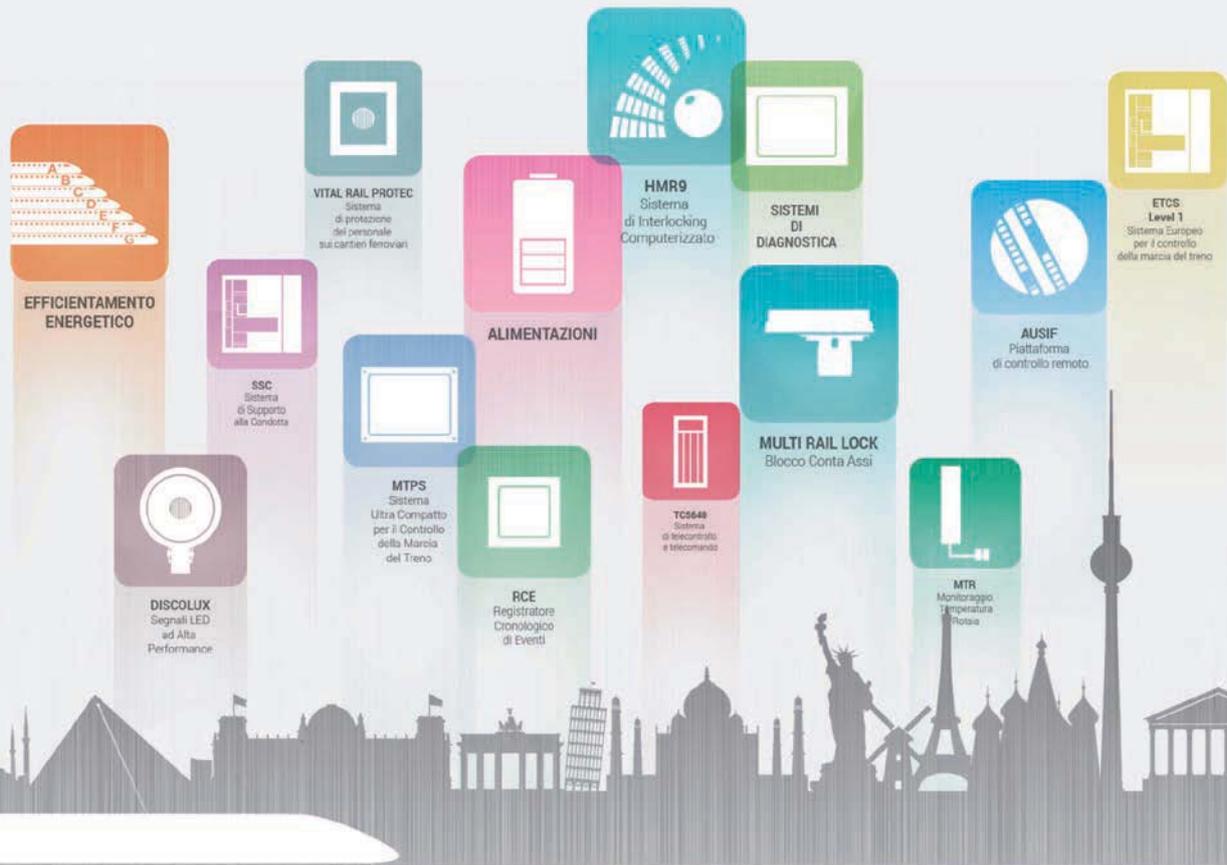
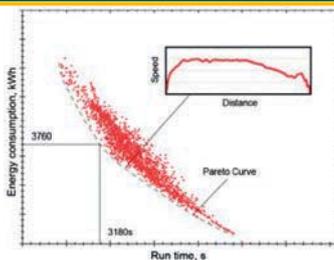


## SISTEMI COMPLETI DI TERRA E DI BORDO PER L'ESERCIZIO FERROVIARIO E METROPOLITANO



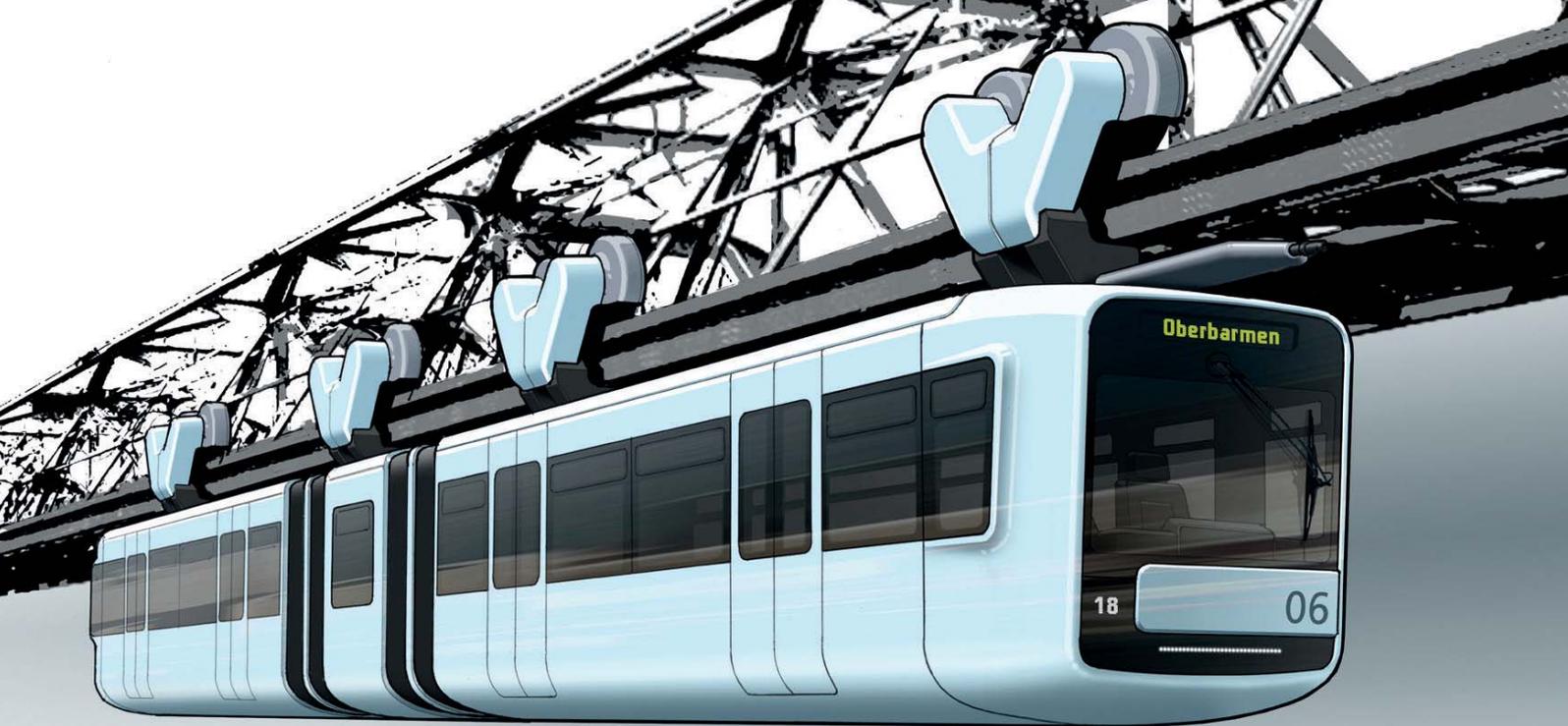
[www.ecmre.com](http://www.ecmre.com)



Consumo energetico di treni in esercizio  
*Energy consumption of trains in operation*



Sistemi di trasporto pubblico intelligenti e sostenibili  
*Smart and sustainable public transport systems*



## Innovation in Motion!

La "Schwebebahn" è uno dei più singolari esempi di tecnica applicata al mondo dei trasporti. Si tratta di un tram sospeso che dal 1901 fa parte della vita dei cittadini di Wuppertal (Germania), con un servizio puntuale e estremamente efficiente. La Vossloh Kiepe GmbH ha ricevuto l'incarico di ammodernare completamente i 31 convogli della flotta. Le attività, già iniziate con l'ingegnerizzazione ed una precisa pianificazione, verranno ultimate entro il 2015.

Vossloh Kiepe GmbH è leader mondiale nella costruzione di equipaggiamenti elettrici per filobus, tram, metropolitane, veicoli ibridi, full-electric e tram-train.

**Vossloh Kiepe S.r.l.**  
Via Puecher, 1 • I-20063 Cernusco sul Naviglio (MI)  
Tel. +39 02 92148148 • Fax +39 02 92104057  
[www.vossloh-kiepe.it](http://www.vossloh-kiepe.it)

**vossloh**  
KIEPE

# Soluzioni avanzate per le Ferrovie

PADIS: il nuovo ed innovativo sistema integrato  
per la diagnostica automatica dei pantografi



Know-how per fornire sistemi chiavi in mano nel settore delle  
Telecomunicazioni e Telecontrolli.  
Sicurezza, Affidabilità, Qualità, Competenza, Puntualità.



[www.eletech.it](http://www.eletech.it) | email: [sales@eletech.it](mailto:sales@eletech.it)



**ELETECH**  
Information and Communication Technology

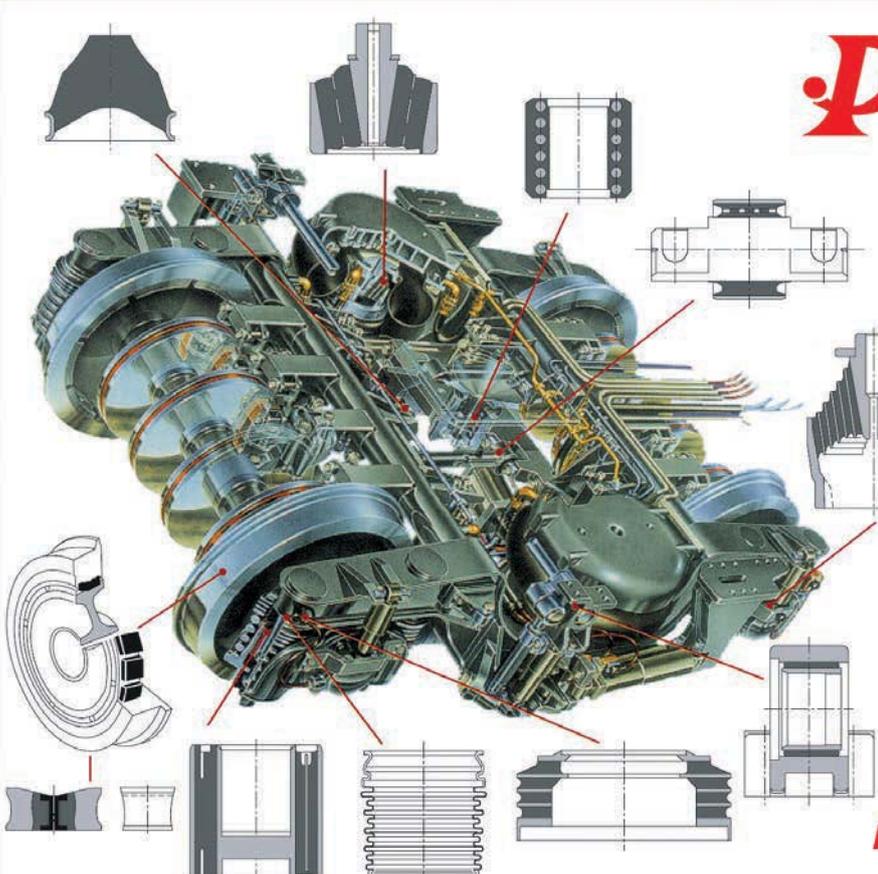
comunicazioni sicure.

## I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

ABB S.p.A. – SESTO S GIOVANNI (MI)	KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. – FIRENZE
ACMAR SOC. COOP. P. A. - ASSOCIAZIONE COOPERATIVA MURATORI E AFFINI - RAVENNA	JAMPEL S.r.l. – BOLOGNA
AESYS S.p.A. – SERIATE (BG)	IMPRESA SILVIO PIERBON SAS – BELLUNO
ALPIQ ENERSTRANS S.p.A. – MILANO	INTECS S.p.A. – ROMA
ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. – SAVIGLIANO (CN)	IRCA S.p.A. – DIVISIONE RICA – VITTORIO VENETO (TV)
AMG S.r.l. – ADVANCED MEASURING GROUP – BITETTO (BA)	ITALFERR S.p.A. – ROMA
ANIAF – ROMA	ITT CANNON VEAM ITALIA S.r.l. - CAINATE (MI)
A.N.M. S.p.A. - AZIENDA NAPOLETANA MOBILITÀ – NAPOLI	ISPI – ISTITUTO SUPERIORE PER LE INFRASTRUTTURE – TORINO
ANSALDOBREDA S.p.A. – NAPOLI	IVECOS S.p.A. – VITTORIO VENETO (TV)
ANSALDO S.T.S. S.p.A. – GENOVA	LOTTRAS S.r.l. – FOGGIA
ANSF - AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DELLE FERROVIE - FIRENZE	LUCCHINI S.p.A. - PIOMBINO (LI)
ARMAFER S.r.l. – CAMPOBASSO	LUCCHINI RS S.p.A. - LOVERE (BG)
ARST S.p.A. – CAGLIARI	MATISA S.p.A. – S. PALOMBA (ROMA)
ASSIFER – ASS. INDUSTRIE FERR. ELETTR. – MILANO	MER MEC S.p.A. – MONOPOLI (BA)
ASSOFER – ASSOCIAZIONE OPERATORI FERROVIARI E INTERMODALI – ROMA	METROPOLITANA MILANESE S.p.A. – MILANO
ASS.TRA – ASSOCIAZIONE TRASPORTI – ROMA	MICOS S.p.A. – ROMA
A.T.A.C. S.p.A. – AGENZIA PER I TRASPORTI AUTOFERROTRANVIARI – COMUNE DI ROMA	MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – BUCCINASCO (MI)
AVANTGARDE S.r.l. – BARI	MONT-ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI)
B.&C. PROJECT S.r.l. – MELEGNANO (MI)	NATIONAL INSTRUMENTS ITALY S.r.l. – ASSAGO (MI)
BOMBARDIER TRANSPORTATION ITALY S.p.A. – VADO LIGURE (SV)	NET ENGINEERING S.p.A. – MONSELICE (PD)
BONOMI EUGENIO S.p.A. – MONTICHIARI (BS)	ORA ELETTRICA S.r.l. – SAN PIETRO ALL'OLMO – CORNAREDO (MI)
BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. – BRESCIA	PFISTERER S.r.l. – PASSIRANA DI RHO (MI)
BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. – GENOVA	PLASSER ITALIANA S.r.l. – VELLETRI (ROMA)
CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. – TURATE (CO)	PROGRESS RAIL INSPECTION & INFORMATION SYSTEMS S.r.l. – FIRENZE
CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO	PROJECT AUTOMATION S.p.A. – MONZA (MI)
C.L.F. – COSTRUZIONI LINEE FERR. S.p.A. – BOLOGNA	QSD SISTEMI S.r.l. – PESSANO CON BORNAGO (MI)
CEMBRE S.p.A. – BRESCIA	RAILTECH – PANDROL ITALIA S.r.l. – S. ATTO (TE)
CEMES – S.p.A. – PISA	RETE FERROVIARIA TOSCANA S.p.A. – AREZZO
COET-COSTRUZIONI ELETTEOTEC. – SAN DONATO M.SE (MI)	R.F.I. S.p.A. – RETE FERROVIARIA ITALIANA – DIREZ. TECNICA ENERGIA E TRAZ. ELETTR. – ROMA
COMESVIL S.p.A. – VILLARICCA (NA)	RINA SERVICES S.P.A. RAILWAY DEPARTMENT - GENOVA
COMMEL S.r.l. – ROMA	RITTAL S.p.A. – VIGNATE (MI)
CONSORZIO SATURNO – ROMA	SADEL S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)
COOPSETTE SOCIETÀ COOPERATIVA – CASTELNOVO DI SOTTO (RE)	SCALA VIRGILIO & FIGLIO S.p.A. – MONTEVARCHI (AR)
D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. – MONTORIO AL VOMANO (TE)	SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. – MILANO
DB SCHENKER RAIL ITALIA S.r.l. – NOVATE MILANESE (MI)	SHRAIL S.r.l. – MILANO
DERI S.r.l. – GRUGLIASCO (TO)	ŠKODA TRANSPORTATION S.p.A - PRAGA (REPUBBLICA CECA)
DYNASTES S.r.l. – ROMA	SICE S.n.c. – CHIUSI SCALO (SI)
DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA	SICURFER S.r.l. – CASORIA (NA)
ECM S.p.A. – SERRAVALLE PISTOIESE (PT)	SIEMENS S.p.A. – SETTORE TRASPORTI – MILANO
ELETECH S.r.l. – BITONTO (BA)	SIMPRO S.p.A. – BRANDIZZO (TO)
ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI	SINECO S.p.A. – MILANO
EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI	SITES S.r.l. – BARI
ESIM S.r.l. – BARI	SIRTI S.p.A. – MILANO
ESPERIA S.r.l. – PAOLA (CS)	S.P.I.L. S.p.A. – SARONNO (VA)
E.T.A. S.p.A. – CANZO (CO)	SPITEK S.r.l. – PRATO
EULEGO S.r.l. – TORINO	SO.CO.FER S.r.l. - SOCIETÀ COSTRUZIONI FERROVIARIE - GALLESE (VT)
FAIVELEY TRANSPORT PIOSSASCO S.p.A. – PIOSSASCO (TO)	SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – MONO (NO)
FASE S.a.s. DI EUGENIO DI GENNARO & C. – SENAGO (MI)	SNCF VOYAGES ITALIA S.r.l. - MILANO
FERONE PIETRO & C. S.r.l. – NAPOLI	STADLER RAIL AG – BUSSNANG (CH)
FERROTRAMVIARIA S.p.A. – FERROVIE DEL NORD BARESE – ROMA	SYSCO S.p.A. – ROMA
FERROVIA ADRIATICO SANGRITANA S.p.A. - LANCIANO (CH)	SYSNET TELEMATICA S.r.l. – MILANO
FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. – BARI	SYSTRA-SOTECNI S.p.A. – ROMA
FERROVIE DEL SUD EST E SERVIZI AUTOMOBILISTICI S.r.l. – BARI	TECNIMONT CIVIL CONSTRUCTION S.p.A. - MILANO
FERROVIE NORD MILANO S.p.A. – MILANO	T.M.C. TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT S.r.l. – POMPEI (NA)
FERSALENTO S.r.l. – COSTRUZIONI EDILI FERROVIARIE – LECCE	TEKFER S.r.l. – ORBASSANO (TO)
FERSERVICE S.r.l. – BAGHERIA (PA)	THALES ITALIA S.p.A. – SESTO FIORENTINO (FI)
FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA	THERMIT ITALIANA S.r.l. – RHO (MI)
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO – BBT SE – BOLZANO	TELEFIN S.p.A. – VERONA
GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A. – ROMA	TE.SI.FER. S.r.l. – FIRENZE
GE TRANSPORTATION SYSTEMS S.r.l. – FIRENZE	TRENITALIA S.p.A. – ROMA
GRUPPO LOCCIONI GENERAL IMPIANTI S.r.l. – MOIE DI MAIOLATI (AN)	TRENTINO TRASPORTI S.p.A. - TRENTO
GRUPPO TRASPORTI TORINESI S.p.A. – TORINO	TUV ITALIA S.r.l. – SCARMAGNO (TO)
KRAIBURG ELASTICK GmbH – STRAIL – TITTMONING – GERMANIA	VOESTALPINE VAE ITALIA S.r.l. – ROMA
HUPAC S.p.A. – MILANO	VOITH TURBO S.r.l. - REGGIO NELL'EMILIA (RE)
KIEPE ELECTRIC S.p.A. – CERNUSCO SUL NAVIGLIO (MI)	VOSSLOH SISTEM S.r.l. – SARSINA (FC)

## INDICE ALFABETICO DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

AMRA S.p.A. – Macherio (MI)	pagina 376
ECM S.p.A. di Cappellini - Serravalle Pistoiese (PT)	I copertina
ELETECH – Bitonto (BA)	pagina 321
ITALFERR S.p.A. – Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane – Roma	pagina 358
PANTECNICA S.p.A. - Rho (MI)	pagina 323
PLASSER Italiana S.r.l. - Velletri (Roma)	pagina 324
VOSSLOH Kiepe S.r.l. – Cernusco sul Naviglio (MI)	II copertina
TELEFIN S.p.A. – Verona	III copertina
ITALCERTIFER S.p.A. – Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane – Roma	IV copertina



**Pantecnica**<sup>®</sup> SPA  
[www.pantecnica.it](http://www.pantecnica.it)  
**DIVISIONE**  
**GMT**<sup>®</sup>  
 AZIENDA CON SISTEMA  
 DI GESTIONE QUALITÀ  
 CERTIFICATO DA DNV  
 = ISO 9001 =  
**IRIS**  
 Certification

**COMFORT IN SICUREZZA  
 e  
 ALTA AFFIDABILITA'**  
**CON**  
**SOSPENSIONI ELASTICHE  
 e SISTEMI ANTIVIBRANTI  
 GUMMIMETALL<sup>®</sup>**

**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**

ALTA PRESTAZIONE | PRECISIONE | AFFIDABILITÀ

**Plasser Italiana**



## Unimat Combi 08-275

La Unimat Combi 08-275 rappresenta il nuovo stato dell'arte circa le macchine operatrici multifunzione, unendo le capacità di una moderna rinalzatrice-livellatrice-allineatrice per linea e scambi, con quelle di una macchina profilatrice ad alto rendimento. Queste caratteristiche, insieme al modernissimo sistema di comando e controllo PIC2, alla presenza del Sistema Tecnologico di Bordo BL3, ed alle più recenti apparecchiature di rilievo, lavoro e diagnosi da remoto presenti a bordo, fanno della Unimat Combi 08-275 la macchina ideale per soddisfare al meglio le necessità manutentive dell'infrastruttura ferroviaria di oggi e di domani.



Pubblicazione mensile

**Contatti**

Tel. 06.4827116

E-mail: redazioneif@cifi.it – notiziari.if@cifi.it – direttore.if@cifi.it

**Servizio Pubblicità**

Roma: 06.47307819 – redazioneip@cifi.it

Milano: 02.63712002 – 339.1220777 – segreteria@cifimilano.it

**Direttore**

Prof. Ing. Stefano RICCI

**Vice Direttore**

Dott. Ing. Valerio GIOVINE

**Comitato di Redazione**

Dott. Ing. Giovanni BONORA

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

Dott. Ing. Gianfranco CAU

Dott. Ing. Maurizio CAVAGNARO

Prof. Ing. Federico CHELI

Prof. Ing. Giuseppe Romolo CORAZZA

Dott. Ing. Biagio COSTA

Prof. Ing. Bruno DALLA CHIARA

Prof. Ing. Franco DE FALCO

Dott. Ing. Salvatore DI TRAPANI

Prof. Ing. Anders EKBERG

Dott. Ing. Alessandro ELIA

Dott. Ing. Luigi EVANGELISTA

Dott. Ing. Attilio GAETA

Prof. Ing. Ingo HANSEN

Prof. Ing. Simon David IWNIKI

Dott. Ing. Adoardo LUZI

Prof. Ing. Gabriele MALAVASI

Dott. Ing. Giampaolo MANCINI

Dott. Ing. Enrico MINGOZZI

Dott.ssa Ing. Elena MOLINARO

Dott. Ing. Francesco NATONI

Dott. Ing. Vito RIZZO

Dott. Ing. Stefano ROSSI

Dott. Ing. Francesco VITRANO

**Consulenti**

Dott. Ing. Giovannino CAPRIO

Dott. Ing. Paolo Enrico DEBARBIERI

Prof. Ing. Giorgio DIANA

Dott. Ing. Antonio LAGANÀ

Dott. Ing. Emilio MAESTRINI

Prof. Ing. Renato MANIGRASSO

Dott. Ing. Mauro MORETTI

Dott. Ing. Silvio RIZZOTTI

Prof. Ing. Giuseppe SCIUTTO

**Redazione**

Massimiliano BRUNER

Francesca PISANO

Marisa SILVI

**Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani**

Associazione NO PROFIT con personalità giuridica (n. 645/2009) iscritta al Registro Nazionale degli Operatori della Comunicazione (ROC) n. 5320 – Poste Italiane SpA – Spedizione in abbonamento postale – d.l. 353/2003

(conv. In l. 27/02/2004 n. 46) art. 1 – DBC Roma

Via Giovanni Giolitti, 48 – 00185 Roma

E-mail: cifi@mclink.it – u.r.l.: www.cifi.it

Tel. 06.4882129 – Fax 06.4742987

Partita IVA 00929941003

Orario Uffici: lun.-ven. 8.30-13.00 / 13.30-17.00

Biblioteca: lun.-ven. 9.00-13.00 / 13.30-16.00

# Indice

Anno LXX | **Aprile 2015** | 4**IL CONSUMO ENERGETICO DI TRENI IN ESERCIZIO:  
SIMULAZIONE, METODOLOGIA DI ANALISI  
ED INFLUENZA DELLO STILE DI CONDOTTA**  
*THE ENERGY CONSUMPTION OF TRAINS IN OPERATION:  
SIMULATION, A METHODOLOGY FOR THE ANALYSIS  
AND INFLUENCE OF THE DRIVING STYLE*Dott. Ing. Fabrizio BRUNO  
Dott. Ing. Nicola COVIELLO  
Prof. Ing. Bruno DALLA CHIARA  
Dott. Ing. Agostino DI PAOLA  
Dott. Ing. Paolo PAGLIERO  
Prof. Ing. Vladimir VIKTOROV**327****VERSO SISTEMI DI TRASPORTO PUBBLICO  
INTELLIGENTI E SOSTENIBILI MIGLIORANDO  
IL LIVELLO E LA QUALITÀ DEL SERVIZIO**  
*SMART AND SUSTAINABLE PUBLIC TRANSPORT  
SYSTEMS THROUGH IMPROVING LEVEL  
AND QUALITY OF SERVICE*Prof. Ing. María Eugenia LÓPEZ-LAMBAS  
PhD. Ing. Rocío CASCAJO**359****Notizie dall'interno****377****Notizie dall'estero***News from foreign countries***385****IF Biblio****395****Visita al sito Bombardier di Vado Ligure  
ed a bordo dell'ETR 1000****403****C'era una volta il FUTURO, viaggio  
nella Genova che (non) fu****405****Convegni e Congressi****407****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****408****Condizioni di abbonamento e quote di associazione al CIFI****412**La riproduzione totale o parziale di articoli o disegni è permessa citando la fonte.  
*The total or partial reproduction of articles or figures is allowed providing the source citation.*

## **ATTIVATO IL SITO INTERNET DI IF - INGEGNERIA FERROVIARIA**

Dal giorno 19/03/2015 è attivo il sito internet della rivista, accessibile all'indirizzo

<http://www.ingegneriaferroviaria.it/web>

La struttura del sito, sviluppato in doppia lingua italiano-inglese, riflette quello della rivista e prevede i seguenti contenuti già attivi:

- **CHI SIAMO**, con informazioni su Comitato di Redazione, Linee Guida per gli autori, modalità di richiesta di numeri ed articoli, lista dei fornitori e inserzionisti, politica di privacy;
- **CONSULTA MENSILITA' DI IF**, nella quale sono rintracciabili attraverso un motore di ricerca ed eventualmente scaricabili a pagamento, i numeri interi di IF a partire dal 2008;
- **CONSULTA SEZIONI DI IF**, nella quale sono rintracciabili attraverso un motore di ricerca ed eventualmente scaricabili a pagamento, i singoli articoli pubblicati da IF a partire dal 2008 nelle sezioni **SCIENZA E TECNICA, POLITICA ED ECONOMIA e OSSERVATORIO**;
- **CONTATTACI**, per ogni utile comunicazione con la redazione della rivista;
- **LOGIN**, per l'accesso a funzioni riservate.

Sono già predisposte, ma saranno progressivamente attivate nel tempo, le sezioni **NOTIZIARI, CONVEGNI E CONGRESSI e IF BIBLIO**.

Si tratta evidentemente di una prima versione, senz'altro integrabile e migliorabile, anche sulla base dei suggerimenti che vorrete farci pervenire.

## **ONLINE THE WEB SITE OF IF - INGEGNERIA FERROVIARIA**

Since 19/03/2015 the web site of our journal is online at

<http://www.ingegneriaferroviaria.it/web>

The structure of the site, available both in English and Italian, reflects the journal's structure, including the following contents, already available:

- **ABOUT US**, with information on Editorial Board, Guidelines for Authors, Request for order issues or single publications, suppliers list advertising on IF, Privacy Policy;
- **CONSULT IF**, monthly issues, where can be found by a search engine and possibly downloaded under payment, all IF issues starting since 2008;
- **CONSULT IF SECTIONS**, where can be found by a search engine and possibly downloaded under payment, single articles published since 2008;
- **CONTACT**, for any useful communication to journal's editorial staff;
- **LOGIN**, to access to protected functions.

Moreover, the sections **NEWS, CONGRESSES AND CONFERENCES AND IF BIBLIO** have been prepared and will be progressively activated.

It is obviously a first version, to be integrated and upgraded, also on the basis of suggestions, which you are kindly invited to send us.



## Il consumo energetico di treni in esercizio: simulazione, metodologia di analisi ed influenza dello stile di condotta

### *The energy consumption of trains in operation: simulation, a methodology for the analysis and influence of the driving style*

Dott. Ing. Fabrizio BRUNO<sup>(\*)</sup>  
Dott. Ing. Nicola COVIELLO<sup>(\*)</sup>  
Prof. Bruno DALLA CHIARA<sup>(\*)</sup>  
Dott. Ing. Agostino DI PAOLA<sup>(\*\*)</sup>  
Dott. Ing. Paolo PAGLIERO<sup>(\*\*)</sup>  
Prof. Vladimir VIKTOROV<sup>(\*\*\*)</sup>

**Sommario** - L'articolo propone una metodologia d'analisi dei consumi energetici in ambito ferroviario, presentando un confronto tra un modello di calcolo analitico e delle misurazioni ed introducendo l'influenza sui consumi stessi di alcuni parametri caratterizzanti la traccia orario.

Nella prima parte viene presentata l'analisi del profilo di velocità misurato di un treno passeggeri regionale e di un treno TGV che percorrono una linea tradizionale con elevate pendenze (la Torino-Modane), proponendo il confronto con i profili teorici ottenuti tramite simulazione. Da tale comparazione è quindi possibile desumere e quantificare le differenze tra il profilo di marcia effettivo e quello, simulato, che sfruttando completamente le caratteristiche di trazione del convoglio presenta il minor tempo di percorrenza possibile sulla linea in esame. Nella seconda parte, attraverso l'integrazione dell'equazione del moto implementata su foglio di calcolo, si focalizza l'attenzione sulla marcia di un convoglio merci percorrente solo un primo tratto della medesima linea. In questa parte l'analisi viene condotta introducendo importanti semplificazioni, come trascurando gli effetti della geometria della linea (piuttosto pianeggiante nella tratta considerata), al fine di semplificare il modello analitico. Con tali

**Summary** - The paper proposes an analysis methodology of energy consumptions in the railway field, presenting a comparison between an analytical calculation model and some measurements. It is hereafter assessed the influence of some parameters which characterise the travel diagrams of trains.

The first part illustrates the analysis of the measured speed profile of a regional passenger train and of a TGV train covering a conventional line, with a high grade (the Torino-Modane), then introducing the comparison with the hypothetical profile obtained through simulation. Such comparison therefore allows deducing and quantifying the differences between the real and the simulated travel diagram. The latter employs completely the traction performances of the convoy and, therefore, features the smallest travel time on the considered line.

The second part of this paper focuses the attention on the run of a freight train covering only one of the first sections of the same line, through the integration of the motion equation implemented on a spread sheet. In this part the analysis is carried on introducing important simplifications, as neglecting the effects of the line profile (rather flat in the considered stretch), in order to facilitate the analyti-

<sup>(\*)</sup> Politecnico di Torino, Ingegneria, Dip. DIATI, Sistemi di Trasporto.

<sup>(\*\*)</sup> Faiveley Transport Italy, Piossasco (TO).

<sup>(\*\*\*)</sup> Politecnico di Torino, Ingegneria, Dip. DIMEAS, Ingegneria Meccanica e Aerospaziale.

<sup>(\*)</sup> Politecnico di Torino, Engineering, Dept. DIATI, Transport systems.

<sup>(\*)</sup> Faiveley Transport Italy, Piossasco (TO).

<sup>(\*)</sup> Politecnico di Torino, Engineering, Dept. DIMEAS, Mechanical Engineering.

assunzioni si analizza quindi l'influenza che l'impostazione della traccia orario e lo stile di condotta del macchinista esercitano sui consumi energetici. Maggiore enfasi viene posta sugli aspetti energetici legati alla fase di frenatura, con le connesse ricadute – di diretto impatto economico per gli operatori del trasporto – sulla manutenzione di freni e sale montate. Si evidenzia infine il ruolo di soluzioni tecnologiche innovative.

## 1. Introduzione ed obiettivi del lavoro

Negli ultimi anni, le problematiche economico-ambientali legate all'approvvigionamento e alla gestione delle risorse hanno enfatizzato la necessità di sviluppare sistemi di trasporto che siano maggiormente sostenibili dal punto di vista energetico. Sebbene il settore dei trasporti sia caratterizzato prevalentemente dall'impiego di mezzi con impiego a bordo di risorse primarie o loro derivati, vale a dire carburanti di derivazione petrolifera, la ferrovia risulta la modalità più efficiente dal punto di vista dei consumi quando ben sfruttata in termini di carico utile. Infatti le linee elettrificate vengono alimentate da centrali elettriche, a prescindere dalla fonte energetica [1].

L'energia utilizzata in ferrovia per l'esercizio dei convogli è strettamente correlata al carico trasportato – merci o passeggeri - alle caratteristiche strutturali e funzionali dei rotabili, alle peculiarità della linea (pendenza, tortuosità, condizioni di manutenzione dell'infrastruttura), alle condizioni ambientali, nonché al profilo di velocità assunto durante l'esercizio. Quest'ultimo, se ottimizzato e comunicato quasi continuamente al macchinista, può comportare una significativa riduzione dei consumi.

A tal proposito, poiché le fasi di accelerazione del convoglio (considerando la tratta da percorrere e l'orario di servizio da rispettare) richiedono un apporto energetico proporzionale all'inerzia al moto, è opportuno definire tale profilo in funzione delle distanze in gioco, al fine di evitare inutili sequenze di fasi di frenatura ed accelerazione, favorendo tratte a velocità costante (livellamento sui valori di velocità minima tra le massime ammesse sulla tratta, soluzione già applicata), e, ove possibile, disalimentando i motori di trazione, al fine di sfruttare le forze di inerzia (fase di *coasting*). A monte di tali misure, è chiaro come un importante contributo sia inoltre dato dalla riduzione delle masse (tare) dei convogli usati.

Appare chiaro come la gestione dell'esercizio ferroviario debba tenere conto di molteplici obiettivi, spesso in contrasto tra loro, come i tempi di percorrenza, il consumo energetico e l'entità del carico da trasportare.

Sebbene la minimizzazione del tempo di viaggio sia stata da tempo un criterio guida sul quale gli operatori ferroviari programmano l'esercizio, in tempi recenti la questione dell'efficienza energetica risulta assumere maggiore importanza (ad esempio, per il conseguimento dei certificati energetici nel trasporto pubblico in Italia), benché i contratti di fornitura siano sovente a *forfait* dunque

*cal model. With such assumptions the influence on energy consumptions due to the scheduled travel diagram and to the driving style is evaluated.*

*Special emphasis is given on the consumption connected to the braking stages and the relevant influence on the maintenance of brakes and wheel-sets, which has a direct economic impact for the transport operators. The role of innovative technological solutions is highlighted.*

## 1. Foreword and objectives of the study

*In the last few years, the economic and environmental issues linked to the procurement and management of the resources have emphasised the need to develop more energy-sustainable transport systems. Even though the transport field is prevalently characterised by the use of means depending on distributed energy - i.e. based upon petroleum deriving fuels - the railway results to be the most efficient one as related to consumption, when well exploited. The electrified lines are supplied by electric power stations, irrespectively on the energy source [1].*

*The energy used in railways for the operation of trains is closely linked to the transported load (i.e. freight or passengers), to the structural and functional characteristics of the rolling stock, to the features of the line (i.e. grades, tortuousness, maintenance conditions of the infrastructure), to the environment conditions as well as to the speed profile adopted during the operation; the latter - if optimised and almost continuously communicated to the driver - may ensure significant savings in consumption.*

*To this purpose, since the acceleration phases of a train (considering the involved line and the timetable constraints) call for an use of energy depending on the inertia, such profile should be defined as a function of the distance at stake, in order to avoid useless sequences of braking and acceleration, fostering the coverage of sections at constant speed (levelling on the minimum speed values out of the maximum ones allowed on a line stretch, solution already applied) and stopping the motors wherever viable in order to exploit inertia as motive power (coasting stage). Moreover, besides these measures, it is clear how a main contribution is given by the reduction of the masses (tares) of the used rolling stock.*

*Obviously, the management of the railway service must take into account several objectives, which are often in conflict to one another, such as the coverage time, the energy consumption and the payload to transport.*

*Even though minimising the travel time is one of the leading criteria through which the railways operators schedule the operation, the issue of energy efficiency seems to have recently taken greater significance (for example, for pursuing energy certificates for public transport in Italy), even though the energy supply contracts are often on a lump-sum basis and therefore weigh little - to date - on the economic policies of the operators [2].*

ad oggi poco influenti sulle politiche economiche aziendali [2].

Diversamente, il passaggio al pagamento a consumo potrebbe avere un impatto sulla progettazione del materiale rotabile, sull'offerta proposta dall'esercente ferroviario (se il kWh fosse costoso potrebbero profilarsi treni a minor consumo, agendo sulle variabili progettuali e di esercizio), sull'impostazione d'orario nonché su altri fattori presumibilmente secondari.

Considerando tale contesto si presenta la sintesi di uno studio inerente all'ottimizzazione della fase di frenatura di convogli ferroviari in condizione di rallentamento od arresto, svolto nell'ambito di una collaborazione tra il Politecnico di Torino e l'azienda Faiveley Transport Italia di Piossasco (Torino), in cui è stato concepito un algoritmo di simulazione della marcia treno, attraverso il programma Matlab, con riferimento a treni passeggeri e merci.

Si è inteso indagare se esistano margini di miglioramento nell'utilizzo del materiale rotabile attraverso un'analisi del profilo di marcia durante l'esercizio e, in particolare, della frenatura, considerando l'impatto indiretto, tutt'altro che trascurabile, sull'usura dei componenti del sistema frenante e l'ottimizzazione dei tempi di percorrenza, attraverso un confronto diretto tra i risultati forniti dal simulatore e i dati reali acquisiti sui convogli stessi.

Contestualmente, si è voluto valutare analiticamente, in funzione di diverse variabili - quali velocità massime e forza di frenatura applicata - come l'impostazione della traccia orario e lo stile di condotta del macchinista, legato talvolta all'esperienza dello stesso, possa influenzare i consumi energetici durante la marcia, con particolare attenzione all'energia dissipata durante le fasi di arresto del convoglio.

E' evidente che una politica di contenimento energetico dovrà essere congruente con un'impostazione delle tracce tale da evitare fermi e strozzature, causa di ritardi nonché di consumi inefficaci. Tale obiettivo non può prescindere da un adeguamento in tempo reale della velocità dei convogli svolta dai centri di controllo della circolazione.

Un tale contributo nel campo dell'impostazione dell'esercizio potrebbe sicuramente contribuire ad un'ulteriore razionalizzazione dei consumi energetici in ambito ferroviario, andandosi ad affiancare ad altri provvedimenti che interessano a vario titolo l'infrastruttura ed il materiale rotabile.

## 2. Modelli per la valutazione dei consumi energetici in ferrovia: stato dell'arte

I software commerciali di simulazione dell'esercizio ferroviario, nonché i modelli di seguito proposti, si basano sul presupposto che lo spazio percorso da un treno possa essere suddiviso in una sequenza di successivi in-

*Differently the adoption of a consumption invoicing could have heavy effects mainly on the rolling stock design, on the service offered by the railway operator (if the kWh were expensive, cheaper trains could be envisaged, featuring less energy consumptions thanks to proper choice of design and operational variables) on the trains scheduling and on other secondary factors as well.*

*Considering this context, we are presenting part of a study relevant to the optimisation of the braking stage of the trains in slowing-down and stopping conditions which was developed within the framework of a cooperation between the Politecnico di Torino and the company Faiveley Transport Italy of Piossasco (Turin), for which a train running simulation algorithm has been developed - through the Matlab program - as related to passenger and freight trains.*

*The aim was to investigate whether there were margins for improvement in the use of the rolling stock through an analysis of the running profile during the operation - with particular focus on braking, since its impact on the wear of the components is far from being negligible - and the optimisation of the coverage time, through a direct comparison between the results provided by the simulator and the actual data acquired on the trains.*

*At the same time, we have intended to run an analytical assessment - as a function to some variables, such as the maximum speed and the braking strength applied - on how the scheduled travel diagram and the driving style, which is sometimes linked to the driver's experience, may influence energy consumption, with special focus the energy which is dissipated during the stopping stages of the train.*

*It is clear that an energy containment policy needs to be consistent to a setting up of the timetables pathways, in order to prevent downtime and bottlenecks, which would generate delays and unproductive consumption. This aim cannot be disjointed by a real time optimisation of the convoys speed performed by the dispatching centres, which are able to continuously monitor the traffic situation. Such a contribution in the field of the operations scheduling could surely contribute to a further rationalisation of consumptions in the railway field, supporting other interventions regarding infrastructure and rolling stock.*

## 2. Models for the assessment of energy consumption in railways: state of the art

*Commercial software packages for railway simulation, as well as the models which are proposed hereunder, are based on the assumption that the space covered by a train can be divided into a sequence of subsequent intervals (which correspond, for instance, to constant speed stretches), each of which is characterised by a given running speed of the trains. If a single space interval is considered, taking into account the max. speed allowed in that section and the performance of the train itself, four stages of motion can be considered, namely: a first stage of acceleration (A) where*

tervalli (corrispondenti a tratte a velocità costante), caratterizzati ognuno da una determinata velocità di marcia per i convogli. Se si considera un singolo intervallo spaziale, tenendo conto della massima velocità consentita in quella sezione e delle caratteristiche del convoglio stesso, è possibile come noto identificare quattro fasi del moto: una prima fase di accelerazione (A) in cui la velocità cresce dal valore nullo a  $v_{max}$  (se il treno riesce a raggiungerla), una fase di regime o *cruising* (Cr) a velocità costante (ed accelerazione nulla), una fase di marcia inerziale o *coasting* (Co), nella quale il treno avanza per mezzo della sua inerzia, ed una fase di frenatura (B) (fig. 1).

Prima di definire lo spazio percorso a regime e a marcia inerziale, è necessario determinare la fase di frenatura al fine di garantire che la distanza necessaria all'arresto non ecceda lo spazio rimanente per giungere alla fine della sezione considerata.

Poiché durante la fase di *coasting* non vi è dispendio energetico, per ridurre il consumo globale all'interno della sezione percorsa, è possibile variare la posizione (o l'istante) in cui disalimentare i motori (punti 1,2,3 di fig. 1): tanto prima inizia tale fase, maggiore sarà il risparmio energetico, ma più lungo sarà il tempo di percorrenza della tratta.

A seconda della distribuzione e della durata di queste fasi nel profilo di marcia di un convoglio, il profilo energetico risultante potrà assumere valori notevolmente differenti, a seconda delle massime velocità raggiunte, della modalità di frenatura, delle caratteristiche di linea e rotabili. Per questo motivo in letteratura è possibile trovare dei *range* di oscillazione di tali valori sensibilmente estesi: una consultazione bibliografica effettuata presso il Politecnico di Torino [3] ha permesso di individuare, per quanto riguarda il traffico passeggeri effettivo, un intervallo di variazione compreso tra 80 (treno regionale veloce con poche fermate) e 630 (metropolitane, masse elevate e fermate frequenti) kJ/posto-km. Tale differenza è correlata alle prestazioni anche molto diverse del materiale rota-

the speed grows from the null value up to  $v_{max}$  (if the train manages to reach it), a *cruising speed* (Cr) at constant speed (and null acceleration), a stage of *inertial speed or coasting* (Co), during which the train moves by its own inertia, and a *braking stage* (B) (fig. 1).

Before defining the space covered in *cruising* and *coasting*, the *braking stage* needs to be determined in order to ensure that the distance required to stop does not exceed the remaining space to reach the end of the section taken into account.

Since there is no energy consumption during *coasting*, the position (instant) where the motors need to be deactivated can be changed in order to reduce the overall consumption (items 1,2,3 of fig. 1): the sooner the first initial stage starts, the greater the energy saving will be, but the coverage time of the section shall be longer.

Depending on the arrangement and the duration of these phases in the overall travel diagram of a convoy the resulting energy consumption profile can feature values considerably different, depending on the maximum speeds, on the braking manoeuvre, on infrastructure and rolling stock characteristics. For this reason it is possible to find in literature rather wide oscillation ranges of specific consumptions. A bibliographical review carried on among Politecnico di Torino [3] permitted to identify, as regards passenger actual traffic, a variation interval comprise between 80 (express regional train with few stops) and 630 (undergrounds, high masses and frequent stops) kJ/seat-km. Such a gap is due to the even significant performance differences of the rolling stock as well as to the disparate operational features. Differently for freight transport this interval is comprised between 150 and 380 kJ/t-km. In the case of road passenger transport, as example, the values of the specific energy consumption range between 800 and 3000 kJ/seat-km. The variability of these values is due to the great number of parameters (and their reciprocal configurations) which lead the phenomenon, which cannot be immediately and easily isolated.

In literature several references to methods and models aimed to the analysis of energy consumptions in the railway field are present, focused to their optimisation respecting fixed constraints.

Amongst the models which propose a rationalisation of energy consumption, we point out the study proposed by CHEVRIER R., MARLIÈRE G., RODRIGUEZ J. [4], which is based upon a multi-objective optimisation algorithm - named as evolutionary algorithm - which considers the duration of the itinerary, energy consumption and the travel time prolongations as functions to be minimised. In this way different possible speed profiles are defined, able to represent a support to railway operators - both during infrastructure designing and operations - when selecting the most suitable solution for their requirements, as far as today is possible.

The model was applied to the investigation of a regional French train which covers a section of approx. 20 km be-

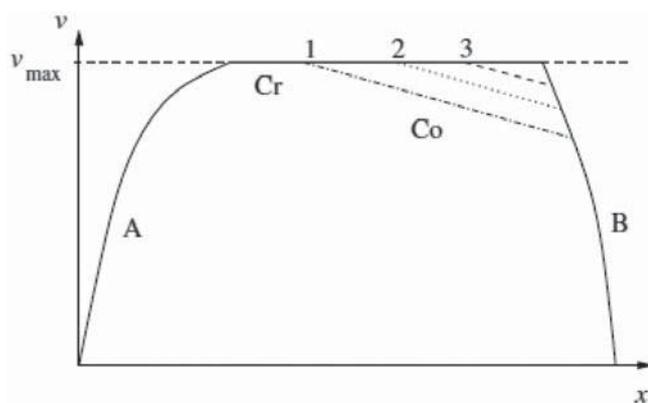


Fig. 1 - Fasi del moto di un convoglio ferroviario in una sezione: accelerazione (A), regime (Cr), marcia inerziale (Co), frenatura (B); sull'asse delle ascisse, x rappresenta lo spazio.

Fig. 1 - Motion stages of a train in a section: acceleration (A), cruising (Cr), coasting (Co), braking (B); x axis represents space.

bile e alle anche disparate caratteristiche dell'esercizio. Diversamente per il *traffico merci* tale intervallo è risultato compreso tra 150 e 380 kJ/t-km. Nel caso del trasporto passeggeri su gomma, a titolo di esempio, i valori di consumo energetico specifico oscillano tra 800 e 3000 kJ/posto-km. La variabilità di tali valori è da imputare al gran numero di parametri (e loro possibili configurazioni reciproche) che governano il fenomeno, non immediatamente e facilmente isolabili.

In letteratura sono presenti alcuni riferimenti a metodi e modelli tesi all'analisi dei consumi energetici in campo ferroviario ed alla loro ottimizzazione nel rispetto di determinati vincoli. Tra i modelli che propongono una razionalizzazione dei consumi energetici, si segnala quello proposto da CHEVRIER R., MARLIÈRE G., RODRIGUEZ J. [4], basato su un algoritmo di ottimizzazione multi-obiettivo, detto "algoritmo di evoluzione", considerando come funzioni da minimizzare la durata del tragitto, il consumo energetico e gli allungamenti di percorrenza. In tal modo vengono definiti diversi possibili profili di velocità, in grado da fungere da supporto agli operatori ferroviari - sia in fase di gestione dell'infrastruttura sia di esercizio - nella scelta della soluzione più conforme alle loro esigenze, per quanto possibile oggi. Il modello è stato applicato allo studio di un convoglio regionale francese percorrente un tratto di circa 20 km, tra Saint-Etienne e Rive de Giers, con fermata intermedia di un minuto nella stazione di Saint Chamond. A seconda del differente numero di funzioni considerate, sono stati valutati tre casi di ottimizzazione: nel primo, è stata minimizzata solo la funzione "tempo di percorrenza" (ottenendo una soluzione "base"), registrando alti valori dei consumi energetici; nel secondo caso, considerando di ottimizzare sia il tempo di viaggio che i consumi, si è ottenuto un debole incremento dei tempi di percorrenza (minore del 2%) con un risparmio energetico fino al 50% rispetto alla soluzione base, giustificato dal fatto che la pendenza della tratta favorisce alte velocità di marcia senza eccessivi sforzi di trazione.

Nel terzo caso invece, in cui l'obiettivo è stato quello di minimizzare tempi di percorrenza, consumi e ritardi, i tempi di percorrenza sono risultati allungati solo dello 0,78%, con un risparmio energetico complessivo fino al 45%, e con valori molto bassi di incremento dei ritardi (minori dell'8,7%).

A.P. CUCALA, A. FERNÁNDEZ, C. SICRE, M. DOMÍNGUEZ [5] hanno proposto invece un modello basato sulla logica di controllo *fuzzy*, al fine di definire una programmazione dell'esercizio ferroviario che tenga conto sia di una marcia il più sostenibile possibile dal punto di vista dei consumi, sia di un adeguato orario di servizio delle corse. L'aleatorietà dei ritardi rispetto alla tabella di marcia è espressa attraverso valori numerici *fuzzy*, mentre l'ottimizzazione dell'orario è ottenuta tramite un modello di programmazione lineare *fuzzy*, nel quale la funzione obiettivo include sia i consumi degli scenari ipotizzati sia lo stile di condotta del macchinista. E' possibile quindi

*tween Saint-Etienne and Rive de Giers, with a 1-minute intermediate stop at the station of Saint Chamond.*

*According to the different number of functions taken into account, three cases of optimisation have been assessed: in the first one, the sole function of "coverage time" has been minimised (obtaining a "basic" solution), and high values of energy consumption have been recorded; in the second case, where both the travel time and consumption have been optimised, a minor increase in the coverage time (lower than 2%) has been recorded with energy savings up to 50% versus the basic solution, due to the fact that the grade of the section facilitates high running speed without excessive traction efforts.*

*On the other hand, in the third case - whose objective was to minimise the coverage time, consumption and delays - the coverage time lengthened by 0.78% only, with overall energy savings up to 45%, and with very low values of delay increment (less than 8.7%).*

*A.P. CUCALA, A. FERNÁNDEZ, C. SICRE, M. DOMÍNGUEZ [5], proposed instead a model based upon the fuzzy control logics in order to define a scheduling of the railway service which takes into account the most possible sustainable driving conditions on the consumption point of view as well as an appropriate service timetable. The aleatory delays versus the schedule are expressed through fuzzy numerical values, whilst the optimisation of the timetable is obtained through a model of fuzzy linear programming, where the target function includes both the consumptions of the assumed scenarios and the driving style. This will therefore allow defining - for each section and for an established coverage time - a set of curves which identify a given driving style, denominated "Pareto curve", representing the style which minimises energy consumption ("ecodriving").*

*The Pareto curves relevant to every section of the itinerary are obtained through a simulator of the motion equation of the train, integrated by a genetic algorithm (GA): the coverage time and energy consumption values which correspond to the different driving styles have been developed in an algorithm through an interactive process of selection (fig. 2). The model has been applied to the case of the Madrid-Barcelona high speed section, showing that significant energy saving can be achieved through the planning of an efficient timetable, given an approximate knowledge on the delays and time constraints to be complied with for every travel, with a consumption reduction equal to approximately 6.7% versus the current service.*

*On the other hand, KIM et al. [6] proposed a mathematical model - associated to an heuristic one - for programming the schedules, in order for reducing the energy peaks due to the traction: given an initial scheduling of the travels, they are translated into time to reduce the electrical consumption of the line, even though without taking the delays under consideration.*

*MALAVASI et al. [7] describe models for estimating of the consumption of an underground line, as well as for assessing of the impact that the energy transfer between trains of*

definire per ogni tratta e per un tempo di percorrenza stabilito, un insieme di curve che identificano un certo stile di guida, individuando una curva ottima, detta “curva di Pareto”, la quale rappresenta lo stile che minimizza i consumi energetici (“ecodriving”).

