica, oltre che per la massa), più promettenti sembrano essere i sistemi di accumulo d'energia nelle forme cinetica meccanica ("Batteria a volano") o magnetica ("Accumulatori magnetici") con tecnologia "SMES" (Superconducting Magnet Energy Storage). Tecnologie esistenti, che devono essere configurate per un impiego nella trazione ferroviaria (sicurezza, affidabilità, costi) [9] [10].

Specificatamente per il treno AC, accumulatori di energia potrebbero sostituire i reostati di frenatura ed i generatori autonomi sui veicoli di estremità. Ma anche, allestiti in particolari strutture ("container energetici"), essere imbarcati in uno dei vani di carico, predisposto allo scopo, per adeguare il convoglio a specifici profili di missione (linee di valico, itinerari con limiti di potenza derivabile dalla catenaria, ecc.).

14. Il *sistema freno* nel suo complesso, non per una specifica esigenza, ma, in generale, per un suo riesame complessivo e la ricerca, senza preconcetti, di soluzioni che, pur altrettanto sicure di quella tradizionale (condotta generale e distributori), offrano maggiore versatilità, più semplice impiantistica e migliori possibilità di diagnostica e manutenibilità.

8. *HC terminal equipment* for opening and closing of the doors of the sides automatically (or semi-automatically) operating from the ground;

9. configuration of the stand, if single element or separable into two parts, aspects of its connection to the vehicle frame (weight force transfer) and to the handling systems, its versatility to accommodate various types of loads and containers of all sizes;

10. reorganisation of circulation for rational use of the infrastructure (binary train paths);

11. assessment of effects on the track and on its maintenance in relation to the increased frequency of transits (aspect only indirectly connected with the HC system);

12. economic studies of the HC system, the "HC train" remuneration of the investment indicator, the "HC terminal" remuneration of the investment indicator.

In addition to those mentioned, we like to indicate two research topics, from whose outcome the feasibility of the proposed HC system does not depend directly, but which, if successfully concluded, could contribute to significantly improving performance (and not just of the HC system, but of the entire rail system).

13. Energy accumulators to be loaded on vehicles. The possible uses are: (1) the braking energy storage and its reuse, (2) the catenary power support in cases where the extent of the performance of a convoy is that of the power derivable from the catenary, (3) the continuity of operation in case of power failure from the catenary, (4) the creation of hybrid rolling stock.

For this purpose, traditional accumulators are not very satisfactory (unsuitable for the limited number of cycles and long load and unload times, as well as for the mass), the most promising seem to be energy storage systems in mechanical kinetic ("FES" Flywheel Energy Storage) or magnetic ("magnetic accumulator") forms with "SMES" technology (Superconducting Magnet Energy Storage). Existing technologies that must be configured for use in railway traction (safety, reliability, costs) [9] [10].

Specifically for the HC train, energy accumulators could replace the braking rheostats and autonomous generators on end vehicles. But can also, arranged in special structures ("energy containers"), be boarded on one of the load compartments, designed for the purpose, to adapt the convoy to specific mission profiles (pass lines, routes with constrained power collectable from the catenary, etc.).

14. The brake system as a whole, not for a specific need, but, in general, for an overall review and research, without preconceptions, of solutions which are just as safe as traditional ones (brake pipe and distributors), offer greater flexibility, easier plant engineering and better diagnostics and maintainability possibilities.

8. Conclusioni

La politica di coesione economica e sociale dell'Unione Europea è da sempre animata dalla volontà di attenuare gli squilibri. Un'attenzione particolare è rivolta alle regioni periferiche (fra queste vaste aree dell'Italia meridionale) spesso carenti anche delle infrastrutture necessarie al loro sviluppo.

Una risposta "veloce" al problema del trasporto delle merci è data dal sistema AC: valorizza la rete ferroviaria esistente, evita il ricorso al varo di grandi opere sul territorio e rappresenta una politica di sviluppo sostenibile fin dalla sua ideazione.