Le curve di Pareto relative ad ogni tratta del tragitto sono ottenute da un simulatore dell’equazione del moto del treno, integrato con un algoritmo genetico (GA): i valori dei tempi di percorrenza e dei consumi energetici corrispondenti ai diversi stili di guida sono elaborati nell’algoritmo, attraverso un processo iterativo di selezione (fig. 2). Il modello è stato applicato al caso della linea ad alta velocità spagnola Madrid-Barcellona, dimostrando che possono essere ottenuti significativi risparmi energetici attraverso la programmazione di orari efficienti, data una conoscenza approssimata sui ritardi e dei vincoli d’orario da rispettare per ogni corsa, con una riduzione dei consumi pari a circa il 6,7% rispetto al servizio attuale.

KIM *et al.* [6] hanno invece proposto un modello matematico di programmazione delle tabelle di marcia dei convogli affiancato da un algoritmo euristico, al fine di ridurre i picchi energetici dovuti alla trazione: assegnata una programmazione iniziale delle corse, esse vengono traslate nel tempo al fine di ridurre il consumo elettrico della linea, non tenendo conto tuttavia dei ritardi.

In MALAVASI *et al.* [7] sono descritti modelli di stima dei consumi di una linea metropolitana, nonché di valutazione dell’impatto che il trasferimento di energia tra convogli della linea possa determinare sull’esercizio. Il simulatore proposto potrebbe essere impiegato per sincronizzare le fasi di frenatura e accelerazione al fine di migliorare tale trasferimento.

SICRE *et al.* [8], infine, propongono un metodo per definire modalità di marcia energeticamente sostenibili per linee ad alta velocità implementato su simulatore ed un modello di ottimizzazione delle tabelle di marcia in cui il consumo energetico è minimizzato, trascurando tuttavia il vincolo di puntualità d’orario delle singole corse.

In generale i modelli proposti nei suddetti articoli hanno dimostrato l’effettiva possibilità di risparmiare energia durante l’esercizio dei convogli, con valori medi di risparmio oscillanti tra il 13% e il 21% rispetto ai consumi attuali. Nella seguente trattazione viene proposto un modello di calcolo che prende in considerazione un ristretto numero di parametri significativi (come la massima velocità di linea e la frequenza delle fermate) al fine di disporre di un semplice ed immediato strumento di confronto.

### 3. Simulazione dell’esercizio di convogli passeggeri sulla linea Torino-Modane

#### 3.1. Caratteristiche della linea

La linea ferroviaria Torino-Modane, nota anche come ferrovia del Frejus, fa parte della linea Torino-Lione

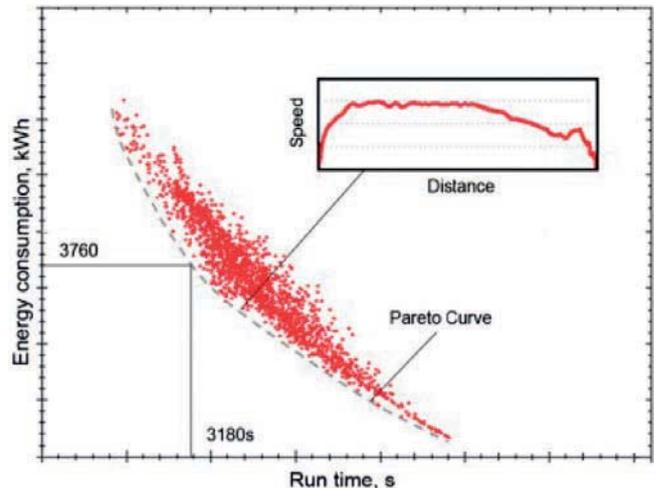


Fig. 2 - Relazione tra consumo energetico e tempi di percorrenza, con individuazione della curva di Pareto per una tratta ferroviaria [5].

Fig. 2 - Relationship between the energy consumption and the run time, with outlining of the Pareto curve for line stretch [5].

the line may determine on the service. The proposed simulator could be used to synchronise the braking and acceleration stages in order to improve such transfer.

Finally, SICRE *et al.* [8] propose a model for defining running modalities which are energetically sustainable for high speed lines implemented on a simulator, and a model of optimisation of the schedules whose energy consumption is minimised, letting out - in any case - the punctuality constraint of the different rides.

In general, the models proposed in the aforementioned articles have shown that energy can actually be saved during the operation of the trains, with average values between 13% and 21% versus the current consumption figures. In the following pages a calculation model is proposed, which takes into consideration a limited number of significant parameters (as the maximum line speed and the stops frequency) in order to have a simple and immediate comparison tool.

### 3. Simulation of the passenger train operation on the Turin-Modane line

#### 3.1. Characteristics on the line

The Turin-Modane line - also known as the Frejus railway - is part of the Turin-Lyon line, opened in 1871. This is an international line which - leaving from Turin - crosses the valley of Susa and the railway tunnel of Frejus, to reach the French town of Modane (fig. 3).

Once it has crossed the tunnel, the railway management is taken over by the French rail operator and continues towards Chambéry and Lyon. The secondary line “Bussoleno-Susa” (approximately 8 km on a single track, which is electrified and belongs to the RFI complementary network)

aperta al traffico nel 1871. Si tratta di una linea internazionale che, partendo da Torino, attraversa la valle di Susa e il traforo ferroviario del Frejus, per terminare presso la località francese di Modane (fig. 3).

Oltrepassato il traforo, nella stazione di Modane la ferrovia passa sotto la gestione delle ferrovie francesi e prosegue verso Chambéry e Lione. Da Bussoleno si diparte la linea secondaria "Bussoleno-Susa" (circa 8 km a binario semplice, elettrificato ed appartenente alla rete complementare di RFI). Il traffico transitante sulla linea è caratterizzato da un forte pendolarismo da Susa, Bussoleno e Avigliana verso Torino; un traffico più turistico ed internazionale caratterizza, invece, l'alta valle. La linea è lunga complessivamente circa 103 km, interamente elettrificata, a doppio binario e dotata del sistema di blocco automatico a correnti codificate. La tratta montana inizia a Bussoleno ed i due binari hanno tracciati e pendenze diverse: quello diretto a Bardonecchia corre prevalentemente in galleria fino a Salbertrand, mentre quello in arrivo da Bardonecchia ha meno tratti in galleria e rimane ad una quota leggermente più bassa. Da Salbertrand seguono lo stesso tracciato. Il binario diretto a Bardonecchia, realizzato in tempi più recenti, essendo il binario "di salita" al valico, è stato progettato con un percorso in gallerie a "S" per contenere la pendenza, incrementandone l'estensione. Tra Bussoleno e Salbertrand, nelle stazioni intermedie, i due binari si trovano allo stesso livello. Attualmente i treni regionali che percorrono la tratta terminano a Bardonecchia, mentre fino al 2002 proseguivano verso Modane, prima dell'inizio dei lavori di adeguamento di sagoma della galleria per il passaggio di treni container, conclusi nel giugno 2011. La linea è percorsa dai treni ad alta velocità TGV, che effettuano servizio viaggiatori tra l'Italia e la Francia, con tre coppie di treni/giorno tra Milano Porta Garibaldi e Paris Gare de

starts from Bussoleno. The traffic in transit on the line is characterised by a large number of commuters from Susa, Bussoleno and Avigliana towards Turin, whilst a more touristic international traffic characterises the high valley. As a whole, the line is approximately 103 km long, is fully electrified with double track and provided with a system of coded current automatic block. The mountain section starts in Bussoleno and the two tracks have different layouts and grades: the one which is heading for Bardonecchia runs through a tunnel until Salbertrand, whilst the one in arrival from Bardonecchia is characterised by less tunnel sections and runs at a slightly lower level. From Salbertrand, they then follow the same path. The track headed to Bardonecchia, constructed in recent times, being the one "raising" to the pass, has been designed with a pathway in "S" tunnels, in order to contain the grade, incrementing its extension. Between Bussoleno and Salbertrand, in the intermediate stations, the two tracks are at the same level. Currently, the regional trains which cover this section end in Bardonecchia, whilst - until 2002 - they continued to Modane, before the starting of the loading gauge extension activities for the passage of the container trains, which ended in June 2011. The line is covered by the high-speed train TGV, which performs passenger service between Italy and France, with three pairs of trains/day between Milan Porta Garibaldi and Paris Gare de Lyon, passing by the capital of Piedmont (fig. 4). The freight traffic is rather heavy throughout the day. In particular, it is occupied by the freight trains of the Rolling Road service (named AFA), consisting of very low flat wagons in the central part - or pocket - (Modalohr wagons), where full trucks are loaded, to cross the highest part of the alpine arch. Such trains are provided with a passenger wagon for the transport of the truck drivers. Five pairs of trains per day are currently scheduled between the Turin-Orbassano freight terminal and the French terminal of Aiton, at the end of Val Maurienne.

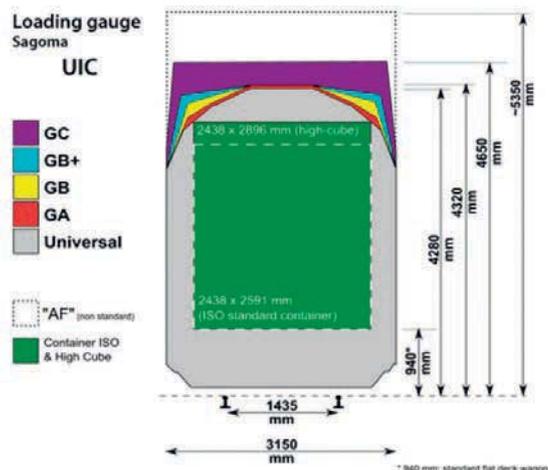
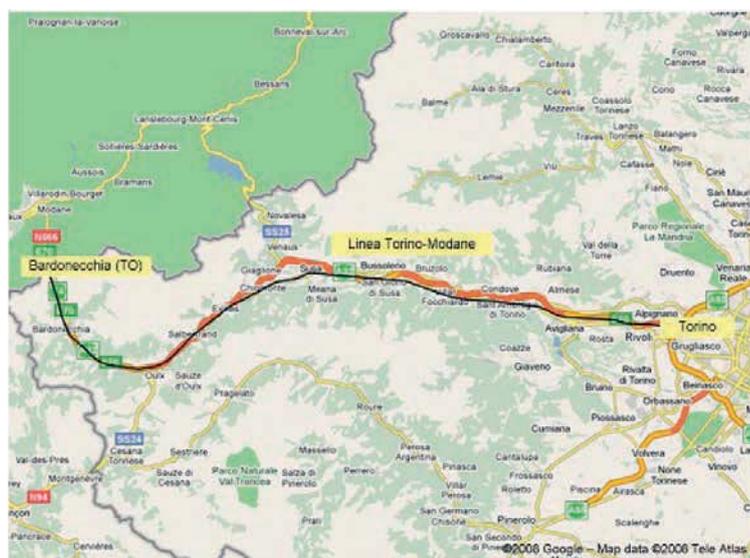


Fig. 3 - Inquadramento territoriale della linea ferroviaria Torino-Modane (tratta italiana) e sagome limite UIC.  
Fig. 3 - Territory framing of the Turin-Modane railway line (Italian section) and UIC loading gauges.

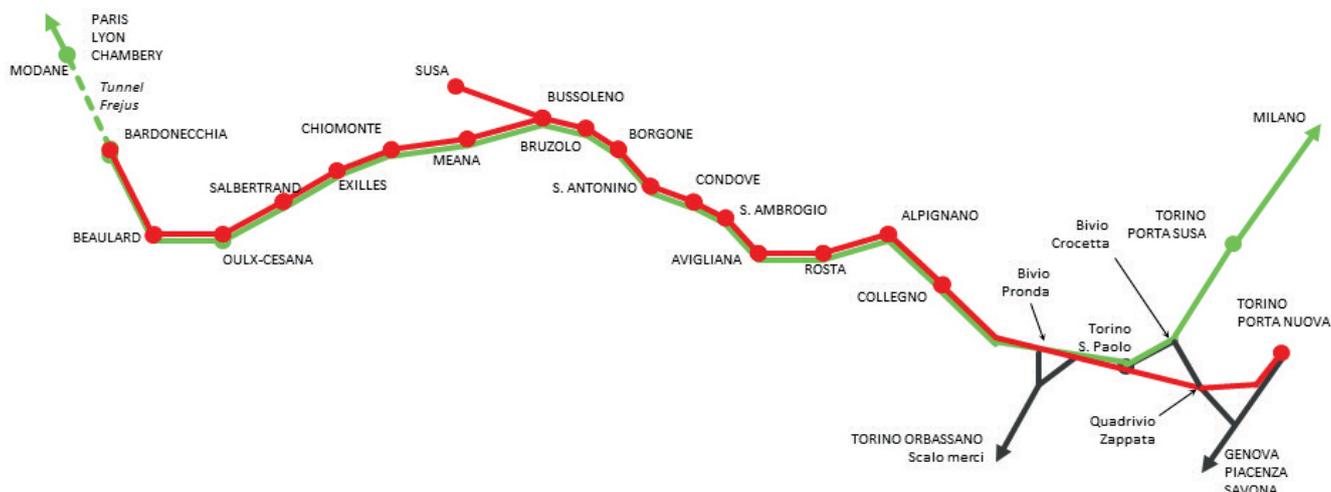


Fig. 4 - Tracciato sintetico e stazioni della linea ferroviaria Torino-Modane. In rosso il percorso dei treni regionali, in verde quello dei treni ad alta velocità, diretti in Francia o da questa provenienti.

Fig. 4 - Schematic track layout and stations of the Turin-Modane railway line. Routing of the regional trains in red and the ones of the high speed trains, headed to France, in green.

Lyon, transitando per il capoluogo piemontese (fig. 4). Il traffico merci è piuttosto sostenuto lungo la giornata. In particolare, vi transitano i treni merci del servizio Autostrada viaggiante (AFA, Autostrada Ferroviaria Alpina), composti da carri con pianali molto bassi nella parte centrale o vasca (carri Modalohr), sui quali vengono caricati camion completi per l'attraversamento della parte più elevata del valico alpino. Tali treni sono muniti anche di una carrozza viaggiatori per il trasporto dei conducenti. Attualmente sono previste cinque coppie di treni/giorno, tra lo scalo merci di Torino-Orbassano e lo scalo francese di Aiton, al termine della Val Maurienne.

Il punto più elevato del tracciato è a 1.338 m, all'interno del traforo del Frejus, la pendenza massima è del 28%, e le sagome delle gallerie (quasi tutte A+ o B) hanno una larghezza di 2,72 m ed un'altezza di 3,96 o 4,11 m. Dal 2011 la galleria ha subito l'adeguamento alla sagoma UIC GB1 consentendo oggi il trasporto di unità di trasporto intermodali di profilo PC45 anziché del solo PC30<sup>(1)</sup>.

### 3.2. Materiale rotabile e rilevazione dei dati

Oggetto iniziale del lavoro è stato quello di acquisire dati inerenti ad accelerazioni, velocità e posizione a bordo di treni in servizio: si è scelto di effettuare rilievi sia su un convoglio regionale Torino Porta Nuova-Bardonecchia, sia su un treno TGV in viaggio tra Torino Porta Susa e Modane (diretto a Parigi), sia sul percorso di andata

The highest point of the layout is at 1,338 m, within the tunnel Frejus. The max. grade is 28%, and the loading gauges of the tunnels (almost all of them A+ or B) have a width of 2.72 m and a height of 3.96 or 4.11 m. Since 2011 the tunnel has been upgraded to the loading gauge UIC GB1, allowing therefore the transport of intermodal transport units with gabarit PC45 instead of PC30<sup>(1)</sup>.

### 3.2. Rolling stock and data collection

The initial aim of the work was the acquisition of data relevant to accelerations, speed and position on board trains of trains on service: we have selected surveys to be performed on both a regional train from Turin's station of Porta Nuova to Bardonecchia and on a TGV train traveling between Turin Porta Susa and Modane (and heading to Paris), on both ways.

Table 1 reports the distances in kilometres and the relevant stop times<sup>(2)</sup> in the intermediate stations for both trains [9].

The regional train taken into account and managed by

<sup>(1)</sup> I mezzi di profilo maggiore del PC45 non possono transitare sulle linee italiane, francesi e spagnole, compatibili solo con profili inferiori (dal PC45 al PC22 tranne pochissime eccezioni) [17].

<sup>(1)</sup> Rolling stock with a loading gauge wider than PC45 cannot travel on Italian, French and Spanish lines, which allow only smaller gabarits (from PC22 up to PC45, with very few exceptions).

<sup>(2)</sup> In Bardonecchia (I) the regional train dwelled for 36' for letting travelling personnel have a break and for allowing the inversion of the driving bench (from the locomotive to opposite pilot-coach). In Modane (F), during the measurements on TGV, it has been necessary to wait for the first train bound to Torino (I) arriving from Lyon-Paris. For this reason the pause has been equal to 2 hours and 45' [18].

TABELLA 1 – TABELLA 1

Chilometriche e tempi di sosta alle fermate dei treni regionali Torino P.N.-Bardonecchia-Torino P.N.  
e TGV Torino P.S.-Modane-Torino P.S.[18]  
*Distance in km and stop time of the regional trains Turin P.N.-Bardonecchia-Turin P.N.  
and TGV Turin P.S.-Modane-Torino P.S. [18]*

Stazione Station	km	t fermata (min) stop time (min)	Stazione Station	km	t fermata (min) stop time (min)
Torino PN	0	0	Torino PS	0	0
Collegno	10	1	Collegno	11	0
Alpignano	14	1	Alpignano	15	0
Rosta	19	1	Rosta	20	0
Avigliana	24	1	Avigliana	25	0
Bussoleno	46	1	Bussoleno	46	0
Meana	53	1	Meana	54	0
Chiomonte	59	1	Chiomonte	60	0
Salbertrand	69	1	Salbertrand	70	0
Oulx Cesana	75	1	Oulx Cesana	76	1
Beaulard	81	1	Beaulard	82	0
Bardonecchia	86	pausa/pause	Bardonecchia	87	11
Beaulard	91	1	Modane	106	pausa/pause
Oulx Cesana	97	1	Bardonecchia	125	11
Salbertrand	103	1	Beaulard	130	0
Chiomonte	113	1	Oulx Cesana	136	1
Meana	120	1	Salbertrand	141	0
Bussoleno	127	1	Chiomonte	152	0
Avigliana	148	1	Meana	158	0
Rosta	153	1	Bussoleno	166	0
Alpignano	158	1	Avigliana	187	0
Collegno	163	1	Rosta	192	0
Torino PN	172	0	Alpignano	197	0
			Collegno	202	0
			Torino PS	211	0

che su quello di ritorno. Nella tabella 1 sono indicate le progressive chilometriche ed i relativi tempi di sosta<sup>(2)</sup> nelle stazioni intermedie per entrambi i convogli [9].

Il convoglio regionale preso in esame e gestito da Trenitalia è composto da una locomotiva di tipo E464 e 4 carrozze a due piani tipo 1979, delle quali una semi-pilo-

*Trenitalia consists of a locomotive of type E464 and 4 two-floor wagons of type 1979, one of which is a semi-pilot for remote control of the locomotive [10]. The nameplate data are reported in table 2.*

*The high speed train taken into consideration is a TGV by SNCF which covers the Turin – Modane line, a section of the Milan-Lyon-Paris. It consists of a multi-current TGV Réseau built in 1993-1996, composed by two locomotives (one at the head and one at the tail) and 8 wagons, according to composition T-Ra1-R1-R1-B-R2-R2-R2-Ra2-T with running gear Bo'Bo'+Bo'2'2'2'2'2'2'2'Bo'+Bo'Bo. The nameplate data of the train are reported in table 3.*

*Regarding the regional train, three “test rides” have been performed with recording of travel data, respectively on*

<sup>(2)</sup> A Bardonecchia il treno regionale si è fermato per 36' per sosta del personale di bordo e inversione banco di manovra (da locomotiva a semipilota). A Modane, durante le rilevazioni sul TGV si è atteso il primo convoglio di ritorno in direzione Torino proveniente da Lione-Parigi. Per questo motivo la sosta è stata di 2 ore e 45' [18].

ta per guida in telecomando della locomotiva [10]. I dati di targa del treno sono riportati nella tabella 2.

Il convoglio ad alta velocità preso in considerazione è un TGV di SNCF che percorre la linea Torino-Modane, tratto della Milano-Lione-Parigi. Il treno è composto da un *TGV Réseau* policorrente di costruzione 1993-1996, composto da 2 locomotive (poste in testa ed in coda al convoglio) e da 8 vagoni, secondo la composizione T-Ra1-R1-R1-B-R2-R2-R2-Ra2-T con rodiggio Bo'Bo'+Bo'2'2 '2'2'2'2'Bo'+Bo'Bo. I dati di targa del treno sono riportati nella tabella 3.

Per quanto riguarda il treno regionale sono state effettuate tre “corse test” con registrazione dei dati di marcia rispettivamente il 16 marzo, il 6 maggio ed il 2 giugno 2011, facendo uso dei medesimi convogli sia per il viaggio di andata che per quello di ritorno. Nella seconda prova, effettuata in maggio, il convoglio monitorato era composto da carrozze a singolo piano invece che a doppio piano. La locomotiva è risultata sempre ubicata all'estremità “lato Bardonecchia” del convoglio, con la carrozza semi-pilota all'estremità opposta verso Torino. Per il treno ad alta velocità, invece, è stata effettuata una sola corsa test il 16 settembre, con il medesimo convoglio sia all'andata che al ritorno.

La strumentazione utilizzata ha compreso un accelerometro ad alta precisione, un accurato rilevatore GPS e una centralina *vbox* per l'acquisizione dei dati, tutti installati presso un posto passeggeri durante i test su TGV e convoglio regionale. In quest'ultimo caso, durante il viaggio di ritorno in direzione Torino, la strumentazione è stata posta in prossimità della cabina della carrozza pilota, avendo modo di osservare le operazioni del macchinista. Entrambi gli strumenti di rilevazione sono stati vincolati tramite un magnete al supporto del sedile lato finestrino: tale posizione, più elevata rispetto al pavimento della carrozza, ha consentito una migliore ricezione del segnale satellitare (questo perché erano presenti meno oggetti schermanti quali sedili, tavolini, fiancate laterali del treno) e dunque migliorando la performance degli stessi garantendo minor errore su accelerazione, velocità e posizione. Il segnale GPS è stato infatti assente solo nelle gallerie mentre l'accelerometro non ha segnalato disturbi in frequenza o spostamenti anomali dovuti ad un'eventuale incorretta installazione.

TABELLA 2 – TABLE 2

Dati di targa del treno regionale con locomotiva E464<sup>(\*)</sup>  
Nameplate data of the regional train with locomotive E464<sup>(\*)</sup>

Massa totale carrozze <i>Total mass of the wagons</i>	172	t
Massa totale del treno <i>Total mass of the train</i>	244	t
Massa del locomotore <i>Mass of the locomotive</i>	72	t
Massa frenata totale carrozze <i>Total braked mass of the wagons</i>	212	t
Massa frenata totale del treno <i>Total braked mass of the train</i>	277	t
Massa frenata del locomotore <i>Braked mass of the locomotive</i>	65	t
Coefficiente di resistenza al rotolamento <i>Coefficient of rolling resistance</i>	2	N/kN
Coefficiente masse rotanti per le carrozze <i>Coefficient of the rotating masses for the wagons</i>	1,04	-
Coefficiente masse rotanti per le locomotive <i>Coefficient of the rotating masses for the locomotives</i>	1,06	-
Percentuale di massa frenata <i>Percentage of the braked weight</i>	115%	-
Potenza continuativa alle ruote <i>Continuous power to the wheels</i>	3500	kW
Peso totale carrozze <i>Total weight of the wagons</i>	1687	kN
Peso totale del treno <i>Total weight of the train</i>	2393	kN
Peso della locomotiva <i>Weight of the locomotive</i>	706	kN

<sup>(\*)</sup> Ottenuti da documenti ufficiali per l'esercizio su gentile concessione del personale di Trenitalia a bordo treno [11], [12], [13].

<sup>(\*)</sup> These data have been obtained from official document for the service by courtesy of the Trenitalia personnel on board the train and from the FS specifications of components for Locomotive E464 by Faiveley Transport Italia [11], [12], [13].

March 16<sup>th</sup>, May 6<sup>th</sup>, and June 2<sup>nd</sup> 2011 with the same trains on both traveling directions. During the second test, the monitored convoy was composed by single floor wagons instead of double floor ones. The locomotive has always been in towing position towards Bardonecchia, with the semi-pilot in the opposite side towards Turin. As related to the high speed train, only one test drive was performed on September 16<sup>th</sup>, with the same train on both ways.

The instruments utilised included a high precision accelerometer, an accurate GPS detector and a *vbox* unit for data logging, all of them installed on a passenger seat during the test on the TGV on the regional train. In this latter case during the backward journey towards Turin the equipment was placed close to the cabinet of the pilot wagon thus having the opportunity to observe the operations of the driver. The measure instruments were attached by a magnet to the seat support, window side. This position, raised from the wagon floor, has ensured a better downlink

3.3. Simulazione

Lo strumento di simulazione sviluppato si compone di un algoritmo di calcolo (sviluppato in MATLAB) che, partendo dai dati di targa del treno e dalle caratteristiche della linea ferroviaria, utilizza le equazioni del moto, per calcolare gli spazi di frenatura, le forze necessarie a rallentare o fermare il treno e le energie dissipate, ottimizzando le velocità di percorrenza ammesse dai fascicoli di linea e le decelerazioni che l'impianto frenante può consentire. Per la creazione del simulatore sono state implementate le funzioni per generare le curve di frenatura e trazione per entrambi i tipi di convogli considerati. Sostanzialmente il programma calcola ogni secondo e per ogni metro di avanzamento lo spazio di frenatura rispettando i limiti di velocità. Per la tratta in oggetto sono stati caricati percorso e caratteristiche della linea. Nel programma principale sono state inserite le funzioni e le variabili di frenatura, con tipologia *reostatica* e *a recupero*.

Per le resistenze ordinarie all'avanzamento si è utilizzata nel calcolo la formula binomia di ERFURT [15] per valutare le resistenze specifiche al moto dei convogli, tenendo presente che le velocità in gioco (minori di 155 km/h) non permettono di valorizzare la ridotta resistenza specifica al moto che un TGV – se confrontato con un treno regionale – rivelerebbe alle alte velocità.

$$R_{rot} = rr \cdot \frac{P_{convoglio}}{1000} = (2,4 + 0,00077 \cdot v^2) \cdot \frac{P_{convoglio}}{1000} \quad (II)$$

in cui

- $R_{rot}$  è la resistenza al rotolamento espressa in N;
- $rr$  è la resistenza specifica al rotolamento espressa in N/kN ovvero in kg/t;
- $P_{convoglio}$  è il peso del convoglio espresso in N;
- $v$  è la velocità del convoglio espressa in km/h;

Si è successivamente realizzata una matrice in codice MATLAB (tab. 4) con le seguenti colonne:

- 1) chilometrica (convertita in metri);
- 2) corrispondenza o meno di stazione o fermata con interruttore on-off (0-1) per indicare al simulatore di iniziare a rallentare per arrestare il convoglio;
- 3) altitudine o quota della linea (in metri);

TABELLA 3 – TABELLA 3

Dati di targa del treno alta velocità TGV(\*)  
Nameplate data of the TGV high speed train(\*)

Massa totale carrozze <i>Total mass of the wagons</i>	256	t
Massa totale del treno <i>Total mass of the train</i>	386	t
Massa del locomotore <i>Mass of the locomotive</i>	130	t
Massa frenata totale carrozze <i>Total braked mass of the wagons</i>	425	t
Massa frenata totale del treno <i>Total braked mass of the train</i>	561	t
Massa frenata del locomotore <i>Braked mass of the locomotive</i>	136	t
Coefficiente di resistenza al rotolamento <i>Coefficient of rolling resistance</i>	2	N/kN
Coefficiente masse rotanti per le carrozze <i>Coefficient of the rotating masses for the wagons</i>	1,08	-
Coefficiente masse rotanti per le locomotive <i>Coefficient of the rotating masses for the locomotives</i>	1,08	-
Percentuale di peso frenato <i>Percentage of the braked weight</i>	135%	
Potenza continuativa alle ruote <i>Continuous power to the wheels</i>	8800	kW
Peso totale carrozze <i>Total weight of the wagons</i>	2511	kN
Peso totale del treno <i>Total weight of the train</i>	3787	kN
Peso del locomotore <i>Weight of the locomotive</i>	1275	kN

(\*) Ottenuti da documenti ufficiali per l'esercizio su gentile concessione del personale di SNCF a bordo treno [14].

(\*) These data have been obtained by official service documents provided by courtesy of the SNCF personnel on board the train [14].

of the satellite signal (because of the absence of shielding objects like seats, tables, coach side walls), therefore improving the performance of the tools and allowing for lower errors on acceleration, speed and position. The GPS signal was absent in the tunnels only, whilst the accelerometer did not signal any frequency disturbances or anomalous reading due to a possible un-appropriate installation.

3.3. Simulation

The simulator tool developed is constituted by a calculation algorithm (developed in MATLAB) which - starting from the nameplate data of the train and from the characteristics of the railway line - makes use of the motion equations in order to calculate the braking spaces, of the strengths required to slow down or stop the train and the dissipated energy, thus optimising the running speed allowed by the line sections and the deceleration the braking system can allow. In the creation of the simulator, the func-

- 4) velocità massima in km/h da mantenere entro la chilometrica corrispondente;
- 5) tempo di fermata per soste previste espresso in secondi;
- 6) pendenza della linea (livelletta in ‰).

*tions for the braking and traction curves have been implemented for both the regional and high speed trains. The simulator calculates the braking space for each second and for every run meter, respecting the speed limits. The routing and the features of the line were loaded for the studied sec-*

TABELLA 4 – TABLE 4

CONVOGLIO REGIONALE - REGIONAL TRAIN	CONVOGLIO ALTA VELOCITÀ - HIGH SPEED TRAIN
% Torino - Bardonecchia disp ('tracciato - routing Torino - Bardonecchia') TT=[0 0 240.0 30 0 0; 1092 1 247.6 30 0 7; 2368 1 261.7 95 0 11; 3179 1 270.6 155 0 11; 3924 1 278.8 155 0 11; 6480 1 283.9 155 0 2; 7496 1 285.9 155 0 2; 9794 0 302.0 150 60 7; 14011 0 331.5 105 60 11; 19229 0 388.9 135 60 1; 21368 1 391.1 155 0 0; 24104 0 391.1 155 60 -10; 27727 1 354.9 155 0 6; 31313 1 376.4 155 0 1; 34564 1 379.6 155 0 4; 38097 1 393.8 155 0 22; 40946 1 456.4 155 0 -4; 44837 1 440.9 95 0 -4; 45534 0 438.1 95 60 30; 47261 1 489.9 105 0 30; 52891 0 658.8 105 60 14; 59465 0 750.8 105 60 21; 65438 1 876.3 105 0 31; 66544 1 910.5 105 0 46; 67640 1 961.0 105 0 46; 69177 0 1031.7 105 60 46; 69828 1 1061.6 85 0 11; 73368 1 1100.5 130 0 11; 75116 0 1119.8 60 60 5; 80926 0 1148.8 100 60 31; 86199 0 1312.3 80 216031; 91472 0 1148.8 100 60 31; 97282 0 1119.8 60 60 5; 99030 1 1100.5 130 0 11; 102570 1 1061.6 85 0 11; 103221 0 1031.7 105 60 46; 104758 1 961.0 105 0 46; 105854 1 910.5 105 0 46; 106960 1 876.3 105 0 31; 112933 0 750.8 105 60 21; 119507 0 658.8 105 60 14; 125137 1 489.9 105 0 30; 126864 0 438.1 95 60 30; 127561 1 440.9 95 0 -4; 131452 1 456.4 155 0 -4; 134301 1 393.8 155 0 22; 137834 1 379.6 155 0 4; 141085 1 376.4 155 0 1; 144671 1 354.9 155 0 6; 148294 0 391.1 155 60 -10; 151030 1 391.1 155 0 0; 153169 0 388.9 135 60 1;	% Torino - Modane disp ('tracciato - routing Torino - Modane') TT=[0 0 240.0 30 0 0; 1092 1 247.6 30 0 7; 2368 1 261.7 95 0 11; 3179 1 270.6 155 0 11; 3924 1 278.8 155 0 11; 6480 1 283.9 155 0 2; 7496 1 285.9 155 0 2; 9794 1 302.0 150 0 7; 14011 1 331.5 105 0 11; 19229 1 388.9 135 0 1; 21368 1 391.1 155 0 0; 24104 1 391.1 155 0 -10; 27727 1 354.9 155 0 6; 31313 1 376.4 155 0 1; 34564 1 379.6 155 0 4; 38097 1 393.8 155 0 22; 40946 1 456.4 155 0 -4; 44837 1 440.9 95 0 -4; 45534 1 438.1 95 0 30; 47261 1 489.9 105 0 30; 52891 1 658.8 105 0 14; 59465 1 750.8 105 0 21; 65438 1 876.3 105 0 31; 66544 1 910.5 105 0 46; 67640 1 961.0 105 0 46; 69177 1 1031.7 105 0 46; 69828 1 1061.6 85 0 11; 73368 1 1100.5 130 0 11; 75116 0 1119.8 60 60 5; 80926 1 1148.8 100 0 23; 86199 0 1270.1 80 720 31; 87793 1 1319.5 85 0 1; 88368 1 1320.1 85 0 1; 93556 1 1325.3 85 0 1; 93583 1 1325.3 85 0 0; 98368 1 1325.3 110 0 0; 100513 1 1325.3 110 0 0; 104916 0 1325.3 30 10020 0; 109319 1 1325.3 75 0 0; 111464 1 1325.3 110 0 0; 116249 1 1325.3 110 0 0; 116276 1 1325.3 110 0 -1; 121464 1 1320.1 85 0 -1; 122039 1 1319.5 85 0 -31; 123633 0 1270.1 80 720 -23; 128906 1 1148.9 100 0 23; 134716 0 1119.8 60 60 5; 136464 1 1100.6 130 0 11; 140004 1 1061.6 85 0 11; 140655 1 1031.7 105 0 46; 142192 1 961.0 105 0 46; 143288 1 910.6 105 0 46;

(continua)

158387 0 326.3 105 60 12;	144394 1 876.3 105 0 31;
162604 0 301.0 150 60 6;	150367 1 750.9 105 0 21;
164902 1 298.7 155 0 1;	156941 1 658.8 105 0 14;
165918 1 289.6 155 0 9;	162571 1 489.9 105 0 30;
168474 1 264.0 155 0 10;	164298 1 438.1 95 0 30;
169219 1 256.6 155 0 10;	164995 1 440.9 95 0 -4;
170030 1 248.5 95 0 10;	168886 1 456.5 155 0 -4;
171306 1 240 30 0 7;	171735 1 393.8 155 0 22;
172398 0 240 30 0 0]	175268 1 379.6 155 0 4;
	178519 1 376.4 155 0 1;
	182105 1 354.9 155 0 6;
	185728 1 391.1 155 0 -10;
	188464 1 391.1 155 0 0;
	190603 1 389.0 135 0 1;
	195821 1 326.4 105 0 12;
	200038 1 301.1 150 0 6;
	202336 1 298.8 155 0 1;
	203352 1 289.6 155 0 9;
	205908 1 264.1 155 0 10;
	206653 1 256.6 155 0 10;
	207464 1 248.5 95 0 10;
	208740 1 240 30 0 7;
	209832 0 240 30 0 0];

Tab. 4 - Matrici in codice MATLAB per la simulazione della marcia dei convogli ferroviari.  
*Tab. 4 - MATLAB code matrixes for the simulation of the trains.*

### 3.4. Analisi dei dati e confronto

Utilizzando l’algoritmo proposto è stato possibile analizzare i profili di marcia e ricavarne le seguenti osservazioni.

Per il convoglio regionale Torino-Bardonecchia e viceversa, comprese le fermate nelle stazioni e le soste - a Bardonecchia per inversione del banco di manovra e pausa tecnica - si è registrato in viaggio un tempo totale di percorrenza pari a 148 minuti, mentre il simulatore ha fornito come dato di output circa 122 minuti, con una discrepanza di 26 minuti.

Il simulatore ha permesso di verificare come sarebbe possibile ottenere curve di frenatura ottimizzate anche con velocità massime superiori costantemente ai 120 km/h. Questa velocità è stata presa come riferimento poiché si è misurato che il convoglio non supera i 120 km/h anche se in alcuni tratti sono ammesse da fiancata di linea velocità massime di 155 km/h. Questo fatto è dovuto a limitazioni caratteristiche di quella linea, come pendenza e fermate ed all’organizzazione dell’orario. Un fattore importante da valutare sono le numerose e ravvicinate fermate intermedie di 1-2 minuti tra Torino e Bardonecchia (eccezion fatta per il tratto di 20 km tra Avigliana e Bussoleno) che non consentono al convoglio di mantenere a lungo la massima velocità di linea, anzi impongono la riduzione della stessa per motivi di compatibilità con l’orario programmato (allungamenti di percorrenza) e riduzione dei consumi energetici.

Dal punto di vista delle energie dissipate, si osserva come siano maggiori quelle valutate dal simulatore poiché esso imposta la marcia alla massima velocità di fian-

tion. The braking functions and variables were introduced with rheostat and recovery typology.

As related to the ordinary motion resistances, the ER-FURT's binomial formula [15] was used to assess the specific resistance to the motion of the trains, taking into account that the involved speeds (less than 155 km/h) do not allow to valorise the reduced specific motion resistance that a TGV – if compared to a regional train – would feature at higher speeds.

$$R_{rot} = rr \cdot \frac{P_{train}}{1000} = (2,4 + 0,00077 \cdot v^2) \cdot \frac{P_{train}}{1000} \quad (II)$$

where

- $R_{rot}$  is the rolling resistance expressed in N;
- $rr$  is the specific rolling resistance expressed N/kN or kg/t;
- $P_{train}$  is the weight of the train expressed in N;
- $v$  is the speed of the train expressed in km/h.

Then, a matrix has been generated in MATLAB code (tab. 4) with the following columns:

- 1) km (converted into meters);
- 2) correspondence or non-correspondence of the station or stop by on-off (0-1) switch to indicate the simulator to start slowing-down the train;
- 3) altitude of the line (in meters);
- 4) max. speed in kmph to be kept within the corresponding kilometres;
- 5) stop time for expected stops, expressed in seconds;
- 6) line grade (slope in ‰).

cata e durante la frenatura segue delle curve di decelerazione limite generate, a partire da una certa velocità iniziale, considerando una decelerazione costante assunta come la massima che il treno può sviluppare in condizioni normali (in maniera analoga alla logica di bordo di sistemi con SCMT o ETCS). Diversamente nella realtà il macchinista migliora la prestazione energetica anticipando la frenatura o introducendo significative fasi di *coasting*.

In figg. 5 e 6 sono riportati i profili di velocità (in km/h) e di energia consumata (kJ/m) durante la marcia ottenuti tramite simulazione e quelli elaborati a partire dal profilo di velocità misurato sperimentalmente, insieme con il corrispondente profilo di velocità simulato e rilevato. In questo modo per ciascuna posizione  $x$  assunta dal treno durante il viaggio si possono confrontare la velocità ed il corrispondente consumo energetico, sia reali che simulati. La differenza tra i consumi energetici misurati e quelli simulati (dunque quelli corrispondenti ad un completo sfruttamento delle prestazioni di linea e rotabili) è risultata oscillare tra il 5% ed il 13%. In particolare, il profilo simulato risulta essere costantemente in anticipo su quello misurato in primo luogo in quanto presenta, mediamente, accelerazioni e decelerazioni più acute, ed in secondo luogo poiché il profilo reale presenta delle frenature intermedie non in corrispondenza di fermate in

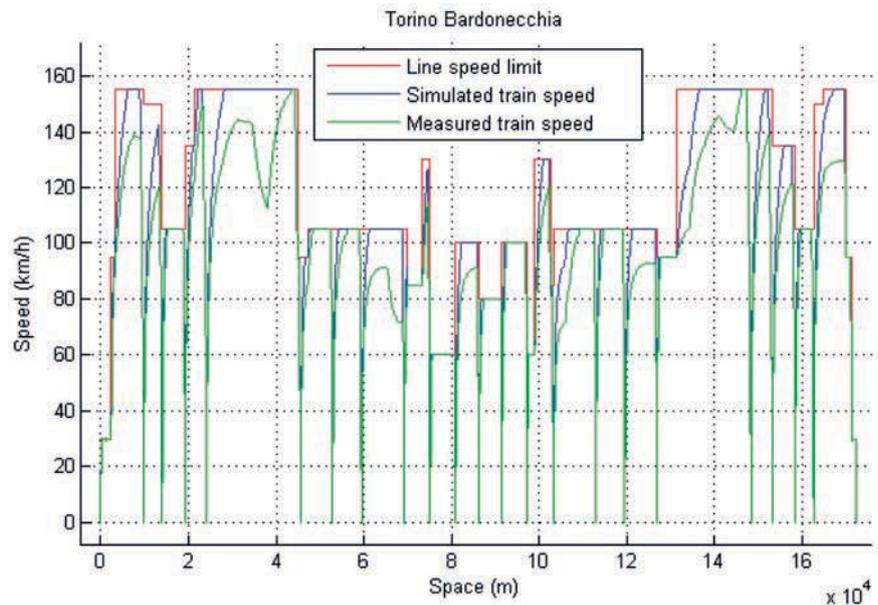


Fig. 5 - Profili di velocità misurati e simulati sul treno regionale Torino-Bardonecchia con le indicazioni sui limiti di velocità di fiancata.

Fig. 5 - Measured and simulated speed profiles of the Turin-Bardonecchia regional train against the line speed limits.

### 3.4. Data analysis and comparison

The same algorithm has allowed analysing the running diagrams and obtaining the following observations.

For the regional train from Turin to Bardonecchia and returns - including the stops at the stations and other stops (in Bardonecchia for reversal of the master controller and technical break) - the total coverage time recorded during the travel was equal to 148 minutes, whilst the simulator supplied as an output approximately 122 minutes, i.e. a 26-minute discrepancy.

The simulator also allowed verifying to which extent optimum braking curves could be achieved also at max. speeds consistently higher than 120 km/h. This speed has been taken as a reference since it has been measured that the convoy never exceeded 120 km/h even if on certain stretches it could be possible to achieve maximum speeds equal to 155 km/h. This is due to limitations characteristic of that line, such as the slopes, the frequency of the stops and to the timetable organisation.

A significant factor to be taken into consideration are the numerous, close intermediate stops of 1 to 2 minutes between Turin and Bardonecchia (with the exception of the 20 km section between Avigliana and Bussoleno), which do not allow the train to keep the maxi-

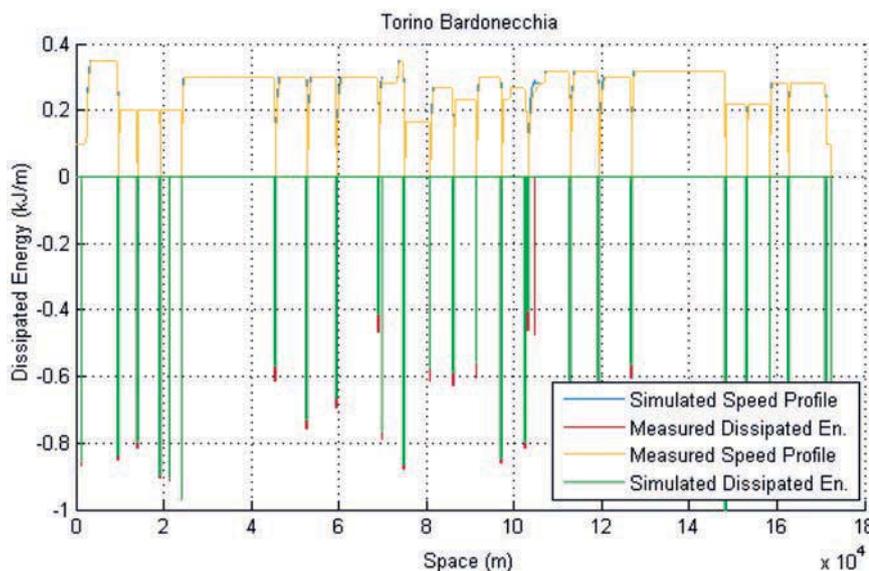


Fig. 6 - Energia dissipata in frenatura per il treno regionale Torino-Bardonecchia (sezione Bussoleno-Bardonecchia).

Fig. 6 - Energy dissipated in braking along the travel for the Turin-Bardonecchia regional train (Bussoleno-Bardonecchia section).

stazione, dovute a segnali a via impedita. Di fatto il simulatore porta il treno alla velocità massima permessa sulla linea, mentre in realtà il macchinista si mantiene abbondantemente sotto tale limite.

In fig. 7 è altresì riportato il profilo della forza di frenatura al variare della posizione  $x$  del convoglio. Si rileva come il simulatore impieghi mediamente circa il 20% in più della forza effettivamente impiegata dal macchinista nella realtà. Tale valore è stato calcolato a partire dai profili misurati di velocità e accelerazione, ed andando a stimare, in corrispondenza di ciascuna decelerazione risultante, i contributi dovuti alle resistenze all'avanzamento e quelli dovuti invece all'effettiva applicazione di una forza di frenatura (considerando la percentuale di massa frenante).

Per il treno ad alta velocità Torino-Modane si è registrato a bordo un tempo di viaggio pari a 89 minuti, leggermente minore rispetto a quello calcolato tramite simulatore, pari a 95 minuti, con una differenza percentuale del 6%.

Anche in questo caso, grazie al simulatore, si è verificato come sarebbe possibile avere curve di frenatura ottimizzate rispetto al tempo di percorrenza anche con velocità superiori costantemente ai 130 km/h, per avvicinarsi ai 155 km/h consentiti dalla linea. Un fattore importante da valutare rispetto al caso del treno regionale sono le sole 2 fermate intermedie tra Torino e Modane di circa 1-2' a Oulx e Cesana [9] e quella più lunga di Bardonecchia.

Analizzando l'energia di frenatura consumata dal convoglio Torino-Modane si è osservato come anche in questo caso sia maggiore quella calcolata dal simulatore poiché, come anticipato, esso ignora ogni fase sia di *coasting*

*num line speed for a long time and - mainly - dictate its reduction for reasons of compatibility with the scheduled timetable and energy consumptions reduction.*

*As related to the dissipated energies, it is worth noticing that the value assessed by the simulator are greater since it set the run at the max line speed and during braking it follows "limit" deceleration curves generated, starting from a certain initial speed, considering a constant deceleration assumed as the maximum one that the train can feature in regular conditions (similarly to the on-board logic of systems like SCMT or ETCS). Differently in reality the driver improve the energy performance anticipating the braking or introducing significant coasting phases.*

*Fig. 5 and 6 display the speed (km/h) and the energy consumption (kJ/m during the run) profiles obtained from the simulation and those provided by the elaboration of the experimental speed profile, together with the corresponding speed profile, both simulated and measured. In this way for each position  $x$  of the train during its run it is possible to compare speed and energy consumption, both real and simulated. The difference between the energy consumptions measured and simulated (therefore those which corresponds to a complete exploitation of the performances of infrastructure and rolling stock) oscillates between 13% and 5%. In particular, the simulated profile appears to anticipate constantly the measured one, first of all because it presents, on average, sharper accelerations and decelerations. Subsequently the measured speed profile presents intermediate braking not only for station stops, due to red block signals. Actually, the simulator "drives" the train up to the maximum speed admitted on the line, while in reality the driver keeps a velocity significantly smaller than such limit.*

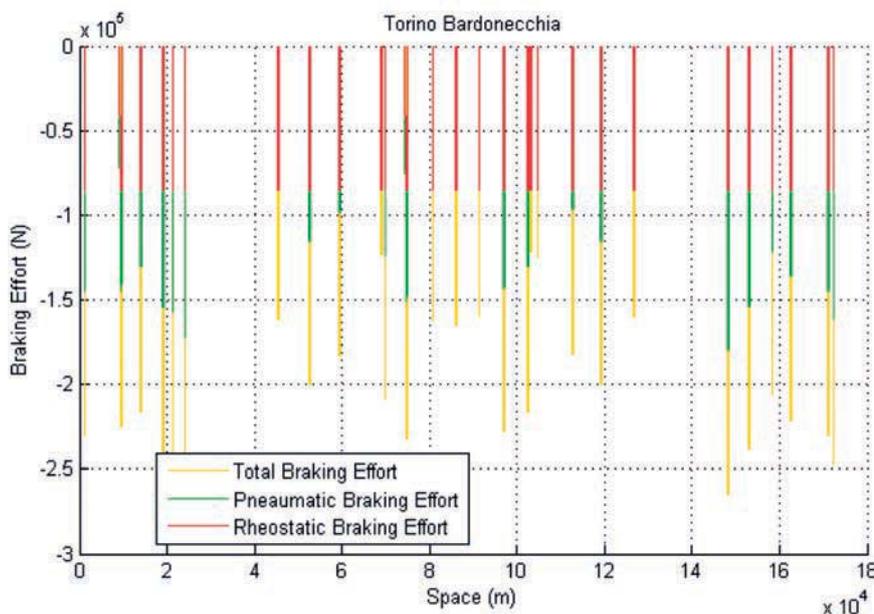


Fig. 7 - Forza di frenatura applicata lungo il viaggio per il treno regionale Torino-Bardonecchia.

Fig. 7 - Braking effort applied along the travel for the Turin-Bardonecchia regional train.

Moreover fig. 7 shows the braking effort profiles versus the train position  $x$ . It can be noticed how the simulator employs on average about the 20% more than the effort actually used by the driver in the reality. This value has been obtained starting from the measured speed and acceleration profiles, then calculating, during each resulting deceleration, the contributions of the motion resistances and those caused by an actual application of a braking effort (considering the percent of braking masses).

As related to the Turin-Modane high speed train, the recorded travel time is equal to 89', i.e. slightly lower than the one which was calculated through the simulator (95'), with a percentage difference of 6%.

Also in this case, the simulator allowed ascertaining that optimum braking curves with respect to the running time can be obtained also at speeds which are consistently higher than 130

sia di frenatura moderata. La differenza tra i consumi energetici calcolati dal simulatore e quelli misurati è risultata oscillare tra il 3 ed il 10%. Analoga tendenza si ritrova per quanto riguarda le forze di frenatura: il simulatore infatti prevede una forza mediamente circa 10% più elevata di quanto elaborato a partire dai dati sperimentali rilevati sul treno.

Per concludere questa prima parte si riportano alcune considerazioni qualitative. Infatti si evince come la velocità massima della linea non sia sfruttata completamente e la velocità media complessiva si aggiri attorno alla metà di quella massima consentita dall'infrastruttura. Se per il treno regionale, il cui orario prevede un alto numero di fermate intermedie, il confronto tra le due velocità ha pochissimo significato, nel caso del TGV (il quale ferma solo a Torino, Oulx-Cesana, Bardonecchia e Modane) si può identificare un non pieno sfruttamento delle caratteristiche dell'infrastruttura e delle potenzialità del materiale rotabile utilizzato. Altro parametro di valutazione sono i tempi di percorrenza: anche ammettendo i limiti di accuratezza del simulatore adoperato, esso individua una possibilità di risparmio di circa 25' (tenendo conto delle norme di sicurezza imposte da SCMT e di eventuali vincoli d'orario dovuti all'interazione con altri convogli) di tempo totale di percorrenza sui 170 minuti complessivi tra andata e ritorno per il convoglio regionale. Diversamente per quanto riguarda il treno TGV, il margine di miglioramento è intorno al 5% considerando la velocità massima percorribile sulla linea. Energeticamente, considerate le ripetute e frequenti frenature dei treni regionali durante il viaggio, l'adozione di sistemi di *frenatura elettrica rigenerativa* potrebbe comportare sensibili economie sui consumi. Infatti sarebbe possibile impiegare l'energia così rigenerata per l'alimentazione di convogli nel frattempo in accelerazione o comunque in trazione, magari su sezioni in salita, e per accumulare energia *ricaricando autoveicoli ibridi o elettrici* dei pendolari parcheggiati presso le stazioni ferroviarie.

#### 4. Simulazione dell'esercizio di convogli merci sulla linea Torino-Modane

##### 4.1. La questione energetica per il trasporto ferroviario delle merci

Il sostegno al trasporto intermodale delle merci è diventato negli ultimi anni una delle principali tematiche delle politiche di trasporto sia a livello comunitario sia a livello nazionale, nell'ambito di un programma più ampio di sviluppo sostenibile dal punto di vista socio-ambientale, che mira a interrompere il legame tra crescita economica e crescita del trasporto, senza restrizioni al trasporto delle merci, ma utilizzando in modo più efficiente i mezzi di trasporto stessi.

Tra i principali vantaggi derivanti dall'utilizzo del trasporto intermodale ferroviario va sicuramente ricordata una maggiore efficienza energetica, in quanto il consumo per tonnellata-chilometro è inferiore a quello dei vei-

*kmph, in order to achieve values closer to 155 kmph, i.e. the max. speed allowed. A significant factor to be taken into consideration is the 2 sole stops between Turin and Modane: 1 to 2 minutes in Oulx and Cesana [9] and the longer stop in Bardonecchia.*

*Analysing the energy consumed by the TGV train it has been observed how also in this case consumptions calculated by the simulator are grater because, as anticipated, it neglects every phase both of coasting and of moderate braking.*

*The difference between the energy consumption calculated by the simulator and those measured oscillated between 3% and 10%. A similar trend can be found in the braking efforts: as the matter of facts the simulator forecasts an effort – on average – about 10% higher than those elaborated starting from the experimental data measured on the train.*

*As a conclusion of this first part, some qualitative observations are proposed. In facts it is possible to understand how the line speed is not fully exploited and the overall average speed is approximately half of the maximum one admitted by the infrastructure. If in the case of the regional train, whose timetable implies a high number of intermediate stops, the comparison between these two speeds has little significance, in the case of the TGV (that stops only in Turin-I, Oulx-Cesana-I, Bardonecchia-I and Modane-F) it is possible to identify a not complete exploitation of the infrastructure and of the performances of the rolling stock. The running times are another objective parameter: even admitting the accuracy limits of the employed simulator, it identifies in the total running time a potential optimization of approx. 25 min (also considering the safety constraints imposed by SCMT and eventual timetable limitations due to the interaction with other convoys) on the total 170 minutes (calculated on both ways) for the regional train. As concerns the TGV train, the improvement percentage is about 5%, taking into consideration the maximum speed admitted on the line. On the energy point of view, considering the repeated and frequent braking of the regional trains during their run, the adoption of electrical regenerative braking systems could involve significant energy savings. In facts it could be possible to use the energy such recovered for powering other convoys which are at the same time accelerating, possibly in steep sections, and to accumulate energy for recharging electric or hybrid motor vehicles of commuters parked at rail stations.*

#### 4. Simulation of the freight train service on the Turin-Modane line

##### 4.1. The energy issue in the railway transport of the goods

*In the last few years, promoting the intermodal transport of the goods has become one of the main themes of the transport policies at both EU and national level, within the framework of a wider program of sustainable social and environmental development, with the aim of interrupting*

coli commerciali stradali, a condizione che venga sfruttata a pieno la capacità di carico dei convogli. Tuttavia, nel caso di un insufficiente utilizzo della capacità di carico o nel caso in cui le tratte iniziali e finali - generalmente a trazione stradale - del trasporto intermodale siano particolarmente lunghe, può risultare che dal punto di vista energetico esso risulti meno efficiente del trasporto stradale, considerando anche i notevoli progressi tecnologici che sono stati introdotti nel settore dei veicoli commerciali.

## 4.2. Problematiche nell'esercizio dei rotabili merci

Essendo le masse in gioco notevolmente superiori rispetto ai convogli passeggeri, in vista della concreta possibilità di comporre convogli lunghi (con lunghezze superiori ai 500 m, auspicabilmente di 700-750 m), che percorrano distanze mediamente maggiori a quelle attuali, risulta particolarmente rilevante adottare provvedimenti mirati alla definizione di profili di velocità ottimali che contengano i consumi energetici sia in trazione che in frenatura, dove è auspicabile una minimizzazione dell'energia dissipata anche per contenere la progressiva usura dei ceppi dei freni, con connessi costi manutentivi.

L'impianto frenante infatti risulta particolarmente sollecitato per i convogli merci che percorrono linee ad elevate pendenze (ad esempio le linee che attraversano valichi alpini) o che sono sottoposti a continui cicli di accelerazione/frenatura per soste ravvicinate o per il rispetto di limiti di velocità molto eterogenei tra tratte di linea successive.

La frenatura a ceppi è caratterizzata da ceppi che agiscono sulla superficie conica della tavola di rotolamento. La frenatura del veicolo, tramite l'azione dei ceppi sulle ruote, può essere di contenimento, su una data pendenza, o di arresto. La prima è tipica della marcia dei veicoli su discese come quelle del Gottardo, per esempio, dove si hanno pendenze medie del 15,2‰ per una lunghezza di 46 km. Con frenature di contenimento così prolungate, la temperatura sulle ruote tende a raggiungere valori anche superiori a 500°C, causando talvolta l'alterazione delle caratteristiche del materiale del ceppo e della ruota, con conseguente variazione di attrito tra i due materiali striscianti.

Diversamente, nel caso della frenatura di arresto, l'azione dei ceppi si protrae per durate minori, non generando normalmente problemi di surriscaldamento.

I ceppi e le ruote sono quindi sollecitati termicamente e meccanicamente sia in fase di arresto che in fase di contenimento del veicolo ma, sebbene i ceppi siano sollecitati solo in fase di frenatura, la ruota soggiace a sollecitazioni meccaniche anche nelle altre condizioni di marcia [16].

Va considerato che durante la frenatura di arresto e di emergenza la temperatura sulla tavola di rotolamento è molto alta (circa 250-300°C) mentre nella cartella, in corrispondenza della parte interna del cerchione, si hanno temperature di 35-45°C: in queste condizioni il gradiente

*the link between the economic growth and the growth of transport, without restrictions to the transport of the goods, but through a more efficient exploitation of the means of transport.*

*Amongst the main advantages which derive from the use of intermodal railway transport, the higher energy efficiency is certainly worth being reminded, since the consumption by ton/kilometre is lower than the one of the commercial road vehicles, provided the trains are exploited at their full load capacity. However, in case of insufficient use of the payload capacity, or if the initial and final sections of the intermodal transport, which are generally performed by road traction, are particularly long, trains may appear - on the energy point of view - to be less efficient than road transport, because of the remarkable technological progress achieved in the commercial vehicle industry.*

## 4.2. Issues in the service of the freight trains

*Since the masses involved are remarkably greater than the ones of the passenger trains, and in the perspective of the concrete opportunity of setting up long trains (of lengths greater than 500 m, hopefully 700-750 m), covering longer average distances than the current ones, special attention should be paid to measures aimed at the definition of optimum speed profiles, which can contain energy consumption both in traction and in braking, where it would be appropriate to minimise the dissipated energy in order to contain the progressive wear of the brake shoes, and their related maintenance costs.*

*The braking system is particularly stressed in the freight trains which cover high grade lines (e.g. the lines across Alpine passes) or - in any case - lines submitted to continuous cycles of acceleration/braking for close stops or or complying with widely heterogeneous speed limits between subsequent line stretches.*

*Shoe braking is characterised by the action of the shoes on the tapered surface of the turning surface. Braking can be applied, by the action of the shoes on the wheels, either to contain the speed at a given grade, or to take the vehicle to a complete stop. The former case is typical on the vehicles running downhill, like for example in the Gotthard line, which features average grades of 15.2‰ for a length of 46 km. During such prolonged containment braking, the temperature on the wheels tends to reach values even greater than 500°C, which sometimes alters the features of both the shoe and the wheel material, with a subsequent variation in the friction between them.*

*Differently, in case of braking to stop, the shoes actions last shorter times, normally not generating overheating problems.*

*The shoes and the wheels are therefore submitted to thermal and mechanical stress both when stopping or containing the vehicle, but - whilst the shoes are submitted to stress at the braking stage only - the wheel is under stress in the other running conditions as well [16].*

dovuto alla variazione di temperatura risulta elevato nello spessore del cerchione, causando l'insorgere di tensioni termiche.

Per ciò che concerne la frenatura di contenimento, il problema è determinato dalle elevate temperature a cui giunge il cerchione (si possono raggiungere temperature di 500-600° C): in questo caso la temperatura è elevata ma a causa dell'elevata durata nel tempo della manovra il gradiente termico tra tavola di rotolamento e cartella risulta minore che nel caso della frenatura d'arresto. Tuttavia le temperature elevate alterano le caratteristiche di attrito tipiche dell'accoppiamento ceppo - ruota degradandone le prestazioni. La modalità di condotta dei convogli merci in tali situazioni può essere per questi motivi piuttosto critica (per quanto riguarda sia la condotta del treno sia le sollecitazioni all'impianto frenante) ed è difatti oggetto di istruzione del corso da macchinista.

**4.3. Simulazione di un convoglio merci sulla tratta Torino-Bussoleno**

La seconda parte del lavoro riguarda la simulazione della marcia di un convoglio merci mediante integrazione tabellare dell'equazione del moto, considerando il tratto iniziale della linea Torino-Modane, tra le stazioni di Torino Porta Nuova e Bussoleno, distanti 45,534 km. Il convoglio considerato si compone di 20 carri di tipo Sgns, con un carico di due TEU (container da 20 f), trainati da due locomotori E.402B, posti in testa.

*It must be considered that - during stopping and emergency braking - the temperature on the rim surface is very high (approximately 250 to 300°C), whilst in correspondence of the inner portion of the wheel rim the temperature is approximately 35 to 45°C. In these conditions, the gradient due to the temperature variation is high in the thickness of the wheel rim, generating high thermal stress.*

*As far as containment braking is concerned, the issue is the high temperature reached by the wheel rim (up to 500 to 600° C): in this case, the temperature is high but since the braking manoeuvre is rather prolonged in time the thermal gradient between rim and interior surfaces is minor than in stopping braking case. Nevertheless, the high temperatures alter the friction features of the shoe-wheel pair, thus degrading its performances. For these reasons the driving modality of freight convoys in such conditions could be rather critical (as concerns both the train driving and the stress of the braking system), and it is therefore matter of instruction during the divers courses.*

**4.3. Simulation of a freight train on the Turin-Bussoleno line**

*The second part of the activity concerns the simulation of the operation of a freight train, making use of the tabular integration of the motion equation, considering the initial section of the Turin-Modane line, between the stations of Turin Porta Nuova and Bussoleno, for an overall distance of 45.534 km. The train taken into consideration consists of 20 wagons of the Sgns type, with a load of two TEUs (20 ft. containers), towed by two locomotives of the E.402B type, located at the head.*

*The features of the locomotive and of the wagons are reported respectively in tables 5 and 6, whilst table 7 reports other data relevant to the features of both the train and the infrastructure.*

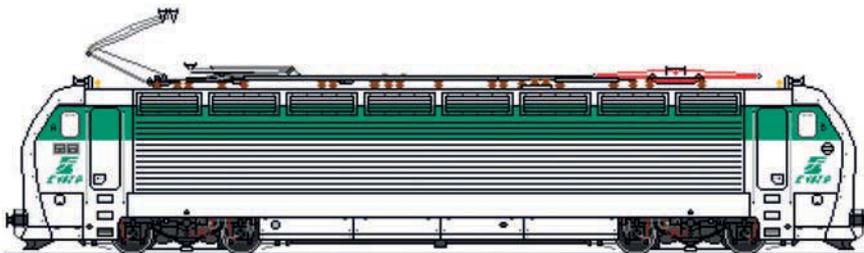
*The train in exam has a length of approximately 432 m, with a total mass of 1338 t, circulating in rank (route group) A, with max speed (allowed by the rolling stock) of 100 kmph. This maximum speed is actually determined by the maximum one admitted by the considered wagons.*

*The method utilised for the simulation of the train run has been the integration of the traction equation, which allows tracing the motion diagram and the calculation of an isolated train.*

*The main purpose of such simulation was to numerically evaluate the*

TABELLA 5 – TABLE 5

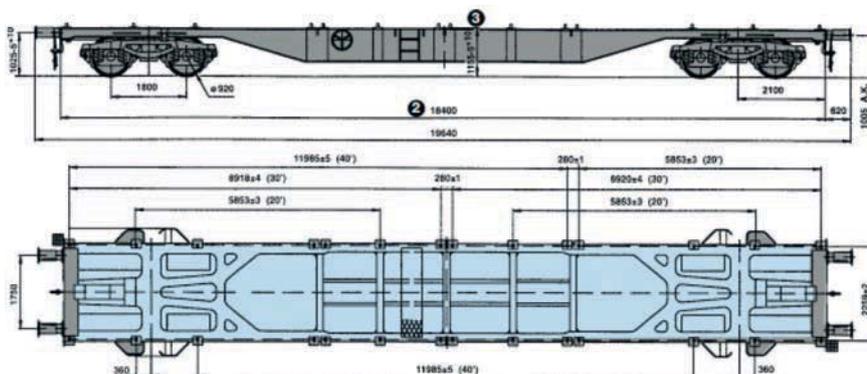
Dati di targa principali e immagine del locomotore E.402B  
Main nameplate data and image of the locomotive E.402B



Locomotore E.402B - Locomotive E.402B	2	Num.
Rodiggio - Wheels arrangement	Bo'Bo'	
Lunghezza - Length	19,42	m
Velocità max - Max speed	200	km/h
Massa - Mass	89	t
Peso locomotore - Weight of the locomotive	873	kN
Potenza max all'avviamento - Max power at start-up	6000	KW
Potenza continuativa alle ruote - continuous power to the wheel	5600	KW
Sforzo di trazione all'avviamento - Traction effort at start-up	280	KN
Massa frenata locomotore - Braked mass of the locomotive	79	t

TABELLA 6 – TABLE 6

Vista laterale, vista in pianta e dati di targa di un carro ferroviario Sgns  
*Side view, plan view and nameplate data of a Sgns wagon*



Marcatatura letterale - Letter marking	Sgns
Massa minima tassabile - Minimum taxable mass	15 t
Capacità di carico massima - Max load capacity	70 t
Lunghezza di carico (2) - Load length (2)	18400 mm
Tara media - Average tare weight	20 t
Altezza superficie di carico dal piano del ferro - Height of the load surface from rail level	1155 mm
Distanza fra i perni dei carrelli - Distance between the trolley studs	14200 mm
Passo esterno - Outside pitch	16000 mm
Lunghezza fuori tutto - Overall length	19640 mm

Carri Sgns del convoglio in esame - Sgns Wagons of the train in exam		
Numero carri - Number of wagons	20	
Velocità max - Max speed	100	km/h
Lunghezza carro - Length of the wagon	19,64	m
Massa di un carro (vuoto) - Mass of a wagon (empty)	18	t
Carico trasportato da un carro - Load transported by a wagon	40	t
Massa di un carro (carico) - Mass of a wagon (loaded)	58	t
Massa frenata carro - Braked mass of the wagon	56	t

Le caratteristiche del locomotore e dei carri sono indicate rispettivamente nelle tabelle 5 e 6.

Nella tabella 7 invece si riportano altri dati inerenti alle caratteristiche del convoglio e dell'infrastruttura.

Il convoglio così costituito ha una lunghezza pari a circa 432 m, con una massa totale di 1338 t, circolante in rango A, con velocità massima (ammessa dal materiale rotabile) pari a 100 km/h. Tale velocità è di fatto condizionata da quella ammessa dai carri in questione.

Il metodo utilizzato per la simulazione della marcia del convoglio è stato quello dell'integrazione dell'equazione della trazione, che consente il tracciamento dei diagrammi del moto ed il calcolo delle prestazioni di un convoglio isolato.

energy dissipated by the train at braking [15], as a function of the braking strength applied. The motion of the convoy was determined by optimising the acceleration, cruising and braking stages, assessing the space required to stop in correspondence to the final station of Bussoleno, and assuming the absence of intermediate stops.

The dissipated energy  $L_{freni}$  (for shoe-wheel friction) values obtained during braking are reported in the table of Table 8, on equal characteristics of the line, of the train and of the indications supplied by the line side, as related to a given braking strength applied as well as to a more or less significant time advance of the same strength. Five braking modalities have been taken into account; each of them corresponds to a precise percentage value of the max. braking strength available. This latter is equal to 3134 kN (see table 6) and it is calculated in adhesion conditions: it represents therefore the maximum theoretical braking effort that the train is able to deploy and it can be used as a landmark.

It can be noticed that the energy  $L_{freni}$  dissipated in braking versus the braking strength applied varies according to a square function of type  $y = -ax^2 + ax + bx + c$ : the value of the diminished energy reduces with the diminution of the strength (fig. 8).

Versus the baseline condition, where the running of the train is optimised on the minimum running time standpoint and using the max. available braking, progressively lower values of dissipated energy  $L_{freni}$  are obtained, with an energy saving of 2.29% (table 8) - if only 20% of the strength available were applied. This situation would imply an advance of the braking action by the driver of approx. 50", a total space covered in braking stage approx. 850 m (table 9) and a lengthening of the running time of 26" only (table 10). In particular, table 8 highlights how, with the reduction of the applied braking strength, in the same space covered in acceleration, lower cruising space can be covered, since the lower intensity of the braking action calls for longer braking space: nevertheless, the energy dissipated for wheels-shoes friction at such stage diminishes with the reduction of the braking stage itself.

On the other hand, the energy dissipated for wheels-shoes friction and the duration of the braking action are linked by

Lo scopo principale di tale simulazione è stato quello di valutare numericamente l'energia dissipata dal convoglio durante la fase di frenatura [15], in funzione della forza frenante applicata. Il moto del convoglio è stato determinato ottimizzando le fasi di accelerazione, regime e frenatura, valutando lo spazio necessario per l'arresto in corrispondenza della stazione finale di Bussoleno, e supponendo l'assenza di soste intermedie.

A parità di caratteristiche della linea, del convoglio e delle indicazioni fornite dalla fiancata, sono stati ottenuti i valori di energia dissipata per attrito ceppo-ruota  $L_{freni}$  durante la frenatura indicati nella tabella 8, in relazione ad una determinata forza frenante applicata, nonché ad un anticipo temporale più o meno importante della stessa applicazione. Sono state considerate cinque modalità di frenatura, ognuna corrispondente ad un preciso valore percentuale della forza di frenatura massima applicabile. Quest'ultima è pari a 3134 kN (si veda tabella 6) ed è calcolata ai limiti dell'aderenza: rappresenta quindi la massima forza frenante teorica che il treno è in grado di sviluppare e può dunque venire adoperata come riferimento.

E' possibile notare come l'energia  $L_{freni}$  dissipata in frenata rispetto alla forza di frenatura applicata vari secondo una legge quadratica del tipo  $y = -ax^2 + ax + bx + c$ : al diminuire della forza, diminuisce il valore di energia dissipata (fig. 8).

Rispetto alla situazione "base", in cui si ottimizza la marcia del treno dal punto di vista del tempo di percorrenza minimo ed utilizzando la massima forza di frenatura disponibile, si ottengono valori di energia dissipata  $L_{freni}$  via via minori, con un risparmio energetico del 2,29% (tabella 7) nel caso si applicasse solo il 20% della forza disponibile. Tale situazione comporterebbe un anticipo dell'azione frenante da parte del macchinista di circa 50 secondi, uno spazio totale percorso in fase di frenatura pari a circa 850 m (tabella 9) ed un allungamento del tempo di percorrenza della tratta di soli 26 secondi (tabella 10). In particolare, la tabella 8 evidenzia come al diminuire della forza frenante applicata, a parità di spazio percorso in accelerazione, sia possibile percorrere uno spazio a regime minore, in quanto la minor intensità dell'azione frenante richiede uno spazio di frenatura maggiore: tuttavia l'energia dissipata per attrito ceppo-ruota  $L_{freni}$  in tale fase diminuisce al diminuire della forza frenante stessa.

TABELLA 7 – TABLE 7

Altre caratteristiche del convoglio  
Other features of the train

Lunghezza del convoglio Length of the train	431,64	m
Massa del convoglio Mass of the train	1338	t
Peso del convoglio Weight of the train	13126	kN
Forza di trazione ai limiti aderenza traction strength at the adhesion limits	437	kN
Percentuale di peso frenato convoglio Percentage of braked weight	95,5	%
Forza di frenatura Braking strength	3134	kN
Coefficiente di aderenza Adhesion coefficient	0,25	
Coefficiente di resistenza al rotolamento Rolling resistance coefficient	2	N/kN
Coefficiente per le masse rotanti Coefficient for the rotating masses	1,08	

TABELLA 8 – TABLE 8

Valori di energia dissipata e relativo risparmio energetico (rispetto alla condizione base) per diversi valori della forza di frenatura applicata  
Values of dissipated energy and relevant energy saving (versus the basic condition) for different values of the braking strength applied

% Forza fren. max % Braking strength max	Forza frenatura applicata Braking strength applied	Energia dissipata in frenata $L_{freni}$ Energy dissipated at braking $L_{freni}$	Risparmio energetico Energy saving
100%	3134 kN	510000 KJ	
80%	2507 kN	508000 KJ	-0,25%
60%	1880 kN	506000 KJ	-0,41%
40%	1253 kN	502000 KJ	-0,80%
20%	626 kN	491000 KJ	-2,29%

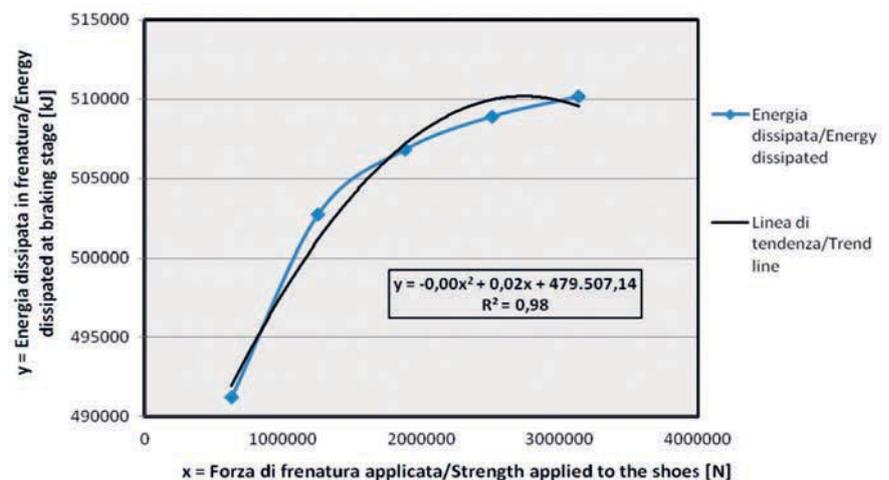


Fig. 8 - Energia dissipata in fase di frenatura  $L_{freni}$  in funzione della forza applicata ai ceppi.  
Fig. 8 - Energy dissipated  $L_{freni}$  at braking stage as a function of the strength applied to the shoes.

Diversamente l'energia dissipata per attrito ceppo-ruota  $L_{freni}$  e la durata dell'azione frenante sono legati da una legge di tipo lineare, con una durata minima di circa 12 secondi nel caso di massima applicazione della forza ed una durata massima di 62 secondi nel caso di minimo valore di sforzo frenante e minima energia dissipata (fig. 9).

Tuttavia, se ci si focalizza sul consumo energetico del "sistema treno" e non solo sull'impianto frenante, risulta necessario ricordare che l'energia dissipata ai ceppi in fase di arresto o rallentamento è solo una limitata quota dell'energia che viene spesa durante l'esercizio. E' noto infatti che in tale bilancio è necessario tenere conto delle tre tipologie di resistenze che si oppongono al movimento dei rotabili: resistenze ordinarie (attrito ruota/rotaia, attrito ai cuscinetti, resistenze aerodinamica, resistenza dovuta alla perdita di energia negli organi di sospensione), resistenze accidentali (resistenza in curva e livellette) e resistenze d'inerzia (resistenze che si manifestano all'avviamento o durante la fase di accelerazione). In particolare, per velocità superiori a 80-90 km/h, la resistenza aerodinamica diventa sovente preponderante sulle altre.

Da un punto di vista matematico è possibile quindi scrivere la seguente uguaglianza:

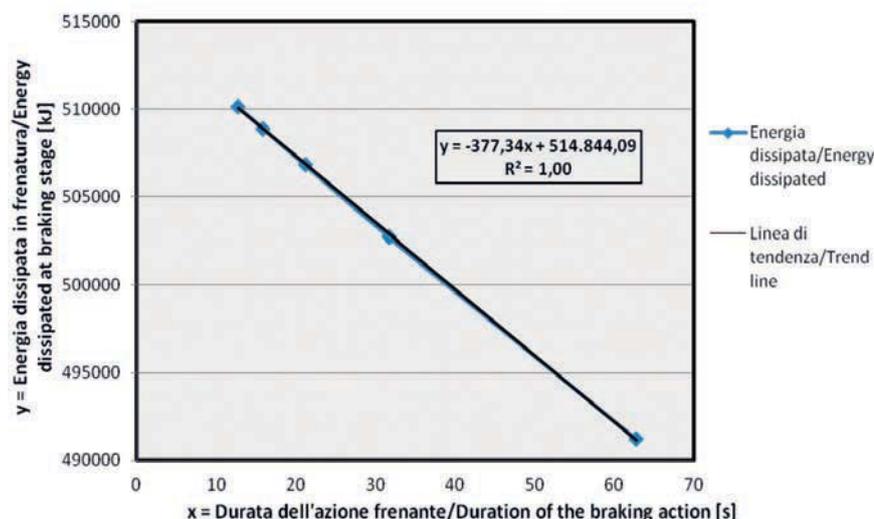


Fig. 9 - Energia dissipata in fase di frenatura  $L_{freni}$  in funzione della durata dell'azione frenante.  
 Fig. 9 - Energy dissipated  $L_{freni}$  at braking stage as a function of the duration of the braking action.

TABELLA 9 – TABLE 9

Valore degli spazi percorsi nelle tre fasi del moto in funzione della forza frenante applicata

Value of the spaces covered in the three motions stages as a function of the braking stage applied

% Forza fren. max % Braking strength max	Spazio accel. Acceleration space	s regime s cruising	Spazio frenat. braking space	Anticipo sp. fren. Braking space advance
100%	2384 m	42973 m	175,5 m	
80%	2384 m	42930 m	218,9 m	43,3 m
60%	2384 m	42858 m	290,8 m	115,3 m
40%	2384 m	42716 m	433,1 m	257,5 m
20%	2384 m	42301 m	848,1 m	672,6 m

TABELLA 10 – TABLE 10

Durata delle tre fasi del moto in funzione della forza frenante applicata  
 Duration of the three stages of the motion as a function of the braking stage applied

% Forza fren. max % Braking strength max	Tempo accelerazione Acceleration time	Tempo regime Cruising time	Tempo frenatura Braking time	Tempo totale Total time	Anticipo t frenatura Braking advance t
100%	147 s	1629 s	12,7 s	1789 s	
80%	147 s	1627 s	15,9 s	1790 s	3,1 s
60%	147 s	1625 s	21,1 s	1793 s	8,4 s
40%	147 s	1620 s	31,6 s	1798 s	18,9 s
20%	147 s	1605 s	62,7 s	1815 s	50 s

a linear relationship, with a minimum duration of approximately 12" in case of maximum application of the strength and maximum duration of 62" in case of minimum value of braking effort and minimum dissipated energy (fig. 8).

Nevertheless, if the focus is on the energy consumption of the "train system" and not only on braking, it is worth reminding that the energy dissipated to the brake shoes during the stop or slowing-down stages is just a limited portion of the energy spent during the operation. It is known that such balance must take into account the three types of resistances which oppose the motion of the rolling stock, namely: ordinary resistances (wheel/ rail friction, friction in the bearings, aerodynamic resistance, resistance due to the loss of energy in the suspension organs), accidental resistances (resistance due to curves and slopes) and inertial resistance (resistances which appear at start-up or during the acceleration stage). In particular, for speeds greater than 80-90 kmph, the aerodynamic resistance frequently prevails on the other ones.

$$E_{potenziale} + E_{cinetica, iniz.} = E_{cinetica, fin.} + L_{aerodin.} + L_{attrito} + L_{freni} + L_{resist.accidentali} + L_{inerzia}$$

in cui

- $E_{potenziale}$  rappresenta l'energia potenziale che il treno possiede per la sua specifica posizione rispetto ad un punto successivo del tracciato situato a quota inferiore;
- $E_{cinetica, iniz.}$  è la quantità di energia cinetica, pari ad  $\frac{1}{2} M_{TOT} v_i^2$ , posseduta dal treno all'inizio della fase di frenatura (ovvero al termine della fase di accelerazione);
- $E_{cinetica, fin.}$  è la quantità di energia cinetica, pari ad  $\frac{1}{2} M_{TOT} v_f^2$ , posseduta dal treno alla fine della fase di frenatura;
- $L_{aerodin.}$  è il lavoro svolto dalle forze aerodinamiche durante la fase di frenatura, dove la resistenza aerodinamica è pari a  $L_{aerodinamica} = \frac{1}{2} \rho C S v^2$ , in cui  $\rho$  è la densità dell'aria,  $C$  è il coefficiente di forma dovuto al profilo geometrico del convoglio,  $S$  è l'area della superficie trasversale dello stesso;
- $L_{attrito}$  è il lavoro dovuto alle forze di attrito (contatto ruota/rotaia, forze nei cuscinetti e negli organi di sospensione);
- $L_{freni}$  è il lavoro attribuito al sistema frenante, dovuto all'applicazione della forza di frenatura (energia dissipata per attrito ceppo-ruota);
- $L_{resist.accidentali}$  è il lavoro dovuto alla forza di gravità ed alla resistenza in curva;
- $L_{inerzia}$  è il lavoro compiuto dalle forze di inerzia che si manifestano durante la fase di accelerazione: è fornito dal prodotto dello spostamento per il termine inerziale ( $\beta \cdot M_{TOT} \frac{dv}{dt}$ ) dell'equazione del moto, dove  $\beta$  è il coefficiente di omogeneizzazione delle masse rotanti, il quale introduce gli effetti di quest'ultime sull'inerzia complessiva del treno.

Si noti come al secondo membro, eccezion fatta per  $E_{cinetica, fin.}$  (che alla fine della fase di frenatura assume di fatto un valore nullo, in quanto  $v_f = 0$ ), tutti i contributi siano negativi, in quanto le resistenze citate sono di carattere dissipativo (lavoro negativo).

Soffermando l'attenzione su quest'ultima fase del moto per le diverse simulazioni effettuate, trascurando per i motivi suddetti l'energia potenziale posseduta dal treno alla fine della fase di accelerazione, e ponendo  $L_{inerzia} = 0$  (in quanto il treno è in decelerazione), è possibile riscrivere la precedente relazione come:

$$\Delta E_{cinetica} = E_{cinetica, iniz.} - E_{cinetica, fin.} = L_{aerodin.} + L_{attrito} + L_{freni} + L_{resist.accidentali}$$

ovvero la variazione di energia cinetica per tutti gli scenari analizzati - a parità di resistenze accidentali - è la medesima (tutti i convogli raggiungono infatti a regime la velocità di 100 km/h) ed è trasformata, durante la fase di ar-

On a mathematic point of view the following equation can be written

$$E_{potenziale} + E_{cinetica, iniz.} = E_{cinetica, fin.} + L_{aerodin.} + L_{attrito} + L_{freni} + L_{resist.accidentali} + L_{inerzia}$$

where:

- $E_{potenziale}$  represents the potential energy due to the specific position of the train for its specific position vs. a following point of the track located at lower altitude;
- $E_{cinetica, iniz.}$  is the quantity of kinetic energy, equal to  $\frac{1}{2} M_{TOT} v_i^2$ , of the train at the beginning of the braking stage (i.e. at the end of the acceleration stage);
- $E_{cinetica, fin.}$  is the quantity of kinetic energy, equal to  $\frac{1}{2} M_{TOT} v_f^2$ , of the train at the end of the braking stage;
- $L_{aerodin.}$  is the work of the aerodynamic strengths during the braking stage, where the aerodynamic resistance is equal to  $L_{aerodinamica} = \frac{1}{2} \rho C S v^2$ , where  $\rho$  is the density of the air,  $C$  is the form factor due to the geometric profile of the train,  $S$  is the area of its guide surface;
- $L_{attrito}$  is the negative work due to the friction strengths (wheel/rail contact, strengths in the bearings and in the suspension organs);
- $L_{freni}$  is the mechanical work allocated to the braking system, due to the application of the braking strength (energy dissipated for shoe-wheel friction);
- $L_{resist.accidentali}$  is the work due to gravity and to the curve resistance;
- $L_{inerzia}$  is the work exerted by the inertial strengths which manifest during the acceleration stages: it is given by the product of the displacement for the inertial term ( $\beta \cdot M_{TOT} \frac{dv}{dt}$ ) of the motion equation.  $\beta$  is the rotating masses coefficient, introduced for modeling their influence on the overall inertia of the train.

It is worth noticing that at the second member, with the exception of  $E_{cinetica, fin.}$  (which, at the end of the braking stage, actually takes a null value as  $v_f = 0$ ), all the contributions are negative, since the resistances mentioned are of dissipative character (negative work).

Focusing on this last stage of the motion, due to the different simulations performed, overlooking - for the aforementioned reasons - the potential energy of the train at the end of the acceleration stage, and setting  $L_{inerzia} = 0$  (since the train is in deceleration), the previous ratio can be written as:

$$\Delta E_{cinetica} = E_{cinetica, iniz.} - E_{cinetica, fin.} = L_{aerodin.} + L_{attrito} + L_{freni} + L_{resist.accidentali}$$

in other terms, the variation of kinetic energy for all the analysed scenarios - at the same accidental resistances - is the same (all the trains reach the cruising speed of 100 km/h) and is transformed - during the stop stage - in nega-

resto, in lavoro (negativo) compiuto dalle forze aerodinamiche, dalle forze di attrito e dall'azione meccanica esercitata dal freno, che tendono a rallentare via via il treno.

Tuttavia, supponendo di trascurare il contributo dovuto al contatto ruota/rotaia, alle forze scambiate nei cuscinetti e negli organi di sospensione – che insieme all'azione dei freni si manifestano sotto forma di calore dissipato a basse temperature – è possibile affermare che la conversione di tale energia cinetica sia affidata al lavoro di tali forze dissipative secondo apporti differenti: tanto maggiore sarà l'azione frenante applicata (tanto più breve quindi sarà la durata della fase di frenatura) tanto più importante sarà il contributo  $L_{freni}$ , mentre più basso sarà  $L_{aerodin.}$  (il lavoro negativo viene attribuito principalmente all'azione meccanica); viceversa, ad un'azione frenante più contenuta, effettuata con un certo anticipo da parte del macchinista, corrisponde un più alto contributo del lavoro resistente delle forze aerodinamiche che, di per sé, tenderanno "naturalmente" a rallentare il treno, con una conseguente riduzione dell'energia cinetica dissipata facendo ricorso all'azione dei freni. Ciò emerge dalle simulazioni numeriche effettuate, in cui un'azione frenante più ridotta in valore, anche se applicata per un tempo maggiore, conduce ad una minor usura del freno per rallentare il medesimo convoglio, in quanto, rispetto agli altri casi, si attribuisce tale quota di energia necessaria all'arresto all'azione della resistenza aerodinamica.

#### 4.4. Modellazione analitica dei consumi energetici in fase di frenatura per un convoglio merci

A partire dai primi risultati ottenuti nelle simulazioni precedenti, si è cercato di trovare una relazione matematica che permettesse di valutare i consumi energetici interessanti la fase di frenatura nel caso più generale possibile.

Considerando lo stesso convoglio della simulazione precedente e la stessa distanza di percorrenza (45,534 km), ma ipotizzando pendenze trascurabili della linea, ci si è proposti di valutare l'energia dissipata in frenatura non solo in funzione della forza frenante applicata, ma anche in funzione della massima velocità raggiunta durante la marcia.

Per ogni velocità massima stabilita (intervalli di 20 km/h, da 100 km/h a 20 km/h), si è ipotizzato quindi di simulare la marcia del treno merci, definendo una fase di accelerazione iniziale per il suo raggiungimento, una fase di regime ove il convoglio mantiene tale velocità ed una fase di frenatura, con diversi valori di forza frenante applicata e con tempi di percorrenza conseguentemente differenti in funzione dello scenario considerato.

La condizione ottimale dal punto di vista della durata del viaggio - ma peggiore dal punto di vista energetico - è sicuramente quella che prevede una velocità massima di 100 km/h e forza di frenatura applicata massima ai limiti dell'aderenza. Al contrario, una marcia a velocità massima pari a 20 km/h con forza di frenatura applicata pari al 20% dello sforzo massimo frenante teorico, sebbene comporti un risparmio energetico notevole, implica tempi di percorrenza

*tive work performed by the aerodynamic strengths and by the mechanical action exerted by the brake, which tend to progressively slow down the train.*

*Nevertheless, if we assume to overlook the contribution due to the wheel/rail contact, to the strengths exchanged in the bearings and in the suspension organs - which, together with the action of the brakes, manifest as heat dissipated at low temperatures - it can be stated that the conversion of such kinetic energy is entrusted to the work of the dissipative strength in different contributions: the greater the braking action applied is (and - therefore - the shorter the braking stage) the more significant the contribution of  $L_{freni}$  will be, whilst  $L_{aerodin.}$  will be lower (the negative work is mainly ascribed to the mechanical action); on the other hand, a more contained braking action, performed by the driver with some advance, corresponds to a higher contribution of the aerodynamic strengths that - per se - will "naturally" tend to slow down the train, with a subsequent reduction of the dissipated kinetic energy thanks to the action of the brakes. These results from the numerical simulations performed, where a braking action of lower value applied to slow down the same train - even though applied for longer time - leads to lower wear of the brake, since - versus the other cases - the energy share required for the stop is ascribed to the action of the aerodynamic friction.*

#### 4.4. Analytical modelling of energy consumption at the braking stage for a freight train

*Starting from the results achieved in the previous simulations, a mathematical ratio has been sought for assessing the energy consumption involved in the braking stage in the most general case.*

*Considering the same train of the previous simulation and the same coverage distance (i.e. 45.534 km), but assuming negligible grades of the line, we have aimed at assessing the energy dissipated at braking not only as a function of the braking effort applied, but also of the maximum speed reached during running.*

*For each maximum speed established (intervals of 20 kmph, from 100 kmph to 20 kmph), we have therefore assumed to simulate the running of the freight train, defining an initial acceleration stage to reach it, a cruising speed stage where the train keeps such speed and a braking stage, with different values of braking strength applied, with different running times as a function of the considered scenario.*

*The optimum condition as related to the duration of the trip - which is though worse on the energy point of view - is certainly the one which involves a maximum speed attained of 100 kmph and a maximum braking strength at the limits of adherence. On the other hand a run at the maximum speed equal to 20 kmph with applied braking strength equal to 20% of the maximum theoretical braking effort - even though it would apply remarkable energy savings - involves a too high running times which*

elevati e potenzialmente penalizzanti dal punto di vista della potenzialità della linea (tabella 11). In tabella 11, nella quarta colonna, per ogni velocità, sono riportati i valori di energia dissipata in frenata massimi (in rosso) e minimi (in grigio). Nella quinta colonna, per ogni velocità, vengono indicati i risparmi energetici % rispetto al caso di massima applicazione della forza frenante (100%); nella settima colonna sono stati determinati tali risparmi rispetto alla condizione che minimizza il tempo di viaggio ( $v_{max}=100$  km/h, %Forza frenante ai limiti dell'aderenza=100%).

Nella tabella 12 sono riportati anche gli spazi percorsi durante le tre fasi del moto del convoglio, per ogni scenario simulato. In tabella 12 nella seconda colonna è riportata la percentuale di forza frenante massima (ai limiti dell'aderenza) considerata per ogni simulazione. La terza, quarta e quinta colonna riportano rispettivamente lo spazio percorso in fase di accelerazione, regime e frenatura.

Per ogni valore di velocità massima, una frenatura teorica ai limiti dell'aderenza (100% della forza frenante disponibile) potrebbe essere associata ad uno stile di condotta di un macchinista poco esperto o poco pratico della

penalises the line capacity (table 11). In table 11, the fourth column reports - for each speed - the maximum (red) and minimum (grey) values of dissipated energy. The fifth column reports - for each speed - the percent of energy saving, in case of higher application of the braking strength (100%). The seventh column reports - on the other hand - the saving versus the condition which minimises the travel time (i.e.  $v_{max}=100$  kmph, 100% of braking strength at the adherence limits). The table 12 also reports the space covered during the three stages of the train motion for each simulated scenario. In table 12, the second column reports the percentage of maximum braking strength (at adherence limits) considered for each simulation. The third, fourth and fifth columns report the space covered during the stages of acceleration, cruising and braking, respectively.

For each value of maximum speed, a theoretical braking to the limits of adherence (100% of the braking speed available) could be associated to the style of an inexperienced driver, or - at least - with little experience on the line who does not anticipate the braking action or the traction cut and then

TABELLA 11 – TABLE 11

Valori dell'energia dissipata in frenatura  $L_{freni}$  in funzione della forza applicata ai ceppi per differenti velocità massime d'esercizio  
 Value of the energy dissipated at braking  $L_{freni}$  as a function of the strength applied to the shoes for different maximum service speeds

v max Maximum speed	% Fr. % max brak. force	Forza Fr.[N] braking [N]	E FRE. [KJ] Energy dissipated du- ring braking stage [kJ]	E FRE.	Risp max Maximum saving	Risp. Ass. Absolute saving	t percorr. Travel time [min]
100 km/h	100%	3134000	503900				30,1
	80%	2507000	500400	-0,68%		-0,7%	30,1
	60%	1880000	494800	-1,80%		-1,8%	30,2
	40%	1253000	483900	-3,96%		-4,0%	30,2
	20%	626000	454000	-9,89%	-9,89%	-9,9%	30,5
80 km/h	100%	3134000	351100				36,2
	80%	2507000	316500	-9,84%		-30,3%	36,2
	60%	1880000	313700	-10,66%		-37,2%	36,3
	40%	1253000	308100	-12,25%		-37,7%	36,4
	20%	626000	292400	-16,71%	-16,71%	-38,9%	35,8
60 km/h	100%	3134000	174100				47,0
	80%	2507000	161100	-7,46%	-7,46%	-65,4%	47,1
	60%	1880000	172100	-1,18%		-68,0%	47,1
	40%	1253000	169600	-2,62%		-65,8%	47,1
	20%	626000	162400	-6,73%		-66,3%	47,3
40 km/h	100%	3134000	82200				69,1
	80%	2507000	76800	-6,58%	-6,58%	-83,7%	69,1
	60%	1880000	79800	-2,85%		-84,8%	69,4
	40%	1253000	78900	-3,95%		-84,1%	69,2
	20%	626000	78000	-5,13%		-84,3%	69,3
20 km/h	100%	3134000	20300				136,1
	80%	2507000	20300	-0,29%		-96,0%	136,1
	60%	1880000	20200	-0,77%		-96,0%	136,1
	40%	1253000	20000	-1,72%		-96,0%	136,1
	20%	626000	19800	-2,49%	-2,49%	-96,0%	136,1

linea, il quale non anticipa l'azione frenante o il taglio della trazione, utilizzando quindi tutta la forza frenante ai limiti dell'aderenza; al contrario, una manovra a valori più bassi della forza frenante applicata potrebbe descrivere lo stile di condotta di un macchinista più esperto che, conoscendo le caratteristiche della linea, effettua una frenatura anticipata, minimizzando l'energia dissipata.

Appare altresì chiaro come l'energia dissipata in frenatura aumenti all'aumentare della velocità. In particolare le simulazioni effettuate hanno permesso di affermare che il minimo consumo energetico in frenatura  $y$  [kJ] varia a seconda della velocità massima  $x$  [km/h], secondo una legge polinomiale di 2° grado (fig. 10) del tipo

$$L_{freni} = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$$

dove nello specifico caso in esame i coefficienti valgono

$$a = 45,7; b = 71,1; c = 3809,0$$

A seconda della velocità, si sono riscontrati i consumi minimi (tabella 10):

- applicando il 20% della forza di frenatura massima per velocità comprese tra gli 80 e i 100 km/h;
- applicando il 50% della forza di frenatura per velocità comprese tra i 60 e gli 80 km/h;
- applicando l'80% della forza di frenatura massima per velocità comprese tra i 40 e i 60 km/h;

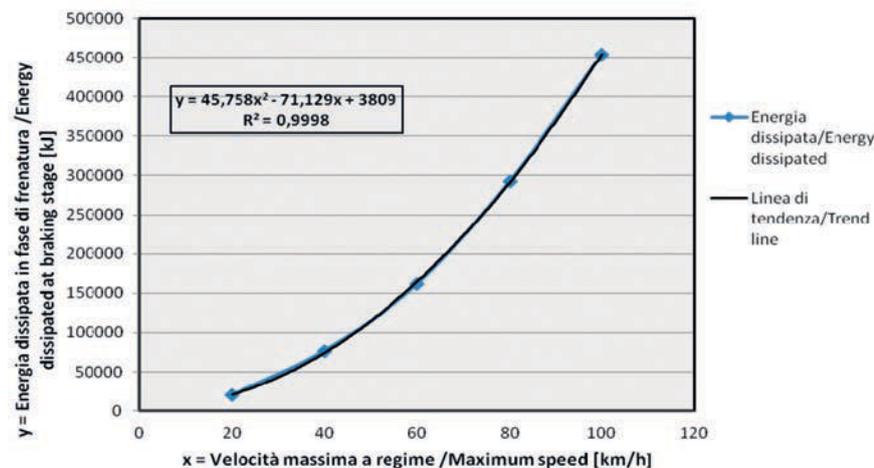


Fig. 10 - Curva dei consumi energetici minimi relativi alla fase di frenatura (energia dissipata ai ceppi del sistema frenante  $L_{freni}$ ).

Fig. 10 - Curve of the energy consumption relevant to the braking stage (energy dissipated to the braking system shoes  $L_{freni}$ ).

TABELLA 12 – TABLE 12

Spazi relativi alle fasi di marcia del convoglio in funzione della forza frenante applicata.

Spaces relevant to the running stages of the train as a function of the braking strength applied

v max Maximum speed	% FR % max brak. force	S acc. [m] Acceleration space [m]	S reg. [m] Cruising space [m]	S fren. [m] Braking space [m]
100 km/h	100%	1601,3	43759,1	173,6
	80%	1601,3	43717,0	215,7
	60%	1601,3	43648,1	284,6
	40%	1601,3	43514,5	418,2
	20%	1601,3	43143,7	789,0
80 km/h	100%	963,9	44458,1	112,0
	80%	966,9	44427,4	139,7
	60%	962,2	44387,9	184,0
	40%	962,2	44300,4	271,5
	20%	966,9	43046,7	520,5
60 km/h	100%	521,2	44949,5	63,3
	80%	521,2	44934,1	78,8
	60%	521,3	44908,5	104,4
	40%	521,2	44858,2	154,6
	20%	521,3	44715,0	297,9
40 km/h	100%	226,3	45279,4	28,3
	80%	226,3	45272,4	35,3
	60%	224,3	45263,4	46,4
	40%	226,3	45238,3	69,4
	20%	226,3	45173,0	134,8
20 km/h	100%	56,2	45470,9	7,2
	80%	56,2	45469,1	8,9
	60%	56,2	45466,0	11,8
	40%	56,2	45460,4	17,6
	20%	56,2	45443,7	34,3

utilises the whole braking strength to the limits of the adherence; on the other hand, a manoeuvre with lower values of the braking strength applied could describe the style of a more experienced driver who - knowing the characteristics of the line - brakes in advance, thus minimising the dissipated energy.

Moreover it clearly appears that the energy dissipated at braking increases as the speed itself increases.

In particular, the simulations performed allowed stating that the minimum energy consumption at braking  $y$  [kJ] varies according to the maximum speed  $x$  [kmph], according to a second order polynomial law (fig. 10) of type

$$L_{freni} = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$$

where - in the specific case - the coefficients are worth

$$a = 45,758; b = 71,129; c = 3809,0$$

Durata delle fasi di marcia del convoglio in funzione della forza frenante applicata  
*Duration of the running stages of the train as a function of the braking strength applied*

v max Maximum speed	%FR % max brak. force	t acc [s] t acc [s]	t reg. [s] t cruising [s]	t fren. [s] t brak. [s]	t tot. [s] t tot. [s]	t tot. [min] t tot. [min]	t anticipo fr. [s] t forward br. [s]
100 km/h	100%	110	1684	13	1806	30,1	
	80%	110	1682	16	1807	30,1	3,1
	60%	110	1680	21	1810	30,2	8,1
	40%	110	1675	30	1815	30,2	17,9
	20%	110	1661	58	1829	30,5	45,6
80 km/h	100%	84	2081	10	2175	36,2	
	80%	84	2077	13	2173	36,2	2,5
	60%	84	2079	17	2180	36,3	6,5
	40%	84	2075	25	2184	36,4	14,5
	20%	84	2015	47	2146	35,8	37,3
60 km/h	100%	61	2753	8	2822	47,0	
	80%	61	2752	9	2823	47,1	1,9
	60%	61	2751	13	2825	47,1	4,9
	40%	61	2748	19	2828	47,1	11,0
	20%	61	2739	36	2837	47,3	28,4
40 km/h	100%	40	4101	5	4147	69,1	
	80%	40	4101	6	4147	69,1	1,3
	60%	40	4118	8	4167	69,4	3,3
	40%	40	4098	12	4151	69,2	7,4
	20%	40	4092	24	4156	69,3	19,2
20 km/h	100%	20	8141	3	8163	136,1	
	80%	20	8140	3	8163	136,1	0,6
	60%	20	8140	4	8164	136,1	1,7
	40%	20	8139	6	8165	136,1	3,7
	20%	20	8136	12	8168	136,1	9,7

- applicando il 50% della forza di frenatura massima per velocità comprese tra i 20 e i 40 km/h;
- applicando il 20% della forza di frenatura per velocità inferiori ai 20 km/h.

Dalla tabella 11 e 13 si evince che il maggior risparmio energetico (-16,7%), a pari velocità di marcia, si ha per convogli che viaggiano alla velocità massima di 80 km/h, considerando uno sforzo frenante applicato pari al 20% della forza massima applicabile, implicando che il macchinista anticipi la frenatura di circa 37,3 secondi rispetto al caso di applicazione del massimo sforzo per l'arresto (v max=80 km/h, %FR= 100%).

Supponendo l'assenza di restrizioni o indicazioni relative a velocità minime o massime d'esercizio (a parte il tetto di 100 km/h legato alla configurazione del convoglio stesso), tale condizione di marcia rappresenta anche un buon trade-off tra consumo energetico in fase di frenatura e tempi di percorrenza, pari in questo caso a 37 minuti circa, con un risparmio energetico del 42% rispetto ad uno stesso convoglio che viaggia alla velocità massima di 100 km/h e il cui macchinista non anticipa la frenatura, dovendo utilizzare quindi il massimo sforzo per l'arresto nella stazione finale (v max=100 km/h e %FR=100%). Velocità di

According to the speed, the minimum consumption was recorded (table 10):

- applying 20% of the maximum braking strength included between 80 and 100 kmph;
- applying 50% of the braking strength included between 60 and 80 kmph;
- applying 80% of the maximum braking strength included between 40 and 60 kmph;
- applying 50% of the maximum braking strength included between 20 and 40 kmph;
- applying 20% of the braking strength for speeds lower than 20 kmph.