I risultati? Ancora esempi italiani. Un terminale AC a valenza regionale può collegare la Regione del sud Italia che lo accoglie (ad esempio presso un grande porto: Gioia Tauro, Taranto) [11] con gli interporti del nord (Torino, Novara, Verona, Bologna, ecc.) con tempi di viaggio di 8 ÷ 10 ore ed attivare un flusso uscente dal terminale (pari a quello entrante) fino ad oltre 1.300 TEU/giorno, impegnando meno di 24 treni AC (ognuno con 14 unità intermedie) e con partenza ed arrivo nel terminale di un solo treno ogni ora (difficile pensare che un'infrastruttura ferroviaria, anche secondaria, non possa accettare ogni ora una traccia flessibile come quella binaria!).

Si ritiene che le potenzialità del sistema AC descritto siano tali da giustificare gli investimenti necessari ad esplorarne la validità con un adeguato impegno di studi, ricerche e sperimentazioni.

Per un paese industrializzato, la ricerca è l'investimento generalmente riconosciuto avere il più elevato tasso di ritorno, è però spesso frenato dalla cultura dominante per un naturale interesse alla conservazione del sistema preesistente ed all'osservanza rigida delle sue regole⁽²⁰⁾.

Invece è proprio uscendo dalle regole del sistema ed accettando la sperimentazione che, se questa ha successo, si arricchiscono le conoscenze e si ottiene un progresso. È quindi solo accettando di uscire dalle regole e facendo ricerca che si può progredire.

Molto di quanto proposto in questo scritto è ampiamente fuori dalle regole del sistema. Si deve decidere se rischiare la sperimentazione.

Gli strumenti esistono. Vale solo ricordare il programma dell'Unione Europea SHIFT²RAIL che sta terminando l'iter di approvazione e coinvolgerà tutti i portatori di interesse in un'attività di ricerca del valore di un miliardo di Euro. SHIFT²RAIL, pianificato su sette anni ed in parte già iniziato

8. Conclusions

The economic and social cohesion policy of the European Union has always been animated by the desire to reduce imbalances. Particular attention is paid to the peripheral regions (among these vast areas of southern Italy) often lacking even the necessary infrastructure to their development.

A "fast" response to the transport of goods problem is given from the HC system: it enhances the existing railway network, avoiding recourse to the launching of major works on the territory and represents a sustainable development policy since its inception.

The results? Yet again Italian examples. A regional significance HC terminal can connect the southern Italy Region that accommodates it (such as for example at a major port: Gioia Tauro, Taranto) [11] with northern interports (Torino, Novara, Verona, Bologna, etc.) with travel times of 8-10 hours and activate an outgoing flow from the terminal (equal to the incoming one) up to over 1.300 TEU/day, using less than 24 HC trains (each with 14 intermediate units) and with departure and arrival in the terminal of one train every hour (it is hard to think that a railway infrastructure, although secondary, cannot accept every hour a flexible time path like the binary one!).

It is believed that the potential of the HC system described is such as to justify the investments needed to explore its validity with an adequate commitment of studies, research and experiments.

For an industrialised country, research is generally recognised as an investment with the highest rate of return, however, it is often hampered by the dominant culture for a natural interest in the preservation of the pre-existing system and rigid observance of its rules⁽²⁰⁾.

Instead it is exactly not going by the rules of the system and accepting experimentation that, if it succeeds, will enrich knowledge, and progress is achieved. It is therefore only by agreeing to not go by the rules and doing research that we can progress.

Much of what was proposed in this paper is largely outside the rules of the system. We must decide whether to risk experimentation.

Tools exist. It is worth citing the European Union SHIFT²RAIL programme that is terminating the approval process and will involve all stakeholders in a research activity worth a billion euros. SHIFT²RAIL, planned over seven years and partially already started with the research of Hori-

⁽²⁰⁾ I paesi al mondo più impegnati sul piano della ricerca scientifica e tecnologica sono Giappone e Stati Uniti che vi destinano una cifra intorno al 3% del loro PIL, l'Europa si attesta sul 2%. L'Italia, uno degli anelli deboli dell'Europa in quanto a ricerca, di poco supera l'1%.