Tables 11 and 13 show that the greatest energy savings (-16.7%) are obtained, at the same running speed, for trains which travel at the fastest speed of 80 kmph, considering a braking effort applied equal to 20% of the maximum applicable strength, which implies that the driver advances the braking by approx. 37.3 seconds versus the case of application of the maximum effort to stop (v max=80 kmph, %FR 100%). Supposing the absence of restrictions or indications relevant to minimum and maximum service speeds (apart from the ceil-

marcia più basse, sebbene risultino energeticamente più sostenibili, abbatterebbero troppo la potenzialità della linea a causa dell'allungamento dei tempi di percorrenza (tabella 13), soprattutto in presenza di un traffico di tipo misto.

Se si analizzano le curve di fig. 11, si evince come l'energia di frenatura sia una funzione lineare rispetto al tempo di applicazione della forza per velocità superiori a 40 km/h, mentre si attesti a valori quasi costanti per velocità inferiori: ciò significa che a velocità elevate, anche un anticipo di pochi secondi nell'azione del freno comporta significative riduzioni di energia dissipata. Dall'andamento delle curve è possibile notare come l'energia dissipata ai freni sia una funzione lineare crescente per velocità superiori a 40 km/h rispetto al valore % della forza massima possibile applicata alle suole dei freni per effettuare l'arresto del convoglio. Di fatto l'energia dissipata aumenta all'aumentare della forza applicata. Per velocità inferiori o uguali a 40 km/h invece tale energia assume valori quasi costanti (o comunque cresce in modo molto limitato) per i differenti valori di forza applicata. Ciò significa che a velocità elevate, anche un anticipo di pochi secondi nell'azione del freno permette l'utilizzo di una minor forza frenante, comportando significative riduzioni di energia dissipata ai freni.

Nel grafico di fig. 12 vengono anche rappresentate le rette interpolanti inerenti all'energia dissipata in funzione della durata dell'azione frenante, per ogni valore di velocità di regime considerato. Si considerano le rette interpolanti in quanto sono più significative rispetto ai punti ottenuti tramite integrazione tabellare, affetti da pertur-

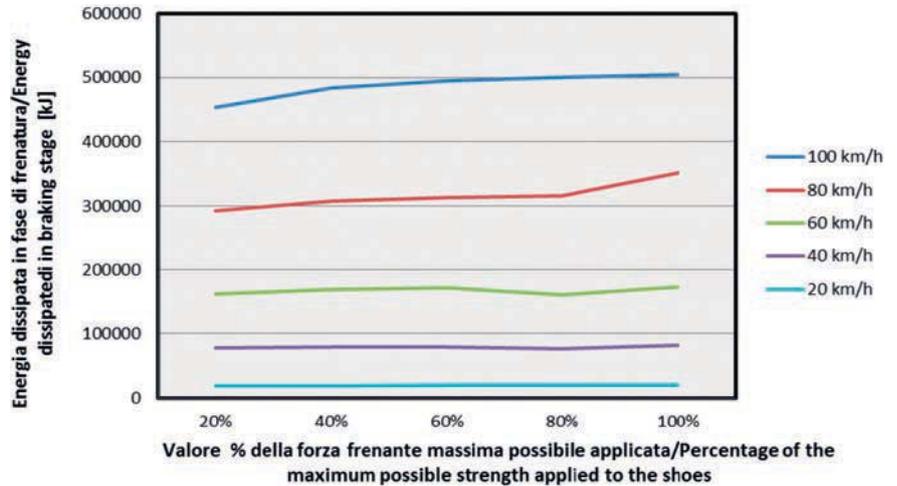


Fig. 11 - Curva dei consumi energetici in fase di frenatura per differenti velocità massime d'esercizio in funzione dell'azione frenante applicata.

Fig. 11 - Curve of the energy consumption at braking stage for different maximum service speeds as a function of the braking action applied.

ing of 100 kmph linked to the configuration of the train), such running conditions represent also a good trade-off between the energy consumption and coverage time, equal - in this case - to approximately 37 minutes, with energy saving of 42% versus the same train traveling at a max. speed of 100 kmph and whose driver does not anticipate the braking, thus having to utilise the max. effort to stop at the final station ( $v_{max}=100$  kmph e  $\%FR=100\%$ ).

Lower running speeds, even though they result to be more energetically sustainable, would excessively reduce the potential of the line because of the lengthening of the run time (table 13), mainly if the line were allocated to mixed traffic.

If the curves in fig. 11 are analysed, it appears that the braking energy is a linear function related the application time of the strength for speeds greater than 40 kmph, whilst it sets to almost stable values for lower speeds: this means that - at high speeds - even an advance of a few seconds in the braking action involves significant reductions in the dissipated energy. From the trend of these curves it is possible to notice how the dissipated energy at brakes is a linear function for speeds greater than 40 kmph with respect to the percent value of the maximum available force applied to the brakes for obtaining the train stop. Actually, the dissipated energy grows with the intensity of applied force. Differently for speeds smaller or equal to 40 kmph this energy features almost constant values for raising values of applied force. This means that at higher speeds

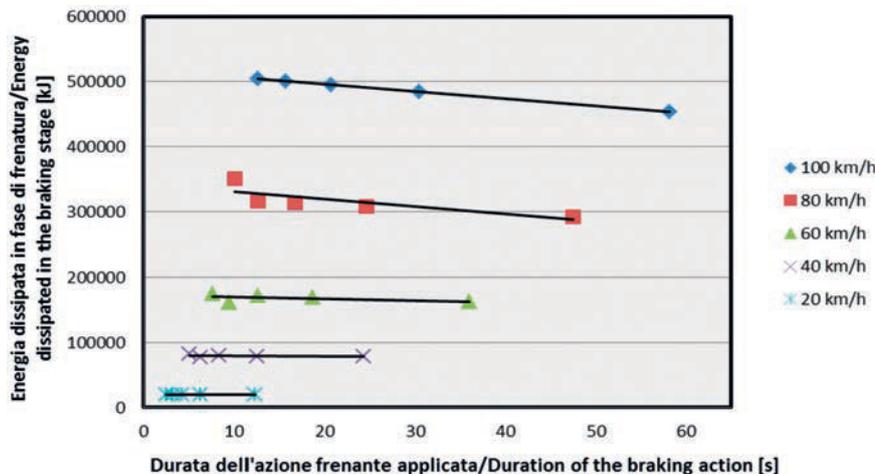


Fig. 12 - Rette interpolanti dei consumi energetici della fase di frenatura per differenti velocità d'esercizio in funzione della durata di applicazione della forza frenante.

bazioni di tipo numerico. Come accennato a riguardo di fig. 11, si nota che a velocità elevate, anche un anticipo di pochi secondi nell'azionamento del freno comporta significative riduzioni di energia dissipata alle ruote. Tale fenomeno è evidente per velocità elevate, mentre si riduce fin quasi a sparire per velocità d'esercizio minori.

Il metodo dell'integrazione dell'equazione del moto ha permesso quindi di individuare una forbice di coppie di valori velocità massima-forza di frenatura applicata, tali da permettere di definire quale sia l'esercizio migliore per il convoglio in questione dal punto di vista energetico e prestazionale, in funzione delle caratteristiche della linea, nonché di valutare come l'esperienza del macchinista possa influire decisamente sulle condizioni di usura dell'impianto frenante.

## 5. Conclusioni

L'articolo presenta una metodologia d'analisi dei consumi in ambito ferroviario in grado di isolare l'influenza di alcuni parametri caratterizzanti la marcia dei convogli, in particolare la massima velocità di marcia e lo sforzo frenante erogato per decelerare il treno. Quest'ultimo in particolare può essere usato come riferimento per modellizzare lo stile di condotta del macchinista. Nella prima parte dello studio presentato vengono presi in considerazione un convoglio passeggeri regionale ed un TGV in marcia sulla tratta Torino-Bardonecchia, confrontando i profili di marcia e di consumo rilevati con apposita strumentazione e quelli calcolati tramite un codice di simulazione.

In ogni caso, alla luce dei risultati ottenuti, pur nelle limitazioni sia del modello che della ridotta quantità dei rilievi effettuati, si può affermare che esiste la possibilità di ottimizzare la frenatura dei convogli passeggeri (di diversa tipologia) su una linea convenzionale e migliorare le prestazioni del materiale rotabile sulla stessa infrastruttura. Nella seconda parte invece viene presentata la simulazione della marcia di un convoglio merci percorrente la tratta Torino-Bussoleno, confrontando scenari diversi per velocità massima ed intensità dello sforzo frenante erogato. Si è riscontrato che per un convoglio merci di 20 carri percorrente una linea in piano alla velocità massima di 80 km/h, con una forza di frenatura applicata pari al 20% di quella massima disponibile, si registra un risparmio energetico in termini di energia dissipata pari al 46% rispetto al caso in cui viaggiasse a 100 km/h e il macchinista applicasse tutta la forza frenante ai limiti dell'aderenza. Questo fatto comporta un incremento del tempo di percorrenza di solo poco più di 5 minuti (+18,7%).

La metodologia presentata ha permesso non solo di valutare le caratteristiche prestazionali dell'esercizio (velocità, accelerazioni, durata delle fasi del moto, potenza necessaria) bensì anche di quantificare - attraverso parametri numerici - la qualità della marcia (e quindi della condotta del macchinista), mediante il calcolo della dura-

*only, even a little anticipation (few seconds) of the braking action permits to reduce the braking effort, such involving significant reductions of the energy dissipated at brakes.*

*The diagram in fig. 12 shows the interpolating lines relevant to the dissipated energy as a function of the duration of the braking action for every value of cruising speed which has been taken into consideration. Interpolating lines are considered since they are more significant than the points obtained through numerical integration, which are affected by numeric perturbations.*

*As pointed out for fig. 11, it is possible to notice that at higher speeds, a little anticipation of the braking action causes a drop of the energy consumptions at brakes. This phenomenon is evident for higher velocities, while decreases - almost disappearing - for lower service speeds.*

*The method of integration of the motion equation has therefore allowed identifying a window of pairs of maximum speed-braking strength applied which allow defining what the best service is for subject train on the energy and performance point of view, as a function of the features of the line, as well as to ascertain that the experience of the driver can certainly influence the rate of wear of the braking system.*

## 5. Conclusions

*The paper presents an analysis methodology for consumptions in railways field able to isolate the influence of some parameters which characterise the trains run, in particular the maximum line speed and the braking effort deployed to decelerate the train. This latter in particular can be adopted as reference for modelling the driver's behaviour. In the first part of the study a passenger regional train and a TGV are taken into account. Runs between Turin and Bardonecchia (I) are considered, comparing the travel consumption profiles (measured with specific equipment) and those calculated with a simulation. Anyhow from the obtained results, taking into account the limitations of the model and the small quantity of measurements done, it is possible to state that it exists the possibility to optimise the braking of passenger trains on a conventional line and to improve the performances of the rolling stock on the same infrastructure.*

*On the other hand in the second part the simulation of a freight convoys is presented, running on the Turin-Bussoleno (I) section. A number of scenarios are compared, each of them featuring different maximum speeds and braking effort intensity. It has been found that for a 20-cars freight convoys running on a flat line at the top speed of 80 kmph, adopting a braking effort equal to 20% of the maximum available one, the energy saving (in terms of dissipated energy) is equal to 46% with respect to the case that the train would run at 100 kmph and the driver would deploy all the braking effort available (at adhesion limits). This*

ta della fase di frenatura (e del suo eventuale anticipo) e della stima dell'energia dissipata meccanicamente.

In base alla caratteristiche del materiale rotabile e della linea è possibile quindi valutare quale sia il miglior profilo di velocità - quindi quale sia lo stile di condotta ottimale che il macchinista dovrebbe adottare - al fine di soddisfare determinati requisiti temporali e/o di consumo energetico, definendo analiticamente opportune relazioni matematiche che legano l'energia dissipata durante la marcia con la velocità e con l'entità della forza frenante applicata, funzioni indirette dello stile di condotta tenuto dal macchinista.

Per il caso di convogli merci si è riscontrato che tanto maggiore è la velocità di marcia del treno, tanto maggiore sarà il risparmio di energia dissipata ai ceppi se si anticipa anche di poco l'istante di azionamento del freno (sebbene comunque l'energia dissipata sarà comunque in termini assoluti sempre maggiore rispetto a regimi di marcia caratterizzati da velocità minori): in particolare, i risultati ottenuti hanno anche dimostrato come lo stile di condotta del macchinista stesso possa notevolmente influenzare l'aspetto energetico dell'esercizio ferroviario. Una condotta del treno caratterizzata da azioni frenanti più contenute, con un anticipo delle stesse anche di pochi secondi, permette di sfruttare l'effetto "naturale" di rallentamento dovuto all'azione delle forze aerodinamiche, contribuendo a diminuire l'energia dissipata meccanicamente dal sistema frenante, che si ripercuote su una minor usura delle componenti, minori interventi manutentivi ed un conseguente allungamento della vita utile dei rotabili stessi.

La metodologia presentata potrebbe d'altro canto essere uno strumento analitico utile sia per definire una correlazione tra l'esercizio del materiale ferroviario e lo stato di usura dell'impianto frenante (in particolare per i treni merci che percorrono linee a forti pendenze) sia per una programmazione del servizio più accurata, che tenga conto anche dell'aspetto energetico. Grazie anche all'introduzione di nuovi sistemi di *segnalamento e controllo*, in grado di modificare attivamente il profilo di marcia che il treno deve mantenere (si pensi, per esempio, ad implementazioni con ETCS-2), le fasi di frenatura potrebbero così essere limitate sia in numero che in intensità, permettendo di monitorare le condizioni di lavoro a cui sono sottoposti i rotabili.

Appare chiaro dunque come la definizione di uno stile di condotta che riduca al minimo l'utilizzo di brusche frenate, favorendo anche tratti a marcia inerziale, rappresenti una possibile soluzione per il raggiungimento di migliori standard di esercizio. Di conseguenza, uno studio attento delle velocità di percorrenza in funzione delle caratteristiche della linea e del materiale rotabile impiegato, in relazione ad uno specifico servizio, potrebbe condurre alla definizione di nuovi parametri per l'esercizio ferroviario, dove il concetto di "contenimento energetico" potrebbe determinare benefici dal punto di vista della razionalizzazione delle risorse, in particolare per quanto ri-

*causes an increase in the running time of some more than 5 minutes (+18.7%).*

*The presented methodology has enabled not only to assess the performance features of the service (speed, acceleration, duration of the motion stages, power required) but also to quantify – in numerical parameters – the quality of the running (and therefore the driving style) through the length calculation of the braking stage (and of its anticipation, if any) as well as of the estimate of the energy which is mechanically dissipated.*

*On the basis of the features of both the rolling stock and the line, it can then be assessed what the best speed profile would be and - subsequently - the optimum style the driver should adopt in order to meet some given time and/or energy consumption requirements, by the analytical definition of appropriate mathematic ratios which link the energy dissipated during the running and with the entity of the breaking strength applied which are indirect functions of the driving style.*

*In the case of the freight trains, it has been realised that the faster the cruising speed of the train is the greater the saving in the energy dissipated to the shoes will be if the instant of the operation of the brake is anticipated, even if by little (even though the dissipated energy shall in any case be greater - in absolute terms – than in lower cruising speeds): in particular, the results obtained have also shown that the driving style may significantly affect the energy performance of the railway service. A driving characterised by more contained braking actions, even if anticipated by a few seconds only, allows exploiting the "natural" effect of slowing down due to the action of the aerodynamic strength, thus contributing to diminish the energy which is mechanically dissipated by the braking system and ensuring lower wear of the components, lower maintenance actions and subsequently lengthening the useful life of the rolling stock.*

*On the other hand, the methodology presented could be a useful analysis tool for defining a correlation between the service of the rolling stock and the state of wear of the braking system (with particular reference to the freight trains which cover lines characterised by steep grades), as well as for a more accurate scheduling of the service, which takes also into account the energy aspect. Thanks also to the introduction of new signalling and control systems, able to actively modify the target running diagram (for example, applications with ETCS-2 could be imagined), the braking stages could then be limited in terms of both number and intensity, allowing the monitoring of the working conditions the rolling stock is submitted to.*

*It is therefore clear that the definition of a driving style which minimises the use of abrupt braking, fostering also coasting stretches, represents a viable solution to attain the best service standards.*

*Consequently, a careful study of the running speeds as a function of the features of both the line and the rolling*

guarda i consumi elettrici e il miglior utilizzo del parco rotabile.

È infine opportuno rimarcare che non si tratta solo di una problematica ambientale, dal momento che la razionalizzazione dei consumi è ormai una tematica che preoccupa sia i gestori delle infrastrutture sia gli operatori da un punto di vista economico, specie nei confronti di altre modalità di trasporto in termini di consumo specifico (kJ/pass-km o kJ/t-km). Non trascurabile sarebbe poi il positivo impatto economico dovuto alla riduzione della *manutenzione anticipata* causata dal consumo eccessivo degli organi di frenatura dell'impianto frenante. I due principali margini d'intervento per ridurre il consumo energetico nell'esercizio sono la definizione di tabelle di marcia ottimali ed efficienti stili di condotta - detti anche "ecodriving" - secondo cui, assegnato un tempo di percorrenza, si definisce il profilo di velocità a cui corrispondano i minimi consumi energetici.

### Ringraziamenti

Non sarebbe stato possibile svolgere questo lavoro senza la collaborazione tra università e aziende. Gli autori ringraziano il Politecnico di Torino, la Faiveley Transport Italia SPA, le Ferrovie dello Stato e le Ferrovie SNCF. In particolare per Trenitalia, gli Ingg. CARILLO, PRESCIANI, CAPOSCIUTTI, DE RISI; per Faiveley Transport Italia SPA gli Ingg. TIONE, PERABONI, CORATELLA, BOTTA, TALONI e PARECCHINI. Per SNCF e Trenitalia-Regione Piemonte si ringraziano i macchinisti e capotreni del convoglio TGV e del convoglio regionale, i quali hanno fornito dati ed informazioni utili per la stesura di questo articolo.

*stock utilised, as a related to specific operation, could lead to the definition of new parameters for the railways service, where the concept of "energy containment" could be beneficial as related to the rationalisation of the resources, with particular reference to electrical consumption and better exploitation of the rolling stock fleet.*

*It is finally worthwhile to remark that this is not just an environment issue, since the consumption rationalisation is now a theme that concerns both the infrastructure managers and the operators from an economical point of view, mainly in regard to other transport modes in terms of specific consumption (kJ/pass-km o kJ/t-km). Moreover the positive economic impact due to the reduction of the unexpected maintenance caused by the over-wear of the braking system would not be negligible as well. The two main intervention directions for reducing the energy consumption are the definition of proper timetables and efficient driving behaviours – also known as "ecodriving" - which allow, once fixed a travel time, to define the speed profile implying the minimum energy consumptions.*

### Acknowledgements

*This work could not be developed without the cooperation between university and companies. The authors want to thank Politecnico di Torino, Faiveley Transport Piosasco SpA, Ferrovie dello Stato and the French Railways (SNCF). In particular, for Trenitalia, Messrs' CARILLO, PRESCIANI, CAPOSCIUTTI, DE RISI; for Faiveley Transport Piosasco SpA, Messrs' TIONE, PERABONI, CORATELLA, BOTTA, TALONI and PARECCHINI. For SNCF and Trenitalia-Regione Piemonte, we wish to thank the drivers and train conductors of the TGV and regional trains, who have provided useful data and information for the drafting of this article.*

### BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] DALLA CHIARA B., RICAGNO R., SANTARELLI M., "Sostenibilità energetica dei trasporti: analisi dei consumi e della soluzione ferroviaria", *Ingegneria Ferroviaria*, vol. LXIII, ISSN: 0020-0956, n. 6, pp. 531-543, giugno 2008.
- [2] DI MAJO F., SCIARRONE G., "Le altissime velocità nel futuro dei trasporti guidati", Centro Studi sui sistemi di Trasporto, 1990.
- [3] Politecnico di Torino, Ingegneria, Dip. DIATI – Sistemi di Trasporto, "Consumi energetici nell'esercizio ferroviario", Report interno da uno studio effettuato per Consul System SpA, 2014.
- [4] CHEVRIER R., MARLIÈRE G., RODRIGUEZ J., "Saving Energy in Railway Management with an Evolutionary Multiobjective Algorithm: application and case study", WCCR 2011, 9<sup>th</sup> World Congress on Railway Research, Université Lille Nord de France.
- [5] CUCALA A.P., FERNÁNDEZ A., SICRE C., DOMÍNGUEZ M., "Fuzzy optimal schedule for high speed train operation to minimize energy consumption with uncertain delays and driver's behavioral response", *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 25, pp.1548-1557, 2012.
- [6] KIM K., OH S., HAN M., "A mathematical approach for reducing the maximum traction energy: the case of Korean MRT trains", *Proceedings of the International Multiconference of Engineers and Computer Scientists*, Vol. 3, pp. 2169-2173, 2010.
- [7] MALAVASI G., PALLESCHI P., RICCI S., "Driving and operation strategies for traction-energy saving in mass rapid transit systems", *Proc. Inst. Mech. Eng., Part F: J. Rail Rapid Transit* 225 (5), pp. 475-482, 2011.

- [8] SICRE C., CUCALA A.P., FERNÁNDEZ A., JIMÉNEZ J.A., RIBERA I., SERRANO A., "A method to optimise train energy consumption combining manual energy efficient driving and scheduling", WIT Trans. Built Environ. 114, pp. 549-560, 2010.
- [9] FS – Ferrovie dello Stato, "Prefazione Generale all'orario di servizio 2011".
- [10] DI MAJO F., "Costruzione di materiale ferroviario", Levrotto&Bella, 1979.
- [11] FS – Ferrovie dello Stato, "Capitolato di fornitura della Locomotiva E464 I/VDR.APP.N/F/730.001 – all. 4-3-96 FS".
- [12] FaiveleyTransport, "Descrizione tecnica DT3633\_A00: equipaggiamento del freno ed impianto pneumatico della Locomotiva E464. Piossasco", 06-04-2011.
- [13] FaiveleyTransport, "Sistemi di controllo del Freno Ferroviario – RailwayBrake Control System", FaiveleyTransport Italia, 2006.
- [14] SACCO L., COLTRO N., DALLA CHIARA B., "Calculations of the carrying capacity and energy consumption on the Turin-Modane railway connection: application of models and simulations./Calcolo della potenzialità e dei consumi energetici del collegamento ferroviario Torino-Modane: applicazione di modelli e simulazione", Ingegneria ferroviaria, vol. LXVI, ISSN: 0020-0956, n. 10, pp. 831-858, 2013.
- [15] CARPIGNANO A., "Meccanica dei trasporti ferroviari e tecnica delle locomotive", Levrotto&Bella, Torino, 2003.
- [16] TAGLIAFERRI A., MATRICARDI A., "Nozioni sul freno ferroviario", CIFI - Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, 2001.
- [17] Direzione Generale per le Infrastrutture Ferroviarie e per l'Interoperabilità Ferroviaria - Lavori di adeguamento delle linee esistenti: il Frejus, <http://www.mit.gov.it/>
- [18] Trenitalia ed SNCF - orario di servizio 2011-12.

## Sommaire

### LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DES TRAINS EN FONCTION: SIMULATION, MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE ET INFLUENCE DU STYLE DE CONDUITE

L'article propose une méthodologie d'analyse des consommations énergétiques dans le domaine ferroviaire, et il présente une comparaison entre un modèle de calcul analytique et des mesures, tout en introduisant l'influence sur les consommations de certains paramètres caractérisant le tracé horaire. Dans la première partie l'article présente l'analyse des profils de vitesse mesurés respectivement d'un train passagers régionale et d'un TGV, qui parcourent une ligne traditionnelle à forte pente (la Turin-Modane), en suite les deux profils sont comparés aux profils théoriques obtenus par simulation. A partir de cette comparaison il est donc possible de déduire et quantifier les différences entre le profil de marche effectif et le simulé, lequel, pouvant exploiter complètement les caractéristiques de traction du convoi se caractérise par la moindre durée de parcours possible sur la ligne en examen. Dans la deuxième partie, à travers l'intégration de l'équation du mouvement implémentée sur une feuille de calcul, l'article analyse la marche d'un convoi frette qui parcourt seulement une première partie de la même ligne. Dans cette partie l'analyse se déroule en introduisant des importantes simplifications au fin de simplifier le modèle analytique, comme par exemple en négligeant les effets dû à la géométrie de la ligne (plutôt plaine dans la partie de ligne en considération). Sous telles hypothèses l'article analyse donc l'influence que le tracé horaire et le style de conduite ont sur les consommations énergétiques. Major relief est donné aux aspects énergétiques liés à la phase de freinage, avec les retombées liées - d'impacte économique directe pour les opérateurs de transport - sur l'entretien des freins et salles montées. L'article met enfin en évidence le rôle des particulières solutions technologiques innovatrices présentées.

## Zusammenfassung

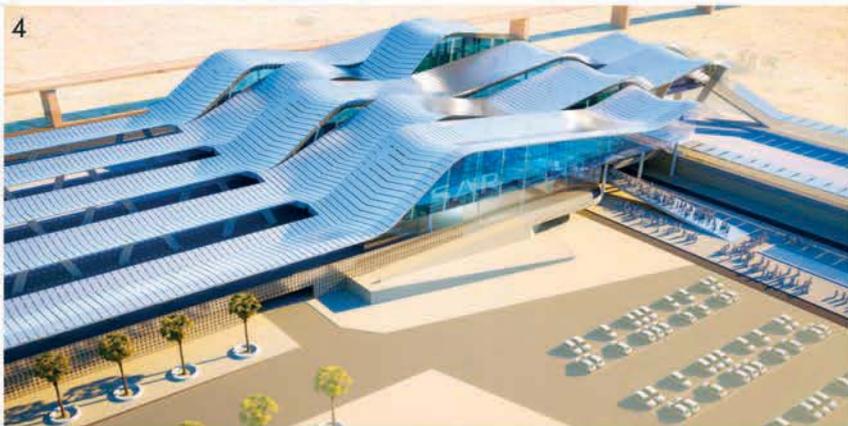
### RECHNUNG UND MESSUNGEN VON ENERGIEBEDARF DER ZÜGEN UND ANALYSE DER BEEINFLÜSSUNG DER FÜHRUNGSWEISE

Vorschlag einer Methode für die Analyse des Energiebedarfs der Zügen. Dafür wird es ein Vergleich entwickelt, der zwischen eine Reihe von gemessener Geschwindigkeitsprofilen und ein berechnetes Geschwindigkeitsprofil stattfindet. Die minimale Laufzeit ist vom berechneten Profil aufgeweint. Es wird auch die Beeinflussung von besonderen Merkmalen der Zeitwegeplänen verdeutlicht.

Ein erster Teil befasst sich von zwei Zugtypen, ein Regio und ein TGV, die auf eine Linie mit hohen Neigungen fahren (im Fall die Turin-Modane). Im zweiten Teil, mittels ein vereinfachten Rechenverfahren, wird es der Zeitwegeplan eines Güterzug simuliert, der auf eine Flachland Linie läuft. Das Vergleich bezieht sich auf die technischen und ökonomischen Folgerungen der Lockführerführungweise, sei es in Fraktion oder in Bremsung, so wie auf der Unterhaltung von Bremsaggregaten und Radsätzen. Es wird auch die Rolle von innovativen Lösungen deutlich gemacht.



**Italferr:**  
soluzioni globali  
per progetti  
ferroviari  
nel mondo



**Italferr**, società d'ingegneria del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, è leader sul mercato italiano e internazionale nella progettazione, nella direzione lavori e nel project management di opere infrastrutturali.

L'esperienza acquisita in 30 anni di servizi di ingegneria specializzata e il know how a livello internazionale sono i motori chiave delle soluzioni tecnologiche e integrate della Società, dalla progettazione fino alla messa in esercizio.

La soddisfazione del cliente è il nostro obiettivo. Giorno dopo giorno le attività di ingegneria di Italferr creano un mondo migliore e rispettoso dell'ambiente.

**1. OMAN**  
PROGETTAZIONE DELLA  
NUOVA RETE FERROVIARIA  
DEL SULTANATO

**2. QATAR**  
PROGETTAZIONE DELLA  
LINEA ROSSA DELLA  
METROPOLITANA DI DOHA

**3. TURCHIA**  
SUPERVISIONE LAVORI E  
REVISIONE DEL PROGETTO  
DEL TUNNEL EURASIA

**4. ARABIA SAUDITA**  
CONCEPT ARCHITETTONICO  
DELLA STAZIONE DI JEDDAH  
NELL'AMBITO DEL SAUDI  
LANDBRIDGE RAILWAY PROJECT

**5. ITALIA**  
DIREZIONE E SUPERVISIONE  
LAVORI EXPO MILANO 2015



## Verso sistemi di trasporto pubblico intelligenti e sostenibili migliorando il livello e la qualità del servizio

### *Smart and sustainable public transport systems through improving level and quality of service*

Prof. María Eugenia LÓPEZ-LAMBAS<sup>(\*)</sup>  
PhD. Ing. Rocío CASCAJO<sup>(\*\*)</sup>

#### 1. Premessa

I bus vengono considerati sistemi lenti, di basso comfort e scarsa affidabilità, da lì la loro cattiva immagine. Nel contesto del progetto 3iBS (2012) sono stati analizzati alcuni esempi di soluzioni innovative e/oppure efficaci nei riguardo del Livello di Servizio (LoS) allo scopo di fornire a professionisti e autorità linee guide utili a rinforzare la competitività del bus nel contesto urbano.

L'identificazione di indicatori chiave riguardo a veicoli, infrastruttura ed esercizio è stata possibile attraverso l'analisi dei casi di studio di Barcellona (Spagna), Cagliari (Italia), Londra (Regno Unito), Parigi e Nantes (Francia). Il confronto incrociato tra i casi di studio è stata fatto per confrontare il livello di raggiungimento dei differenti obiettivi considerati. L'informazione acquisita sulle questioni normative, finanziarie e tecniche consentono l'identificazione di un set di fattori specifici che influiscono sull'implementazione di uno schema di trasporto di alta qualità e pone le basi per la elaborazione delle linee guide per la realizzazione di sistemi di bus intelligenti, innovativi e integrati, e l'identificazione delle principali barriere da affrontare.

#### *Lista delle abbreviazioni*

3iBS	Intelligent, innovative integrated, bus system;
AVL	Automatic Vehicle Location;
AVM	Automated Vehicle Management;
BHLS	Buses with a High Level of Service;
CNG	Compressed Natural Gas;

#### 1. Preamble

*Buses are considered a slow, low comfort and low reliability transport system, thus its negative and poor image. In the framework of the 3iBS project, several examples of innovative and/or effective solutions regarding the level of service were analysed aiming to provide operators, practitioners and policy makers with a set of Good Practice Guidelines to strengthen the competitiveness of the bus in the urban environment.*

*The identification of key indicators regarding vehicles, infrastructure and operation was possible through the analysis of a set of case studies -Barcelona, Cagliari, London, Paris and Nantes-. A cross comparison between the case studies was carried out for contrasting the level of achievement of the different criteria considered. The information provided on Regulatory, Financial and Technical issues allows the identification of a number of specific factors influencing the implementation of a high quality transport scheme, and set the basis for the elaboration of a set of Guidelines for the implementation of a smart and sustainable bus system, including the main barriers to be tackled.*

#### List of abbreviations

3iBS	Intelligent, innovative integrated, bus system;
AVL	Automatic Vehicle Location;
AVM	Automated Vehicle Management;
BHLS	Buses with a High Level of Service;

<sup>(\*)</sup> Prof. Associato di Trasporto, Dipartimento di Ingegneria Civile e Trasporto, Universidad Politécnica de Madrid,

<sup>(\*\*)</sup> Corresponding author. Ricercatrice, TRANSyT- Transport Research Centre - Universidad Politécnica de Madrid.

<sup>(\*)</sup> Professor of Transport at Universidad Politécnica de Madrid, Civil Engineering & Transport Department.

<sup>(\*\*)</sup> Corresponding author. Senior Research Associate at TRANSyT- Transport Research Centre - Universidad Politécnica de Madrid.

CUNA	Commissione tecnica di UNificazione nell'Autoveicolo;	CNG	Compressed Natural Gas;
EBSF	European Bus System of the Future;	EBSF	European Bus System of the Future;
EEV	Environmental Enhanced Vehicles;	EEV	Environmental Enhanced Vehicles;
IT	Information technology;	IT	Information technology;
ITCS	Intermodal Transport Control System;	ITCS	Intermodal Transport Control System;
ITS	Intelligent Transport Systems;	ITS	Intelligent Transport Systems;
LoS	Level of Service;	LoS	Level of Service;
QoS	Quality of Service;	QoS	Quality of Service;
TVM	Trans Val de Marne>;	TVM	Trans Val de Marne;
UITP	Union Internationale des Transports Publics.	UITP	International Association of Public Transport.

## 2. Introduzione: verso un sistema di bus intelligente, innovativo e integrato

Il trasporto urbano è il servizio di interesse generale con cui i consumatori dell'Unione Europea sono meno soddisfatti: il 13% dei cittadini dell'EU-25 ha difficile accesso al trasporto pubblico, mentre il 4% non ha accesso neanche minimamente [1]. Alta qualità e trasporto pubblico conveniente sono la spina dorsale di un sistema di trasporto pubblico sostenibile e la maniera migliore di affrontare la complessità dei sistemi di trasporto urbano è un approccio integrato [2].

Dall'altra parte, secondo la UITP (Unione Internazionale del Trasporto Pubblico) i sistemi urbani e regionali di trasporto in autobus rappresentano una media tra il 50% e il 60% di tutti i passeggeri del trasporto pubblico (30 miliardi per anno) nell'Unione Europea in confronto a 800 milioni di passeggeri che viaggiano in aereo. A livello mondiale, l'UITP stima che l'80% circa di tutti i passeggeri del trasporto pubblico sono trasportati in bus (progetto 3iBS) [3]. Aggiungiamoci che il bus è conveniente, flessibile, personalizzato ai bisogni degli utilizzatori finali in termini di capacità e velocità e non ha bisogno di infrastrutture pesanti.

Oltretutto, le sfide della mobilità aumentano nella società dell'invecchiamento progressivo, dove ci saranno sempre più individui che non potranno guidare né a usare il trasporto pubblico perché non sono abituati. In ogni caso, solo il trasporto pubblico sarà in grado di assicurare un modo di vita indipendente e l'inclusione sociale della grande maggioranza della società.

Inoltre, per migliorare l'efficienza e l'inter-modalità, servono le applicazioni ITS: non solo per meglio gestire la operazione e i servizi di passeggeri, ma anche per la distribuzione urbana delle merci [4].

Sistemi d'informazione, di biglietteria, localizzazione dei veicoli, etc. hanno un ruolo chiave per raggiungere la diversione modale dal veicolo privato al trasporto pubblico, superando le barriere alla mobilità continua (*seamless*), come la lentezza e l'inaffidabilità associate al trasporto pubblico.

## 2. Introduction: towards an intelligent, innovative and integrated bus system

Urban transport is the service of general interest which consumers in the European Union are least satisfied with: 13% EU-25 have difficult access to public transport while 4% have no access at all [1]. High quality and affordable public transport are the backbone of a sustainable urban transport system and the best way to deal with the complexity of urban transport systems is an integrated approach [2]. On the other hand, according to UITP urban and regional bus systems transport account in average for around 50 to 60% of all public transport passengers (30 billion per year) in the EU, compared to only 800 million passengers travelling by air. On a worldwide level, UITP estimates that around 80 % of all public transport passengers are carried by buses [3]. Add to that bus is cheap, flexible, tailored to the needs of end-customers both in terms of capacity and speed, and do not require heavy infrastructure.

Furthermore, mobility challenges increase as well in the ageing society, with an increasing amount of people who will not be able nor to drive their own car neither to use the public transport system since they are not used to. Only public transport will be able to ensure independent living and social inclusion of large parts of society. Besides, to improve efficiency and intermodality ITS applications are needed, not only for a better management of operation and new passenger's services, but for urban freight distribution as well [4]. IT solutions (information systems, ticketing systems, vehicle location systems, etc.) play a key role to achieve the modal shift from private to public transport, by removing barriers to seamless mobility, such as the slowness and unreliability of public transport.

In this context, the bus has proven to be a very efficient public transport mode, a cheap solution that could provide – under certain conditions, i.e. BHLS -, the same level of quality as trams [5], capable of coping with the EC's target of implementing sustainable urban mobility. The 3iBS project - Intelligent, innovative, integrated Bus System -, run between 2012 and 2015, and was conceived to continue striving for increased performance, accessibil-

In questo contesto il bus ha dimostrato di essere un modo di trasporto pubblico efficiente, una soluzione conveniente che può fornire, sotto le condizioni che lo qualificano come BHLS, lo stesso livello di qualità dei tram [5], capace di far fronte agli obiettivi dell'UE riguardo alla implementazione della mobilità urbana sostenibile. Il progetto 3iBS -*Intelligent, innovative, integrated Bus System*, si è sviluppato dal 2012 al 2015 con gli obiettivi di accrescere prestazioni, accessibilità ed efficienza dei sistemi di bus urbani [3]. Il risultati del progetto 3iBS, acquisiti attraverso l'analisi di alcuni casi di studio (Cagliari, Barcellona, Nantes, Parigi e Londra), sono descritti in questo articolo attraverso l'esperienza reale di operatori di trasporto pubblico e rappresentano un contributo per l'elaborazione di linee guida e raccomandazioni per incrementare il Livello o la Qualità del Servizio (LoS or QoS). A questo proposito si devono preventivamente differenziare questi concetti per poter meglio intendere cosa si deve migliorare, perché e come.

### 3. Livello di Servizio (LoS) e Qualità di Servizio (QoS)

Soluzioni di trasporto intelligente ed efficiente sono sempre più necessarie all'aumentare della domanda di trasporto e mobilità, pertanto i requisiti del sistema diventeranno sempre più complessi. Lo sviluppo del sistema di trasporto pubblico intelligente e sostenibile si trova tra le priorità dell'UE [6] e, in questo contesto, è fondamentale migliorare sia il livello, sia la qualità del servizio; e, in primo luogo, fornire una definizione chiara dei concetti utilizzati.

Infatti, anche se il concetto di Alto Livello di Servizio è stato usato diffusamente nella letteratura negli ultimi anni [7] [8] [9] [10], ancora il concetto di LoS non è chiaramente definito. Secondo alcuni autori il livello di servizio di trasporto pubblico viene riferito a convenienza, comfort e sicurezza del viaggio percepita dall'utente [11] [12] [13]. Le classificazioni di LoS, tipicamente da A (migliore) a F (peggiore), vengono usate abbondantemente nella pianificazione del trasporto per valutare i problemi e le possibili soluzioni. Questi sistemi di rating possono essere usati per identificare problemi, fissare indicatori di prestazione e obiettivi, valutare soluzioni potenziali, confrontare posizioni e tracciare le tendenze. Possono, inoltre, essere usati anche per modellizzare la domanda di viaggio e identificare i tipi di miglioramenti che potrebbero aumentare il numero di passeggeri del trasporto pubblico [14].

Secondo la definizione proposta dalla COST Action TU 603-Buses with High Level of Service [9], il Livello di Servizio misura la quantità di servizio secondo quanto è stato pianificato (frequenza, capacità, periodo di servizio, ecc.). Altri autori dichiarano che il trasporto pubblico è basato sulla combinazione di diverse esperienze, fra le quali i tempi di accesso, attesa e trasporto [15].

Talvolta, il concetto di LoS si scambia con quello di QoS. Infatti, in the *Transit Capacity Quality of Service Manual* (TCQSM) [11], il QoS viene definito come "la presta-

*ity and efficiency of the urban bus systems [3]. Based on the results of the analysis of five case studies (Cagliari, Barcelona, Nantes, Paris and London), this paper describes the real experience of Public Transport operators and, then, their contribution to the elaboration of a set of guidelines and recommendations to be applied in order to improve either the Level or the Quality of Service. To this end, a differentiation between LoS (Level of Service) and QoS (Quality of Service) must be made first, since only in that way it is possible to realize what, why and how the improvements should be made.*

### 3. Level of service (LoS) vs Quality of service (QoS)

*Smart and efficient transport solutions are needed as transport demand rises further and requirements on the transport system will become more complex. The development of smart and sustainable public transport system is one of the main research priorities of the European Union [6]. In this framework, it is essential to improve both the level and the quality of service; but, to do so a clear definition of each concept is needed, as stated before.*

*Indeed, although the notion of High Level of Service has been frequently used in the literature in the last years [7, 8, 9 and 10], the concept of LoS it is not clear defined. For some authors transit level of service refers to the convenience, comfort and security of transit travel as experienced by users [11, 12 and 13]. LoS ratings, typically from A (best) to F (worst), are widely used in transport planning to evaluate problems and potential solutions. Such ratings systems can be used to identify problems, establish performance indicators and targets, evaluate potential solutions, compare locations, and track trends. They can also be used for travel demand modelling, to identify the types of improvements that could increase transit ridership [14]. According to the definition provided by the COST Action TU 603 -Buses with High Level of Service- [9], the Level of Service measures the quantity of the service as it is planned (frequency, capacity, operating span, etc.). Other authors state that the transit LoS is based on a combination of the access experience, the waiting experience, and the ride experience [15].*

*Sometimes, the concept of LoS is interchanged with quality of service (QoS). In the Transit Capacity Quality of Service Manual -TCQSM- [11], QoS is defined as the overall measured or perceived performance of transit service from the passenger's point of view. Transit quality of service measures reflects two important aspects of transit service: (1) the degree to which transit service is available to given locations and (2) the comfort and convenience of the service provided to passengers. Quality of service measures differ from both traditional highway service quality measures -which are more vehicle-oriented than person-oriented-, and from the numerous utilization and economic performance measures routinely*

zione complessiva del servizio di trasporto misurato o percepito dal punto di vista del passeggero”. Misurare la qualità del trasporto pubblico riflette due aspetti importanti del servizio di trasporto pubblico: (1) fino a che grado il servizio è disponibile in certe località; (2) il comfort e la convenienza del servizio fornito ai passeggeri. Le unità di misura della Qualità di Servizio sono molto diverse di quelle per misurare, ad esempio, il servizio sulle autostrade, più orientate verso i veicoli che verso le persone, e delle numerose unità di prestazione economica regolarmente raccolte dai gestori di servizi di trasporto pubblico, che tendono a riflettere il punto di vista degli operatori stessi.

In sintesi, la QoS si focalizza su aspetti del servizio che influiscono direttamente su come i passeggeri percepiscono la qualità di uno specifico. Altri autori dichiarano invece che la qualità di un sistema di trasporto pubblico dipende da fattori multipli, come quelli che riguardano il comfort e la sicurezza dentro del veicolo, il tempo di percorrenza e la convenienza ed esistenza di infrastrutture e servizi accessori [16].

In accordo con le definizioni precedenti, nel progetto 3iBS, e particolarmente in questo articolo, Livello di Servizio si riferisce alla quantità di servizi offerti, interazione tra veicolo, infrastruttura, esercizio ed elementi di ITS, mentre Qualità di Servizio si riferisce al punto di vista dei passeggeri e misura i gaps tra i servizi pianificati e i servizi forniti. Poiché tali concetti si differenziano significativamente, essi sono analizzati separatamente e se ne ricer-

collected by the transit industry, which tend to reflect the transit operator’s point-of-view. In short, QoS focuses on those aspects of transit service that directly influence how passengers perceive the quality of a particular transit trip. Other author supports the idea that the quality of a public transport system is covered by many factors, such as considerations relative to comfort and safety within the vehicle, the time taken to cover the routes and the convenience and existence of any supporting infrastructure [16].

Following the above definitions, within the 3iBS project, and in this paper particularly, Level of Service refers to the quantity of services offered -interaction between vehicle, infrastructure, operation and IT elements-, while Quality of Service refers to the passenger’s point of view and measures the gaps between the planned services and the actual provided services. As the two concepts differ from each other, they are analysed separately and enhanced for improving the ridership of the public transport system.

In this context, a number of bus services in different European urban areas are analysed through an ad-hoc qualification [17]. Several criteria for characterising both LoS and QoS are defined, and their definitions are presented in tables 1 and 2.

**4. Analysis of study cases**

*The innovative and/or effective solutions analysed*

TABELLA 1 – TABLE 1

Criteria per la qualifica del LoS  
Criteria for LoS qualification

Componenti Sistema bus <i>Bus System component</i>	Criterio <i>Criterion</i>	Unità / Definizione <i>Units / Definition</i>
Veicoli <i>Vehicles</i>	Età media del parco <i>Average age of the fleet</i>	Anni <i>Years</i>
	Fattore di carico di passeggeri <i>Passenger load factor</i>	Passeggeri-km/posti-km (%) <i>Passenger-km/places-km (%)</i>
Infrastrutture <i>Infrastructure</i>	Corsie esclusive <i>Dedicated lanes</i>	Lunghezza (km) di corsie esclusive di categoria A, B e C <i>Length (km) of dedicated lanes of Category A, B and C</i>
Operazione <i>Operation</i>	ITCS <i>ITCS, Intermodal Transport Control System</i>	Presenza di ITCS per la rete di bus Y/N/parziale <i>Existence of ITCS for the bus network Y/N/partial</i>
	Precedenza ai semafori <i>Priority at traffic signals</i>	Y/N/ parziale <i>Y/N/partial</i>
	Velocità commerciale media nelle ore di punta <i>Average commercial speed in peak hour</i>	Distanza tra capolinea divisa per il tempo del percorso, incluso il tempo delle fermate (km/h) <i>Distance between endpoints divided by the time taken, including the time taken for halts (km/h)</i>
	Frequenza nelle ore di punta <i>Average peak headway</i>	Tempo medio tra 2 bus che passano per lo stesso posto nella stessa direzione o in una rotta nella ora di punta (minuti) <i>Average time between two buses passing the same point travelling in the same direction on a given route during peak hour (minutes)</i>

ca il miglioramento in favore dell'utenza del sistema di trasporto pubblico.

In tale contesto sono stati analizzati, attraverso una qualificazione *ad-hoc* [17], alcuni servizi di bus di diverse aree urbane europee. Nelle tabelle 1 e 2 si mostrano numerosi criteri per caratterizzare LoS e QoS.

*within the 3iBS project have been selected among five European bus systems: Cagliari (Italy), Barcelona (Spain), Nantes and Paris (France), and London (UK). Here we present the main characteristics of each study case [17] and a cross-comparison of the analysis of the level and quality of service.*

TABELLA 2 – TABLE 2

Criteria for the qualification of QoS  
*Criteria for QoS qualification*

Componenti Sistema bus <i>Bus System component</i>	Criterio <i>Criterion</i>	Unità / Definizione <i>Units / Definition</i>
Veicoli <i>Vehicles</i>	Emissioni <i>Vehicle emissions</i>	% di bus nel parco EEV (CNG, Elettrici), Euro V, Euro IV, Euro II and Euro III riguardo al totale del parco <i>% of buses in the fleet of EEV (CNG, Electric), Euro V, Euro IV, Euro II and Euro III with respect to the total fleet</i>
	Consumo di energia per passeggero <i>Energy consumption per passenger</i>	Quantità di energia (termica o elettrica) consumati dai bus della linea in un anno per passeggero trasportato (MJ/pax) <i>Amount of energy (litres of fuel or electric energy) consumed by the buses operating on the line in a year per passenger carried (MJ/pax)</i>
	Accessibilità ai veicoli <i>Accessibility to vehicles</i>	% di bus adattati agli utenti con necessità speciali (pianale ribassato, rampe, acustica, guida visiva) <i>% of buses adapted to users with special needs (low floor, ramp, acoustics, visual guidance)</i>
Infrastruttura <i>Infrastructure</i>	Integrazione urbana <i>Urban integration</i>	Livello di integrazione della linea di bus nella città (barriere, disegno delle fermate secondo la struttura urbana, miglioramento dello spazio tra facciate, ecc.) <i>Level of integration of the bus line within the city (no barriers, design of bus stops according to the urban layout, enhancement of space between "façade", etc.)</i>
	Livello di comfort delle fermate bus <i>Level of comfort of bus stops</i>	Posti, pensiline, ambiente sicuro e pulito <i>Existence of seats, shelter, secure and clean environment</i>
	Qualità delle banchine <i>Quality of docking</i>	Gap orizzontale, misurato come la distanza orizzontale (in cm) tra il marciapiede e il veicolo <i>Existence of seats, shelter, secure and clean environment</i>
Esercizio <i>Operation</i>	Informazione fornita ai passeggeri <i>Information provided to passengers</i>	Orari, tariffe, connessioni, percorsi e prossimo bus in arrivo (tempo reale o informazione statistica, a bordo, ecc.) <i>The information includes schedules, fares, connections, routes and next bus arrival (real time or static information, on-board, etc.)</i>
	Sicurezza: livello di incidenti <i>Safety: level of accidents</i>	Numero annuale di incidenti per 100.000 km percorsi <i>Number of accidents per 100,000 km travelled (per year)</i>
	Qualità del viaggio <i>Ride quality</i>	Guida confortevole e sicura <i>Considering the smooth and safe driving</i>
	Immagine del sistema bus <i>Image of the bus system</i>	Esistenza di un logo del sistema ( <i>branding</i> ), colore specifico (per bus e corsie dedicate) e disegno (di bus e stazioni), campagne di marketing <i>Existence of a logo for the system (branding), specific colour (buses and dedicated lanes) and design (of buses and stations), marketing campaign</i>
	Servizio di biglietteria <i>Ticketing services</i>	Facilità di acquisto del biglietto /pagamento e validazione (tessera intelligente con/senza contatto), biglietto integrato per tutti i modi di trasporto pubblico <i>Easiness of ticket purchase/payment and validation (contactless smart card, or not), integrated ticket for all public transport modes</i>

4. Analisi dei casi di studio

Le soluzioni innovative e/o effettive analizzate nel progetto 3iBS sono state scelte tra cinque sistemi di bus europei: Cagliari (Italia), Barcellona (Spagna), Nantes e Parigi (Francia) e Londra (Regno Unito). In questo articolo si presentano le caratteristiche principali di ognuno di loro [17] insieme a un confronto incrociato del livello e della qualità del servizio.

4.1. Cagliari (Italia)

Cagliari è il capoluogo dell'isola italiana della Sardegna. Ha una popolazione di 150.000 abitanti circa, mentre nell'area metropolitana ne abitano più di 480.000. Il caso di studio coinvolge il rinnovamento del parco bus del Consorzio Trasporti e Mobilità (CTM), la compagnia di trasporto pubblico della città di Cagliari, e lo sviluppo di una procedura per misurare la regolarità della Linea 1, la più importante della rete bus del Consorzio, con 13 km di lunghezza.

L'antico parco bus è stato sostituito da veicoli equipaggiati con tecnologia avanzata (motori EURO5/EEV, cambio di velocità automatico di nuova generazione, aria condizionata integrale, sistema informazione multimediale a bordo pienamente integrato con la sala di controllo dove si trova l'AVM, sistema di sorveglianza a bordo) (fig. 1). Il numero di bus sostituiti è stato di 171 e il costo totale del progetto di 35 milioni di Euro circa.

La misura della regolarità per la Linea 1 è basata su una metodologia per gestire i dati grezzi forniti dall'AVL per misurare la componente regolarità del LoS in ogni fermata e intervallo di tempo; i risultati vengono rappresentati in cruscotti e grafici semplici da leggere.

4.2. Barcellona (Spagna)

Barcellona è la seconda città della Spagna, con una popolazione 1.6 milioni circa e 5 milioni nell'area metropolitana. Il caso di studio tratta della ristrutturazione della rete di bus per farne un sistema semplice da utilizzare, efficace ed efficiente e ridurre il tempo medio di viaggio. La nuova rete (fig. 2) consiste di 28 percorsi ortogonali e diagonali le cui caratteristiche principali sono: massima connettività, alta frequenza delle linee, percorso unico per corridoio, 400 m di distanza media tra fermate, 90% dei viaggi garantiti con al massimo un unico scambio. Il progetto è coperto al 100% da finanziamento pubblico e il budget totale è stato di 8 milioni di Euro. Il sistema è stato implementato gradualmente. La prima fase, Ottobre 2012, includeva 5 percorsi e nuova attrezzatura



Fig. 1 – Bus a Cagliari.  
Fig. 1 – Vehicle in the Cagliari bus system.

4.1. Cagliari (Italy)

*Cagliari is the capital of the Italian island of Sardinia. It has nearly 150,000 inhabitants, while its metropolitan area has more than 480,000 inhabitants. The Cagliari's study case involves the bus fleet renewal of CTM, Consorzio Trasporti e Mobilità, the municipal bus transit company, and the development of a method to measure the regularity of the Line 1 -the most important line within the CTM's bus network, with 13 km length-. The old bus fleet was replaced with vehicles characterized by advanced features and equipment (EURO5/EEV engines, new-generation automatic gearbox, integral air conditioning, on-board multimedia information system fully integrated with the AVM control room, on-board video surveillance system) (fig. 1). The number of buses replaced was 171, and the total cost of the project was about 35 Million Euro. Regarding the measurement of regularity for the bus line 1, it consists in a methodology to handle AVL (Automatic Vehicle Location) raw data for measuring the LoS of bus regularity at each bus stop and time inter-*

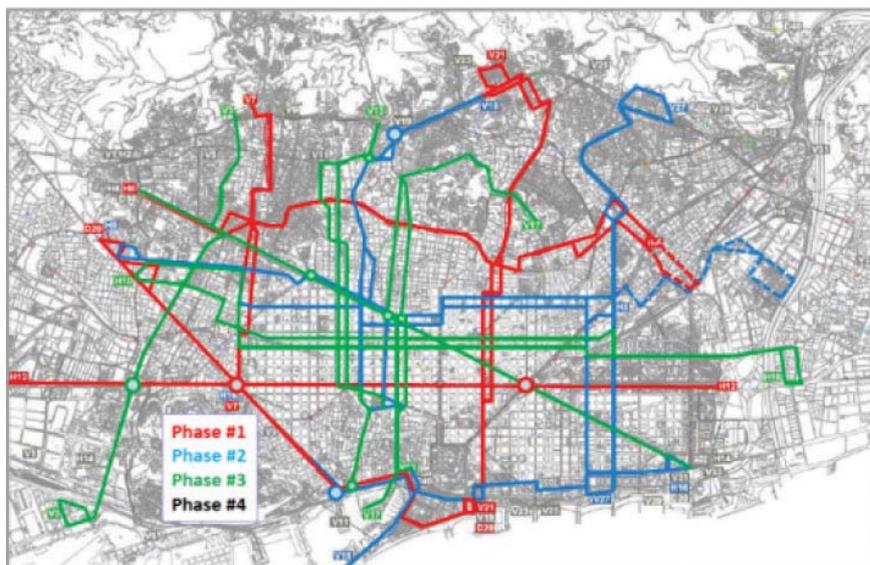


Fig.2 - La rete ortogonale a Barcellona.  
Fig. 2 – Orthogonal bus network in Barcelona.

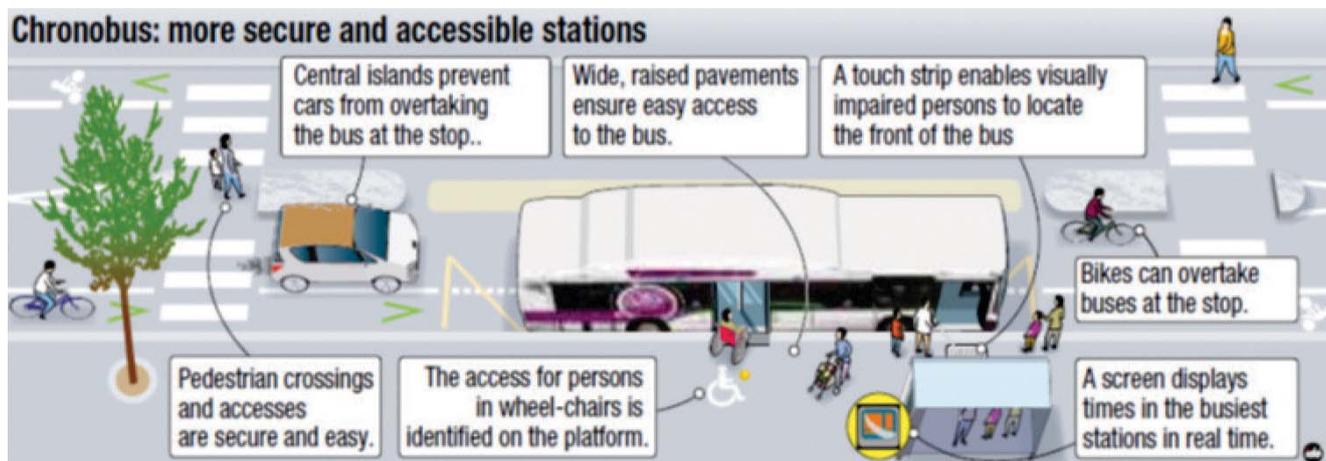


Fig. 3 - Costrizioni al traffico automobilistico per liberare l'itinerario del bus e garantire il rispetto della programmazione.  
 Fig. 3 - Constraints on car traffic to free up the route and ensure Schedule, Nantes.

nelle fermate bus (informazione in tempo reale e biglietteria automatica) e materiale rotabile (bus standard CNG, bus articolati CNG, e bus ibridi bi-articolati).

**4.3. Nantes (Francia)**

Nantes è la città più grande all'ovest di Francia. Il territorio di Nantes Metropole (24 municipalità) ha 600,000 abitanti su un'area di 524.6 km<sup>2</sup>. Il caso di studio è la rete strutturale cosiddetta Chronobus, parte di una strategia ambiziosa per lo sviluppo del trasporto pubblico e i modi "dolci", a basso impatto ecologico, e il miglioramento dell'accessibilità per le persone a mobilità ridotta. Il progetto è cominciato nel 2012, e consiste in 7 linee nuove (su un totale di 10), che sono state implementate in diversi contesti urbani e con parecchi costrizioni. L'investimento fatto da Nantes Métropole è stato di 70,1 milioni di euro, con parte di finanziamento europeo, dello stato francese, la contea e la regione.

A causa dell'approccio pragmatico, le costrizioni collegate all'integrazione urbana (fig. 3) sono diventate un sistema di trasporto che consente di integrare numerose innovazioni.

A differenza del tram o della rete di bus espressi, le corsie dedicate sono soltanto uno dei tanti strumenti. L'arrivo dei Chronobus ha comportato la riorganizzazione complessiva della rete.

**4.4. Parigi (Francia)**

Parigi, è la capitale e la città più popolata della Francia. Si trova al nord del paese, con una popolazioni di 2,25 milioni di abitanti, sebbene l'area metropolitana (la regione Île-de-France) sia tra i più grandi centri di popolazione dell'Europa: 12.29 milioni di abitanti. Il caso di studio è la linea Trans Val de Marne (TVM) (fig. 4), nel sud-est della città, che fornisce interessanti soluzioni per i viaggi trasversali.

val; then, results are represented by easy-to-read control dashboards and graphs.

**4.2. Barcelona (Spain)**

Barcelona is the Spanish's second largest city, with a population of 1.6 million, reaching 5 million people living in its metropolitan area. The study case has to deal with the restructuration of the bus network, in order to have a more understandable, effective and efficient bus network, and also to reduce the average travelling time. The new bus (fig. 2) network consists in 28 orthogonal and diagonal routes, and it presents the following main features: maximum connectivity, serve-demand oriented route system, high frequency routes, only one route per corridor, average distance between stops of about 400 m, 90% of journeys made with 0-1 transfers. The project has been financed wholly from public resources, with a total budget of 8 Million Euro. It will be implemented gradually, in different phases. The first phase was implemented in October 2012, including 5 routes and new furniture in the bus stops (real time information and ticketing machines) and rolling stock (CNG standard bus, CNG articulated bus and hybrid bi-articulated bus).



Fig. 4 – Fermata bus e bus articolato della linea TVM, Parigi.  
 Fig. 4 - Bus stop and articulated bus in the TVM line, Paris.

Anche se tratta di una linea di bus, con una lunghezza complessiva di 19,6 km, TMV appartiene a la rete strutturale e quindi ha lo stesso periodo di servizio del livello superiore (Metro). Grazie alle corsie dedicate (95% dell'estensione) e alla priorità nelle intersezioni, la velocità commerciale raggiunge un valore di 22,5 km/h.

### 4.5. Londra (UK)

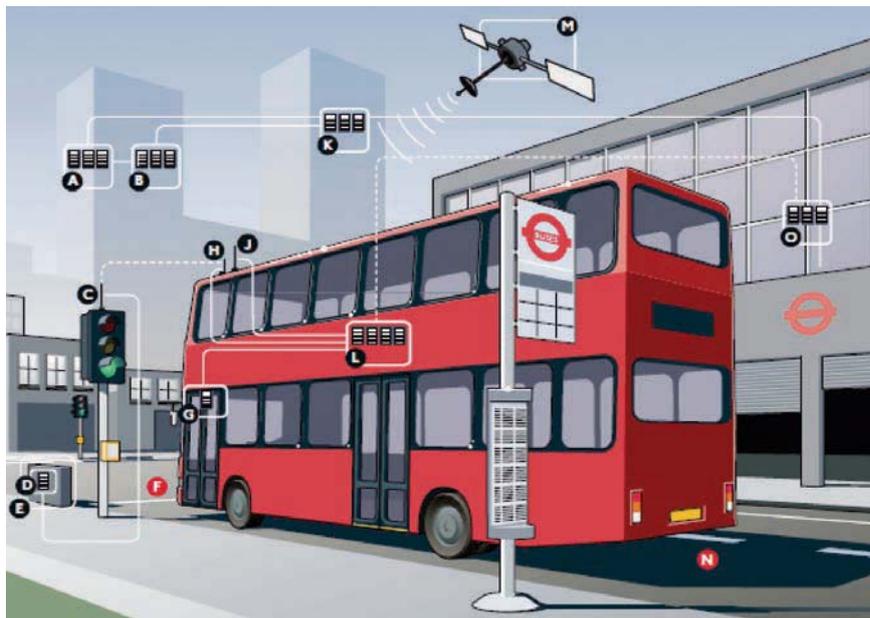
L'area urbana di Londra è la seconda dell'UE per popolazione: 9,79 milioni abitanti. La rete di bus a Londra è tra le più grandi al mondo, operando 24 h 24, con 8.500 bus circa, più di 700 itinerari e 1.500 fermate approssimativamente. Il caso di studio è il cosiddetto sistema iBUS (fig. 5), un innovativo sistema GPS potenziato per migliorare la gestione del parco bus e fornire priorità nei semafori. iBUS utilizza un nuovo sistema di rilevamento virtuale e consente ridurre il tempo di sosta grazie all'introduzione di tariffe fisse, sistemi di prepagamento e bus snodati con 3 sportelli per l'imbarco. LiBus fornisce ai passeggeri informazione in tempo reale (arrivo e tempo di attesa), somministrando un servizio più affidabile e consistente.

### 4.6. Confronto incrociato tra i casi di studio

L'analisi di LOS e QoS in ogni caso di studio è stato fatto attraverso una metodologia messa a punto nel quadro del progetto 3iBS [17]. Si tratta di un metodo qualitativo, in cui i criteri identificati nelle Tabelle 1 e 2 sono etichettati in verde, giallo o rosso a seconda dei vari livelli raggiunti. Se l'etichetta è verde, il criterio ha un ottimo comportamento; quando invece è rossa, il peggiore e, quindi sono necessarie azioni per migliorarne la qualifica (un esempio è riportato in fig. 6).

Ogni colore ha un valore da 1 a 3 (1 rosso, 2 giallo e 3 verde). Il confronto incrociato tra i casi di studio consente di confrontare il livello di raggiungimento dei differenti criteri considerati nei cinque sistemi di bus analizzati.

Il Livello di Servizio è stimato alto in quasi tutti i casi di studio, prevalentemente riguardo all'età del parco (meno di 5 anni), alla presenza di ITCS, la priorità ai semafori e la velocità commerciale superiore a 13 km/h, tranne a Barcellona (fig. 7). Parigi è, comunque, il caso di studio con migliori prestazioni su tutti gli indicatori. Il fattore di carico dei passeggeri e la lunghezza delle corsie dedicate, sono due punti da migliorare in tutti i sistemi.



(Fonte Source: Transport for London, 2006)

Fig. 5– Sistema iBus di Londra.  
Fig. 5 - iBus system in London.

### 4.3. Nantes (France)

Nantes is considered the largest city in western France. The territory of Nantes Metropole (covering 24 municipalities) has 600,000 inhabitants in an area of 524.6 km<sup>2</sup>. The Nantes' study case consists in the Chronobus structuring network. It is part of an ambitious strategy aiming to develop public transport and soft modes, as well as to improve accessibility for people with reduced mobility. The project was started in 2012, and it consists of 7 new lines (out of a total of 10 lines), which have been implemented in different urban contexts and with different level of constraints. Nantes Metropolis is investing 70.1 Million Euro in creating the first 7 Chronobus lines with the aid of Europe, the French State, the County and the Region. Thanks to a pragmatic approach, the constraints linked with urban (fig. 3) integration have resulted in a transport system integrating numerous innovations. Unlike the tram or Busway networks, the dedicated bus lanes are just one tool among many others. The arrival of the Chronobuses meant a re-organisation of the network.

### 4.4. Paris (France)

Paris is the capital and most populous city of France. Situated on the Seine River, in the north of the country, the city of Paris has a population of 2.25 million inhabitants, but its metropolitan area (the Île-de-France region) is one of the largest population centres in Europe, with 12.29 million inhabitants. The Parisian study case entails the Trans Val de Marne (TVM) line (fig. 4), which operates in the southeaster suburbs of Paris providing an attrac-

NAME	TVM	DEMAND (2012)	15.486.014
LOCATION	Paris	SERVICE COVERAGE	4:40-01:10
LENGTH OF BUS LINE	19,6 km (1 line)	TYPOLOGY OF BUS LINE	Device / tangents routes connecting the suburbs without going into the center
NUMBER OF BUSES	45 agora (41 at peak hours + 4 rolling stock)	NUMBER OF STATIONS IN THE LINE	31
MAP OF THE LINE/PHOTOS/VEHICLES			
			
VEHICLES			
Emissions' level:	Euro V	Euro VI	
Fuel type used:	Standard Diesel		
Vehicle capacity (seating+standing):	153 (45 seating + 108 standing)		
Vehicle length:	17.98 m (articulated)		
Type of guidance (if exist):	It doesn't exist		
INDICATORS WHICH CHARACTERIZE THE LEVEL OF SERVICE			
Vehicles	< 5 y	< 50%	
Infrastructure	A		
Operation	AVMS	>13	< 5'
INDICATORS WHICH CHARACTERIZE THE QUALITY OF SERVICE			
Vehicles			
Infrastructure			
Operation			

Fig. 6 - Esempio di scheda per il caso di studio a Parigi.  
 Fig. 6 - Example of fiche developed for Paris study case.

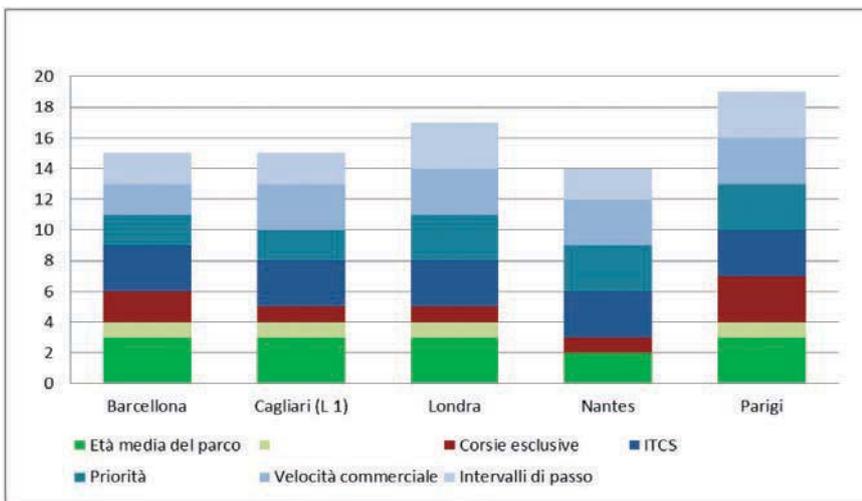


Fig. 7 - Rating del LoS per criterio e casi di studio.  
 Fig. 7 - Level of Service ratings per criterion and study case.

tive solution for cross-type trips. Although it is a bus line, with a total length of 19.6 km, this TMV line belongs to the structuring network with the same schedule span than the upper level (metro). Thanks to the dedicated lane (95% of the lane) and the priority at intersections, its commercial speed reaches the value of 22.5 km/h.

4.5. London (UK)

London's urban area is the second-largest in the EU with a population of 9.79 million inhabitants. The London's bus network is one of the largest in the world, running 24 hours a day, with approximately 8,500 buses, more than 700 bus routes and around 19,500 bus stops. The study case consists in the iBUS (fig. 5), system (an innovative GPS-enhanced Automated Vehicle Location system) for improving bus fleet management and giving buses priority at traffic signals. iBUS uses virtual instead of previous bus detector, and it allows a reduction in dwell time thanks to the introduction of flat fares, pre-pay systems and bendy-buses with three doors for boarding. The iBUS provides passenger with real time information (bus arrival and waiting times) delivering a more reliable and consistent service.

4.6. Cross-comparison of the study cases

The analysis of the LoS and QoS of each study case has been done through a methodology produced within the 3iBS project [17]. It consists in a qualitative procedure in which the criteria identified in tables 1 and 2 are labelled with green, yellow or red label, according to different levels established. When the label is green, the criterion has the best performance, while red is the worst and, then, so improvements/measures are needed to upgrade the qualification (see fig. 6, as an example). Then, each colour has been given a value from 1 to 3 (1 if red, 2 if yellow and 3 when green). The cross-comparison among the study cases allows contrasting the level of achievement of the different criteria considered in the five bus systems.

Anche se la Qualità di Servizio è accettabile in quasi tutti i casi (fig. 8), si sottolinea Barcellona, che evidenzia il rating più alto. Inoltre soltanto Londra mostra punteggi sotto 3 in banchine, immagine e biglietteria.

Da sottolineare il livello d'informazione raggiunto da i cinque sistemi, che non è un fatto sorprendente dato che la fornitura d'informazione in tempo reale è uno dei attributi più apprezzati dai passeggeri [18]. I dati mostrano risultati interessanti che potrebbero essere sviluppati in una futura ricerca.

**5. Risultati principali: le linee guide**

L'analisi dei casi di studi consente l'elaborazione di un set di linee guide classificate secondo 3 ambiti: normativo, finanziario e tecnico. Si è aggiunta una quarta categoria (Altri) per aggregare le raccomandazioni che non corrispondono esattamente a nessuno dei 3, in quanto una decisione presa in un ambito può coinvolgerne un altro (ad esempio, una misura che riguarda la inter-modalità può influenzare gli ambiti tecnico e normativo o il ridisegno della rete bus deve essere preceduta da una procedura di pianificazione urbana). Successivamente si sono identificate le numerose barriere.

Tuttavia, a causa della mancanza di dati e della eterogeneità dei casi di studi, il documento è stato migliorato con informazioni aggiuntive da altre fonti rigorose, tra cui i rapporti delle autorità di trasporto, i progetti europei di ricerca e sviluppo, ecc. Quindi, i fondamenti per costruire le linee guide e le raccomandazioni sono stati insieme l'informazione fornita dai casi di studio ed un esame approfondito della letteratura esistente.

Si sottolinea, comunque, che l'obiettivo ultimo di que-

*The Level of Service shows good performance in almost all study cases, mostly regarding the age of the fleet (lower than 5 years old), existence of ITCS in the bus network, priority at traffic signals and commercial speed higher than 13 km/h, except in Barcelona (fig. 7). Paris is, however, the study case which shows a better trend for all performance indicators. The passenger load factor and the length of dedicated lanes need to be improved in all the bus systems presented. The study cases present an acceptable Quality of Service (fig. 8), highlighting the case of Barcelona, which has the highest rating of the quality of service. Only London scores below 3 in quality of docking, image and ticketing services. It is remarkable the level of information achieved in the five systems, which is not surprising as the provision of real time information to passengers is one of the most valued attributes by passenger [18].*

**5. Main results: the Guidelines**

*The analysis of the study cases above allowed the elaboration of a set of guidelines, classified according to three domains: regulatory, financial and technical. A fourth category (Other) was added to group those recommendations not properly corresponding to the 3 identified domains, since decisions affecting one may involve another (some intermodality measures may affect regulatory and technical fields; or redesigning a bus network must be preceded by a land use process). A number of barriers were also identified.*

*Nevertheless, due to the lack of data and the heterogeneity of the case studies, the document was improved by additional information from other reputable sources,*

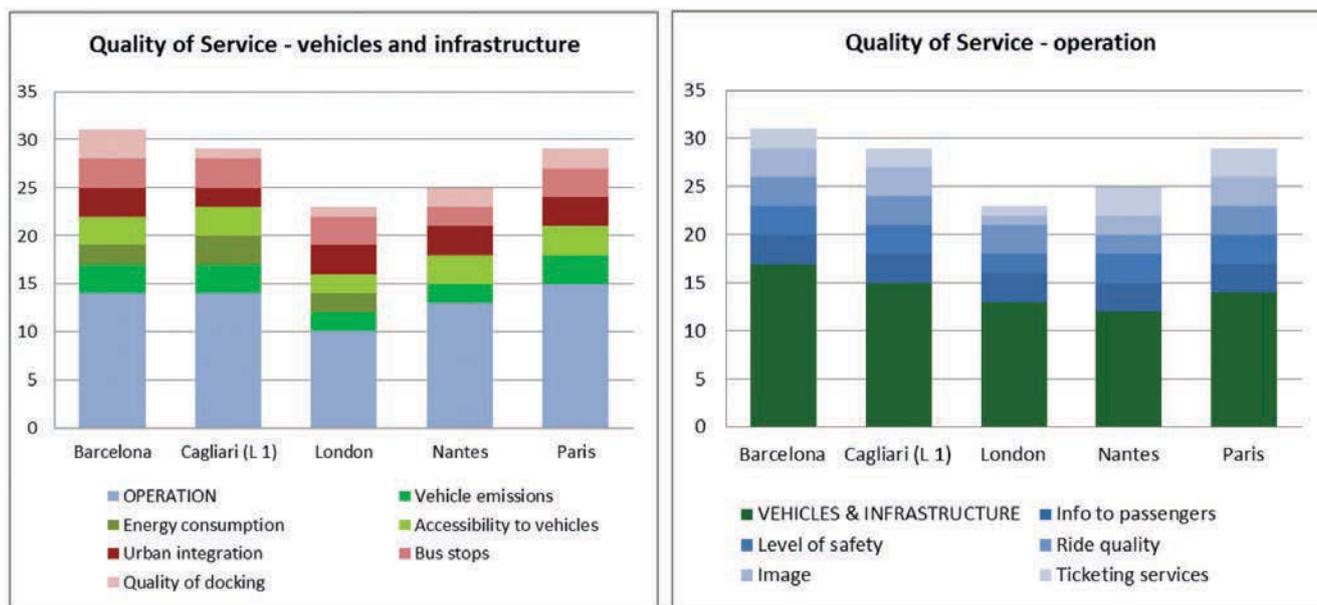


Fig. 8 – Rating della QoS per criterio e casi di studio.  
 Fig. 8 - Quality of Service ratings per criterion and study case.

ste linee guide è soprattutto quello di imparare dalle esperienze e successi di altrui, senza bisogno di inventare nuovamente l'acqua calda!

### 5.1. Ambito normativo (N)

Le questioni normative includono il sistema di contrattazione (caso di Madrid), il processo di monitoraggio dei servizi forniti (iBUS a Londra), il cosiddetto contratto-programma tra l'autorità di trasporto e gli operatori per sviluppare sistemi di gestione della qualità (Barcellona), e la procedura di gara di qualità (Stoccolma). L'analisi mostra che il panorama europeo è molto diversificato e, quindi, sarebbe molto apprezzabile un set europeo di linee guide generali in cui venissero raccomandate le procedure per l'implementazione pratica.

- *Un quadro normativo comune*

Durante l'esecuzione del progetto 3iBS, la variabilità del quadro normativo in Europa è stata la questione più osservata. Infatti, si nota che le specificazioni per le gare vengono riferite al livello nazionale (ad esempio gli standard CUNA in Italia), mentre i bandi per l'acquisto dei bus sono conformi agli standard europei. Normalmente, i fabbricanti stranieri non conoscono e non hanno fatto test secondo standard nazionali specifici. Pertanto sarebbe molto utile il riferimento a un quadro normativo unico fra tutti i paesi dell'Unione Europea, sia per stabilire i requisiti di gara, sia per l'acquisto dei bus e i relativi test.

- *Veicoli ed infrastrutture devono essere integrati nel contesto della città*

È fondamentale l'integrazione della rete di bus nell'area urbana, sia il veicolo sia l'infrastruttura. Quando questo accade, la valorizzazione dell'area urbana è possibile, il che è essenziale anche per avere successo riguardo all'incremento del numero di passeggeri.

- *Forte sostegno politico*

L'appoggio dei rappresentanti politici per l'implementazione (oppure il miglioramento) di un sistema bus è fondamentale, particolarmente nel caso di strategie controverse, cioè particolarmente restrittive per gli utenti dell'autovettura privata, come corsie dedicate, strategie di prezzi, ecc. E' quindi importante cercare di raggiungere un clima d'accordo tra tutti gli stakeholder per stabilirne le caratteristiche fondamentali.

- *Integrazione nel sistema di trasporto pubblico (intermodalità)*

Il trasporto pubblico può aggiungere un valore reale alla città se si integra in un contesto più ampio, poiché i viaggi non cominciano dall'ingresso nella stazione e non finiscono quando se ne esce [19]. È quindi fondamentale la buona connessione tra i modi, non solo ferroviari (tram, metro, treni pendolari), ma anche bicicletta, taxi, percorsi pedonali, ecc. Un sistema di Bus ad Alto Livello di Servizio dovrebbe essere parte della rete portante integrata (come un tram o una linea di metro), sottolineando

*such as transport authorities reports, European R+D projects, etc. So first-hand information from the case studies together with an in depth review of the existing literature are the basis of this compilation of guidelines and recommendations.*

*Finally, note that the ultimate aim of these guidelines is more on learning from other's experiences and success: there is no need for reinventing the wheel over and over.*

### 5.1. The regulatory domain (R)

*The regulatory issues include the procurement system (Madrid), the monitoring process of the services provided (London buses), the programme contract between the transport authorities and the operators to develop quality management methods (Barcelona), and the quality tendering procedure (Stockholm). The analysis shows that the European scene is quite diverse, so a common set of European-wide guidelines recommending procedures for practical implementation would be extremely valuable.*

- *A common regulatory framework*

*During the execution of the 3iBS project, the variability of the regulatory framework in Europe was the issue more frequently observed. Indeed, tender specifications refer to regulations applicable at national level (i.e. CUNA standards in Italy) while tenders for the purchase of buses comply with European standards. Usually foreign manufacturers do not know and do not have conducted the tests according to specific national standards. So, it would be useful to refer to a single regulatory framework for all European countries, both in the tender specification and for the purchase of buses and related tests.*

- *Vehicles and infrastructures must be integrated within the city context*

*It is essential the integration of the bus network into the urban area, in both aspects the vehicle and the infrastructure. If it happens, a strong enhancement of the urban area is possible, and it is also a key issue for achieving ridership success (R,T).*

- *Strong politician support*

*The support from politicians in the implementation (or upgrading) of a bus system is a key issue, particularly in the case of controversial strategies, i.e., those especially restrictive to car users, such as dedicated lanes, pricing, etc. It is important that a climate of agreement on the basis features of the public transport system be sought from all involved stakeholders.*

- *Integration within the public transport system (intermodality)*

*Public transport can add real value to the city by being better integrated within its wider context since customers' trips don't begin when they enter the station and don't end*

ne fortemente l'inter-modalità. La fornitura di informazioni ai passeggeri (via web, cellulare, oppure presso fermate e stazioni) può anche contribuire a raggiungere gli obiettivi di un sistema intermodale.

### 5.2. Ambito finanziario (F)

Le questioni finanziarie si concentrano sul lungo termine: permanenza e modalità di finanziamento del sistema in un quadro stabile e solido. Alcuni tra i casi di studio forniscono innovativi e creativi sistemi per finanziare il parco bus.

- *Tariffe integrate (compresi i parcheggi di scambio e i parcheggi bici)*

L'integrazione tariffaria è chiave per il successo di ogni sistema di trasporto pubblico. È un modo di percepire il sistema nel suo insieme. Inoltre, una struttura di tariffe interessante e un sistema di bigliettazione semplice sono auspicate dai passeggeri. Infatti questa misura appartiene ai 3 ambiti, che ne sono tutti coinvolti.

- *Schemi di leasing*

Questo sistema di acquisto consente l'acquisizione di un parco moderno ad un costo minimo e in un periodo di tempo ragionevole: gli operatori possono sfruttare il bus come se fosse di proprietà e restituirlo alla fine del contratto nelle condizioni accordate.

- *Acquisto noleggio a tasso fisso (Hire purchase fixed rate)*

Questo sistema consente di comprare un bus con pagamenti costanti e regolari durante tutta la vigenza del contratto. I pagamenti possono essere programmati in corrispondenza con i flussi di cassa dell'operatore, e, purché i termini e le condizioni del contratto siano rispettati, la proprietà viene trasferita all'acquirente.

### 5.3. Ambito tecnico (T)

I fattori tecnici che influiscono sul Livello di Servizio dipendono da molte variabili secondo il contesto, dato che non tutte le soluzioni sono possibili in qualsiasi contesto: le tariffe e la biglietteria integrata, i sistemi d'informazione, la priorità al bus, ecc., possono porre problemi di trasferibilità. Tra gli altri, questo ambito può coprire:

- *Ripensamento del disegno della rete*

La rete bus ortogonale a Barcellona prova che una riorganizzazione della rete può migliorare sostanzialmente sia la prestazione dei servizi, sia i costi di operazione. Il nuovo disegno contribuisce a ridurre la necessità di viaggiare in una rete radiale tramite un sistema di linee orbitali che collegano direttamente i poli d'attrazione, esistenti e pianificati, fuori del centro città. Si basa su poche linee con pochi trasferimenti, alte frequenze e poche fermate, in linea con l'organizzazione gerarchica della rete bus, ciò che dipenderà dalle caratteristiche locali e dagli obiettivi da raggiungere.

*when they leave [19]. It is very important a good connexion between modes which includes not only with rail modes: tram, metro, suburban railways, but also with bikes, taxi, pedestrian routes, etc. A bus systems with a high level of service should be a part of the integrated structuring network (like a tram or a metro line), with a strong emphasis on intermodality. The provision of information to passengers (via web, mobile, or at stops/stations) can also contribute to achieve an intermodal system. (R,T).*

### 5.2. The financial domain (F)

*The financial issues focus on the long term, permanence and ways of financing for funding the system within a stable and solid framework. Some of the case studies provide with innovative and creative systems for financing the urban bus fleet.*

- *Integrated fares (including park and rides or bike parks).*

*Tariff integration is the key to success for any public transport system. It is a way to perceive the public transport system as a whole. Moreover, attractive fare structures and an easy ticketing system should be desirable for a better use by passengers. Indeed, this measure belongs to the 3 domains, since the financial, the technical and the regulatory framework are involved.*

- *Leasing schemes*

*This purchasing system allows the acquisition of an upgraded fleet at minimum cost and within a reasonable timeframe: the operators have the use of the bus as if it were owned and return it at the end of the contract, to the pre-agreed conditions.*

- *Hire Purchase Fixed Rate*

*This scheme allows purchasing a bus with regular constant payments throughout the contract term. The payments can be timed to fit with the cash flow of the operator, and after the final instalment, provided that the terms and conditions of the agreement have been met, the ownership is transferred to the purchaser.*

### 5.3. The technical domain (T)

*The technical factors influencing the level of service depend on many variables according to the context, since not any solution is suitable in every context: fares and ticketing integration, information systems, bus priority, etc., may present problems of transferability. Among others, this domain could cover:*

- *Rethinking the network design*

*The orthogonal network bus in Barcelona proves that a plain reorganization of the bus network can improve significantly the performance of the services, as well as the operating costs. The new design will contribute to reduce*

- *Informazione ai passeggeri in tempo reale accessibile ovunque*

I passeggeri devono essere bene informati, sempre e dovunque. Questa informazione in tempo reale dovrebbe essere fornita a bordo, nelle fermate e nelle stazioni, via web e anche cellulare (SMS, Bluetooth). L'informazione ai passeggeri può anche essere usata per fare pubblicità, il che costituisce una fonte aggiuntiva di ricavi. I video possono fornire intrattenimento (notizie e informazione generale), aumentando in conseguenza l'attrattiva del servizio. L'informazione offerta all'utente può migliorarsi offrendo notizie su inter-modalità in tempo reale, cioè bus, treni e tutti gli altri modi di trasporto.

- *Potenziamento della impostazione delle fermate bus/stazioni*

Secondo il progetto EBSF [20], la stazione bus è uno degli elementi con alto potenziale per migliorare l'attrattiva del bus. Il disegno e l'impostazione della stazione dovrebbero fornire sicurezza negli spostamenti pedonali, banchine e piattaforme ampie e commisurate a servire la domanda, ingresso diretto per i bus, accesso per tutti gli utenti, compresi quelli con necessità speciali, e impianti per fornire completa informazione.

- *Priorità alla circolazione dei bus*

La priorità dovrebbe essere riservata ai semafori, con corsie dedicate, diritto di precedenza per i bus alle intersezioni, per facilitare la partenza dalle fermate, ecc.

- *Veicoli rispettosi dell'ambiente*

I sistemi di propulsione dei bus dovrebbero essere rispettosi dell'ambiente, riducendo l'inquinamento atmosferico, i gas serra (CO<sub>2</sub> principalmente) e il rumore. Le normative europee rinforzano queste caratteristiche attraverso la Direttiva 2009/33 per la promozione di veicoli puliti nello spazio europeo. Ciò richiede la valutazione dell'impatto ambientale nel corso delle gare (che appartiene all'ambito normativo), compresi il monitoraggio dei costi esterni dovuti agli inquinanti, CO<sub>2</sub> e benzina durante l'intero tempo di esercizio dei bus.

- *Bus accessibili a tutti gli utenti*

Il sistema di bus di alta qualità deve essere accessibile a tutti, a prescindere del suo livello di disabilità o necessità. Quindi è molto importante investire in veicoli accessibili (a pianale ribassato, che forniscano informazioni in formato audiovisuale e abbastanza spaziosi per sedie a rotelle e carrozzine), in banchine di alta qualità in fermate e stazioni accessibili e capaci di fornire a tutti le informazioni necessarie.

### 5.4. Altri

- *Immagine del sistema*

L'immagine negativa dei bus, dovuta alla congestione, all'irregolarità, alla carenza di comfort, al design obsoleto,

*the need to travel on a radial network by means of new orbital lines that link directly attraction poles, existing and newly planned, outside the city centre. It is based on few lines with few transfers, high frequencies and few stops, and is in line with the hierarchical organization of the bus network, what will depend on the local characteristics and the objectives to be improved.*

- *Real time information to passengers, accessible everywhere*

*Passengers have to be well informed every time and everywhere. Real time information should be provided on-board the vehicle, at bus stops/stations, via web and also mobile phone (SMS, Bluetooth). On-board passenger information can be used to display and announce advertisements, which is a potential source for additional revenues. Video displays on-board may provide entertainment (news and general information), thus giving attractiveness to the service. The information offered to the user can be improved by providing multimodal - real time- passenger information, including buses and other transport modes.*

- *Enhancement of the layout of bus stops/stations*

*According to the EBSF [20] project, the bus station is one of the components of the "bus system" with a high potential for improving the attractiveness of the bus. The design and layout of a station should provide high safety for pedestrian crossings, enough bays according to the demand, a straight entrance for the buses, a sufficient width of platform according to the demand and the access for all users (included those with special needs), and full information equipment.*

- *Priority for bus operation*

*The prioritization should be at traffic lights, dedicated lanes, right of way for buses at crossroads or for easy bus stop departure, etc.*

- *Environmental friendly vehicles*

*Bus propulsion systems should be "environmentally friendly" by minimizing air pollution, greenhouse gases (CO<sub>2</sub> mainly) and noise. European regulations enforce this feature, especially through Directive 2009/33 for the promotion of clean vehicles in the European space. This requires an environmental impact appraisal of bids (which is part of the regulatory domain), including monitored costs of pollutants, CO<sub>2</sub> and fuel, during the whole operating time of the buses.*

- *Accessible buses for all users*

*A high quality bus system must be accessible to everyone, regardless of their disabilities or needs. Thus, it is very important to invest in accessible rolling stock (low floor vehicles that provide information in audio-visual format, and enough space for wheel-chairs or prams), in high quality docking at all doors, accessible bus stops/stations and information available for everyone.*

deve essere migliorata con una immagine moderna, confortevole, semplice da usare e accessibile per attrarre nuovi utenti. Questo si può fare attraverso delle politiche di marchio dello stesso sistema, delle stazioni, delle peculiarità lungo il percorso, ecc. Come già evidenziato in PROCEED [21], la buona e positiva immagine dei sistemi di bus urbano tra i cittadini è un fattore chiave per il successo. Dunque, un servizio di bus urbano ha bisogno di campagne di marketing continue e forti, un sistema di marchio ben disegnato per entrare e rimanere nella mente degli utenti potenziali.

- *Strategia globale per promuovere il bus*

È necessario definire una politica globale riguardo a tutti i modi di trasporti, nel contesto di una strategia dove i bus vengono identificati chiaramente come il modo da promuovere.

La tabella 3 mostra in sintesi le principali raccomandazioni per implementare un sistema di bus intelligente e sostenibile secondo gli ambiti precedentemente menzionati. Quando una raccomandazione è stata già implementata nel caso di studio compare il simbolo “√”. Da notare che la lista non pretende di essere esaustiva, ma qualche volta la carenza di informazioni può portare a trarre conclusioni inesatte.

### 6. Principali ostacoli per l'implementazione di uno schema 3iBS di successo

I principali ostacoli identificati per l'implementazione di un sistema di trasporto pubblico di alta qualità, sono stati i seguenti:

- Opposizione alle misure di priorità (corsie dedicate, priorità nei semafori): ogni Autorità oppure operatore deve affrontare questo problema. E' necessaria una visione politica comune sull'importanza del trasporto pubblico e coraggio per renderla possibile.
- Soppressione di parcheggi e limitazioni al traffico quando si implementa una corsia dedicata sono misure molto controverse, inizialmente di scarsa accettazione. Sovente la città deve trattare con gli interessi confliggenti dei suoi cittadini e politici ed è molto difficile raggiungere il consenso tra tanti coinvolti.
- Contesto urbano difficile (particolarmente nel centro città).
- Vendita di biglietti sul bus: la vendita dei biglietti dagli autisti può ridurre i benefici delle misure di priorità. Comunque, ci sono delle persone non familiarizzate con le macchine distributrici automatiche, che preferiscono invece comprare il biglietto a bordo. Questa si dimostra essere una grossa barriera da rimuovere.
- Normalmente l'Autorità di trasporto non sono responsabili delle politiche di intervento su strade e traffico. Ma, per sviluppare strategie integrate a favore del trasporto sostenibile, la pianificazione del territorio dovrebbe rientrare anch'essa tra le sue competenze o, al-

### 5.4. Others

- Image of the system

*The negative image that buses have due to congestion, irregularity, discomfort and outdated designs must be improved to a modern image, comfortable, easy to use and accessible service to attract new customers. It can be done by branding of the system itself, stations, features all along the route, etc. As it is stated in PROCEED [21], a good and positive image of the urban bus system among all citizens is a major factor in delivering success. Thus, an urban bus service needs continuous marketing and strong, well-designed 'branding' to enter and remain in the minds of potential users.*

- A global policy for promoting the bus

*It is necessary the definition of a global policy concerning all transport modes where buses are clearly identified as a mode to promote.*

*Table 3 shows a summary with the main recommendations for the implementation of a smart and sustainable bus system according to the domains. If the recommendation has been implemented already in the study case a √ appears. Please, note that this is not an exhaustive list since the lack of information may have led to less accurate conclusions.*

### 6. Main barriers for the implementation of a successful 3iBS scheme

*The main barriers identified to implement a high quality public transport system, were as follows:*

- *The struggle for priority measures (dedicated lanes, priority at traffic lights): every authority or operator is confronted with this problem. A common political vision on the importance of PT and courage to make it concrete is needed.*
- *Car places suppression and flow restriction when building a dedicated lane are controversial measures of low public acceptance at least in the beginning. Even more, many times the city has to deal with conflicting interests of its citizens and its politicians. It is always difficult to reach a consensus among all the involved.*
- *Difficult urban context (especially in city centres).*
- *Tickets sold on buses: selling ticket by drivers can reduce the benefits of any priority measure. However, there are many people not familiarised with the vending machines who prefer to buy the ticket on-board. This is an important barrier to be solved.*
- *Usually, Transport Authorities are not responsible for both road and traffic policies; even land use planning should be one of the responsibilities attached to the Transport Authorities to develop integrated strategies*

TABELLA 3 – TABLE 3

Raccomandazioni per l'implementazione di un sistema di bus intelligente e sostenibile, sulla base di ambiti e città dove sono stati implementati

*Recommendations for the implementation of a smart and sustainable Bus System according to their domains and cities in which they have been implemented*

Raccomandazioni - Recommendations	Ambiti - Domains				Casi di Studio - Study cases				
	T	A	N	F	B	C	L	N	P
Ripensamento del disegno della rete <i>Rethink the network design</i>	√				√			√	√
Informazione in tempo reale ai passeggeri e accessibile ovunque <i>Real time information to passengers and accessible everywhere</i>	√				√	√	√	√	√
Miglioramento del layout di fermate e stazioni <i>Layout of bus stops/stations should be enhanced</i>	√				√			√	√
Priorità alla circolazione del bus <i>Provide priority to bus operation</i>	√							√	√
Veicoli rispettosi dell'ambiente <i>Environmental friendly vehicle</i>	√	√	√	√	√	√			√
Quadro di normative comune <i>A common regulatory framework</i>			√						
Veicoli ed infrastrutture integrati nel contesto urbano <i>Vehicles and infrastructures integrated within the city context</i>	√		√		√		√	√	√
Immagine del sistema <i>Image of the system</i>		√			√			√	√
Politica integrale per la promozione del bus <i>Global policy for promoting the bus</i>		√							
Meccanismi di finanziamento <i>Financing mechanisms</i>				√		√			
Forte supporto politico <i>Strong politician support</i>			√						
Integrazione nel sistema di trasporto pubblico (intermodalità) <i>Integration within the public transport system (intermodality)</i>	√		√					√	
Autorità unica responsabile dell'esercizio del bus e della rete stradale <i>A single authority responsible for bus operation and road network</i>			√						
Accessibilità a tutti gli utenti <i>Accessible to all users</i>	√				√			√	√
Tariffe integrate (inclusi park&ride e park&bike) <i>Integrated fares (including park and rides or bike parks)</i>	√	√	√	√				√	
Misure "push and pull" <i>Implementation of "push" and "pull" measures</i>	√		√						
Estese linee guide europee <i>European-wide guidelines</i>			√						

Legenda: T: Tecnico; A: Altri; N: Normativo; F: Finanziario; B=Barcellona; C=Cagliari; L=Londra; N=Nantes; P=Parigi.  
 Legend: T: Technical; A: Other; N: Regulatory; F: Financial; B=Barcelona; C=Cagliari; L=London; N=Nantes; P=Paris.

meno, tutti i diversi responsabili dovrebbero lavorare in stretta collaborazione.

- Mancanza di finanziamenti. Negli ultimi anni, la crisi economica ha portato una riduzione drastica del finanziamento dei sistemi pubblici, tra cui il trasporto pubblico. Tale riduzione è stata più grossa nei paesi mediterranei, che sono stati maggiormente colpiti dalla crisi. Occorre trovare dei meccanismi di finanziamento innovativi, lontani dei tradizionali programmi di sovvenzione.

*in favour of sustainable transportation. At least, all of them should work in close cooperation.*

- *Lack of funding. Within the last years, the economic crisis has produced a reduction in the funding of public systems. One of them is the public transport, where has been a reduction in the subsidies perceived. It has been more pronounced in the Mediterranean Countries, where the crisis has been worst. It is necessary to find out innovative financing mechanisms far away from the traditional subsidies schemes.*

## 7. Conclusioni

La strategia globale de l'UITP per il settore del trasporto pubblico punta, tra l'altro, verso l'incremento dell'efficienza e della competitività. Infatti, una indagine condotta tra imprenditori, leader dei movimenti civici e altri esperti mondiali in affari urbani, mostra che il 61% degli intervistati pensano che rinforzare gli investimenti in trasporto pubblico e strade farebbe diventare le città globalmente più competitiva di qualsiasi altro investimento, quasi due volte la quota dell'istruzione e la educazione, e cinque volte più i servizi di salute e l'accesso all'assistenza [22]. I pianificatori di trasporto e i decisori politici dovrebbero cominciare da qui al momento di (ri)pensare i sistemi di trasporto.

I passeggeri dei bus non valutano i servizi tanto per la quantità di servizio, come viene assunto tradizionalmente, ma secondo molti altri criteri. Disponibilità, frequenza, velocità, accessibilità, sicurezza, integrazione, informazione, prezzo, ecc. sono tutti fattori che influiscono sul LoS e sul QoS. Questo significa che la qualità e il livello di servizio sono due facce della stessa medaglia e quindi, non si può avere uno senza l'altro. Infatti, tutti i casi di studio analizzati nel progetto 3iBS provano quanto LoS e QoS siano intrecciati, essendo l'organizzazione della rete (legata alla gerarchizzazione) e le misure di priorità, quelle più efficaci per migliorare il LoS.

Inoltre, i casi di studio presentati mostrano che c'è ancora spazio per sviluppare e migliorare il bus come un modo di trasporto moderno e efficiente, pure in un contesto di restrizioni economici. Infatti la crisi economica ha fermato la costruzione di nuove infrastrutture, compresi parecchi tratti di ferrovia, in quasi tutte le città europee.

Insomma, come disse il sindaco di Bogotá: *una città avanzata non è quella dove i poveri usano la macchina, ma quella dove i ricchi usano il trasporto pubblico*. Magari queste linee guide possano essere utili a tale fine!

## 7. Conclusions

*The UITP global strategy for the Public Transport sector aims to increase among others the efficiency and the competitiveness. Indeed, a survey carried out among business and civic leaders, and other experts in urban affairs around the world, showed that 61% of the interviews felt that improving public transport/roads would make their city more globally competitive than any public investment, nearly twice the share of schooling and education, and five times health care facilities and access to care [22]. Transport planners and decision makers should start from this when (re)thinking the transport system.*

*But passengers not always value the bus services for the amount of use, as is traditionally assumed, but in many other ways. Availability, frequency of service, travel speed, boarding speed, safety and security, integration, information, price, etc., are all factors influencing both LoS and QoS. This means that quality and level of service are the two sides of the same coin, since passengers perceive different aspects of quality in terms of level of service and, hence, you cannot have one without the other. Indeed, all the case studies analysed in the 3iBS project prove how LoS and QoS are intertwined, being the reorganization of the network (linked to hierarchization) and priority solutions the most effective measures to improve LoS.*

*Furthermore, the case studies presented show that there is room enough to develop and improve the bus as a modern and efficient transport mode, even more in a context of economic constraints. In fact, the economic crisis has stopped the construction of new infrastructures in most European cities, where even a number of rail sections have closed.*

*At the end, as the former Mayor of Bogotá stated "an advanced city is not one where even the poor use cars, but rather one where even the rich use public transport". May these recommendations be useful to that purpose.*

## BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] COM (2007) 551 final. Green Paper. Towards a new culture for urban mobility, Brussels, 25.9.2007.
- [2] COM (2009) 490 final. Communication from the Commission to the European Parliament, the council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 30.09.2009.
- [3] 3iBS (2012). Intelligent, innovative, integrated bus system. VII Framework Programme. EC. <http://www.3ibs.eu>
- [4] COM (2008) 886 final. Action Plan for the Deployment of Intelligent Transport Systems in Europe, Brussels, 16.12.2008.
- [5] López-LAMBAS M.E., and VALDÉS C. (2013), "BHLS, Bus, Tram: thesis, antithesis, synthesis", *Ingegneria Ferroviaria* 6, 569-585.
- [6] European Union (2012). Innovating for a competitive and resource-efficient transport system. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union.

- [7] BABILOTTE C., RAMBAUD F. (ed) (2005), *“Bus à haut niveau de service, Concept et recommandations”*, Ouvrage collectif, Certu, Gart, Inrets, UTP, Certu, Lyon, France, 111 p., 2005.
- [8] RABUEL S. (ed.), (2009), *“Bus with a high level of service: choosing and implementing the right system Certu”*, Lyon, France.
- [9] COST Action TU 603. Buses with High Level of Service – Results and trends from 30 EU cities. (2011).
- [10] HIDALGO D. & GUTIÉRREZ L. (2012), *“BRT and BHLS around the world: explosive growth, large positive impacts and many issues outstanding”*, Research in Transportation Economics <http://dx.doi.org/10.1016/j.retrec.2012.05.018> (article in press).
- [11] Kittleson & Associates (2013), *“Transit Capacity and Quality of Service Manual”* – Third Edition, TCRP Web Document 165, Transit Cooperative Research Program, TRB ([www.trb.org](http://www.trb.org)); at [http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp\\_rpt\\_165fm.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rpt_165fm.pdf).
- [12] LITMAN T. (2007), *“Evaluating Rail Transit Benefits: A Comment”*, Transport Policy, 14 (1), 94-97.
- [13] ELIA A. and PARKS K. (2013), *“HCM Urban Streets Methodology: Bicyclist, Pedestrian, and Transit Passenger”*, TRB Webinar; at <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/webinars/131031.pdf>.
- [14] LITMAN T. (2014), *“Transit Evaluation. Determining the Value of Public Transit Service”*, Retrieved 4th February, 2015, from: <http://www.vtpi.org/tdm/tdm62.htm>.
- [15] DOWLING R., FLANNERY A., LANDIS B., PETRITSCH T., ROUPHAIL N., & RYUS P. (2008), *“Multimodal level of service for urban streets”*, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2071(1), 1-7.
- [16] Molinero A., Sanchez L. (1997), *“Transporte público: Planeación, diseño, operación y administración”*, Publicaciones UAEM.
- [17] DELGADO et al. (2014), *“3iBS Deliverable 14.1 – Analysis of Study Cases of Level of Service”*, Internal Document.
- [18] MONZON A, HERNANDEZ S, CASCAJO R. (2013), *“Quality of bus services performance: benefits of real time passenger information systems”*, Transp Telecommun 14(2):155–166.
- [19] EMBARQ. From here to there: a creative guide to making public transport the way to go. Retrieved 19th February, 2015, from: <http://www.embarq.org/sites/default/files/From-Here-to-There-EMBARQ.pdf>
- [20] EBSF (2008) European bus system of the future project. VII Framework Programme. EC, from <http://www.ebsf.eu>
- [21] PROCEED – Principles of successful high quality public transport operation and development (2009). Deliverable 4: Guidelines for European High Quality Public Transport in small and medium sized cities. Retrieved 19th February, 2015, from: [http://www.fgm.at/proceed/Docs/PROCEED\\_Guidelines\\_EN.pdf](http://www.fgm.at/proceed/Docs/PROCEED_Guidelines_EN.pdf)
- [22] CERVERO R. and DAI D. (2014), *“BRT TOD: Leveraging transit oriented development with bus rapid transit investments”*, Transport Policy 36, 127-138.