⁽²⁰⁾ The world's most committed countries in terms of scientific and technological research are Japan and the United States that allocate an amount equal to approximately 3% of their GDP, Europe stands at 2%. Italy, one of the weakest links in Europe's research, is just over 1%.

con le attività di ricerca di Horizon 2020⁽²¹⁾, comprende tra i suoi obiettivi anche i temi che sono qui trattati.

Occorre solo l'impegno di attori credibili. Ma, da chi ha letto sin qui ed ha condiviso l'impostazione, anche un contributo di idee e di approfondimenti per proseguire nell'avventura della nascita del sistema AC, avventura che mi auguro Ingegneria Ferroviaria vorrà veicolare⁽²²⁾.

Alcuni spunti (oltre a quelli elencati come temi di ricerca).

- Il modello di esercizio misto treni AV e treni AC ed i sistemi di regolazione del traffico.
- L'organizzazione di un terminale AC e valutazioni sulla sua potenzialità.
- Funzionalità dei basamenti AC e loro gestione per la rinascita di un traffico "porta a porta" a "basamento singolo" (potrebbe rivelarsi opportuno ridurre alla metà la lunghezza del basamento per facilitarne il trasporto su gomma e, sfruttando la facilità dello smistamento fra treni AC, riproporre in forma moderna un sistema intermodale "porta a porta" simile a quello a "carro singolo" del secolo scorso).
- Accumulatori di energia e treni ibridi (tratte prive di catenaria) o semi ibridi (4 MW al pantografo e 20 MW installati).
- Gli attori del trasporto AC: ruoli e responsabilità (aspetti giuridici e normativi).

zon 2020⁽²¹⁾, also includes among its objectives the topics dealt with here.

Only the commitment of credible stakeholders is needed. But for those that have read so far and have shared setting can offer even a contribution of ideas and insights to continue with the adventure of the creation of the HC system, adventure that I hope Ingegneria Ferroviaria will vehicle⁽²²⁾.

Some ideas (in addition to those listed as research topics).

- *The mixed HS and HC operating mode and the traffic control systems.*
- *The organisation of a HC terminal and evaluations on its potential.*
- *HC stands functionalities and their management for the rebirth of "single stand" "door to door" traffic (it might be appropriate to reduce to half the length of the stand to facilitate road transport and, taking advantage of the ease of shunting of HC trains, the revival in modern form of an intermodal "door to door" system similar to a "single" wagon of the last century).*
- *Energy accumulators and hybrid (catenary-free routes) or semi-hybrid trains (4 MW at the pantograph and 20 MW installed).*
- *Stakeholders of HC transport: roles and responsibilities (legal and regulatory aspects).*

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] CAVAGNARO M., "La nuova linea ad alta velocità Roma-Napoli. Quadro normativo europeo ed italiano", Ingegneria Ferroviaria, dicembre 1998.
- [2] A.A.V.V., "Studio di fattibilità del sistema ferroviario italiano ad alta velocità", Ingegneria Ferroviaria, marzo 1988.
- [3] Commissione Europea, "Libro bianco Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti - Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile", Bruxelles, 28 marzo 2011 COM(2011).

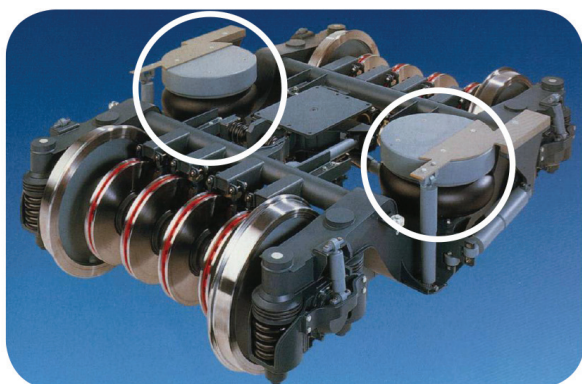
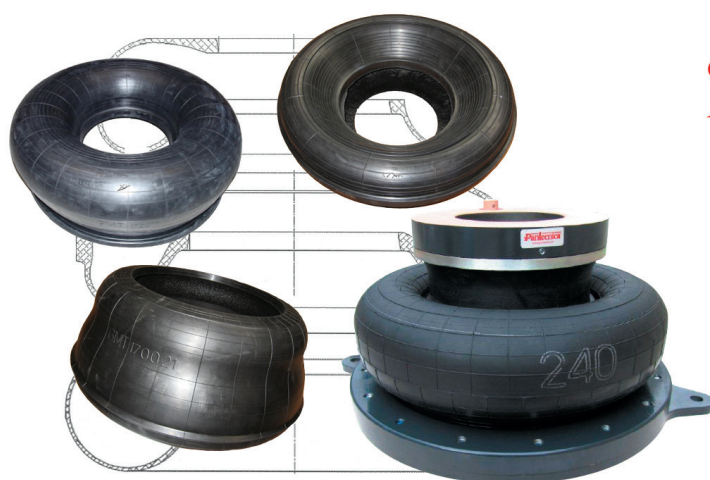
⁽²¹⁾ Programma Quadro europeo per la Ricerca e l'Innovazione (2014 – 2020).

⁽²²⁾ Mi permetto questa citazione. *Il progresso della scienza non è dovuto al fatto che, con l'andar del tempo, si accumulano esperienze percettive in numero sempre maggiore. E non è dovuto al fatto che facciamo un uso sempre migliore dei nostri sensi. Per quanto industriosamente le raccogliamo e le scegliamo, da esperienze sensibili non interpretate non potremo mai distillare la scienza. I soli mezzi a nostra disposizione per interpretare la natura sono le idee ardite, le anticipazioni ingiustificate e le speculazioni infondate sono il solo organo, i soli strumenti di cui disponiamo. E per guadagnarci il nostro premio dobbiamo azzardarci ad usarli. Quelli tra noi che non espongono volentieri le loro idee al rischio della confutazione non prendono parte al gioco della scienza.* Karl R. POPPER – "Logica della scoperta scientifica" Einaudi (pag. 310).

⁽²¹⁾ European framework programme for Research and Innovation (2014-2020).

⁽²²⁾ Allow me this quote. The progress of science is not due to the fact that, over time, we accumulate perceptual experiences increasing in number. And it is not because we make better use of our senses. As far as we collect and choose them industriously, from sensitive uninterpreted experiences we will never distil science. The only means at our disposal to interpret nature are bold ideas, unjustified advances and baseless speculations are only the organ, the only tools at our disposal. And to win our prize we should venture to use them. Those among us who willingly expose their ideas to the risk of refutation do not take part in the game of science. Karl R. POPPER – "The logic of scientific discovery" Einaudi (page 310).

- [4] Decreto Legislativo 24 maggio 2001, n. 299, "Attuazione della direttiva 96/48/CE relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità", Gazzetta Ufficiale n. 168 del 21 luglio 2001.
- [5] Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI) per il sottosistema "Materiale rotabile", edizione 2008 Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 26 marzo 2008.
- [6] Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI) Materiale rotabile – Carri Merci – Sistema ferroviario convenzionale, anno 2005.
- [7] CAVAGNARO M., LANZAVECCHIA L., "I sistemi di elettrificazione ferroviaria: una proposta per gli anni '80", Atti del XX-VIII Convegno internazionale delle comunicazioni, Genova 7-10 ottobre 1980.
- [8] CAVAGNARO M., "The role of technology for railways in the next century", WCRR - World Congress on Railway Research conference '96 - Colorado Springs, CO, U.S.A., June 17-19, 1996.
- [9] URBANI M., CORSI N., "Confronto tra diversi sistemi di accumulo di energia", Atti 6° Congresso Nazionale CIRIAF Perugia 7-8 aprile 2006.
- [10] ZECCHINI A., "Batterie a volano a levitazione magnetica - Magnetically levitated flywheel energy storage systems", Università degli Studi di Padova - Facoltà di Ingegneria Marzo 2012 (Relatore: Prof. TENTI P.).
- [11] LUPI M., DANESI A., FARINA A., PRATELLI A., "Il trasporto marittimo di container in Italia. Studio sulle rotte Deep e Short sea shipping in partenza dai principali porti italiani e sulle quote modali ferroviarie", Ingegneria Ferroviaria, maggio 2012.