# RELE' SERIE FERROVIA RAILWAY SERIES



Telefono +39 039.245.75.45  
www.amra-chauvin-arnoux.it

**AMRA**  
CHAUVIN ARNOUX GROUP

PER IMPIANTI FISSI E ROTABILI

ACCORDING TO:  
EN60077 EN61373  
UNI CEI 11170

OMOLOGATI RFI  
RFI DPRIM STF  
IFS TE 143

Monostabili istantanei 2-4-8 fino a 20 contatti da 5 o 10A

Temporizzati 4o2+2 contatti da 5 o 10A

Bistabili a 4-8 fino a 20 contatti da 10A

A Soglia minima e massima di tensione

Passo-Passo, Veloci e a Guida forzata



Perseo CIFI

## Orologio "FRECCIAROSSA 1000"

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

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<sup>(\*)</sup>.

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<sup>(\*)</sup>).

(\*) € 10,00

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



## Notizie dall'interno

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

### TRASPORTI SU ROTAIA

#### ANSF sulla sicurezza Ferroviaria

Il numero dei morti sui binari in Italia è in calo: dai 62 del 2013 ai 61 nel 2014. Il valore è sostanzialmente allineato con la media dei principali paesi europei (presi a riferimento per traffico, estensione della rete, organizzazione e sistemi tecnologici) ed è inferiore al trend dell'Unione europea in generale. Anche il numero degli incidenti classificati come gravi rimane sostanzialmente in linea rispetto ai maggiori stati dell'Ue e al valore medio del periodo: lo scorso anno sono stati 114. Il volume complessivo di tutti gli incidenti (gravi e lievi) è in diminuzione.

Tuttavia, non bisogna abbassare la guardia. "L'obiettivo dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie - spiega A. GARGIULO, Direttore dell'ANSF - è quello di portare gli incidenti e le vittime a zero. I dati che presentiamo oggi sono confortanti ma c'è ancora molto da fare sul fronte delle procedure tecniche, della manutenzione e della sensibilizzazione dell'utenza verso i pericoli in ferrovia". La relazione sulla sicurezza ferroviaria nel 2014 è stata presentata dall'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie presso la Commissione Trasporti della Camera dei Deputati, alla presenza del Presidente M. META e del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, M. LUPI. Si tratta di una versione preliminare, con dati non ancora consolidati, che anticipa il Report annuale che, come da obbligo di legge, verrà inviato a settembre al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Sulle 101 vittime (61 morti e 40

feriti gravi) registrate lo scorso anno, 88 sono i pedoni che hanno tenuto comportamenti indebiti in ambito ferroviario: 55 i casi di decesso per attraversamento dei binari a cui si aggiungono 33 feriti gravi. Gli altri possono essere riconducibili a problematiche legate agli aspetti tecnici, gestionali e manutentivi: tre operai investiti da un convoglio durante lavori in cantiere, due ferimenti gravi tra il personale delle imprese ferroviarie avvenuti in un urto contro una frana e in manovra.

Sono passati dai 23 del 2013 ai 26 del 2014 gli incidenti gravi riconducibili a cause tecniche (come per esempio deragliamenti e collisioni). Aumenta il numero di quelli legati all'indebita esecuzione di procedure ferroviarie: l'errata applicazione di procedure di esercizio e manovra ha generato 7 incidenti gravi, rispetto ai 3 del 2013. In aumento anche le conseguenze del dissesto idrogeologico e dell'indebita presenza di veicoli stradali sulla sede ferroviaria. Diminuisce invece la componente legata alle cadute dei passeggeri da treni in movimento e alla scarsa o cattiva manutenzione: l'incidenza sugli incidenti gravi passa dall'8% del 2013 al 5% del 2014. Ma continua ad essere la causa del 20% degli incidenti (gravi e lievi) e del 27,5% di tutti gli eventi in ferrovia. Inoltre, gli esiti dell'attività ispettiva di ANSF hanno evidenziato non conformità nel 10,8% dei controlli (5% sull'infrastruttura e 20% sui veicoli). Lo scorso anno gli incidenti gravi legati alla manutenzione sono stati 6: 3 da ricondurre a problemi manutentivi dell'infrastruttura e altri 3 per scarsa manutenzione dei veicoli. Questo tema rimane uno degli aspetti su cui ANSF sta focalizzando l'attenzione. In primis, si rileva una persistente

difficoltà da parte di RFI ad indagare tempestivamente ed efficacemente le problematiche manutentive, adottando i provvedimenti migliorativi. Inoltre, si rileva un numero crescente di incidenti lievi per i veicoli (come per esempio il consistente numero di principi di incendio ai locomotori) che testimoniano un'inefficace presidio della manutenzione da parte dei soggetti preposti. Le problematiche manutentive dei veicoli hanno anche una rilevanza sovranazionale, considerata l'apertura del mercato ferroviario e che la maggior parte del materiale rotabile è gestito da società estere. L'impegno dell'ANSF è rivolto quindi ai tavoli internazionali, dove ha riportato un importante risultato ottenendo l'obbligatorietà in Europa dei criteri di tracciabilità e dei piani di manutenzione per i carri merci, già introdotti in Italia a seguito del grave incidente di Viareggio.

L'altro fronte caldo è quello degli investimenti dei pedoni, che anche nel 2014 sono stati la causa più ricorrente degli incidenti gravi, per il quale l'Italia si attesta sopra il valore medio nel confronto con gli altri paesi europei. Il 73% degli investimenti (comprese le persone investite ai passaggi a livello) si sono verificati nelle 5 regioni che sviluppano circa il 30% del traffico ferroviario: Lombardia, Lazio, Toscana ed Emilia Romagna e Liguria. Questi eventi sono maggiormente concentrati in prossimità dei nodi urbani e metropolitani come per esempio Roma, Milano, Genova, Caserta e Bologna. Anche se la causa va ricercata principalmente nei comportamenti individuali, l'ANSF è scesa in campo con un'ampia campagna di sensibilizzazione coinvolgendo la Polizia Ferroviaria, la Federazione Italiana Pallacanestro e Rugby e molti uffici scolastici regionali. Ha inoltre chiesto alle imprese ferroviarie e al Gestore della rete un'azione incisiva di collaborazione per limitare gli accessi alle aree più a rischio. Tra il 1990 e il 2013 sono stati eliminati il 47% dei passaggi a livello. Il programma di soppressione continua, affiancato da una serie di misure per rendere questi "incroci" più sicuri (*Comunicato stampa ANSF*, 17 marzo 2015).

## All'Expo con Trenord: 379 corse al giorno da e per Rho Fiera

A partire dal 26 aprile saranno 379 le corse giornaliere effettuate da Trenord per collegare la Lombardia alla stazione di Rho Fiera Expo Milano 2015: un treno ogni tre minuti per un'offerta complessiva quotidiana di 180mila posti.

### • Il servizio

L'offerta potenziata di Trenord prevede:

- istituzione della nuova linea suburbana S14 che collegherà Milano Rogoredo a Rho (Passante Ferroviario);
- prolungamento della suburbana S11 Chiasso-Como-Milano che, passando da Porta Garibaldi, raggiungerà Expo;
- S5 Varese-Milano-Treviglio (Passante Ferroviario);
- S6 Novara-Milano-Treviglio (Passante Ferroviario);
- inoltre fermeranno alla stazione di Rho Fiera Expo Milano 2015 tutti i treni delle linee: Milano-Varese, Milano-Arona-Domodossola e Milano-Luino.

Dal Terminal 1 di Malpensa è possibile arrivare all'Expo viaggiando con il Malpensa Express fino a Milano Garibaldi e proseguendo da lì tramite il Passante Ferroviario (linee S5, S6 e S14) oppure le linee R per Luino, Arona-Domodossola, Varese. Da Milano Centrale è possibile raggiungere Expo con i treni diretti a Domodossola.

### • I biglietti speciali

Saranno 3 i titoli di viaggio dedicati:

- 4,40 euro il biglietto a/r da tutte le stazioni di Milano per tutti i treni suburbani che dal Passante Ferroviario di Milano portano all'Expo;
- 13 euro il giornaliero di seconda classe per raggiungere Expo da tutte le stazioni della Lombardia. Questa soluzione consentirà di viaggiare per l'intera giornata sui treni Trenord, escluso Malpensa Express;

- 45 euro il biglietto utilizzabile per 5 giorni in seconda classe su tutti i treni di Trenord. Comprende anche una "andata e ritorno" Milano-Malpensa aeroporto.

Completano l'offerta i biglietti integrati con i servizi ATM: treno + metropolitana + mezzi di superficie da 5, 8 e 10 euro. I titoli di viaggio Trenord saranno acquistabili online sul sito [trenord.it](http://trenord.it) e nei 655 punti vendita autorizzati, tra biglietterie e rivendite.

### • Trenord rivenditore ufficiale Expo

In occasione di Expo, nelle biglietterie Trenord e nei My-Link Point di Milano Cadorna e Milano Porta Garibaldi si potranno acquistare i biglietti di ingresso all'Esposizione.

### • La flotta renord per Expo

Il servizio sulle linee dirette per Expo sarà effettuato con una flotta di ultima generazione, moderna e confortevole composta da treni mono-piano (Coradia Meridian) e doppio-piano (TSR) in grado di trasportare fino a 1.500 passeggeri. Gli orari delle corse programmate per Expo sono già consultabili online sul sito [trenord.it](http://trenord.it) immettendo le date desiderate nel motore di ricerca (*Comunicato stampa Trenord*, 6 marzo 2015).

## Toscana: viaggio di presentazione del nuovo treno Swing

In arrivo i treni Swing (fig. 1). Più puntualità, comodità e informazione per i pendolari della Toscana.

Si è svolto il viaggio di presentazione al territorio, tra Lucca ed Aulla, con il Presidente della Regione, E. ROSSI, l'assessore regionale ai Trasporti, V. CECCARELLI, e l'Amministratore Delegato di Trenitalia, V. SOPRANO.

Sono treni progettati e realizzati secondo le

più avanzate concezioni di ingegneria, con accessori e dotazioni tecnologiche all'avanguardia, tali da elevare i correnti standard di affidabilità, puntualità, comfort, security e informazione ai passeggeri.

Gli Swing, realizzati dalla Pesa, sono moderni convogli diesel con un'offerta di 161 posti a sedere (2 postazioni per persone a mobilità ridotta), destinati a viaggiare sulle linee non elettrificate. Il treno può raggiungere la velocità di 130 km orari ed è dotato di monitor e apparati audio per una migliore comunicazione con i passeggeri. Inoltre, sono installate sei telecamere interne e quattro esterne per garantire una video sorveglianza a 360 gradi.

Il servizio commerciale, iniziato con il primo treno venerdì 20 marzo, crescerà gradualmente nei mesi di Aprile e Maggio per andare a sostituire gran parte degli attuali treni sulla linea Pisa-Lucca-Aulla entro la fine dell'estate. Con il completamento dell'arrivo dei 13 convogli previsti per la Toscana, verranno immessi i nuovi treni Swing anche in alcune relazioni del bacino senese.

La commessa degli Swing, del valore di circa 56 milioni di euro per complessivi 13 treni, prevede l'arrivo in Toscana di tutti i nuovi convogli entro la fine del 2015. Due sono stati acquistati da Trenitalia e 11 dalla Regione Toscana. Tutti i nuovi treni si contraddistinguono per il nuovo look, lo stesso degli ultimi Vivalto,



(Fonte: Ferrovie dello Stato Italiane)

Fig. 1 – Il nuovo treno Swing per la rete toscana.

che intende offrire una rinnovata e omogenea identità visiva a tutti i treni regionali di Trenitalia. La stessa che connota la livrea esterna dei bus di Busitalia e Ataf.

Il piano di rinnovo dedicato alla Toscana non si ferma qui.

A partire dalla seconda metà del 2015 è previsto l'inizio della fornitura di 12 Jazz, i treni realizzati dalla Alstom dedicati alle linee elettrificate. Si tratta di mezzi da 290 posti che saranno in servizio principalmente sulle linee del nodo metropolitano fiorentino: Firenze – Prato – Pistoia, Firenze – Valdarno e Firenze – Empoli.

L'investimento previsto per i 12 Jazz è di circa 80 milioni di euro e fa parte dell'intesa preliminare al contratto ponte tra Trenitalia e Regione Toscana.

Iniziata a fine 2012, lo scorso dicembre si è intanto completata la consegna alla Toscana di 150 carrozze a doppio piano Vivalto. La fornitura ha comportato un investimento totale, a carico di Trenitalia, di 150 milioni di euro.

In parallelo alla consegna dei nuovi treni, prosegue il programma di rinnovo "face lift" delle rimanenti vetture elettriche media distanza, entro il 2015 circa l'85% dei passeggeri regionali della Toscana viaggeranno su treni composti da vetture nuove o interamente rinnovate (*Comunicato stampa Trenitalia*, 22 marzo 2015).

### **FS Italiane: l'ingegneria ferroviaria per Expo Milano 2015**

- *Lo stato dei lavori*

Il punto sullo stato dei lavori è stato fatto, a poco più di un mese dall'apertura ufficiale di Expo Milano 2015, al Campo base di Rho (Milano), da M.M. ELIA, Amministratore Delegato di FS Italiane, G. SALA, Amministratore Delegato di Expo 2015 S.p.A. e Commissario Unico delegato del Governo per Expo Milano 2015, e M. TRIGLIA, Amministratore Delegato di Italferr.

Presente anche il Direttore Operativo di Italferr e General Manager Constructions di Expo 2015, M. RETTIGHIERI.

Italferr supporta la stazione appaltante e il responsabile unico del procedimento individuato da Expo Milano 2015, sotto il profilo tecnico, giuridico e amministrativo, per assicurare la realizzazione delle opere - tra cui Expo Centre, Padiglione Zero, Children Park, Clusters delle aree tematiche, Theme Corporate Pavillon, Teatro (Piastra) e Padiglioni per Paesi - entro i tempi e nel rispetto delle disposizioni di legge.

Per realizzare clusters, architetture di servizio, spazi espositivi, padiglioni e allestimenti, ad oggi, sono stati utilizzati 250mila m<sup>3</sup> di calcestruzzo, 80mila m<sup>3</sup> di legno, 200 km di cavi elettrici e 70mila t di acciaio. Nell'area dell'Esposizione Universale (circa un milione di m<sup>2</sup>), le 400 imprese affidatarie e sub affidatari (oltre 5.300 addetti) sono state coordinate da Italferr (in cantiere 40 tecnici operativi sette giorni su sette) con una programmazione integrata per armonizzare le singole cantierizzazioni, gestendo le reciproche interazioni.

Il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane è anche, con Trenitalia, Official Global Rail Carrier di Expo 2015. Durante i sei mesi dell'Esposizione Universale, Milano sarà servita da 236 corse al giorno, di cui 148 Freccie Trenitalia, con un'offerta complessiva di 130mila posti al giorno tra collegamenti nazionali e internazionali. A Rho Fiera Expo Milano 2015 fermeranno ogni giorno 19 Frecciarossa, 18 Frecciabianca, quattro InterCity Notte e 26 treni da e per Svizzera e Francia. Potenziata anche l'offerta di corse ferroviarie regionali e suburbane gestite da Trenord.

Il semestre di Expo 2015 coinciderà anche con l'arrivo sui binari dell'Alta Velocità italiana del più moderno e tecnologico treno veloce europeo, il Frecciarossa 1000.

L'impegno del Gruppo per Expo si estende anche alle infrastrutture ferroviarie, oggetto di particolari interventi di Rete Ferroviaria Italiana destinati a incrementare l'efficienza e la capacità di trasporto delle linee e migliorare l'accessibilità, il decoro e i sistemi informativi dei terminal

ferroviari. Un progetto, quest'ultimo, che riguarda 500 stazioni RFI, riqualificate seguendo linee di design e di arredo uniformi, così da costituire un brand riconoscibile, rese più accessibili, a vantaggio soprattutto delle persone a ridotta mobilità, e più ricche di servizi e di attività commerciali.

Il progetto ha preso il via proprio in Lombardia, coinvolgendo 18 stazioni per un investimento complessivo di oltre 55 milioni di euro.

In occasione di Expo Milano 2015, inoltre, le stazioni di Milano Centrale, Milano Porta Garibaldi e Rho Fiera Expo Milano 2015 saranno dotate di un sistema wi-fi che consentirà tra l'altro, a viaggiatori e frequentatori, di accedere "via mobile device" a un portale virtuale di stazione, ricco di utili informazioni.

- *Rho: la stazione dell'esposizione universale*

È Rho Fiera Expo Milano 2015 la stazione dell'Esposizione Universale.

Per l'importante manifestazione internazionale la stazione è stata oggetto di significativi interventi di riqualificazione e potenziamento per migliorare l'accessibilità e la qualità dei servizi.

Gli interventi (investimento complessivo di circa 5 milioni di euro) hanno riguardato il miglioramento dell'illuminazione interna e della segnaletica informativa; la realizzazione di un nuovo corridoio pedonale di collegamento (denominato T) tra la stazione ferroviaria e il sito di Expo Milano 2015 e l'installazione di access point internet wi-fi

Predisposti anche spazi ad hoc per le imprese ferroviarie, nuove biglietterie e un presidio Sala Blu RFI, per l'assistenza alle persone a ridotta mobilità.

Sono 18 le stazioni ferroviarie dell'area metropolitana di Milano, inserite nel progetto "500 Stazioni", interessate per Expo Milano 2015 da interventi di ammodernamento e potenziamento infrastrutturale.

Gli interventi previsti per l'Esposizione Universale interessano, oltre

a Rho Fiera Expo Milano 2015, anche le stazioni del Passante ferroviario milanese (Villapizzone, Lancetti, Porta Garibaldi passante, Repubblica, Porta Venezia, Dateo, Porta Vittoria) e Milano Centrale, Milano Lambrate, Milano Porta Garibaldi, Bergamo, Melegnano, Milano Certosa, Pioltello-Limito, San Giuliano Milanese, San Zenone al Lambro e Tavazzano.

Come detto in precedenza, l'investimento complessivo è di circa 55 milioni di euro. Complessivamente sono 48 i terminal della Lombardia del progetto "500 Stazioni" avviato da RFI per riqualificare gli *hub* ferroviari nazionali utilizzati dall'80% dei clienti delle imprese ferroviarie che operano sul territorio nazionale.

Nel 2015 sono iniziati i primi interventi per un investimento economico complessivo di oltre 90 milioni di euro. Saranno alzati a 55 cm i marciapiedi per facilitare accesso e uscita dai treni e sarà migliorata l'accessibilità alle persone con ridotta mobilità (50 mln); saranno effettuati interventi di riqualificazione (16 mln) e installati nuovi monitor e impianti di diffusione sonora per una più efficiente e efficace informazione ai viaggiatori (circa 24 mln). Con il progetto "500 Stazioni", RFI migliorerà e amplierà anche i servizi commerciali (gamma, qualità, ...) presenti nelle stazioni.

Nelle 500 stazioni saranno installati anche sistemi di illuminazione a led ("Progetto di risparmio energetico e mantenimento degli standard illuminotecnici") che garantirà benefici sia in termini di attenzione all'ambiente sia di migliori performance, anche per la sicurezza dei clienti.

- *Trenitalia: più frecce e più fermate a Milano e a Rho Fiera Milano Expo 2015*

Più fermate e più collegamenti Trenitalia da e per Expo Milano 2015.

Milano e Rho Fiera Expo Milano 2015 diventano il principale hub Trenitalia, perché collegate con più frequenza con Roma, Torino, Bologna, Reggio Emilia AV, Firenze,

Napoli, Salerno oltre a Venezia, Padova, Verona, Rimini, Ancona, Bari, Lecce.

Complessivamente 236 treni al giorno da tutta Italia, di cui 148 Freccie.

Dal 26 aprile al 31 ottobre 2015 saranno 67 le fermate direttamente a Rho Fiera Expo Milano 2015 con 37 Freccie, quattro collegamenti notte da e per il Sud, 24 treni internazionali Italia - Svizzera e due Thello Italia - Francia.

Nel dettaglio saranno 19 Frecciarossa: cinque Torino - Milano - Roma senza fermate tra Milano e Roma e 14 Torino - Milano - Roma con fermate intermedie anche a Bologna e Firenze. Di questi 11 collegamenti uniranno Rho Fiera Expo Milano 2015 a Reggio Emilia AV, sette a Napoli e quattro a Salerno. Si aggiunge una ulteriore fermata periodica Frecciarossa per i rientri serali della domenica a Roma.

Sempre dal 26 aprile al 31 ottobre 2015 fermeranno a Rho Fiera Milano Expo 2015 anche 18 Frecciabianca sulla rotta Torino - Milano - Verona - Padova - Venezia e di cui quattro proseguiranno su Trieste. Nello stesso periodo diventeranno 22 le fermate Frecciarossa, quattro quelle Frecciabianca e 19 quelle InterCity e InterCity Notte a Milano Rogoredo.

Sono invece 26 i treni internazionali che collegheranno Rho Fiera Expo Milano 2015 alle principali città della Svizzera e della Francia.

Già con l'attuale orario, ogni giorno, a Milano Centrale fermano 72 Frecciarossa, 64 Frecciabianca, 36 treni internazionali e 38 tra InterCity e InterCity Notte. A Milano Porta Garibaldi 12 Frecciarossa e quattro InterCity Notte e a Milano Rogoredo 16 Frecciarossa, due Frecciabianca e 14 InterCity.

L'impegno di Trenitalia per la mobilità ferroviaria in occasione di Expo Milano 2015 si traduce in un'offerta complessiva di 130mila posti al giorno da e per Milano, sulle Freccie e gli altri collegamenti nazionali internazionali (*Cartella stampa Ferrovie dello Stato Italiane*, 23 marzo 2015).

## TRASPORTI URBANI

### Convegno Nazionale Sistema Tram: sesta edizione promossa dal MIT

Alstom ha partecipato alla sesta edizione del Convegno Nazionale Sistema Tram promosso e ospitato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, in programma a Roma dal 19 al 20 marzo e intitolato "Non solo tram: i sistemi a via guidata per il trasporto pubblico locale".

Nell'edizione di quest'anno non si è parlato solo di tram, ma anche di metropolitane, treni, e sistemi innovativi, alla luce di una sempre maggiore contiguità tra i diversi mezzi e la necessità di trattare in modo integrato il trasporto pubblico nelle aree metropolitane.

L'appuntamento, che si svolge ogni due anni, è stato rivolto agli enti locali, alle aziende di trasporto collettivo, alle università e ai professionisti del settore, e viene organizzato dalla Direzione Generale del Trasporto Pubblico del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, in collaborazione con le associazioni AIIT, AS-STR, CIFI e, da quest'anno, anche con l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma.

A. DE BENEDETTI, responsabile dei Sistemi e delle Infrastrutture di Alstom in Italia, è intervenuto al convegno con una relazione intitolata: "Innovazioni tecnologiche per il Trasporto Pubblico Locale". Al centro dell'intervento di DE BENEDETTI ci saranno due innovative soluzioni di Alstom pensate per rendere più "green" il sistema dei trasporti su rotaia: Appitrack e Hesop (Harmonic and Energy Saving Optimizer).

Appitrack è il sistema automatico Alstom per la posa delle rotaie per le linee tramviarie e metropolitane che permette di accorciare i tempi di posa binario e, quindi, di ridurre i disagi di residenti e passeggeri.

Hesop, invece, è la sottostazione reversibile Alstom di ultima generazione che permette di recuperare

circa il 99% dell'energia prodotta dal rotabile in frenatura e restituirla alla rete elettrica per essere riutilizzata. Questa soluzione innovativa è stata selezionata dal programma LIFE+ della Commissione Europea, che promuove le azioni a favore dell'ambiente (*Comunicato stampa Alstom*, 18 marzo 2015).

**VARIE**

**1° WG Ferroviario del Cluster Tecnologico Nazionale "Trasporti Italia 2020": verso soluzioni competitive alle sfide europee del settore**

Ospite dell'ANSF-Agenzia Nazionale per la Sicurezza Ferroviaria, si è riunito il Working Group Ferroviario del Cluster Tecnologico Nazionale "Trasporti Italia 2020", creato a partire dal 2012 su input del MIUR-Ministero Istruzione Università e Ricerca per realizzare un *hub* dell'Industria e delle componenti scientifiche del "Sistema Italia" dei trasporti di superficie

Fanno parte del Cluster, infatti, i settori Ferroviario, Automotive, Vie d'Acqua e ITS-Intermodalità-Logistica.

Gli attori del comparto ferroviario presenti nel Cluster sono 30: RFI, AnsaldoBreda, AnsaldoSTS, THALES Italia, IDS Ingegneria dei Sistemi, ECM, 9 PMI, i 2 Distretti Tecnologici di Toscana - DITECFER - e Campania - DATTILO -, Politecnico di Milano e Torino, Università di Firenze, Genova, Napoli, Padova, Pisa, Roma, 5 Istituti del CNR.

Questi soggetti si sono riuniti a Firenze per analizzare le prime evidenze emerse dalla raccolta di progetti tecnologici a valore industriale in ottica 2020/2030/2050 al fine di poter elaborare la SRA-Strategic Research Agenda del Cluster Nazionale per tutti i modi di trasporto.

Un contributo che punta ad agevolare il MIUR e gli altri soggetti governativi deputati alla definizione delle direttrici nazionali di R&S nel campo dei trasporti di superficie. Lo scopo è di poter dare risposta alle sfide sociali e competitive definite a livello eu-

ropeo (per il ferroviario i riferimenti sono UE, ERRAC e UIC), facendo al contempo crescere il "Sistema Italia" quale fornitore di soluzioni competitive a tali sfide

La governance ferroviaria del Cluster vede nel "Comitato di Indirizzo Strategico e di Gestione" RFI (Giovanni Costa), AnsaldoSTS (Giovanni Bocchetti), Argos Engineering (Argeo Bartolomei), Politecnico di Milano (Prof. Ferruccio Resta); nel "Consiglio Scientifico" THALES Italia (Luigi Rucher) e Università di Firenze (Prof. Benedetto Allotta); il Coordinamento del WG Ferroviario è curato da DITECFER (Veronica Elena Bocci).

Il Cluster "Trasporti Italia 2020" è un'Associazione Riconosciuta, aperta all'adesione di tutti gli attori operativi nel campo dei trasporti di superficie aventi sede in Italia. La partecipazione comporta il pagamento di un contributo associativo annuale. Per ogni informazione e/o richiesta di adesione si può contattare la Segreteria del Cluster: cluster.trasporti@anfia.i (*Comunicato stampa DITECFER*, 17 marzo 2015).

**Stazione di Reggio Calabria: un "Help Center" per le persone senza dimora**

Un nuovo Help Center per le persone in condizione di grave emarginazione sociale, senza fissa dimora e con difficoltà economiche, sanitarie o relazionali, è stato inaugurato nella stazione ferroviaria di Reggio Calabria.

Alla cerimonia, organizzata in occasione della "Giornata Internazionale contro il razzismo" hanno partecipato il Sindaco, G. FALCOMATÀ, l'Assessore comunale Politiche Sociali, G. MARINO, il direttore dell'Osservatorio Nazionale sul Disagio e Solidarietà nelle Stazioni Italiane (ONDS), A. RADICCHI, il Direttore della Caritas, Don Nino PANGALLO, la Consigliera Delegata dal Presidente pari opportunità, G. MARTELLI, il Coordinatore Intergruppo Immigrazione e Cittadinanza, K. CHAOUKI, il Direttore Generale Ufficio Nazionale Antidiscrimi-

nazioni Razziali della Presidenza del Consiglio dei Ministri, M. DE GIORGI.

Per il Gruppo FS sono intervenuti F. TORELLA, Responsabile Attività Sociali d'Impresa e Rapporti con le Associazioni, e F. CATALANO, Direttore Territoriale Produzione Reggio Calabria di Rete Ferroviaria Italiana.

Nato dalla collaborazione tra Ferrovie dello Stato Italiane e Comune di Reggio Calabria, l'Help Center della stazione centrale rientra nella rete coordinata ONDS, progetto di FS Italiane e ANCI che conta, a oggi, 14 centri di accoglienza in altrettanti terminal ferroviari ed è integrato con servizi di prossimità comunali (Servizio mobile di sostegno, Unità di strada, progetto Città Invisibili).

Collocato negli spazi dedicati nell'edificio ferroviario di via Barlam, il centro, denominato "Casa di Lena", è gestito dalla Caritas diocesana che si avvale della collaborazione di Acifjf, Agesci (Rc1 e Rc9), Comunità di Sant'Egidio, Maestri di speranza, Masci Rc5.

I locali sono stati concessi in comodato d'uso gratuito dal Gruppo FS Italiane all'Amministrazione Comunale. Attivo in via sperimentale dal 31 dicembre scorso, sarà aperto tutti i pomeriggi dal lunedì al venerdì dalle 17 alle 20 e il giovedì e il sabato dalle 9 alle 12. Fra le sue attività anche il monitoraggio degli ambienti della stazione e il raccordo con il mondo del volontariato.

A tutti coloro che si rivolgono allo sportello è offerta la possibilità di ricevere indicazioni precise su indirizzi, orari e modalità d'accesso ai servizi presenti sul territorio, con l'obiettivo di rispondere nella maniera più idonea e tempestiva possibile alla richiesta che le persone esplicitano. Qualora la situazione lo richieda, saranno gli stessi operatori a prendere contatto con i servizi, per facilitare l'ingresso attraverso un passaggio di informazioni mirate.

Oltre a quello di Reggio Calabria, altri 14 Help Center sono presenti nelle stazioni italiane: Bologna, Chivasso, Torino, Milano Centrale, Genova Cornigliano, Firenze Santa Maria

Novella, Pescara Centrale, Roma Termini, Napoli Centrale, Foggia, Melfi, Catania Centrale, Messina e Bari. Prossimamente saranno aperti nuovi Help Center a Trieste e Viareggio ed è in programma l'ampliamento della sede di Bari.

Come si evince dall'ultimo Rapporto ONDS 2013, gli Help Center hanno effettuato 215 mila interventi, intercettando circa 25 mila persone disaggiate che frequentano le stazioni.

Infine, è in fase di studio l'apertura di nuovi centri di accoglienza a Genova Piazza Principe, Venezia Mestre, Palermo, Livorno, Pisa, Pistoia e Villa San Giovanni (*Comunicato stampa RFI*, 21 marzo 2015).

### **RFI-MIT: mappe interattive con Italian Train Experience per un viaggio nei territori circostanti**

Alla scoperta del territorio - eccellenze artistiche, storiche, naturali e enogastronomiche - partendo dalle stazioni ferroviarie. E' il "concept" di Italian Train Experience (ITE), elaborato dall'artista U. NESPOLO. L'idea è quella di proporre a turisti, pendolari e viaggiatori occasionali una piattaforma interattiva di approfondimento con informazioni a 360 gradi.

Il progetto ha l'obiettivo di trasformare le cosiddette stazioni minori, valorizzandole con infrastrutture dedicate, in vere e proprie "mappe interattive". Grazie a rete wi-fi, app e sito web dedicato sarà infatti possibile pianificare, partendo dalla stazione, un viaggio negli agglomerati urbani circostanti, alla scoperta di angoli nascosti e poco conosciuti e di particolarità artistiche, storiche, naturali e enogastronomiche.

Il progetto è stato illustrato a Roma da R. NENCINI, vice ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, M.M. ELIA, AD Gruppo FS Italiane, M. GENTILE, AD RFI, e U. NESPOLO.

Il progetto Italian Train Experience prenderà il via in concomitanza con Expo Milano 2015 e interesserà sei stazioni fra Piemonte e Lombardia: Torino Porta Susa, Chivasso,

Santhià, Trecate, Magenta e Rho Fiera Expo Milano 2015.

Le stazioni saranno caratterizzate con raffigurazioni grafiche, ideate da U. NESPOLO, ispirate al viaggio e al territorio. Gli spazi d'attesa ospiteranno esposizioni di quadri, manifesti e installazioni a tema. All'interno di ogni stazione sarà collocato anche uno schermo su cui verranno trasmesse immagini e filmati che illustreranno le eccellenze del territorio circostante.

Grazie alla connessione internet wi-fi, i viaggiatori potranno accedere al portale e alla app dedicata dove troveranno informazioni sulla località in cui si trovano, suggerimenti su itinerari, percorsi enogastronomici, siti culturali, tesori artistici e paesaggistici. I viaggiatori potranno implementare queste informazioni inserendo notizie aggiuntive, commenti e giudizi (*Comunicato stampa MIT*, 11 marzo 2015).

### **ANIE e PoliMi: insieme per il futuro delle imprese**

La Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche, in collaborazione con la Business School del Politecnico di Milano, dà il via alla prima edizione del Corso di Alta Formazione 'Strategie per l'Internazionalizzazione d'Impresa'.

ANIE Confindustria, da sempre al fianco delle imprese associate nella ricerca di nuove opportunità di crescita sui mercati esteri, in collaborazione con il MIP Politecnico di Milano, ha messo a punto un corso di Alta Formazione sul tema: 'Strategie per l'Internazionalizzazione d'Impresa'. Il corso, che debutterà a fine marzo, si propone come strumento di formazione di personale altamente qualificato, in grado di operare sui mercati esteri.

La crescente esigenza delle aziende di affacciarsi sui mercati internazionali richiede sempre più l'acquisizione di competenze molto specifiche: dagli aspetti manageriali ai fondamenti di logistica, dalla conoscenza tecnologica all'individuazione delle peculiarità del mercato straniero.

Obiettivo del percorso formativo promosso da ANIE è offrire agli operatori delle imprese italiane fornitrici di tecnologie gli strumenti che concretamente sono necessari per definire una strategia di inserimento in un contesto internazionale. I partecipanti potranno perfezionare la loro capacità di lettura e di analisi dei mercati esteri e allo stesso tempo approfondire i modelli organizzativi e di gestione aziendale utili in un contesto extra nazionale, imparando infine, anche e soprattutto attraverso "case history" reali, a muoversi negli scenari esteri in ambito legislativo, giuridico, economico e finanziario.

La prima edizione del corso si rivolge a imprenditori, export manager, manager e professionisti direttamente coinvolti nella definizione delle attività di internazionalizzazione in ambito aziendale, diplomati o laureati in tutte le discipline. Il progetto si articolerà in 96 ore di attività didattica suddivise in 12 giornate da 8 ore da marzo a novembre 2015, tenute da docenti universitari, professionisti ed esperti altamente qualificati del Politecnico di Milano. Sarà possibile anche fruire del corso da remoto, per conciliare la formazione con il lavoro. Il corso offrirà a tutti i partecipanti la possibilità di realizzare alla fine del percorso con il supporto di un docente del MIP Politecnico di Milano un Project Work realizzato sulla base dei contenuti appresi in aula e applicati a uno specifico e concreto caso d'interesse.

"Riconoscendo nell'internazionalizzazione un'esigenza e, allo stesso tempo, un'opportunità per le imprese - ha commentato C.A. GEMME (fig. 2), Presidente di ANIE Confindustria - la nostra Federazione negli ultimi anni ha fortemente potenziato le iniziative a supporto delle imprese del settore pronte ad aprirsi ai mercati esteri. Secondo le nostre più recenti stime, il fatturato estero dell'industria elettrotecnica ed elettronica ha chiuso il 2014 con una crescita dell'1,4%. Non è un caso, allora, che la figura professionale più ricercata dalle nostre aziende sia quella dell'export manager.



(Fonte ANIE)

Fig. 2 – C.A. GEMME, Presidente di ANIE Confindustria

Il corso è una risposta molto concreta all'esigenza industriale di avere personale molto qualificato ad operare sui mercati esteri, a leggere e interpretare le opportunità di crescita, in particolare in comparti ad alta specializzazione tecnologica come quello elettrotecnico ed elettronico. Ringrazio il Politecnico di Milano, che da sempre si distingue per lo stretto rapporto con il mondo delle imprese, che come noi crede in questo progetto" (*Comunicato stampa ANIE*, 16 febbraio 2015).

**IN LIBRERIA**

**“La Ferrovia Porrettana, Progettazione costruzione (1845-1864)”**,

Settegiorni Editore, 2014 Autori: Andrea OTTANELLI Renzo ZAGNONI Aniceto ANTILOPI (fig. 3

Il volume con testi a cura di A. OTTANELLI e R. ZAGNONI e le riproduzione fotografiche di Aniceto Antilopi ricostruisce le vicende relative alla genesi, alla progettazione e alla costruzione della storica ferrovia che nel 1864 congiungendo Bologna con Pistoia permise il superamento dell'Appennino toscano-emiliano e la giunzione tra la reti ferroviarie del nord e del centro Italia.

Storia originale e complessa quella della Porrettana. Analizzata descritta e narrata in decine e decine di pubblicazioni, di saggi, di racconti. Una letteratura e una bibliografia sterminata, come sottolineano gli autori nella presentazione.

Ma il volume di OTTANELLI e ZAGNONI, che da anni si dedicano a ricerche e studi storici sulla ferrovia Porrettana, si caratterizza per l'originalità dell'approccio storiografico e per le fonti archivistiche cui fanno riferimento e che sono state usate e commentate nel volume, uscito in occasione del centocinquantenario anno di vita della ferrovia Porrettana.

Il lavoro di scavo e ricerca degli autori, infatti, ha attinto a due importanti fondi archivistici conservati in due biblioteche pubbliche e ad alcune collezioni private fino ad ora scarsamente indagati ed usati.

Si tratta del Fondo Protche conservato presso la biblioteca comunale

dell'Archiginnasio di Bologna e del Fondo Porrettana depositato nella Biblioteca comunale Forteguerriana di Pistoia. Il primo è stato completamente riordinato e inventariato dopo un lungo lavoro terminato alla fine dell'anno 2013 da F. COLLORAFI all'interno del progetto “Una città per gli archivi” sostenuto dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Bologna. Il secondo, quantitativamente più contenuto ma di altrettanta qualità, è stato oggetto nel 2014 di un eguale lavoro da parte della Cooperativa Scripta manent grazie al contributo del Lyons club di Pistoia.

A questi fondi pubblici si sono poi aggiunti due importanti volumi dedi-

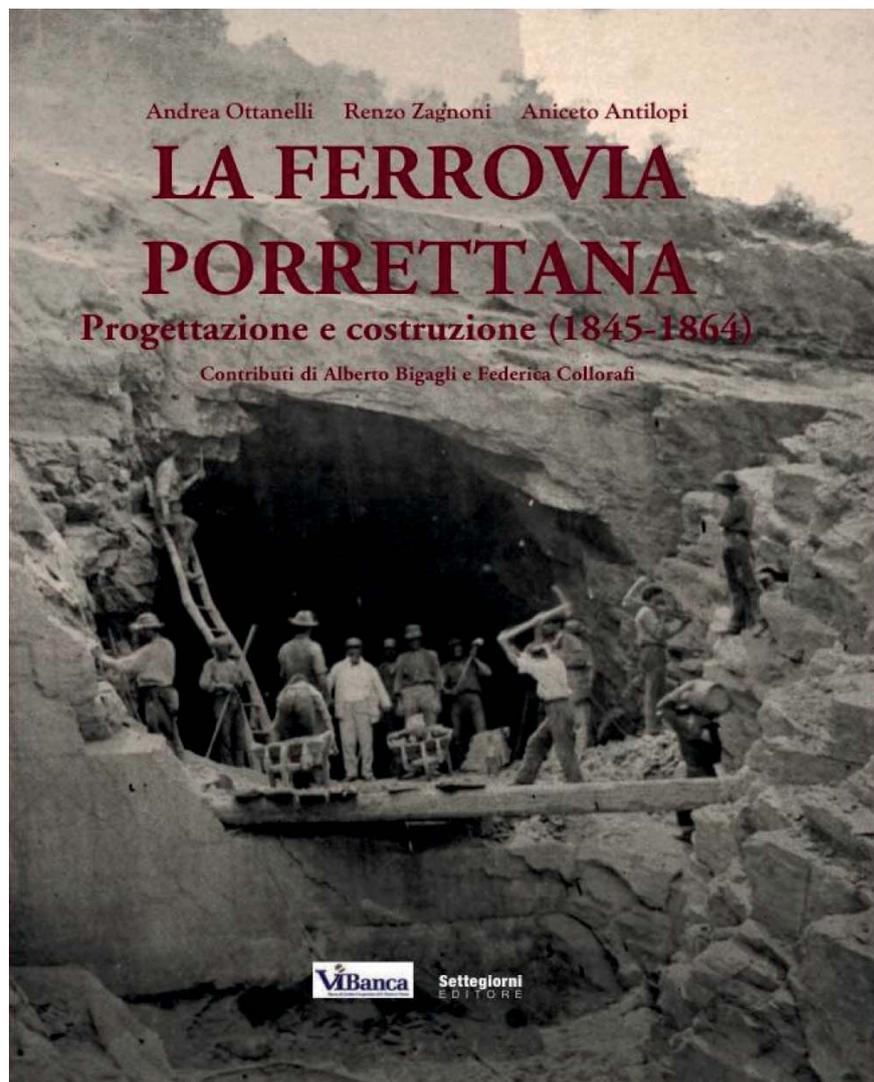


Fig. 3 – La copertina del testo “La Ferrovia Porrettana, Progettazione costruzione (1845-1864).

cati allo scavo della galleria dell'Appennino messi a disposizione da A. QUERCI e altri documenti di collezionisti pistoiesi tra cui G. INNOCENTI e M. LUCARELLI e da C. TESI.

Sulla base di questa ricca documentazione iconografica è stato realizzato un volume che ricostruisce le vicende dei primi progetti relativi alla genesi della linea ferroviaria per gli anni che vanno dal 1845 al 1850 con i primi progetti Cini e l'inizio della lunga diatriba sul percorso di valico conteso tra i pistoiesi che lo volevano lungo l'asse Pistoia, valli dell'Ombro-ne e del Reno - e i pratesi che proponevano il percorso Prato - valli del Bisenzio e del Setta. Come è noto prevalse l'ipotesi pistoiese e nacque così la Porrettana.

Il capitolo centrale ripercorre le fasi della progettazione e della costruzione della linea con le due convenzioni del 1851 e 1856 tra l'Impero d'Austria i ducati di Parma e Modena, lo Stato della Chiesa e il Granducato di Toscana che delinearono gli

accordi politici, finanziari e tecnici della linea, affidata alla progettazione definitiva dell'ingegnere francese J.L. PROTCHÉ, fino al completamento e all'inaugurazione nel novembre 1864.

Un apposito capitolo è stato riservato alla descrizione dello scavo delle principali gallerie della linea attraverso i documenti originari e all'analisi di un documento riassuntivo finale compilato nel 1864 che ha permesso di analizzare le caratteristiche tecniche della ferrovia così come si presentava al momento dell'inaugurazione.

Completa la prima parte del volume un contributo di A. BIGAGLI sulla figura dell'ingegnere francese A. GIRARD che faceva parte della squadra di tecnici capitanata dal Protché.

La seconda parte del volume è dedicata completamente all'Iconografia della Ferrovia Porrettana e presenta i disegni originali, provenienti dai fondi presentati, e relativi alla linea, alle stazioni, ponti, viadotti, gallerie

e infrastrutture. I disegni, fedelmente riprodotti dal fotografo A. ANTILOPI e consultati grazie alla collaborazione di P. BUSI e P. FOSCHI dell'Archiginnasio, sono spesso accompagnati dalle foto dell'opera d'arte appena realizzata e documentano in maniera efficace la grande capacità progettuale degli ingegneri dell'epoca e la bravura nel disegnare opere che fondevano caratteristiche tecniche e ornato.

Ne emerge il quadro di un'opera di alta ingegneria dell'Ottocento che si colloca nella storia delle ferrovie e delle infrastrutture fondamentali della storia d'Italia.

Completano il volume due note relative al Fondo Protché e al Fondo Ferrovia Porrettana.

Il volume aggiunge così un importante tassello alla già ampia documentazione sulle vicende di una ferrovia che celebra 150 anni di vita (*Recensione a cura di A. OTTANELLI e R. ZAGNONI, cortesia di G. MARCHI, 10 marzo 2015*).

## Notizie dall'estero

### *News from foreign countries*

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

#### **TRASPORTI SU ROTAIA (RAILWAY TRANSPORTATION)**

##### **Brennero: avvio dei lavori di scavo per la galleria principale**

I lavori per la Galleria di Base del Brennero, che forma la parte centrale della nuova ferrovia del Brennero tra Monaco di Baviera e Verona e che con una linea lunga 64 km sarà il collegamento ferroviario sotterraneo più lungo al mondo, procedono come da programmi. Il 19 marzo 2015 sono iniziati i lavori per le gallerie di linea nell'area di progetto austriaca. Alla cerimonia ufficiale hanno preso parte rappresentanti di spicco dell'Unione Europea nonché della politica nazionale e regionale. La presenza del Commissario Europeo V. BULC, alla cerimonia del primo colpo di piccone alla Galleria, è un segno dell'importanza di questo progetto pilota per la politica dei trasporti dell'Europa. Com'è tradizione in Austria nel settore dell'edilizia in sotterranea, il Commissario Europeo ha assunto il ruolo di "madrina della galleria" per la prima canna principale della Galleria di Base del Brennero.

Da settembre dello scorso anno sono a regime i lavori di scavo nel lotto finora più grande, il lotto di costruzione Tulfes-Pfons, che prevede la realizzazione di quattro tratte di galleria, per un volume contrattuale pari a 380 milioni di Euro. La galleria di accesso di Ahrental ha raggiunto, dopo soli tre mesi, la quota a cui saranno realizzate le future canne principali, creando così le condizioni logistiche per lo scavo dei primi chilometri della galleria principale nonché delle gallerie di interconnessione dalla circonvallazione di Innsbruck fino alla galleria principale

##### • *Scavati già 36 km di gallerie*

In Italia sono stati realizzati già 3,6 km della galleria principale e in tutto sono stati scavati già 36 km di gallerie su entrambi i lati del Brennero. Sul lato italiano si lavora adesso a pieno regime al lotto costruttivo del sottoattraversamento dell'Isarco, che vale 300 milioni di Euro. Questo lotto costruttivo corrisponde al tratto più meridionale della Galleria di Base del Brennero e si trova nelle immediate vicinanze della stazione ferroviaria di Fortezza. Sul lato austriaco partiranno nei prossimi mesi altri tre fronti di avanzamento. Da novembre si inizierà per la prima volta a lavorare con una fresa, che si muoverà da Ahrental verso il Brennero scavando un ulteriore tratto del cunicolo esplorativo, lungo 15 km.

Sta per essere pubblicata, inoltre, la gara di appalto per il tratto Mules-Brennero; questo tratto comprende la realizzazione del cunicolo esplorativo a nord della Linea Periadriatica fino al Brennero e delle gallerie principali dal sottoattraversamento dell'Isarco fino al Brennero, compresa la fermata di emergenza di Campo di Trens. Nel 2016 sarà pubblicata la gara di appalto per il lotto costruttivo principale Ahrental-Brennero in territorio austriaco; questo lotto, con un volume contrattuale stimato pari a 1,8 miliardi di Euro, prevede la realizzazione della galleria principale da Ahrental fino al Brennero, del tratto del cunicolo esplorativo da Steinach am Brenner fino al Confine di Stato e della fermata di emergenza di St. Jodok.

Alla fine del 2026, è prevista l'entrata in esercizio del collegamento ferroviario sotterraneo più lungo del

mondo e contemporaneamente la riduzione del tempo di viaggio tra Innsbruck e Bolzano dalle due ore di oggi a meno della metà.

##### • *La Galleria di Base del Brennero come progetto di riferimento*

La Galleria di Base del Brennero è un progetto modello e di riferimento e, a Innsbruck, si terrà un convegno importante che trarrà spunto da quest'esperienza. Il Coordinatore Europeo P. Cox discuterà con i suoi colleghi Coordinatori delle Reti Trans europee dei Trasporti, i relativi Ministri dei sette Paesi Alpini e con esperti di settore delle sfide e delle opportunità presenti nell'ambito di altri progetti transfrontalieri nel settore dei trasporti, basandosi sull'esempio della Galleria di Base del Brennero.

##### • *I commenti*

V. BULC, Commissario Europeo: "Iniziano i lavori alle canne principali della Galleria di Base del Brennero. Si tratta di un passo significativo, dato che il Brennero è il cuore dell'intero corridoio di trasporto che si estende dalla Scandinavia fino al Mediterraneo. Una volta completata, la transfrontaliera Galleria di Base del Brennero eliminerà un collo di bottiglia importante per il trasporto sia di merci che di passeggeri tra Austria e Italia. È fondamentale investire nelle infrastrutture, se si vuole spostare un maggiore volume di traffico su ferro, perché i valichi alpini stanno raggiungendo i loro limiti di capacità. Questo progetto dimostra il nostro fermo impegno a creare le basi per un trasporto più efficiente in termini di uso delle risorse e sostenibilità, in tutta Europa e in particolare nelle regioni alpine".

A. STÖGER, Ministro dei Trasporti, Austria: "La Galleria di base del Brennero non soltanto è di grande importanza nella politica dei trasporti per la riduzione degli impatti sulla popolazione nel Tirolo e nell'Alto Adige, bensì è anche un progetto di dimensione europea. Con la realizzazione della galleria ferroviaria più lunga al mondo, infatti, l'Austria, l'Italia e l'Unione Europea lanciano un segnale comune di riconoscimento di

una politica dei trasporti rispettosa dell'ambiente. Questo progetto comunitario rappresenta un forte segnale verso l'identificazione del trasporto ecocompatibile su rotaia come mezzo di trasporto europeo del futuro. Sono pertanto lieto di festeggiare, con la cerimonia del primo colpo di piccone alla Galleria, un importante progresso di questo progetto unico. Un successo assolutamente dovuto al lavoro di tutti coloro che, seppur diversamente, sono coinvolti nella realizzazione della Galleria di Base del Brennero. Desidero pertanto approfittare di questa opportunità per ringraziare sentitamente tutti per il lavoro instancabile prestato!"

A. DOBRINDT, Ministro dei Trasporti, Germania: "L'Europa costituisce un insieme coeso che non ha eguali a questo mondo, come comunità di valori, come area economica e per il primato della mobilità. Il perno di tutto ciò è la nostra infrastruttura. Essa rappresenta il presupposto per un'Europa unita, il motore di un mercato interno fiorente ed il punto di partenza di un'elevata qualità della vita dei cittadini europei. Nostro compito comune è, pertanto, permettere anche in futuro una mobilità senza confini, e continuare a potenziare le nostre infrastrutture. Con la Galleria di Base del Brennero riusciremo a realizzare, nel decennio a venire, un progetto storico chiave nell'ambito dell'infrastruttura ferroviaria transfrontaliera in Europa. In qualità di componente centrale delle reti trans-europee, la Galleria fornirà un contributo importante al potenziamento delle arterie di traffico dell'Unione Europea, contribuendo così ad avvicinare ulteriormente i nostri sistemi economici così come i nostri 500 milioni di abitanti".

G. PLATTER, Presidente del Land Tirolo: "Il Tirolo si trova nell'arteria principale del traffico transalpino. La Galleria di base del Brennero rappresenta il cuore del corridoio Scan-Med (Scandinavia-Mediterraneo), un collegamento ferroviario innovativo ed efficiente. Per il Tirolo, questo collegamento implica soprattutto una riduzione degli impatti arrecati alla

popolazione dal transito su strada di autocarri. La costruzione dell'Opera Galleria è stata caratterizzata da una lunga attività preliminare, ed ha dovuto superare alcuni ostacoli. Pertanto, è inestimabile l'importanza per la nostra regione della cerimonia del primo colpo di piccone alla galleria principale. La cerimonia acquista particolare valore simbolico se si pensa che entrambi i Paesi che verranno collegati e, in tal senso, ulteriormente avvicinati dall'opera Galleria, 100 anni fa hanno combattuto in guerra. L'Unione Europea rappresenta un garante della pace, della collaborazione e del benessere sul nostro continente. La Galleria di base del Brennero è un progetto pionieristico di collaborazione transfrontaliera."