Pantecnica®

www.pantecnica.it

DIVISIONE
GMT®

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV
= ISO 9001 =

IRIS
Certification

**MOLLE AD ARIA
per
SOSPENSIONI SECONDARIE**

**COMFORT IN SICUREZZA
e ALTA AFFIDABILITA'**

**FORNITORE RICAMBI ORIGINALI
per TRENO VIVALTO**

Via Magenta, 77/14A - 20017 Rho (Mi) Tel. 02.93.26.10.20 - Fax 02.93.26.10.90 E-mail: info@pantecnica.it

LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

(Istruzioni su come presentare gli articoli per la pubblicazione sulla rivista "Ingegneria Ferroviaria")

La collaborazione è aperta a tutti - L'ammissione di uno scritto alla pubblicazione non implica, da parte della Direzione della Rivista, riconoscimento o approvazione delle teorie sviluppate o delle opinioni manifestate dall'Autore - I manoscritti vengono restituiti.

La riproduzione totale o parziale di articoli o disegni è permessa citando la fonte.

La Direzione della Rivista si riserva il diritto di utilizzare gli articoli ricevuti e la documentazione ad essi connessa anche per la loro pubblicazione, in lingua italiana o straniera, su altre riviste del settore edite da soggetti terzi. In ogni caso, la pubblicazione degli articoli ricevuti, anche su altre riviste avverrà sempre a condizione che siano indicati la fonte e l'autore dell'articolo.

Al fine di favorire la presentazione delle memorie, la loro lettura e correzione da parte del Comitato di Redazione nonché di agevolare la trattazione tipografica del testo per la pubblicazione su "Ingegneria Ferroviaria", si ritiene opportuno che gli Autori stessi osservino gli standard di seguito riportati.

L'articolo dovrà essere necessariamente su supporto informatico, preferibilmente in formato WORD per Windows, accettato dalla redazione (e-mail, CD-Rom, DVD, pen-drive...).

Tutte le figure (fotografie, disegni, schemi, ecc.) devono essere progressivamente richiamate nel corso del testo. Le stesse devono essere fornite complete della relativa didascalia. Tutte le figure devono essere inserite su supporto informatico (e-mail, CD-Rom, DVD o Pen Drive) e salvate in formato TIF o EPS ad alta risoluzione (almeno 300 dpi). È richiesto inoltre l'invio delle stesse immagini in formato compresso JPG (max 50KB per immagine).

È consentito includere, a titolo di bozza di impaginazione, una copia cartacea che comprenda l'inserimento delle figure nel testo.

Si pregano i signori autori di utilizzare rigorosamente, nei testi presentati, le unità di misura del Sistema Internazionale (SI), utilizzando le relative regole per la scrittura delle unità di misura, dei simboli e delle cifre e di richiamare nel testo con numerazione progressiva tutti i riferimenti bibliografici.

All'Autore di riferimento è richiesto di indicare un indirizzo di posta elettronica per lo scambio di comunicazioni con il Comitato di Redazione della rivista e di sottoscrivere apposita liberatoria per la pubblicazione degli articoli.

Per eventuali ulteriori informazioni sulle modalità di presentazione degli articoli contattare la Redazione della Rivista - Tel. 06.4827116 - Fax 06.4742987 - redazioneif@cifi.it



Orologio "FRECCIAROSSA 1000"

Il CIFI in collaborazione con la società Perseo ha realizzato (prossima uscita) l'orologio "Frecciarossa 1000". Il costo è di € 270,00 iva inclusa + spese di spedizione(*).

Ai Soci CIFI ed a tutti quelli che si iscriveranno al Collegio contestualmente all'acquisto, viene praticato uno sconto di € 54,00 per un costo a orologio di € 216,00 + spese di spedizione(*)

Agli Abbonati alle riviste "La Tecnica Professionale" e "Ingegneria Ferroviaria" (ed anche per coloro che sottoscriveranno l'abbonamento ad una delle due riviste verrà praticato uno sconto € 27,00 per un costo ad orologio di € 243,00 + spese di spedizione(*)

(*) € 10,00

**Per informazioni contattare il Sig. Leonetti
Tel: 06 47 42 986 - FS 970/66825 - mail: amministrazione@cifi.it**