A. KOMPATSCHER, Presidente della Provincia Autonoma di Bolzano: "La Galleria di base del Brennero è parte dei progetti TEN-T in Europa. Questo progetto, tuttavia, non è importante soltanto a livello europeo, bensì riveste un ruolo particolare anche per l'Alto Adige, il Tirolo ed il Trentino. La Galleria di base del Brennero costituisce una pietra miliare per uno sviluppo orientato verso il futuro sia del traffico merci, ma anche del trasporto passeggeri su rotaia. L'Opera crea un ulteriore, importante collegamento per e con l'Europa, ed implica l'ulteriore abbattimento delle frontiere, come già avvenuto con l'entrata in vigore della convenzione di Schengen e con l'introduzione della moneta unica nell'anno 2000. La Galleria di Base del Brennero rappresenta un collegamento ferroviario aggiuntivo, innovativo, ecocompatibile e transfrontaliero che, oltre ad essere d'importanza economica, rappresenterà anche un fattore di collegamento importante in Europa".

U. Rossi, Presidente della Provincia Autonoma di Trento: "In un momento di passaggio nella storia dell'Europa, impegnata a costruire una maggiore integrazione politica ed economica tra gli Stati membri ed a riscrivere il patto di fiducia con i propri cittadini, il simbolico colpo di piccone che dà avvio ai lavori per la Galleria di Base del Brennero nella

parte austriaca è una potente iniezione di fiducia verso il futuro. Ciò che stiamo costruendo non è soltanto il collegamento ferroviario sotterraneo più lungo al mondo, ma l'idea stessa di una nuova, più moderna e aggiornata integrazione europea. Come presidenza di turno per tutto il 2015 e 2016 della CAB, Comunità d'azione della ferrovia del Brennero, la Provincia autonoma di Trento assicurerà tutto il proprio sostegno e il massimo impegno per favorire il raggiungimento degli obiettivi strutturali che ci siamo posti, offrendo il nostro contributo alla definizione da parte delle istituzioni europee e degli Stati di una comune strategia sui trasporti tra il nord e il sud d'Europa".

M.M. ELIA, Amministratore Delegato FS: "La Galleria di Base del Brennero è il baricentro del Corridoio ferroviario europeo Helsinki - La Valletta e il Gruppo FS Italiane ha su di esso una grande attenzione. Grazie a questa preziosa infrastruttura, il tempo di percorrenza tra Innsbruck e Fortezza si ridurrà dagli attuali 80 minuti a soli 25 minuti per il traffico passeggeri, e da 105 a 35 minuti per il traffico merci. In questo modo, il sistema Alta Velocità/Alta Capacità italiano, già pienamente operativo, potrà sfruttare ancora di più le sue potenzialità, connettendo l'Europa centrale e settentrionale con il Mediterraneo".

K. BERGMEISTER, Amministratore di BBT SE: "La cerimonia del primo colpo di piccone ad Ahrental il 19 marzo 2015 è un'ulteriore pietra miliare nella storia della realizzazione della Galleria di Base del Brennero. Da ora, si lavorerà sia in Italia che in Austria alle gallerie di linea dove viaggeranno in futuro i treni merci e passeggeri. Queste opere, che rappresentano una grande sfida tecnica, vengono realizzate da minatori esperti, tecnici eccezionali e dei collaboratori molto coinvolti. I progetti infrastrutturali transfrontalieri europei come la Galleria di Base del Brennero possono essere completati con successo soltanto con il massimo impegno da parte delle istituzioni coinvolte, siano esse in Europa, in Italia, in Austria

o più nello specifico in Tirolo e Alto Adige” (*Comunicato stampa BBT*, 19 marzo 2015).

**Brenner: start of work for the main gallery**

Work on the Brenner base tunnel, which forms the central part of the new Brenner railway between Monaco and Verona with a line 64 km long will be the longest underground rail link to the world, follow these programs. On March 19, 2015, work began on the rail tunnels in the Austrian project. At the official ceremony was attended by leading representatives of the European Union as well as the national and regional policy. The presence of the European Commissioner V. BULC the groundbreaking ceremony of the gallery is a sign of the importance of this pilot project for the European transport policy. As is tradition in Austria in the construction sector in the underground, the European Commissioner has assumed the role of “godmother of the tunnel” for the first barrel Main gallery Brenner Base.

From September 2014 speeds of the work in the far larger batch, lot of construction Tulfes-Pfons, which involves the construction of four sections of tunnel, for a contract volume of 380 million Euro. The access tunnel to Ahrental reached, after only three months, the share that will be realized future main tubes, thus creating the logistical conditions for the excavation of the first kilometers of the main gallery and the junction galleries from the Innsbruck to Main Gallery.

- Ready 36 km of tunnels

In Italy have been made already 3.6 km of the main gallery and all were already dug 36 km of tunnels on both sides of the Brenner. On the Italian side is working at full capacity at the construction lot of dell’Isarco underpass, which is worth 300 million euros. This construction lot corresponds to the southernmost stretch of the Brenner Base Tunnel and is located in the immediate vicinity of the railway station of Fortezza. On the Austrian side will start in the next few months three other fronts progress. From November

you will start for the first time to work with a cutter, which will move from Ahrental towards the Brenner digging a further section of the pilot tunnel, 15 km long.

Is about to be published, in addition, the tender for the stretch Mules-Brenner; This section includes the construction of the exploratory tunnel north of the Line Periadriatic to the Brenner tunnel leading from the underpass dell’Isarco to Brenner, including the emergency stop of Freienfeld. In 2016 will be published in the tender for the main construction lot Ahrental-Brenner Austrian territory; this pool, with a contractual volume estimated at 1.8 billion euros, includes the construction of the main tunnel from Ahrental to Brenner; the stretch of the exploratory tunnel from Steinach am Brenner to the state border and the emergency stop St. Jodok.

At the end of 2026, is expected to enter into operation of the rail link underground world’s longest and simultaneously reducing the travel time between Innsbruck and Bolzano from two hours to less than half today.

- The Brenner Base Tunnel project as reference

The Brenner Base Tunnel project is a model and reference and Friday in Innsbruck will host a major conference that will draw inspiration from this experience. The European Coordinator P. COX will discuss with his colleagues Coordinators of the Trans-European Networks of Transport, the relevant Ministers of the seven Alpine countries and with experts in the field of the challenges and opportunities in the context of other cross-border projects in the transport sector, based on ‘ example of the Brenner Base Tunnel.

- Comments

V. BULC, European Commissioner: “Work begins on the main tubes of the Brenner Base Tunnel. It is a significant step, since the Brenner is the heart of the entire transport corridor stretching from Scandinavia to the Mediterranean. Once completed, the cross-border Brenner Base Tunnel will eliminate a major bottleneck for the transport of both goods and passengers between

Austria and Italy. It is essential to invest in infrastructure, if you want to move a greater volume of traffic on iron, because the Alpine passes are reaching their capacity limits. This project demonstrates our firm commitment to create the basis for a more efficient transport in terms of resource use and sustainability, across Europe and in particular in the Alpine regions.”

A. STÖGER, Minister of Transport, Austria: “The Brenner Base Tunnel is not only of great importance in transport policy to reduce the impact on the population in the Tyrol and in South Tyrol, but is also a project of European dimension. With the construction of the longest railway tunnel in the world, in fact, Austria, Italy and the European Union are launching a common signal for recognition of a transport policy that respects the environment. This community project is a strong signal to the identification of environmentally friendly rail transport as a means of transport of the European future. I am therefore pleased to celebrate, with groundbreaking ceremony at the Gallery, a major advance of this unique project. Absolutely a success due to the work of all those who, albeit differently, are involved in the implementation of the Brenner Base Tunnel. I would therefore like to take this opportunity to sincerely thank everyone for their tireless work lent!”

A. DOBRINDT, Minister of Transport, Germany: “Europe is a cohesive whole that has no equal in this world, as a community of values, as economic area and for the primacy of mobility. The pivot of this is our infrastructure. It is a precondition for a united Europe, the engine of a thriving domestic market and the starting point of a high quality of life for European citizens. Our common task is, therefore, also in the future allow a seamless mobility, and continue to strengthen our infrastructure. With the Brenner Base Tunnel manage to accomplish in the coming decade, a historical project key part of railway cross-border in Europe. As a central component of the trans-European networks, the Gallery will provide an important contribution to the strengthening of the traffic arter-

ies of the European Union, thus contributing to further close our economic systems as well as our 500 million people”.

G. PLATTER, President of Tyrol “Tyrol is located in the main artery of transalpine traffic. The Brenner Base Tunnel is the heart of the corridor Scanned (Scandinavia-Mediterranean), an innovative and efficient rail link. For the Tyrol, this connection mainly implies a reduction of impacts caused to the population by the transit road truck. The construction of the Opera Gallery has been characterized by a long preliminary activity, and had to overcome some obstacles. Therefore, it is of inestimable importance to our region of groundbreaking ceremony of the main gallery. The ceremony has particular symbolic value when you consider that both countries that will be connected and, in this regard, further approached opera Gallery, 100 years ago does have fought in the war. The European Union is a guarantor of peace, cooperation and prosperity on our continent. The Brenner Base Tunnel is a pioneering project of cross-border cooperation”.

A. KOMPATSCHER, President of the Autonomous Province of Bolzano: “The Brenner Base Tunnel is part of the TEN-T projects in Europe. This project, however, is not only important at the European level, but also plays a special role for South Tyrol, Tyrol and Trentino. The Brenner Base Tunnel is a milestone for a development oriented towards the future of both the freight, but also passenger transport by rail. The work creates a further important link to and with Europe, and involves the further reduction of borders, as happened with the entry into force of the Schengen Convention and with the introduction of the single currency in 2000. The Brenner Base Tunnel is a rail link additional, innovative, environmentally-friendly and cross-border, as well as being of economic importance, also represent a factor important link in Europe”.

U. Rossi, President of the Autonomous Province of Trento: “At a time of transition in the history of Europe, committed to building a greater politi-

cal and economic integration between the United States of Europe and to rewrite the bond of trust with its citizens, the symbolic blow pickaxe that initiates the work for the Brenner Base Tunnel in the Austrian part is a powerful boost of confidence to the future. What we are building is not only the longest underground rail link to the world, but the idea of a new, more modern and updated European integration. How presidency throughout 2015 and 2016 the CAB, Community Action of the Brenner railway, the Autonomous Province of Trento will ensure all its support and make every effort to facilitate the achievement of the structural objectives that we set, offering the Our contribution to the definition by the European institutions and Member States of a common strategy on transport between the north and south of Europe”.

M.M. ELIA, CEO FS: “The Brenner Base Tunnel is the center of gravity of the European railway Corridor Helsinki - Valletta and the Italian FS Group has about it a great deal of attention. Thanks to this valuable infrastructure, the travel time between Innsbruck and Fortezza will decline from the current 80 minutes to 25 minutes for passenger traffic, and from 105 to 35 minutes for freight traffic. In this way, the system High Speed/High Capacity Italian, already fully operational, will be able to exploit its potential even more, by connecting the central and northern Europe with the Mediterranean”.

K. BERGMEISTER, Director of BBT SE: “The ceremony of groundbreaking Ahrental to March 19, 2015 is another milestone in the history of the construction of the Brenner Base Tunnel. From now on, you will work in Italy and Austria to the galleries of the line will travel in the future where the freight and passenger trains. These works, which represent a major technical challenge, are made by experienced miners, outstanding technicians and employees very involved. The European cross-border infrastructure projects such as the Brenner Base Tunnel can be completed successfully only with maximum effort on the part of the institutions involved, whether in Eu-

rope, in Italy, Austria, or more specifically in North and South Tyrol” (BBT Press Release, March 19, 2015).

### TELT: inizia la fase esecutiva della Torino-Lione

Inizia ufficialmente la fase esecutiva della Torino-Lione con il primo Consiglio di Amministrazione di TELT, Tunnel Euralpin Lyon Turin, il nuovo promotore pubblico responsabile della realizzazione e della gestione della Sezione Transfrontaliera della nuova linea ferroviaria. Il CdA della società bi-nazionale, che vede Presidente H. DU MESNIL e M. VIRANO Direttore Generale, partecipata al 50% da Italia e Francia attraverso Ferrovie dello Stato Italiane (FS) e Ministero Economia e Finanza francese, ha deciso di lanciare un appello agli oppositori dell'opera.

Questo è un ulteriore passo dopo la svolta storica iniziata a febbraio con: l'approvazione del Progetto Definitivo della tratta italiana della sezione transfrontaliera da parte del CIPE, l'assegnazione della gara per la certificazione dei costi, la costituzione della società, la firma del protocollo addizionale per l'avvio dei lavori firmato dai ministri M. LUPI e di A. VIDALIES nel vertice italo-francese di Parigi e la consegna all'Unione europea del dossier con la richiesta di finanziamento

Consapevole di questa svolta, la nuova società TELT sas rivolge un appello, a quanti si oppongono alla Torino-Lione, per il superamento dei conflitti e per aprire una nuova fase di dialogo basata su: “riconoscimento del dissenso e della piena legittimità purché espresso nella legalità” e “una nuova fase di condivisione delle ricadute occupazionali possibili e dello sviluppo dei territori attraverso la realizzazione dell'opera”. Una pacificazione dei conflitti sotto il controllo delle Istituzioni potrà condurre a: “una revisione delle iniziative giudiziarie intraprese da LTF, per la tutela dei suoi interessi, dei suoi diritti e del personale coinvolto, e, da parte delle Autorità, della presenza delle forze dell'ordine a presidio del cantiere”. Se questo appello verrà recepito, la

realizzazione della nuova linea potrà diventare un normale lavoro pubblico da realizzare al meglio, in una dialettica democratica tra favorevoli e contrari, in cui l'opposizione si fa stimolo e garante dei controlli e del rispetto degli interessi dei cittadini.

La Torino-Lione è l'anello mancante nel corridoio Mediterraneo che collega l'Europa sudoccidentale con i Paesi dell'Europa centrale e orientale. Una rilevante area socio-economica con il 18% della popolazione ed il 17% del PIL dell'intera Europa comunitaria.

Ora TELT ha davanti a sé circa 12 anni per costruire e 99 anni per gestire un'opera fondamentale per la circolazione di merci e passeggeri in Europa: la sezione transfrontaliera di circa 65 km tra Saint-Jean-de-Maurienne in Savoia e Susa/Bussoleno in Piemonte, con un costo di 8,6 miliardi (euro 2012). Il lavoro principale della nuova infrastruttura è il tunnel di base del Moncenisio, a doppia canna di 57 km (45 km in Francia e 12 km in Italia), analogo a quelli del Gotthardo e del Brennero), con le stazioni internazionali di Susa e di Saint-Jean-de-Maurienne, gli impianti ferroviari per l'esercizio e la manutenzione della linea, le interconnessioni alla linea storica Torino-Frejus-Chambery e le opere connesse, tra cui le 4 gallerie di servizio (discenderie) e i pozzi di ventilazione.

Il finanziamento dell'opera è previsto al 40% dall'Europa, il 35% dall'Italia e il 25% dalla Francia, la richiesta di finanziamento, relativo al Mécanisme pour l'Interconnexion en Europe (MIE), per il programma pluriennale 2014-2020 è di 1,28 miliardi di euro sulla base di 3,06 miliardi di lavori previsti. Con il decisivo impegno dei due governi, TELT dispone di tutti gli strumenti finanziari e decisionali per avviare i lavori principali. Grazie anche agli studi e lavori preliminari condotti da LTF (Lyon Turin Ferroviaire), da ottobre 2001 a febbraio 2015, da cui il nuovo promotore ha preso il testimone.

Oltre a M. BUFALINI, Direttore Tecnico con funzioni vicarie, il consiglio ha attribuito le deleghe da direttore

giuridico a M.P. CORDIER, della Corte dei Conti di Parigi, designata dal Governo Francese, e da direttore Finanza e Amministrazione a P. FRAISSE, designato da FS per conto del Governo italiano (*Comunicato stampa TELT*, 16 marzo 2015).

### **Telt: starts the execution phase of the Turin-Lyon**

*Officially begins the execution phase of the Lyon-Turin with the first Board of Directors of Telt, Tunnel Euralpin Lyon Turin, the new public promoter responsible for the implementation and management of the Cross-Border Section of the new railway line. The Board of Directors of the company bi-national, which sees President H. DU MESNIL and M. VIRANO General Manager, 50% owned by Italy and France through the Italian State Railways (FS) and the Ministry of Economy and Finance France, decided to launch an appeal to Opponents of the work.*

*A further step after the historic turning point began in February with: the approval of the final design of the Italian is the cross-border by the CIPE, the bidding competition for the certification of costs, the establishment of the company, the signature of the Additional Protocol for the start of work signed by ministers M. LUPI and A. VIDALIES in the Italian-French summit in Paris and the delivery of the dossier to the European Union with a request for funding.*

*Aware of this change, the new company Telt sas appeals to those opposed to the Turin-Lyon, to overcome conflicts and to open a new phase of dialogue based on "recognition of dissent and provided full legitimacy expressed in legality "and" a new phase of sharing possible impact on employment and development of the territories through the creation of the work. " Pacification of conflicts under the control of the institutions will lead to "a review of the legal action taken by LTF, for the protection of his interests, his rights and the personnel involved, and, by the Authority, the presence of the forces of 'order to oversee the con-*

*struction site. " If this appeal will be accepted, and the construction of the new line will become a normal public work to achieve the best, in a democratic debate between those for and against, in which the opposition gets stimulus and guarantor of the controls and the respect of citizens' interests.*

*The Turin-Lyon is the missing link in the Mediterranean corridor linking South West Europe with the countries of Central and Eastern Europe. A significant socio-economic area with 18% of the population and 17% of the GDP of the entire European community.*

*Now Telt front of him about 12 years to build and 99 years to manage a major work for the movement of goods and passengers in Europe: cross-border section of about 65 km between Saint-Jean-de-Maurienne in Savoy and Susa-Bussoleno in Piedmont, with a cost of 8.6 billion (EUR 2012). The main work of the new infrastructure is the base of Mont Cenis tunnel, double-barreled 57 km (45 km by 12 km in France and Italy), similar to those of the Gotthard and Brenner), with the international stations Susa and Saint-Jean-de-Maurienne, the railway facilities for the operation and maintenance of the line, the interconnections to the historical line Turin-Frejus-Chambery and associated works, including four service tunnels (tunnels) and ventilation shafts .*

*Financing of the project is estimated at 40% from Europe, 35% from Italy and 25% from France, the request for funding on the Mécanisme pour l'Interconnexion en Europe (MIE), the multi-annual program for 2014 -2020 is of 1.28 billion euros on the basis of 3.06 Billions of planned work. With the decisive commitment of the two governments, Telt has all financial instruments and decision to start the main works. Thanks also to studies and preliminary work conducted by LTF (Lyon Turin Ferroviaire), from October 2001 to February 2015, from which the new promoter took the baton.*

*Besides M. BUFALINI, Technical Director with vicarious functions, the Board has attributed powers as legal director at M.P. CORDIER, the Court*

of Accounts of Paris, appointed by the French government, and Director of Finance and Administration at P. FRAISSE, designated by FS on behalf of the Italian government (Telt Press Release, March 16, 2015).

**TRASPORTI URBANI  
(URBAN TRANSPORTATION)**

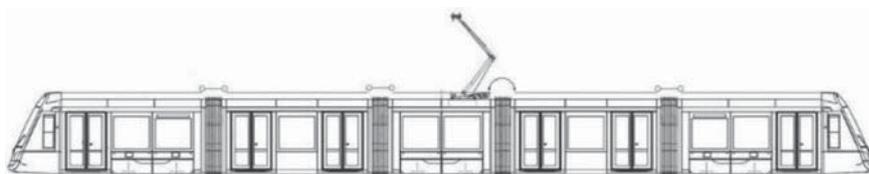
**Alstom Citadis X05 per la città di Sydney**

Il consorzio ALTRAC (composto da Alstom, Transdev, Acciona e Capella), ha annunciato l'entrata in vigore del contratto per la nuova linea tranviaria di Sydney, assegnato dal Transport for New South Wales, l'autorità per i trasporti pubblici dello Stato australiano del Nuovo Galles del Sud. Il finanziamento del progetto da 1,4 miliardi di euro, concesso il 17 dicembre 2014, è stato garantito da una partnership pubblico-privato (PPP). L'inizio del servizio commerciale è previsto per i primi mesi del 2019.

Per questa nuova linea lunga 12 km (da Circular Quay nel centro direzionale della città, il Central Business District alla stazione centrale, quindi a sud-est in direzione Kingsford e Randwick), Alstom è responsabile del sistema tranviario integrato, che comprende la progettazione, la consegna e la messa in servizio di 30 tram Citadis X05 (fig. 1 – tabella 1) accoppiati, apparecchiature per l'alimentazione, incluso il sistema di alimentazione da terra (APS) per oltre due km, sistemi di segnalamento, il sistema di recupero dell'energia HE-SOP, le apparecchiature per i depositi e la manutenzione.

Nell'ambito del contratto, il consorzio ALTRAC rileva inoltre le attività operative e la manutenzione completa del sistema IWL (Inner West Light Rail) esistente, che comprende 12 tram [prodotti da CAF] e collega la zona occidentale interna di Sydney con Pymont, Darling Harbour e il CBD meridionale.

“Alstom si è assunta un grande impegno verso la rete dei trasporti di Sydney ed è felice di portare con Citadis X05 una nuova esperienza per i pas-



Fonte – Source: Brochure Alstom)

Fig. 1 – Il Citadis X05 di Alstom (vista laterale).  
Fig. 1 - The Alstom Citadis X05 (side view).

seggeri, capienza elevata, sostenibilità, fluidità totale e servizi di sistema ottimali. Sydney beneficerà dell'esperienza di Alstom a livello mondiale dell'ultima evoluzione della sua gamma di tram”, commenta D. POULIQUEN, Senior Vice President di Alstom Tran-

sport Asia Pacific. “Questo progetto trasformerà Sydney e rappresenterà un cambiamento significativo per la capacità e l'affidabilità dei trasporti pubblici cittadini, salvaguardando il valore estetico del Central Business District”.

TABELLA 1 – TABLE 1

Dati caratteristici del Citadis X05 di Alstom  
Characteristics of the Alstom Citadis X05

Specification criteria	Values specific to each nominal length		
	20 nominal meter versions CITADIS 205	30 nominal meter versions CITADIS 305	40 nominal meter versions CITADIS 405
Vehicle length depending on width of doors required	24 m	32 m to 37 m	43 m to 45 m
Vehicle width	2.4 m	2.4 m and 2.65 m	
Track gauge	1435 mm		
Number of bogies per tram	2	3	4
Number of car modules per tram	3	5	7
Provision for subsequent tram extension	Up to 5 modules (37 m)	up to 7 modules / 4 bogies	not extendable
Low floor percentage	100 %		
Access height (entrance)	intermediate doors: 326 mm, front doors: 342 mm (above top rail)		
Central aisle width over bogies	750 mm		
Number and type of doors per side (Sliding plug doors)	4 double doors	4 to 6 double doors or 2 to 4 double doors + 2 single doors	5 to 8 double doors or 3 to 6 double doors + 2 single doors
Seating configuration	modular arrangements (see diagram)		
Passenger capacity seated (# 4 pax / m <sup>2</sup> )	41	42 to 66	57 to 82
standing	101	152 to 184	215 to 237
TOTAL	142	202 to 238	271 to 341
comfort ratio <sup>(1)</sup>	29%	up to 28%	up to 25%
exchange ratio <sup>(2)</sup>	26%	up to 27%	up to 25%
wheelchair areas	1	1 or 2	1 or 2
Passenger information equipment	different packages available		
HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning)	independent controls for passenger & driver zones / scaled to relevant climatic conditions		
Motorization ratio	100%	67% (100% is an option)	75%
Maximum speed in service	70 km/h	80 km/h	
Maximum acceleration	1.3 m/s <sup>2</sup>		
Service deceleration	1.2 m/s <sup>2</sup>		
Compression load	400 kN		
Crash absorption resistance	meets EN15227 standards		
Minimum horizontal curve radius	20 m (in depot)		
Operation	bidirectional or unidirectional operation in single or double unit		
Traction motors	2 air-cooled permanent magnet motors per motorized bogie		
Power supply voltage	750 Vdc (600 Vdc as an option)		

(1) number of seats for passengers / total passenger capacity per tram

(2) sum of widths of doors / total length of passenger zone per tram

(Fonte – Source: Brochure Alstom)

Citadis X05 incorpora nuove tecnologie, come i motori a magneti permanenti che riducono il consumo energetico, e una semplificazione dell'integrazione e della manutenzione dei sottosistemi, che abbassa i costi del ciclo di vita. Citadis X05 per Sydney offrirà comfort di elevato livello, tra cui porte doppie per migliorare l'accesso e il flusso dei passeggeri, grandi finestre panoramiche, aree multifunzionali e illuminazione ambiente a LED. Offre inoltre il massimo livello di sicurezza per i clienti, inclusi monitoraggio CCTV [televisione a circuito chiuso] costante, intercomunicazione di emergenza e la strumentazione più avanzata per fornire informazioni in tempo reale ai passeggeri.

Il tram Citadis X05 per Sydney sarà prodotto presso i siti di Alstom in Europa (Comunicato stampa Alstom, 2 marzo 2015)

**Alstom to deliver to Sydney Citadis X05, the latest evolution of its tram range**

The ALTRAC consortium (made up of Alstom, Transdev, Acciona and Capella), of which Alstom is part, announced that the contract for the new Sydney tramway line awarded by the State's public transport authority, Transport for New South Wales, has come into force. The financing of the €1.4 billion project, awarded on 17 December 2014, has been secured via a public-private partnership (PPP). Commercial service is expected to start in early 2019.

For this new 12 km long line (from Circular Quay in the city's Central Business District to the Central Station, then south east to Kingsford and Randwick), Alstom is responsible for the integrated tramway system which includes the design, delivery and commissioning of 30 coupled Citadis X05 trams (fig. 1 – table1), power supply equipment, including APS - ground power supply - over two km, signalling systems, the energy recovery system HESOP, depot equipment and maintenance.

As part of the contract, ALTRAC

consortium also takes over the operations and full maintenance of the existing Inner West Light Rail (IWLR) system which includes 12 trams (manufactured by CAF) and connects Sydney's inner west with Pyrmont, Darling Harbour and the southern CBD.

“Alstom is very committed to Sydney's transport network and is pleased to bring with Citadis X05 a new passenger experience, high capacity, sustainable, full fluidity and optimum system services. Sydney will benefit from Alstom's worldwide experience and latest evolution of its tram range”, said D. POULIQUEN, Senior Vice President of Alstom Transport Asia Pacific. “This project will transform Sydney and provide a step change in the city's public transport capability and reliability while protecting the aesthetic appeal of the Central Business District”.

Citadis X05 integrates new technologies such as permanent magnet motors to reduce energy consumption and easier sub-system integration and maintenance to decrease lifecycle costs. Citadis X05 for Sydney will offer high-end comfort, including double-doors for improved access and passenger flows, large balcony style windows, multi-purpose areas and ambient LED lighting. It also offers the highest levels

of customer safety including constant CCTV (Closed Circuit Television) monitoring, emergency intercoms and the latest way-finding aids for real time passenger information.

The Citadis X05 for Sydney will be manufactured at Alstom's sites in Europe (Alstom Press Release, March 2, 2015).

**Bombardier Transportation: fornitura di LRV a Düsseldorf e Colonia**

Bombardier Transportation, ha firmato contratti con la Düsseldorf (Rheinbahn AG) e con le autorità di trasporto Colonia (KVB) per la fornitura di veicoli trasporto leggero (LRV) su rotaia: 62 Flexity in totale (fig. 2). Il contratto con KVB è per 20 veicoli e ha un valore di circa 64 milioni di euro (68 milioni di dollari US). Il contratto con Rheinbahn AG è per 42 veicoli, con una opzione per ulteriori 16 veicoli, ha un valore di circa 127 milioni di euro (135 milioni di dollari US).

I veicoli ferroviari leggeri da costruire per Düsseldorf e Colonia, sostituiranno la flotta attuale della regione di Stadtbahnwagen B e saranno assemblati negli stabilimenti



(Fonte – Source: Bombardier)

Fig. 2 – Il “rendering” 3d del Flexity di Bombardier nella città di Dusseldorf.  
Fig. 2 - “Rendering” 3d view of Bombardier Flexity in the city of Dusseldorf.

Bombardier in Germania. I veicoli di Düsseldorf hanno come programma la consegna tra il 2017 e il 2020, mentre quelli per Colonia saranno consegnati tra 2020-2021.

D. BIESENBACH, CEO di Rheinbahn AG ha dichiarato: "Siamo lieti di essere riusciti a portare a termine questa gara d'appalto, in collaborazione con l'Autorità dei trasporti di Colonia. Insieme stiamo acquisendo veicoli moderni e interessanti per Düsseldorf e Colonia".

J. SCHWARZE, CTO, KVB ha aggiunto, "Il contratto è stato assegnato in base all'offerta più economica. Particolarmente degni di nota sono i bassi costi del ciclo di vita e di facile manutenzione. Siamo convinti di aver scelto la più conveniente ed efficiente soluzione".

I veicoli tramviari leggeri Flexity sono lunghi 28 m, sono dotati di ingressi generosi, e ampi spazi polifunzionali. Ad oggi, più di 550 Flexity di questo tipo particolare sono stati venduti e questo veicolo innovativo è già in servizio a Bursa in Turchia, nelle città tedesche di Colonia e Francoforte, così come a Manchester in UK.

In tutto il mondo, Bombardier ha posto in servizio più di 4.000 tram e veicoli per ferrovie metropolitane oppure in ordinazione (*Comunicato stampa Bombardier*, 19 marzo 2015).

## **Bombardier Transportation to supply LRV to Düsseldorf and Cologne**

*Rail technology leader Bombardier Transportation, has signed contracts with both the Düsseldorf (Rheinbahn AG) and Cologne transport authorities (KVB) for the delivery of 62 Flexity light rail vehicles in total (fig. 2). The contract with KVB is for 20 vehicles and is valued at approximately 64 million euro (68 million US). Rheinbahn AG's contract for 42 vehicles, with an option for 16 additional vehicles, is valued at approximately 127 million euro (135 million US).*

*The light rail vehicles to be built for Düsseldorf and Cologne, will replace the region's existing fleet of Stadtbahn-*

*wagen Bs and be manufactured at Bombardier sites in Germany. Düsseldorf's vehicles are scheduled to be delivered between 2017 and 2020, while those for Cologne are scheduled for delivery between 2020 to 2021.*

D. BIESENBACH, CEO of Rheinbahn AG said, "We are delighted that we have managed to carry out this tender in cooperation with the Cologne Transport Authority. Together we are acquiring modern and attractive vehicles for Düsseldorf and Cologne."

J. SCHWARZE, CTO, KVB added, "The contract has been awarded based on the most economical offer. Particularly worth mentioning are the low life-cycle costs and easy maintainability. We are convinced to have chosen the most cost efficient and cost effective solution."

*The Flexity light rail vehicles are 28 meters long, feature generous passageways, and spacious multi-purpose areas. To date, more than 550 Flexity light rail vehicles of this particular type have been sold and this innovative vehicle is already in revenue service in Bursa Turkey, the German cities Cologne and Frankfurt as well as in Manchester, UK.*

*Worldwide, Bombardier now has more than 4,000 trams and light rail vehicles in successful revenue service, or on order (Bombardier Press Release, March 19, 2015).*

## **INDUSTRIA (MANUFACTURING)**

### **Alpiq investe in Italia e acquisisce Balfour Beatty Rail**

Il gruppo svizzero Alpiq, presente in venti paesi europei, tra cui l'Italia, nella produzione e trading di energia elettrica e nella fornitura di servizi energetici (7,5 miliardi di Euro di fatturato nel 2014, di cui 500 milioni in Italia, e 8.000 collaboratori, di cui 350 in Italia), investe nel settore delle infrastrutture ferroviarie e acquisisce Balfour Beatty Rail S.p.A., società attiva nella progettazione, gestione, installazione e messa in servizio di sistemi "chiavi in mano" di elettrificazione per il trasporto pubblico.

La società, in particolare, che ha sede centrale a Milano e un organico complessivo di circa 120 collaboratori operativi anche in cantieri all'estero, realizza impianti ferroviari tradizionali e di Alta Velocità, sistemi di trasporto urbano, metropolitano e tramviario, nonché ammodernamenti e manutenzioni di linee in esercizio.

Con questa operazione, Alpiq implementa così la propria strategia di crescita nel settore ferroviario e dei trasporti, business in cui operano già e controllate Kummmler+Matter AG, società specializzata da oltre cent'anni nella costruzione di linee aeree di contatto elettriche per treni, metrotranvie e tram oltreché nell'approvvigionamento energetico, ed Alpiq EnerTrans SA, società leader in Svizzera nell'alta e media tensione, in particolare nella progettazione e realizzazione di linee e quadri per il trasporto e la distribuzione di energia.

Balfour Beatty Rail, storica società con radici italiane, appartiene a Balfour Beatty Plc, gruppo inglese quotato alla Borsa Valori di Londra e tra i protagonisti internazionali nel settore delle infrastrutture.

Con un consolidato "know how" maturato anche attraverso l'aggiudicazione di prestigiose commesse internazionali che hanno consentito alla società di posizionarsi come "contractor" di infrastrutture ferroviarie complesse, Balfour Beatty Rail è anche tra i principali protagonisti da oltre dieci anni nella realizzazione della rete ferroviaria italiana ad Alta Velocità/Alta Capacità, quale partner tecnologico del Consorzio Saturno di cui è tuttora parte insieme ad Alstom Transport, Ansaldo STS e Sirti.

Balfour Beatty Rail, che conserverà la propria attuale struttura integrandosi in Alpiq InTec, capofila della divisione servizi energetici, modificherà la propria denominazione sociale in Alpiq EnerTrans S.p.A. "Sono molto soddisfatto del risultato raggiunto ed entrare a far parte di questo solido gruppo - ha commentato S. Cecco, Amministratore Delegato di Alpiq EnerTrans S.p.A. - non potrà che permetterci di rafforzare la nostra capacità di offerta di servizi inte-

grati per il settore delle infrastrutture di trasporto, incrementando il nostro potenziale di crescita nel lungo periodo e continuando a garantire la massima qualità e le migliori competenze tecniche ai nostri clienti” (Comunicato stampa Alpiq, 12 marzo 2015).

### **Alpiq invests in Italy and acquires Balfour Beatty Rail**

*The Swiss group Alpiq, present in twenty European countries, including Italy, in the production and trading of electricity and in the supply of energy services (7.5 billion Euro turnover in 2014, of which 500 million in Italy, and 8,000 employees, including 350 in Italy), invests in rail infrastructure and acquires Balfour Beatty Rail SpA, a company active in the design, management, installation and commissioning of systems “turnkey” electrification for public transport.*

*The company, in particular, which has headquarters in Milan and a total staff of about 120 employees operating in foreign sites, manufactures railway installations traditional and high-speed, urban transport systems, metro and tram, as well as modernization and maintenance of lines in operation.*

*With this operation, so Alpiq implements its strategy for growth in rail and transport business in which they operate and already controlled Kummner + Matter AG, a company specializing for over a hundred years in the construction of overhead contact lines for electric trains, metrotranvie and besides tram in energy supply, and Alpiq EnerTrans SA, a leading company in Switzerland in the high and medium voltage, particularly in the design and construction of lines and frameworks for the transport and distribution of energy.*

*Balfour Beatty Rail, historical societies with Italian roots, belongs to Balfour Beatty Plc, the British group listed on the London Stock Exchange and among the international players in the infrastructure sector.*

*With a consolidated know-how gained through the award of prestigious international orders that have enabled the company to position itself as*

*a contractor of railway infrastructure complex, Balfour Beatty Rail is also a major player for over ten years in the creation of the Italian railway network to High speed / high-capacity, as the technology partner of the Consortium of Saturn which is still part along with Alstom Transport, Ansaldo STS and Sirti.*

*Balfour Beatty Rail, which will retain its current structure integrating in Alpiq InTec, leader of the energy services division, will change its name to Alpiq EnerTrans SpA “I am very pleased with the outcome and become part of this solid group - said S. Cecco, CEO of Alpiq EnerTrans SpA - That will allow us to strengthen our ability to offer integrated services for the field of transport infrastructure, increasing our potential for long-term growth and continuing to ensure the highest quality and the best technical expertise to our customers “( Alpiq Press Release, March 12, 2015)*

### **VARIE (OTHERS NEWS)**

#### **iF Design Award per la piattaforma Velaro**

Il Velaro, treno ad alta velocità della Siemens, è il vincitore del rinomato iF Design Award nella categoria di prodotto. La giuria internazionale è stata convinta dal design esterno suggestivo e dal design flessibile degli interni. Tutte le apparecchiature montate sul tetto del Velaro, come il sistema HVAC e resistenze di frenatura, risultano completamente nascoste alla vista e lo spoiler, l’ogiva e la sezione anteriore sono stati ottimizzati aerodinamicamente. Tutte queste caratteristiche conferiscono alla architettura un suo design distintivo. All’interno del treno, una combinazione equilibrata di luce diretta e indiretta crea un ambiente accogliente unico. Luci al LED vengono utilizzate per riprodurre singole zone a visione diurna.

La famiglia Velaro è stata sviluppata per il mercato mondiale. Le diverse varianti possono essere configurate basandosi su una piattaforma

comune. In questo modo i singoli requisiti in materia di capacità, comfort e servizi possono essere soddisfatti in modo ottimale. Il concetto di trazione distribuita con due carrelli per singola carrozza fornisce la superficie utile massima ed un elevato grado di flessibilità nella progettazione degli interni. Questa struttura modulare permette di accogliere richieste variabili anche stagionalmente ad esempio per gli arredamenti interni che possono essere modificati rapidamente e facilmente.

Il Velaro può viaggiare a velocità fino a 360 km/h. Come già detto l’equipaggiamento per l’applicazione della trazione è distribuito; in questo caso, tutti i componenti di trazione sono montati sotto il pavimento delle carrozze. Poiché nessuno spazio è occupato da una macchina di trazione, gli interni fino a 400 m sul treno sono completamente disponibili per l’uso. I treni sono configurati per l’esercizio in quattro zone climatiche e possono essere adattati alla variazione dello scartamento del binario. Il Velaro è stato progettato per quattro tipi di capacità del sistema ferroviario, può essere utilizzato su quattro tensioni di linea di uso comune ed è ideale per le operatività transfrontaliere.

La regolamentazione del premio iF design sul Prodotto comprende 17 categorie, ed è tradizionalmente quella parte della gara con il maggior numero di interventi. Più di 3.200 prodotti sono stati presentati alla giuria nel 2015. Dal 1953, iF si è dedicata all’organizzazione di concorsi di progettazione e l’aggiudicazione di un sigillo di qualità di fama mondiale per l’eccellente design e per i servizi di altissima qualità (*News from Mobility, Media Service da Siemens Mobility Division*, 13 marzo 2015).

#### **iF Design Award for Velaro platform**

*The Siemens Velaro high speed train is the winner of the renowned iF Design Award in the Product category. The international jury was convinced by the striking exterior design and the flexible interior design. All equipment*

mounted on the roof of the Velaro, such as HVAC system and braking resistors, is completely hidden, and the spoiler, nose and front section have been aerodynamically optimized. All these features give the train its distinctive design. And, inside the train, a balanced combination of direct and indirect lighting creates a unique feel good ambience. LEDs are used to reproduce individual daytime atmospheres.

The Velaro family has been developed for the world market. Completely different variants can be configured based on a common platform. Individual requirements with regard to capacity, comfort and service offer can

be optimally fulfilled. The distributed traction concept with two bogies per individual car provides the maximum usable floor space and a high degree of flexibility in the design of the interior. This modular design makes it possible to accommodate even season-related demands as the interior furnishings can be altered quickly and easily.

The Velaro can travel at speeds up to 360 km/h. The traction equipment is distributed; in this case, all traction components are mounted under floor. As no space is taken up by a power car, up to 400 m of the train interior is completely available for use. The trains are suitable for four climate zones and can be adapted for the desired track

gauge. The Velaro has been designed with four-system capability, it can run on the four commonly used line voltages and is ideal for cross border operations.

The Product discipline of the iF design award comprises 17 categories and is traditionally that part of the competition with the most entries. More than 3,200 products were submitted to the jury in 2015. Since 1953, iF has dedicated itself to the organization of design competitions and the award of a world-renowned seal of quality for excellent design and outstanding services (News from Mobility, Media Service from Siemens Mobility Division, March 13, 2015).

### INSERZIONI PUBBLICITARIE SU "INGEGNERIA FERROVIARIA"

- Materiale richiesto:** CD con prova colore, file in formato TIFF o PDF con risoluzione 300 DPI salvati in quadricromia (CMYK)  
c/o CIFI – Via G. Giolitti 48 – 00185 Roma  
Indirizzo e-mail: [redazionetp@cifi.it](mailto:redazionetp@cifi.it)
- Misure pagine:** I di Copertina mm 195 x 170 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)  
1 pagina interna mm 210 x 297 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)  
1/2 pagina interna mm 180 x 120 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)
- Consegna materiale:** almeno 40 giorni prima dell'uscita del fascicolo
- Variazione e modifiche:** modifiche e correzioni agli avvisi in corso di lavorazione potranno essere effettuati se giungeranno scritte entro 35 giorni dalla pubblicazione

### "FORNITORI DEI PRODOTTI E SERVIZI"

A richiesta è possibile l'inserimento nei "Fornitori di prodotti e servizi" pubblicato mensilmente nella rivista.

#### Per informazioni:

C.I.F.I. – Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – Via G. Giolitti,48 – 00185 Roma  
Sig.ra MANNA Tel. 06.47307819 – Fax 06.4742987 – E-mail: [redazionetp@cifi.it](mailto:redazionetp@cifi.it)

C.I.F.I. – Sezione di Milano – P.za Luigi Di Savoia, 1 – 20214 Milano  
Sig. RIVOIRA Tel. 339-1220777 – 02.63712002 – Fax 02.63712538 – E-mail: [segreteria@cifimilano.it](mailto:segreteria@cifimilano.it)

# IF Biblio

(Dott. Arch. Maria Vittoria CORAZZA)

## INDICE PER ARGOMENTO

- 1 - CORPO STRADALE, GALLERIE, PONTI, OPERE CIVILI
- 2 - ARMAMENTO E SUOI COMPONENTI
- 3 - MANUTENZIONE E CONTROLLO DELLA VIA
  
- 4 - VETTURE
- 5 - CARRI
- 6 - VEICOLI SPECIALI
- 7 - COMPONENTI DEI ROTABILI
  
- 8 - LOCOMOTIVE ELETTRICHE
- 9 - ELETTROTRENI DI LINEA
- 10 - ELETTROTRENI SUBURBANI E METRO
- 11 - AZIONAMENTI ELETTRICI E MOTORI DI TRAZIONE
- 12 - CAPTAZIONE DELLA CORRENTE E PANTOGRAFI
- 13 - TRENI, AUTOMOTRICI E LOCOMOTIVE DIESEL
- 14 - TRASMISSIONI MECCANICHE E IDRAULICHE
- 15 - DINAMICA, STABILITÀ DI MARCIA, PRESTAZIONI, SPERIMENTAZIONE
  
- 16 - MANUTENZIONE, AFFIDABILITÀ E GESTIONE DEL MATERIALE ROTABILE
- 17 - OFFICINE E DEPOSITI, IMPIANTI SPECIALI DEL MATERIALE ROTABILE
  
- 18 - IMPIANTI DI SEGNALAMENTO E CONTROLLO DELLA CIRCOLAZIONE - COMPONENTI
- 19 - SICUREZZA DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO
- 20 - CIRCOLAZIONE DEI TRENI
  
- 21 - IMPIANTI DI STAZIONE E NODALE E LORO ESERCIZIO
- 22 - FABBRICATI VIAGGIATORI
- 23 - IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI E LORO ESERCIZIO
  
- 24 - IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA
  
- 25 - METROPOLITANE, SUBURBANE
- 26 - TRAM E TRAMVIE
  
- 27 - POLITICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI, TARIFFE
- 28 - FERROVIE ITALIANE ED ESTERE
- 29 - TRASPORTI NON CONVENZIONALI
- 30 - TRASPORTI MERCI
- 31 - TRASPORTO VIAGGIATORI
- 32 - TRASPORTO LOCALE
- 33 - PERSONALE
  
- 34 - FRENI E FRENATURA
- 35 - TELECOMUNICAZIONI
- 36 - PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
- 37 - CONVEGNI E CONGRESSI
- 38 - CIFI
- 39 - INCIDENTI FERROVIARI
- 40 - STORIA DELLE FERROVIE
- 41 - VARIE

**I lettori che desiderano fotocopie delle pubblicazioni citate in questa rubrica, e per le quali è autorizzata la riproduzione, possono farne richiesta al CIFI - Via Giolitti, 48 - 00185 ROMA. Prezzo forfettario delle riproduzioni: - € 6,00 fino a quattro facciate e € 0,50 per facciata in più, oltre le spese postali ed IVA. Spedizione in porto assegnato. Si eseguono ricerche bibliografiche su argomenti a richiesta, al prezzo di € 6,00 per un articolo segnalato e € 2,00 per ogni copia in più dello stesso articolo, oltre le spese postali ed IVA.**

**Tutte le riviste citate in questa rubrica sono consultabili presso la Biblioteca del CIFI - Via Giolitti, 48 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; FS (970) 66454 - Segreteria: Tel. 064882129.**

### IL SISTEMA ALTA VELOCITÀ IN ITALIA



Il CIFI propone ai soci il nuovo interessante film tecnico “*Il sistema alta velocità in Italia*”, realizzato dal regista Alessandro Fontanelli per RFI - Ingegneria di Manutenzione.

Il film della durata di 26 minuti, è suddiviso in 6 capitoli (in edizione in lingua italiana ed inglese) e descrive con immagini e grafiche animate i concetti del nuovo sistema Alta Velocità (AV):

- introduzione;
- la sovrastruttura, le opere civili e l’armamento;
- il sistema di alimentazione della linea di contatto a 25 kV;
- il posto di confine elettrico (POC);
- il sistema di comando controllo segnalamento e telecomunicazioni;
- la manutenzione delle linee italiane AV.

Il film si rivolge a tutti i tecnici ferroviari e rappresenta concetti tecnologici particolarmente complessi in modo assolutamente comprensibile anche ai non addetti, grazie all’impostazione didattica delle grafiche in animazione e del linguaggio adottato.

Il CIFI per coprire le spese di produzione e confezionamento, è in grado di fornire il DVD al costo unitario di soli € 13,50. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina “Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI” sempre presente nella Rivista.

- 58 La stazione di Saint Lazare a Parigi  
(CIRY)  
*Gare de Paris Saint Lazare*  
*Revue Générale des Chemins de Fer*, marzo 2013, pagg. 52-64, fig. 22 e pagg. 66-72, figg. 12.  
Report sulla più grande ristrutturazione avviata dalla SNCF da 15 anni a questa parte. Segue un altro articolo di rievocazione storica sullo sviluppo di questo impianto.
- 59 Sviluppo di un carrello per il trasporto e transbordo marciapiedi-veicolo di passeggeri su sedia a ruote  
(DÜMMLER – HAAG – REUTER – SCHINDLER – SIEBEL)  
*Entwicklung einer universellen Einstieghilfe für Rollstuhlfahrer*  
*EI, der Eisenbahningenieur*, aprile 2013, pagg. 6-10, figg. 6. Biblio 6 titoli.
- 60 Architettura e progetti per la Stazione Termini  
(BERNABEI – GERLINI – MORI)  
*La Tecnica Professionale*, maggio 2013, pagg. 6-22, figg. 54. Biblio 10 titoli.  
L'articolo vuole descrivere il complesso architettonico-urbano della Stazione di Roma Termini attraverso la lettura dei più significativi progetti nel tempo elaborati dalla sua origine ad oggi che ne hanno determinato, attraverso interventi successivi di rinnovamento, sostituzione e ampliamento, la configurazione attuale e ne determineranno lo sviluppo nel prossimo futuro, nel rapporto imprescindibile tra città e stazione, attraverso le trasformazioni e le valorizzazioni urbane delle aree limitrofe e lo sviluppo di un sistema dei trasporti maggiormente integrato.
- 61 Le nuove stazioni di Bologna AV e Reggio Emilia AV Mediopadana  
(ELIA – MIGLIORINI)  
*La Tecnica Professionale*, giugno 2013, pagg. 2-4, figg. 5.
- 62 Il rinnovo della stazione di St. Lazare un chiaro successo  
(CIRY)  
*Rénovation de la Gare de Saint-Lazare, un franc succès*  
*Revue Générale des Chemins de Fer*, settembre 2013, pagg. 52-56.
- 63 Grandi firme per l'architettura contemporanea – La nuova stazione di Reggio Emilia A.V. Mediopadana di Santiago CALATRAVA  
(BERNABEI – GERLINI – MORI)  
*Great names for contemporary architecture the new high speed station of Reggio Emilia A.V. Mediopadana by Santiago CALATRAVA*  
*Ingegneria Ferroviaria*, ottobre 2013, pagg. 867-879, figg. 34. Biblio 5 titoli.  
L'ipotesi di porre nell'intorno di Reggio Emilia alcuni grandi "segni", quali la stazione dell'Alta Velocità, il nuovo casello e i tre ponti, è significativa, in quanto definisce un confine aperto tra la città storica ed un luogo in cui transitano quotidianamente migliaia di viaggiatori e tonnellate di merci. Il progetto reggiano di CALATRAVA, approfondisce in modo specifico i temi della percezione statica e dinamica, che qui interagiscono in un grande insieme di spessore compositivo.
- 64 Significato delle caratteristiche infrastrutturali delle stazioni ferroviarie  
(PETENYI)  
*Bedeutung infrastruktureller Merkmale von Personenbahnhöfen*  
*ETR*, gennaio-febbraio 2014, pagg. 42-45, figg. 4. Biblio 3 titoli.  
Sintesi di un'indagine riguardante l'inserimento urbanistico di più di 3000 stazioni in città con meno di 100.000 abitanti.
- 65 L'eliminazione delle barriere architettoniche nelle stazioni della DB  
(HEIBEL – JASPER – OTTENBUS)  
*Barrierefreiheit an Stationen der Deutschen Bahn*  
*ETR*, giugno 2013, pagg. 29-33, figg. 6.
- 66 Qualità delle stazioni, estetica e attrattività del trasporto ferroviario: evidenze empiriche e modelli matematici  
(CASCETTA – CARTENI – HENKE)  
*Stations quality, aesthetics and attractiveness of rail transport: empirical evidence and mathematical models*  
*Ingegneria Ferroviaria*, aprile 2014, pagg. 307-324, figg. 13, tabb. 3. Biblio 30 titoli.
- 67 La smart station  
(GUALARIO – TATTI – GAETA – PATANÉ)  
*La Tecnica Professionale*, marzo 2014, pagg. 34-39, figg. 4.

- 68 Il concetto informatore dell'altezza dei marciapiedi presso la DB AG

(KIEFFER – ERNST - JASPER-OTTENHUS)

*Das Bahnsteighöhenkonzept der DB AG*

*ETR*, maggio 2014, pagg. 3 -42, figg. 6. Biblio 3 titoli.  
Vedi anche *ETR* luglio-agosto 2014.

*EI, der Eisenbahningenieur*, luglio 2014, pagg. 53-55, figg. 3.

Un software supporta la video-sorveglianza analizzando in tempo reale le immagini e riconoscendo immediatamente le situazioni anomale in modo da assicurare il tempestivo intervento da parte del personale.

- 69 Ruolo di ingegneria ed architettura nella security delle stazioni

(FLETCHER – PARAGREEN - CARTER)

*Engineering and architecture in station security*

*Railway Gazette*, agosto 2014, pagg. 44-47, figg. 8. Biblio 14 titoli.

Approfondimento dello studio del moto dei pedoni in una stazione.

- 73 La pulizia che percepiamo subito

(FELBERMEIR)

*Sauberkeit, die wir sofort spüren*

*EI, der Eisenbahningenieur*, luglio 2014, pagg. 56-59, figg. 3.

- 70 Modellizzazioni e simulazioni d'evacuazione di materiale rotabile ferroviario

(CRAVEUR - GUTET)

*Modélisations et simulations d'évacuations de matériel roulant ferroviaire*

*Revue Générale des Chemins de Fer*, agosto 2014, pagg. 27-33, figg. 10. Biblio 4 titoli.

La costosa verifica sperimentale dei tempi di evacuazione di un veicolo può essere sostituita da simulazioni computerizzate. Metodologia ,confronti e precisione.

- 74 Vecchie stazioni: Opportunità per un loro inserimento nei tempi nuovi?

(PANZERT)

*Alte Bahnhöfe: Chancen für einen Aufbruch in eine neue Zeit?*

*EI, der Eisenbahningenieur*, luglio 2014, pagg. 60-64, figg. 6.

Brillanti esempi di riutilizzazione urbanistica di vecchi fabbricati viaggiatori e relativi piazzali.

- 71 Cosa fa veramente il manager di stazione?

(NOWOSAD)

*Was macht eigentlich ein Bahnhofmeister?*

*EI, der Eisenbahningenieur*, luglio 2014, pagg. 48-52, figg. 7.

Non si tratta di capi stazione bensì di manager che gestiscono da imprenditori una o più stazioni, rappresentano l'azienda verso le municipalità e verso la clientela, ne assicurano il buon funzionamento e rispondono della gestione economica degli impianti.

- 75 L'ottimizzazione dell'interfaccia fra trasporto individuale e collettivo

(SCHNIEDER)

*Optimisierung der Nahtstelle zwischen individueller und kollektiver Mobilität*

*ZEVrail*, ottobre 2014, pagg. 435-441, figg. 3. Biblio 22 titoli.

- 72 La videosorveglianza integrata dalla detezione automatica

(STRÜBEL)

*Videoüberwachung mit automatischer Detektion*

- 76 Gli impianti di illuminazione innovativi nelle nuove stazioni AV

(CASTELLANI – SALA)

*La Tecnica Professionale*, dicembre 2014, pagg. 6-16, figg. 23, tabb. 4.

L' articolo descrive il principio di funzionamento dei corpi illuminanti a led e viene effettuata un'analisi comparativa con le sorgenti tradizionali. Viene infine descritta l'esperienza e le problematiche relative alla progettazione illuminotecnica delle stazioni AV di Reggio Emilia e Bologna.



- 83 Esperienze d'impiego del tram per la distribuzione delle merci in Europa  
(LIBESKIND)  
*Les expériences d'utilisation du tramway pour la distribution des Marchandise en Europe*  
*Revue Générale des Chemins de Fer*, gennaio 2014, pagg. 28-33, figg. 5. Bbiblio 3 titoli.  
Esperienze operative molto positive maturate a Dresda e Zurigo aprono nuove prospettive d'impiego in vari centri fra cui Parigi.
- 84 Il ritorno del tram a Firenze  
(MANTOVANI)  
*La Tecnica Professionale*, febbraio 2014, pagg. 32-41, figg. 12, tab. 1.  
Dopo una sintetica descrizione della rete metro tranviaria pianificata per Firenze, si illustrano le caratteristiche della prima linea, entrata in funzione nel 2010: si danno notizie sul tracciato, sull'inserimento urbano, sulle scelte fatte per gli impianti, sul materiale rotabile e sulle modalità di esercizio.
- 85 Trasformazione a tramvia di un sedime ferroviario. Il caso studio del sistema tram-treno nell'area metropolitana di Brescia  
(MATERNINI – RICCARDI – CADEI)  
*Transformation of a railway facility into a tramway. The case study of a tram-train system in the metropolitan area of Brescia*  
*Ingegneria Ferroviaria*, marzo 2014, pagg. 225-251, figg. 9, tab. 1. Bbiblio 19 titoli.
- 86 LRT: un collegamento sostenibile fra le grandi città ed i sobborghi  
(SCHMIDT)  
*Stadtbahnen: nachhaltige Verbindung zwischen Großstädten und dem Umland*  
*ETR*, giugno 2013, pagg. 39-41, figg. 7.  
Panorama degli impieghi di tram Bombardier a lunga percorrenza.
- 87 Sistemi di trasporto urbano ecosostenibili. Un confronto tra le richieste energetiche dei sistemi filoviario e tranviario  
(CAPASSO – GIANNINI – LAMEDICA – RUVIO)  
*Eco-friendly urban transport systems. Comparison between Energy demands of the trolley bus and tram systems*  
*Ingegneria Ferroviaria*, aprile 2014, pagg. 329-347, figg. 15, tabb. 12. Bbiblio 26 titoli.
- 88 5 anni di impiego del tram di misura di Dresda. Esperienze e prospettive  
(DÜRRSCHMIDT – BEITELSCHMIDT – HARTER)  
*5 Jahre Messstrassenbahn Dresden. Erfahrungen und Auswerte Projekte*  
*ETR*, giugno 2014, pagg. 36-41, figg. 6. Bbiblio 4 titoli.
- 89 Tram a supercapacitori  
*Supercapacitor tram*  
*Railway Gazette*, luglio 2014, pag.14, fig. 1.  
Tram sviluppato in Cina. Alimentazione di ricarica puntuale nelle fermate. Linea di circa 7 km. Autonomia senza ricarica 4 km. Tempo di ricarica 10-30 s.
- 90 TTNG: Il tram-treno di nuova generazione  
(BRUN)  
*TTNG: tram-train de nouvelle génération*  
*Revue Générale des Chemins de Fer*, ottobre 2014, pagg. 20-27, figg. 11.  
Descrizione delle particolarità che distinguono questi nuovi tram-treno dalle versioni precedenti e dai tram ordinari. Particolarità delle esigenze del binario normale che devono essere rispettate.
- 91 Il SAEIV  
(CLIRE – TAQUIN – CHABANIER)  
*Le SAEIV*  
*Revue Générale des Chemins de Fer*, novembre 2014, pagg. 7-20.  
Sistema intelligente per la localizzazione dei Tram-Treno sui binari non appartenenti alla rete nazionale

Anche il primo quinquennio degli anni 2000 è stato per INGEGNERIA FERROVIARIA particolarmente ricco di memorie e numeri speciali caratterizzati da elevato contenuto tecnico e scientifico. È quindi con piacere che la Rivista presenta ai suoi lettori la ormai tradizionale selezione di monografie sui principali argomenti di tecnica ferroviaria trattati in questo periodo.

La Rivista si augura in tal modo di venire incontro, come per il passato, alle esigenze di un'utenza attenta e qualificata, composta da studiosi e professionisti, da uffici e centri studi dell'industria, delle imprese costruttrici, delle amministrazioni ferroviarie e dei trasporti di massa.

Per ogni argomento sono riportati i nomi degli Autori che vi hanno contribuito, elencati in ordine alfabetico.

**Condizioni di pagamento:** Versamento in c.c.p. N. 31569007 intestato a "Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani" – Via Giolitti, 48 – 00185 ROMA, indicando il titolo delle monografie. Ai Soci CIFI ed ai dipendenti dei Soci Collettivi viene praticato lo sconto del 20% sui prezzi appresso indicati, che sono comprensivi dell'IVA. Le stesse condizioni sono riservate agli studenti universitari, di facoltà tecniche ed economiche, previa presentazione di un certificato di iscrizione all'anno accademico in corso.

Le monografie vengono fornite in estratto originale e, ad esaurimento di questi, in fotocopia.

### 00.1.1) ARMAMENTO

n. 14 memorie – Autori: Acquati, Bocciolone, Bugarin, Catalini, Cavagna, Cioffi, Collina, Corazza, Crispino, Di Ilario, Diana, Garzia Diaz-de-Villegas, Hifumi, Jovanovic, Kajon, Katsutoshi, Korpavec, Lanni, Monaco, Natoni, Pacciani, Pagliari, Pezzoli, Pisu, Viganò ..... € 35

### 00.1.2) CORPO STRADALE

n. 11 Memorie – Autori: Burchi, Cheli, Chiorboli, Cicognani, Daghini, De Gregorio, Della Vedova, Di Nuzzo, Evangelista, Garassino, Giuliani, Gizzi, Impellizzieri, Isi, Maraschin, Miazzon, Migliacci, Montepara, Morano, Petrangeli, Pezzati, Polastri, Tomaselli ..... € 30

### 00.1.3) DINAMICA DELLA LOCOMOZIONE

n. 18 Memorie - Autori: Belfiore, Benigni, Bianchi, Bonadero, Borrelli, Bracciali, Braghin, Bruni, Cantini, Cascini, Castellazzi, Cervello, Cigada, D'Aprile, Diana, Falessi, Ghidini, Lezzerini, Licciardello, Malvezzi, Panella, Pau, Pieralli, Presciani, Pugi, Resta, Rinchi, Salvini, Scepi, Toni, Vivio, Vullo ..... € 40

### 00.1.4) FABBRICATI VIAGGIATORI

n. 6 Memorie - Autori: Albero, Antonilli, Chillemi, D'Amico, D'Angelo, Lenzi, Martini, Marzilli, Rota, Scarselli, Zallocco ..... € 15

### 00.1.5) METROPOLITANE E SUBURBANE

n. 9 Memorie - Autori: Arcangeli, Averardi, Bocchetti, Bugarin, Calamani, Cantamessa, Cesetti, Coero Borgia, Corsi, D'armini, Esposito, Fagiolini, Fusco, Garetto, Giovanetti, Martinetto, Martinez, Morassutti, Musso, Novales, Orso, Palin, Panaro, Piccioni, Sasso, Torassa, Villa, Vinci ..... € 30

### 00.1.6) PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI

n. 5 Memorie - Autori: Cesetti, Lupi, Mantecchini, Panagin F., Panagin R., Rupi, Salerno, De Luca ..... € 15

### 00.1.8) PROBLEMI DELLE GRANDI STAZIONI

n. 11 Memorie - Autori: Antognoli, Antonilli, Bardelli, Buonanno, Chiodi, Corazza, Cosulich, De Benedictis, Delfino, De Vita, Di Marco, Franceschini, Galaverna, Giovine, Guida, Losa, Malvasi, Murruni, Pezzati, Ricci, Tramonti ..... € 35

### 00.1.9) PROGETTAZIONE DEI ROTABILI

n. 14 Memorie – Autori: Bandelloni, Cantini, Cau, De Carlo, De Curtis, Dilani, Falco, Ghidini, Gori, Maluta, Michelagnoli, Milani, Moro, Oddo, Panagin F. Panagin R., Piro, Poggese, Raspini, Silva ..... € 40

### 00.1.10) PROGETTI E REALIZZAZIONI FERROVIARIE IN ITALIA

n. 7 Memorie - Autori: Abruzzo, Alei, Benigni, Bernardi, Cassino, Cingano, Ciochetta, De Falco, Fabbri, Facchin, Iacono, Kure, Mantegazza, Orlandi D., Orlandi P., Rocchia, Segrini, Skiller, Ventre ..... € 20

### 00.1.11) PROGETTI E REALIZZAZIONI FERROVIARIE ALL'ESTERO

n. 5 Memorie – Autori: Barron de Angotti, Buri, Diana, Estradè Panadès, Guglielmetti, Lopez Pita, Marini ..... € 15

### 00.1.12) SEGNALAMENTO E SICUREZZA

n. 18 Memorie – Autori: Amendola, Angeloni, Antonelli, Bianchi, Brignolo, Brugo, Cannavacciuolo, Capocchi, Cardanico, Caroli, Costa, Dall'Orto, De Vita, Di Marco, Di Martire, Farneschi, Fauda, Ferrando, Finocchiaro, Fois, Giovine, Girelli, Leone, Maisto, Malesi, Mantovani, Marengo, Martinelli, Martorella, Milani, Montaldo, Paccapelo, Pasqualis, Pezzati, Pinasco, Pizzella, Ricci, Roselli, Saulino, Scarpuzzi, Sestini, Talerico, Tartaglia, Torielli, Valfrè, Vezzani, Vivaldi ..... € 50

### 00.1.13) TELECOMUNICAZIONI

n. 6 Memorie - Autori: Coraiola, Di Maio, Di Mario, Iacomino, Lucca, Senatore, Simeoni, Zucchelli ..... € 15

### 00.1.14) TRAM E FILOBUS

n. 8 Memorie – Autori: Bonuglia, Caccia, Campisano, Cerquetani, Cheli, Corradi, Diana, Emili, Lionetti, Lopes, Manigrasso, Molinari, Pendenza, Pyrgidis, Riccini, Rossetti, Spadaccino ..... € 18

### 00.1.16) TRAZIONE ELETTRICA

#### a) Impianti

n. 12 Memorie – Autori: Accattatis, Benato, Castagna, Cattani, Cazzani, Contini, Corazza, Fazio, Fellin, Fumi, Guidi Buffarini Giuseppe, Guidi Buffarini Guido, Luzi, Martinetto, Mauro, Morassutti, Palazzini, Paolucci, Piro, Pisano, Raspini, Ricciardella, Spagnoletti, Torassa, Villa ..... € 35

#### b) Materiale rotabile

n. 3 Memorie – Autori: Bruno, Carillo, Landi, Mantero, Mingozzi, Papi, Sani, Stabile, Violi ..... € 10

### 00.1.17) ESERCIZIO FERROVIARIO – CIRCOLAZIONE – NORMATIVE

n. 13 Memorie – Autori: Campisano, Caruso, Colombi, D'Elia, Delfino, Ferretti, Focacci, Follesa, Galatola, Galaverna, Martini, Migliorini, Pellandini, Petriccione, Ragazzoni, Sacchi, Troiano, Vernazza ..... € 40

### 00.1.18) IMPATTO AMBIENTALE

n. 2 Memorie – Autori: Centazzo, Gentile, Rendina, Ricci, Volpe ..... € 10

### 00.1.19) STORIA DELLE FERROVIE

n. 4 Memorie – Autori: Chillemi, Crisafulli, Galli, Guidi Buffarini Giuseppe, Pavone ..... € 10

### 00.1.25) TRASPORTI NON CONVENZIONALI

n. 4 Memorie – Autori: Chiricozzi, Crisi, Delle Site, Di Majo, D'Ovidio, Lanzara, Navarra, Pelino, Saini, Taglieri, Villani ..... € 10

## LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

*(Istruzioni su come presentare un articolo per la pubblicazione su "IF - Ingegneria Ferroviaria")*

### **La collaborazione è aperta a tutti.**

Gli articoli possono essere proposti per la pubblicazione in lingua italiana e/o inglese. La pubblicazione è comunque bilingue.

L'ammissione di uno scritto alla pubblicazione non implica, da parte della Rivista, riconoscimento o approvazione delle teorie sviluppate o delle opinioni manifestate dall'Autore.

La Direzione della rivista si riserva il diritto di utilizzare gli articoli ricevuti anche per la loro pubblicazione su altre riviste del settore edite da soggetti terzi, sempre a condizione che siano indicati la fonte e l'autore dell'articolo.

Al fine di favorire la presentazione degli articoli, la loro revisione da parte del Comitato di Redazione e di agevolare la trattazione tipografica del testo per la pubblicazione, si ritiene opportuno che gli Autori stessi osservino gli standard di seguito riportati.

- 1) L'articolo dovrà essere necessariamente fornito in formato elettronico accettato dalla redazione, preferibilmente WORD per Windows, via e-mail, CD-Rom, DVD o pen-drive.
- 2) Tutte le figure (fotografie, disegni, schemi, ecc.) devono essere fornite complete di didascalia, numerate progressivamente e richiamate nel testo. Queste devono essere fornite in formato elettronico (e-mail, CD-Rom, DVD o pen-drive) e salvate in formato TIFF o EPS ad alta risoluzione (almeno 300 dpi). E' inoltre richiesto l'invio delle stesse immagini in formato compresso JPG (max. 50 KB/immagine). E' inoltre possibile includere, a titolo di bozza d'impaginazione, una copia cartacea che comprenda l'inserimento delle figure nel testo.
- 3) Nei testi presentati dovranno essere utilizzate rigorosamente le unità di misura del Sistema Internazionale (SI) e le relative regole per la scrittura delle unità di misura, dei simboli e delle cifre.
- 4) Tutti i riferimenti bibliografici dovranno essere richiamati nel testo con numerazione progressiva riportata in [ ].

All'Autore di riferimento è richiesto di indicare un indirizzo di posta elettronica per lo scambio di comunicazioni con il Comitato di Redazione e, a tutti gli autori, di sottoscrivere una dichiarazione liberatoria riguardo al possesso dei diritti di pubblicazione.

**Per eventuali ulteriori informazioni sulle modalità di presentazione degli articoli contattare la Redazione della Rivista. – Tel: +39.06.4827116 – Fax: +39.06.4742987 – e-mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)**

## GUIDELINES FOR THE AUTHORS

*(Instructions on how to present a paper for the publications on "IF - Ingegneria Ferroviaria")*

### **The collaboration is open to everyone.**

*The articles can be presented both in English and/or Italian language. The publication is anyway bilingual.*

*The admission of a paper does not imply acknowledgment or approval by the journal of theories and opinions presented by the Authors.*

*The Direction of the journal reserves the right to use the received papers for the publication on other journals under condition to provide the source citation.*

*In order to simplify the papers' presentation, their review by the Editorial Board and their typographic handling for the publication, the Authors are required to comply with the standards below.*

- 1) *The paper must be presented in an electronic format accepted by the editorial staff, preferably WORD for Windows, by e-mail, CD-Rom, DVD or pen-drive.*
- 2) *All figures (pictures, drawings, schemes, etc.) must include a caption, must be progressively numbered and recalled in the text. They must be presented in a high resolution (min. 300 dpi) electronic format (TIFF or EPS) by e-mail, CD-Rom, DVD or pen-drive). Moreover, it is required to send them in a compressed JPG format (max. 50 KB/figure). It is additionally possible to include a printed draft copy as an editorial example.*
- 3) *In the texts must be rigorously used the SI units only.*
- 4) *All the bibliographic references must be recalled in the text with progressive numbering in [ ].*

*It is required to the corresponding Author to provide with a reference e-mail address for the communications with the Editorial Board and, to all Authors, to sign a discharge declaration concerning the rights of publication.*

**For any further information about the paper presentation, you can contact the editorial staff. – Phone: +39.06.4827116 – Fax: +39.06.4742987 – e-mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)**

## 1991: LA LINEA PIÙ VELOCE E LA LINEA PIÙ LENTA

Vent'anni or sono, nel 1991, ancor prima di divenire Società per Azioni, le Ferrovie dello Stato Italiane ereditavano una Rete caratterizzata, al massimo livello, dalla Direttissima Roma - Firenze, capostipite della Rete Alta Velocità e, di contro, da una serie di piccole linee locali, figlie del periodo ottocentesco in cui non esistevano alternative alla ferrovia anche sulle brevissime distanze. In mezzo a tali due estremi, le linee che ancor oggi costituiscono la Rete tradizionale.

In un documentario dell'epoca realizzato da Claudio Migliorini si possono rivivere alcuni aspetti attinenti alle due situazioni estreme anzidette.

Il video esordisce con un reportage su un viaggio organizzato in Direttissima tra Orvieto e Firenze dal CIFI il 13 aprile 1991 con l'ETR Y 500, allora l'unico "supertreno" di FS capace di raggiungere i 300 km/h, "progenitore" di tutti i moderni "Frecciarossa" che oggi collegano velocemente le principali città italiane.

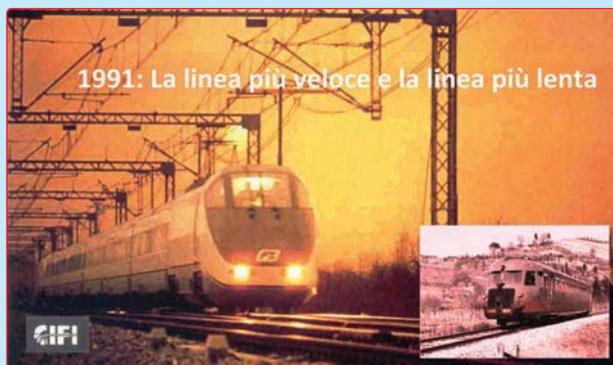
E dopo (l'allora) linea più veloce, la telecamera ci fa compiere un'escursione lungo (l'allora) linea più lenta della Rete FS, la Poggibonsi - Colle Val d'Elsa, che conservò fino alla sospensione definitiva del servizio ferroviario (1987) le sue caratteristiche di linea "economica" ottocentesca: qui si trovava tra l'altro la curva più stretta della Rete FS a scartamento ordinario, con soli 100

metri di raggio. A seguito dell'atto ministeriale di dismissione (2009), oggi sul tracciato della linea colligiana si è realizzata una pista ciclabile, mentre il traffico motorizzato è stato integralmente trasferito su strada e ha beneficiato di interventi di razionalizzazione infrastrutturale che hanno interessato pure le ex aree ferroviarie (ved. articolo su "La Tecnica Professionale" n. 9/settembre 2011).

Il filmato costituisce in definitiva una testimonianza autentica dell'eredità della gestione statale e che, raffrontata con la situazione odierna, rende conto di come la successiva evoluzione delle Ferrovie dello Stato Italiane abbia portato, in una logica

imprenditoriale d'Impresa, da un lato a sviluppare e potenziare i servizi di punta ad alta redditività economica e sociale (Alta Velocità/Alta Capacità) e, all'opposto, a lasciare alle altre modalità di trasporto molte relazioni a brevissimo raggio caratterizzate strutturalmente da una sostenibilità nulla se realizzate su ferro.

Il CIFI per coprire le spese di produzione e confezionamento, è in grado di fornire i DVD al costo unitario di soli € 13,50. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



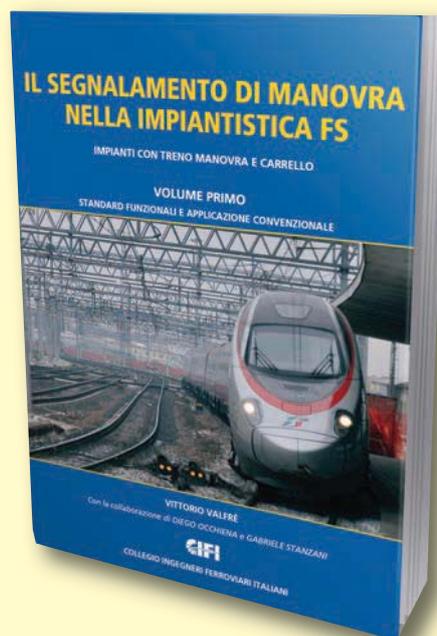
## IL SEGNALAMENTO DI MANOVRA NELLA IMPIANTISTICA FS STANDARD FUNZIONALI E APPLICAZIONE CONVENZIONALE

Con questo volume il CIFI intende colmare la lacuna relativa alla mancanza nella letteratura di testi sul segnalamento di manovra, spesso considerato complementare al segnalamento "alto" pur non essendo meno importante.

Questo primo volume sugli apparati convenzionali, insieme al secondo in preparazione sugli apparati statici, è indirizzato ai progettisti del segnalamento e ai cultori di impianti ferroviari che vi troveranno una completa "biblioteca" storica e tecnica in materia, per il numero e l'eshaustività degli argomenti trattati.

Contenuti del libro: standard del segnalamento di manovra; la logica circuitale; piani schematici di riferimento; tabelle delle condizioni; circuiti elettrici; condizioni operative.

296 pagine in formato A4, ricco di schemi e circuiti. Prezzo di copertina € 30,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



## Visita al sito Bombardier di Vado Ligure ed a bordo dell'ETR 1000

*Prof. Ing. Riccardo GENOVA<sup>(\*)</sup> - Dott. Alessandro e Fabio TRIPOLITANO<sup>(\*)</sup>*

Il giorno venerdì 20 febbraio 2015 la Sezione CIFI di Genova ha organizzato una visita tecnica al sito Bombardier di Vado Ligure. L'iniziativa, aperta a tutti i Soci del Collegio, ha visto la presenza di circa 40 partecipanti provenienti da diverse regioni italiane accolti con estrema cordialità da parte dello staff Bombardier.

Dopo il "welcome coffee di benvenuto" sono intervenuti, presentati da Giuseppe TRONCONI - Direttore Generale sito di Vado Ligure, Pierluigi FIRPO - Direttore Tecnico, Fabrizio ZAMAGNI - Responsabile Produzione, Mirko PISACANE - Responsabile HSE, Diego CANETTA - Project Engineer V300ZEFIRO-ETR1000, Ezio FISSORE - Production Manager, Silvano SABBA - Project Manager - V300ZEFIRO-ETR1000, Christian BRIGNONE - Head of TCMS e Paolo SALA - TCMS Engineer.

Il pomeriggio è stato articolato in tre fasi: la prima dedicata alla presentazione dell'impianto (fig. 1) di Vado Ligure, dell'ETR100 (fig. 2) e degli altri prodotti sviluppati da Bombardier, la seconda relativa al "site tour" durante il quale sono state mostrate le fasi costruttive delle locomotive E 464 e TRAXX E 483 e, infine, la visita a bordo del treno ETR 1000.

Al termine dell'intenso ed interessante pomeriggio si è svolta un'ultima sessione dedicata ad approfondimenti tecnici attraverso molte domande e risposte.

Bombardier è il produttore mondiale, sia di treni che di aerei, con una forza lavoro globale di 76.200

persone, la sede è a Montréal, in Canada. La divisione Bombardier Transportation è leader mondiale nella tecnologia su rotaia ed offre il portafoglio più ampio del settore fornendo prodotti e servizi innovativi che stabiliscono nuovi standard per la mobilità sostenibile. La tecnologia Bombardier ECO4, costruita sui quattro paradigmi di Energia, Efficienza, Economia ed Ecologia, consente di risparmiare energia, tutelare l'ambiente e contribuire a migliorare le prestazioni totali del treno. Bombardier Transportation ha sede a Berlino, ed è presente in più di 60 paesi con oltre 100.000 veicoli in circolazione. Vado Ligure è il sito di Bombardier Transportation Italy dedicato alle attività di produzione, revisione e manutenzione di materiale rotabile ed impiega quasi 600 addetti.

La storia dello stabilimento di Vado Ligure inizia nel 1871 con la fondazione del Tecnomasio Italiano, la

più vecchia azienda elettromeccanica in Italia. Le successive evoluzioni hanno fatto sì che a Vado Ligure si sono sviluppate importanti pagine della storia della trazione elettrica italiana ed europea. Non a caso i visitatori hanno potuto vedere, nel piazzale antistante lo stabilimento, un esemplare di locomotiva trifase appartenente al gruppo E 554.

A Vado Ligure sono stati costruiti i più rappresentativi gruppi di locomotive in corrente continua fino alle odierne E 464, viste in produzione dai visitatori nella nuova livrea Trenitalia, e TRAXX destinate a diverse imprese ferroviarie italiane. Relativamente alle locomotive E464, in particolare, sono state ordinate a Vado Ligure 728 macchine (Trenitalia e operatori privati) dal 1996 ad oggi: si tratta della più grande flotta omogenea utilizzata per il trasporto regionale in Europa. Il numero di TRAXX ordinate fino ad oggi è di 175 locomotive, comprese anche le macchine costruite a Vado Ligure per le reti straniere (Spagna e Polonia).

Bombardier Transportation sta lavorando in Italia anche al nuovo treno V300ZEFIRO, realizzato in partnership con AnsaldoBreda di Pistoia. I 50 nuovi treni ad alta velocità sono stati ordinati dalle Ferrovie dello Stato Italiane ed entreranno in servizio



Fig. 1 - Interno dell'impianto Bombardier di Vado Ligure (SV) (Foto: Riccardo GENOVA).

<sup>(\*)</sup> CIFI - Sezione di Genova



Fig. 2 - Treno ETR 1000 durante la visita CIFI (Foto: Riccardo GENOVA).

commerciale da giugno 2015 con il nome di Frecciarossa 1000. Attualmente, si stanno svolgendo le procedure per l'omologazione del treno, prevista in primavera.

Il V300ZEFIRO - ETR1000 è un treno passeggeri ad alta velocità proposto dall'associazione temporanea di impresa tra Bombardier e AnsaldoBreda e rappresenta il più avanzato sistema di trasporto ad alta velocità europeo essendo predisposto per essere omologato in Germania, Francia, Spagna, Svizzera, Belgio, Olanda, Austria. Si tratta di un complesso

di nuova generazione allineato a tutte le normative nazionali ed europee, a potenza distribuita, singolo piano a 8 casse con il 50% di assi motori e può essere messo in composizione fino a 2 unità. È progettato con una vita utile di 25 anni secondo un profilo di missione di 500.000 km/anno e per un utilizzo di 18 ore al giorno rimanendo alimentato 24 ore su 24.

Per il progetto V300ZEFIRO, a Vado Ligure si assemblano e testano anche i carrelli portanti - la produzione ha preso il via lo scorso febbraio e andrà avanti fino all'estate

2016. A fine 2014 inoltre il settore Services Execution ha firmato con AnsaldoBreda il contratto per la gestione della manutenzione dell'intera flotta V300ZEFIRO. Il contratto ha una durata di 10 anni dalla consegna del primo treno.

Il settore Services Execution di Bombardier Transportation offre una gamma completa di prodotti e servizi per gli operatori del trasporto ferroviario e garantisce il supporto costante e di qualità necessario per ottimizzare il valore del bene e garantirne la durata nel tempo.

L'efficienza e la garanzia di risultato si basano sull'esperienza di personale altamente qualificato, dal reparto commerciale, a quello tecnico-operativo, al back-office. Il portfolio prodotti offre attività di Fleet Management (FM), Asset Life Management (ALM), Component Re-engineering & Overhaul (CRO) e Material Solutions (MS).

Tra i maggiori contratti attualmente gestiti da Services Execution di Vado Ligure, RO e facelift per 110 carrozze MDVC di Trenitalia, anch'esse mostrate nel corso della nostra visita tecnica nel sito, l'installazione del sistema di telediagnostica su 538 locomotive E464 e 41 locomotive E405 di Trenitalia, la manutenzione (FM) di 116 locomotive E464 di Trenord e la manutenzione (FM) di 91 locomotive TRAXX di diversi operatori ferroviari privati.

## C'era una volta il FUTURO, viaggio nella Genova che (non) fu

Prof. Ing. Riccardo GENOVA<sup>(\*)</sup> - Dott. Alessandro e Fabio TRIPOLITANO<sup>(\*)</sup>

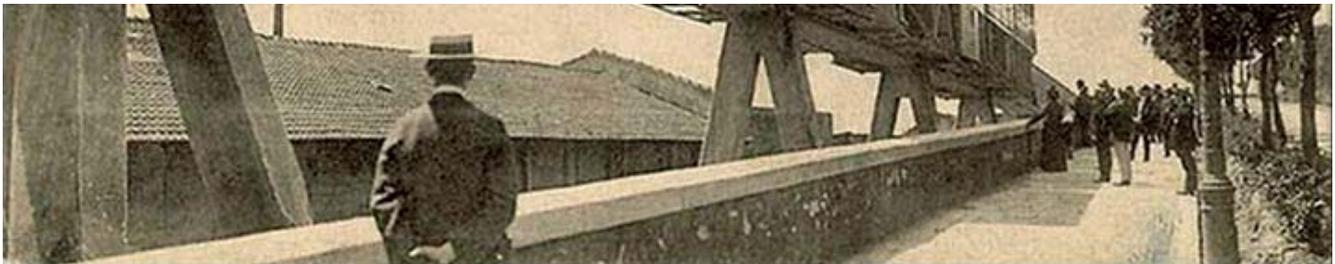
Si è tenuta a Milano il 4 marzo 2015, presso il Punto Expo CIFI-RFI, la conferenza "C'era una volta il FUTURO, viaggio nella Genova che (non) fu" già svolta a Genova lo scorso giugno.

La posizione strategica della città di Genova le ha consentito di dominare il mediterraneo, insieme alle altre Repubbliche Marinare, durante il basso Medioevo ed il Rinascimento.

Con il Regno d'Italia (1861), ma

che (1893 primo collegamento Piazza Corvetto Manin). Altri impianti si sviluppano: la ferrovia a cremagliera Principe Granarolo (1901), la Ferrovia Genova Casella (1929), la Guidovia della Guardia (1929), le funicolari (Righi, 1895 e Sant'Anna, a contrappeso d'acqua, 1891) e gli ascensori pubblici. Molto più tardi arriverà la breve Metropolitana (1990), mentre il filobus appare nel 1938, scompare nel 1973 e ritorna nel 1997.

Lo straordinario documentario prodotto e presentato da Jacopo BACCANI esordisce con il ricordo del Professor Giovanni FRANCA pioniere ne-



C'era una volta

il

FUTURO

viaggio nella Genova che (non) fu

La conferenza, organizzata dalle Sezioni CIFI di Genova e di Milano, è stata introdotta da Marco BROGLIA, Preside CIFI Milano e Riccardo GENOVA, Preside CIFI Genova.

Lo stesso Riccardo GENOVA e Jacopo BACCANI hanno presentato e commentato lo straordinario documentario "C'era una volta il FUTURO... viaggio nella Genova che (non) fu" sullo sviluppo architettonico, urbanistico e trasportistico della Città di Genova nel contesto europeo che ha caratterizzato gli ultimi due secoli.

ancor prima per la costituenda Nazione italiana, essa diventa il punto di riferimento per gli scambi marittimi e commerciali. Oggi la città ospita circa 600.000 abitanti (1.500.000 nell'area metropolitana): il porto movimentata 2 milioni di TEUs con la previsione, al 2025, di 4 milioni di TEUs: Genova è luogo di origine - destinazione insieme a Rotterdam del Corridoio 6 "Reno-Alpi".

Sono stati descritti lo sviluppo delle linee ferroviarie, dalla storica linea dei Giovi (1853) a vapore con i "Mastodonti" in azione, alla nuova linea di succursale ed ai collegamenti con le Riviere, prima a trazione trifase e poi in corrente continua. In città la rete di omnibus a cavalli (1873) viene trasformata in tranvie elettriche

gli studi sull'energia solare e creatore della prima centrale sperimentare al mondo a Genova Sant'Ilario oggi abbandonata all'indifferenza. Durante la Belle Époque Genova sviluppò un importante progetto urbanistico che vide nella rete tranviaria uno degli elementi caratterizzanti. Ma altre realizzazioni, pur effimere, sono oggi ancora ricordate come il Telfer, monorotaia costruita per l'Esposizione Internazionale di Marina e Igiene Marinara del 1914, lunga 2,217 km da Piazza di Francia (oggi Piazza della Vittoria) a Molo Giano ed esercita dalla UITE, e la funivia Piazza di Francia - Carignano. Ma via via molto si è perso, come il quasi sconosciuto acquedotto marino.

Lo straordinario documentario

<sup>(\*)</sup> CIFI - Sezione di Genova



si è proposto l'obiettivo di svolgere un'indagine sul campo, alla ricerca di testimonianze di quella creatività, quell'entusiasmo e quella fan-

tasia tanto presenti nella florida metropoli mediterranea di un tempo quanto rare nel grigio capoluogo regionale di oggi, con una particolare

attenzione per le occasioni perdute, le idee archiviate, le opere dimenticate... aspettando (appunto) tempi migliori.

*Publicata dal CIFI un'edizione speciale della Rivista "La Tecnica Professionale" (Riedizione dei contenuti del numero di settembre 2009 della Rivista)*

### **LA MUSEOGRAFIA FERROVIARIA IL MUSEO DI PIETRARSA E L'INAUGURAZIONE DELLA PRIMA FERROVIA ITALIANA (1839)**

#### INDICE

- Introduzione
- 3 ottobre 1839 - Il Centenario della prima ferrovia Italiana
- La museografia ferroviaria prima di Pietrarsa
- Le officine di Pietrarsa
- Il museo di Pietrarsa e i musei viventi
- Le locomotive esposte al museo di Pietrarsa

Una pubblicazione di 56 pagine a colori formato 21x27.  
Prezzo di copertina € 11,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



# Convegni e Congressi

## 2015

Maggio	12-14 Birmingham (Regno Unito)	Railtex 2015 <a href="http://www.railtex.co.uk/">www.railtex.co.uk/</a>
	13-15 Moskya (Russia)	Electrotrans <a href="http://www.electrotrans-expo.ru">www.electrotrans-expo.ru</a>
	19-20 Amsterdam (Paesi Bassi)	Smart Rail Europe <a href="http://www.globaltransportforum.com/smart-rail-europe">www.globaltransportforum.com/smart-rail-europe</a>
Giugno	20-21 Munster (Germania)	IAF Congress on Rail Infrastructure Works <a href="http://www.iaf-kongress.com">www.iaf-kongress.com</a>
	2-4 Valencia (Spagna)	Urban Transport 2015 <a href="http://www.wessez.ac.uk/15-conferences.html">www.wessez.ac.uk/15-conferences.html</a>
	8-10 Milano (Italia)	UITP Word Congress & Exhibition <a href="http://www.uitpmilan2015.org">www.uitpmilan2015.org</a>
	9-12 Tokyo (Giappone)	UIC Word Congress on High Speed Rail <a href="http://www.uic.org/com/article/second-meeting-for-the?page=thickbox_ews">www.uic.org/com/article/second-meeting-for-the?page=thickbox_ews</a>

10-13  
Busan  
(Corea del Sud)

Raillog Korea  
[www.raillogkorea.com](http://www.raillogkorea.com)

Giugno

21-24  
Perth  
(Australia)

IHHA Conference & Exhibition  
[www.ihhaperth2015.com](http://www.ihhaperth2015.com)

30-1  
Edinburgh  
(Regno Unito)

Raillog Korea  
[www.railwayengineering.com](http://www.railwayengineering.com)

## 2016

Aprile

5-8  
Cagliari  
(Italia)

Railways 2016  
[www.civil-comp.com/conf/rw2016/rw2016.htm](http://www.civil-comp.com/conf/rw2016/rw2016.htm)

Maggio

29-2  
Milano  
(Italia)

WCRR 2016  
[www.wcrr2016.org/](http://www.wcrr2016.org/)

Luglio

10-15  
Shanghai  
(Cina)

Raillog Korea  
[www.wctrs-conference.com/](http://www.wctrs-conference.com/)

## 150 ANNI DI FERROVIA A VOLTERRA

Presso il CIFI è disponibile, **su prenotazione**, il DVD contenente un documentario storico della linea FS Cecina-Volterra Saline Pomarance, che si appresta a compiere 150 anni (ved. articolo su "La Tecnica Professionale" n. 9/settembre 2010).

Il filmato, della durata di circa 30 minuti, è stato realizzato nel 1989 da Claudio Migliorini e contiene scene già consegnate alla storia, come le ultime corse delle automotrici diesel ALn 990 e i servizi merci con locomotiva 245, cessati ormai da molti anni. Non manca un breve capitolo sul prolungamento della linea fino a Volterra, realizzato con dentiera sistema *Strub* a causa della forte pendenza (100 per mille, record per le FS), prolungamento che è stato in esercizio dal 1912 fino al 1958.

Nonostante siano passati più di vent'anni dalle riprese, il documentario si rivela ancor oggi di attualità, poiché lo schema orario ivi descritto (4 coppie di treni) è rimasto in essere fino ai giorni nostri, anche se le ALn 990 hanno lasciato il posto alle più moderne automotrici diesel ALn 668 (alcune serie sono già presenti nel filmato) e ALn 663.



Il CIFI per coprire le spese di produzione e confezionamento, è in grado di fornire i DVD al costo unitario di soli € 13,50. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.

# Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

## 1 - TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE

### 1.1 - Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria

- 1.1.2 E. PRINCIPE - "Impianti di climatizzazione delle carrozze FS" ..... € 10,00
- 1.1.4 E. PRINCIPE - "Convertitori statici sulle carrozze FS" (ristampa)..... € 15,00
- 1.1.6 E. PRINCIPE - "Impianti di riscaldamento ad aria soffiata" (Vol. 1° e 2°) ..... € 20,00
- 1.1.8 G. PIRO-G. VICUNA - "Il materiale rotabile motore"..... € 20,00
- 1.1.10 A. MATRICARDI - A. TAGLIAFERRI - "Nozioni sul freno ferroviario"..... € 15,00
- 1.1.11 V. MALARA - "Apparecchiature di sicurezza per il personale di condotta" ..... € 30,00
- 1.1.12 G. PIRO - "Cenni sui sistemi di trasporto terrestri a levitazione magnetica" ..... € 15,00

### 1.2 - Cultura Professionale - Armamento ferroviario

- 1.2.3 L. CORVINO - "Riparazione delle rotaie ed apparecchi del binario mediante la saldatura elettrica ad arco" (Vol. 6°)..... € 15,00

### 1.3 - Cultura Professionale - Impianti Elettrici Ferroviari

- 1.3.1 V. FINZI-L. GERINI - "Blocco automatico a correnti codificate T. Westinghouse" (Quaderno 2)..... € 8,00
- 1.3.2 V. FINZI-F. BRANCACCIO-E. ANTONELLI - "Apparati centrali a pulsanti di itinerario" (Quaderno 3)..... € 8,00
- 1.3.4 P.E. DEBARBIERI - F. VALDAMBRINI - E. ANTONELLI - "A.C.E.I. telecomandati per linee a semplice binario" (Quaderno 12) ..... € 15,00
- 1.3.5 V. FINZI - G. CERULLO - B. COSTA - E. ANTONELLI - N. FORMICOLA - "A.C.E.I. nuova serie" (Quaderno 13) ... € 20,00
- 1.3.6 V. FINZI - "I segnali luminosi" ..... esaurito
- 1.3.10 V. FINZI - "Impianti di sicurezza: Apparecchiature" (Vol. 4° - parte I) ..... € 30,00
- 1.3.14 P. DE PALATIS-P. MARI-R. RICCIARDI - "Commento alla nuova istruzione del blocco elettrico automatico" ..... esaurito
- 1.3.15 E. DE BONI-E. TARTAGLIA - "Il Coordinamento dell'isolamento protezione contro sovratensioni" ..... € 25,00
- 1.3.16 A. FUMI - "La gestione degli Impianti Elettrici Ferroviari" .... € 35,00
- 1.3.17 U. ZEPPA - "Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione" ..... € 30,00
- 1.3.18 V. VALFRÈ - "Il segnalamento di manovra nella impiantistica FS" ..... € 30,00

## 2 - TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

- 2.1 G. VICUNA - "Organizzazione e tecnica ferroviaria" ... € 40,00
- 2.2 L. MAYER - "Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio" (Nuova edizione a cura di P.L. GUIDA-E. MILIZIA) ..... € 50,00
- 2.3 P. DE PALATIS - "Regolamenti e sicurezza della circolazione ferroviaria" ..... € 25,00
- 2.5 G. BONO-C. FOCACCI-S. LANNI - "La Sovrastruttura Ferroviaria" ..... € 50,00
- 2.6 G. BONORA-L. FOCACCI - "Funzionalità e Progettazione degli Impianti Ferroviari" ..... € 50,00
- 2.7 F. CESARI - V. RIZZO - L. LUCCHETTI - "Elementi generali dell'esercizio ferroviario" ..... esaurito
- 2.8 P.L. GUIDA-E. MILIZIA - "Dizionario Ferroviario - Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza" ..... € 35,00
- 2.9 P. DE PALATIS - "L'avvenire della sicurezza - Esperienze e prospettive" ..... € 20,00
- 2.10 AUTORI VARI - "Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management" ..... € 25,00
- 2.12 R. PANAGIN - "Costruzione del veicolo ferroviario" ..... € 40,00
- 2.13 F. SENESI-E. MARZILLI - "Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia" ..... € 40,00
- 2.14 AUTORI VARI - "Storia e Tecnica Ferroviaria - 100 anni di Ferrovie dello Stato" ..... € 50,00
- 2.15 F. SENESI - E. MARZILLI - "ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)" ..... € 60,00
- 2.16 E. PRINCIPE - "Il veicolo ferroviario - carrozze e carri" .... € 20,00
- 2.18 B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA - A. VENTIMIGLIA - "L'Alta Velocità Ferroviaria" ..... € 40,00
- 2.19 E. PRINCIPE - "Il veicolo ferroviario - carri" ..... € 30,00
- 2.20 L. LUCCINI - "Infortunati: Un'esperienza per capire e prevenire" ..... € 7,00
- 2.21 AUTORI VARI - "Quali velocità quale città. AV e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia"..... € 150,00

## 3 - TESTI DI CARATTERE STORICO

- 3.1 G. PAVONE - "Riccardo Bianchi: una vita per le Ferrovie Italiane" ..... € 15,00
- 3.2 E. PRINCIPE - "Le carrozze italiane" ..... € 50,00

- 3.3 G. PALAZZOLO (in Cd-Rom) - "Cento Anni per la Sicilia" .... € 6,00
- 3.5 AUTORI VARI - La Museografia Ferroviaria e il museo di Pietrarsa ..... € 11,00

## 4 - ATTI CONVEGNI

- 4.2 BELGIRATE - "Ristorazione e servizi di bordo treno" (19-20 giugno 2003) ..... € 20,00
- 4.3 TORINO - "Innovazione nei trasporti (3 giugno 2003)" ..... esaurito
- 4.4 ROMA - "Next Station", bilingue italo inglese (3-4 febbraio 2005)..... € 40,00
- 4.5 LECCE - "Ferrovie e Territorio in Puglia" (4 dicembre 2006)..... esaurito
- 4.8 ROMA - "Stazioni ferroviarie italiane - qualità, funzionalità, architettura" (4 luglio 2007) ..... esaurito
- 4.9 BARI - DVD "Stato dell'arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese" (6 giugno 2008) ..... € 15,00
- 4.10 BARI - 2 DVD Convegno "Il sistema integrato dei trasporti nell'area del mediterraneo" (18 giugno 2010) .... € 25,00

## 5 - ALTRO

- 5.1 Agenda 2014 (spese di spedizione gratuite)..... € 15,00
- 5.2 (DVD) 1991: La linea più veloce e la linea più lenta (La direttissima Roma-Firenze e la linea Poggibonsi-Colle Val D'Elsa) ..... € 13,50
- 5.3 (DVD) Lo sviluppo del sistema AV/AC e dell'ERTMS in Italia ..... € 13,50
- 5.4 (DVD) S.S.C. - Il Sistema di Supporto alla Condotta.... € 13,50
- 5.5 (DVD) Cecina-Volterra, 1989 (I 150 anni della linea) .... € 13,50
- 5.6 (DVD) Il sistema Alta Velocità in Italia ..... € 13,50
- 5.7 (DVD) I 120 anni della Faentina ..... € 13,50

## 6 - TESTI ALTRI EDITORI

- 6.1 V. FINZI (ed. Coedit) - "Impianti di sicurezza" parte II ..... € 25,00
- 6.2 V. FINZI (ed. Coedit) - "Trazione elettrica. Le linee primarie e sottostazioni" ..... esaurito
- 6.3 V. FINZI (ed. Coedit) - "Trazione elettrica. Linee di contatto" ..... esaurito
- 6.4 C. ZENATO (ed. Etr) - "Segnali alti FS permanentemente luminosi" ..... € 29,90
- 6.5 E. PRINCIPE (ed. Veneta) - "Treni italiani con carrozze a media distanza"..... € 28,00
- 6.6 E. PRINCIPE (ed. Veneta) - "Treni italiani con carrozze a due piani" ..... € 28,00
- 6.7 E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) - "Treni italiani Eurostar City Italia" ..... € 35,00
- 6.8 E. PRINCIPE (ed. Veneta) - "Treni italiani ETR 500 Frecciarossa"..... € 30,00
- 6.9 V. FINZI (ed. Coedit) - "I miei 50 anni in ferrovia"..... € 20,00
- 6.10 P. MUSCOLINO (ed. Calosci) "Particolari immagini ferroviarie FS in Liguria e Lombardia" ..... € 20,00
- 6.11 V. FORMIGARI - P. MUSCOLINO (ed. Calosci) - "Le tranvie del Lazio. Storia dalle origini" ..... € 34,00
- 6.12 E. MORI (ed. Calosci) - "La ferrovia da Verona a Monaco di Baviera" ..... € 14,00
- 6.13 V. FORMIGARI - P. MUSCOLINO (ed. Calosci) - "La metropolitana a Roma" ..... € 21,00
- 6.14 N. CEFARATTI (ed. Calosci) - "Col tram da Firenze a Fiesole"..... € 8,00
- 6.15 F. FORMENTIN - P. ROSSI (ed. Calosci) - "Storia dei trasporti urbani di Bologna" ..... € 26,00
- 6.16 A. BETTI CARBONCINI (ed. Calosci) - "Un treno per Lucca - Ferrovie e tranvie in Lucca, Valdinievole e Garfagnana. FuN.re di Montecatini" ..... € 20,00
- 6.17 G. DI LORENZO (ed. Calosci) - "Oltre lo stretto in filobus - Notizie dalle origini sulle filovie di Palermo, Catania e Trapani" ..... € 13,00
- 6.18 A. BETTI CARBONCINI (ed. Calosci) - "Da San Giovanni a Vallombrosa - Ferrovie locali tra industrie e turismo nel Valdarno Superiore" ..... € 17,00
- 6.19 G. BOREANI - A. ALBÉ - G. DALL'OLIO (ed. Calosci) - "La tramvia Milano Gallarate" ..... € 24,00
- 6.20 A. CIOCI (ed. Calosci) - "La ferrovia Teramo-Gulianova" ..... € 15,00
- 6.21 M. BOTTAZZI (ed. Calosci) - "Binari nel Polesine. La Rovigo-Chioggia, la Adria-Ariano Polesine e la Adria-Piove di Sacco-Mestre" ..... € 17,00
- 6.22 A. BETTI CARBONCINI (ed. Calosci) - "Ferry boats: un secolo. Navi traghetto, approdi e collegamenti delle ferrovie dello Stato" ..... € 21,00
- 6.23 E. ALTARA (ed. Calosci) - "Fréjus 1871, primo traforo alpino. La costruzione, le ferrovie sussidiarie, l'esercizio a vapore, poi trifase a corrente continua, dall'origine ad oggi" ..... € 18,00

6.24. A. BETTI CARBONCINI (ed. Calosci) - "La Maremmana. Storia della ferrovia Roma-Pisa" .....	€ 21,00	6.44. A. CIOCI (ed. Calosci) - "La stazione di Bastia Umbra e la ferrovia Terontola-Foligno. Storia ed immagini di 140 anni di binari" .....	€ 28,00
6.25. G. SCOPELLITI (ed. Calosci) - "Il tempo degli ultimi viaggi col fumo" .....	€ 18,00	6.45. G. CHERICATO - M. SANTINELLO (ed. Calosci) "La ferrovia di Camerini: Padova-Piazzola-Carmignano" ..	€ 25,00
6.26. N. CEFARATTI (ed. Calosci) - "Dalla montagna pistoiense alle strade del mondo. Storia dell'impresa automobilistica Lazzi" .....	€ 36,00	6.46. N. CEFARATTI (ed. Calosci) - "1865-2005 Centoquarant'anni di trasporto pubblico a Firenze - Volume Primo. La rete Urbana e Vicinale" .....	€ 45,00
6.27. V. FORMIGARI - P. MUSCOLINO (ed. Calosci) - "Tram e filobus a Roma. Storia dalle origini" .....	€ 40,00	6.47. N. CEFARATTI (ed. Calosci) "1865-2005 Centoquarant'anni di trasporto pubblico a Firenze - Volume Secondo. La rete interurbana e nuove tranvie" ....	€ 34,00
6.28. A. BETTI CARBONCINI (ed. Calosci) - "Porti della Toscana. Antichi approdi, marine, scali commerciali e industriali dal tempo degli etruschi ai giorni nostri" ..	€ 33,50	6.48. M. MARSIGLIO - G. CENCI (ed. Calosci) "La grande SIAMIC. Società Italiana Autoservizi Mediterranei In Concessione" .....	€ 66,00
6.29. A. BETTI CARBONCINI (ed. Calosci) - "Le linee di navigazione marittima dell'Arcipelago Toscano dal 1847 ai giorni nostri" .....	€ 26,00	6.49. P. MUSCOLINO (ed. Calosci) "Appunti immagini curiosità sui tram di Roma e del Lazio" - Secondo volume .....	€ 30,00
6.30. A. BETTI CARBONCINI (ed. Calosci) - "Scarlino Scalo - Teleferiche minerarie della Montecatini in Maremma. Storia e influenza esercitata sui fatti umani" .....	€ 14,00	6.50. P. MUSCOLINO (ed. Calosci) "Le stazioni delle linee secondarie FS nelle Marche" .....	€ 14,00
6.31. G. NOGARINO (ed. Calosci) - "Tranvie del Degano e della valle del Bût in Carnia - Alto Friuli". Cofanetto contenente volume testo e volume tavole .....	€ 30,00	6.51. P. MUSCOLINO (ed. Calosci) "Roma ai tempi della S.R.T.O. Società Romana Tramvais Omnibus (1885-1929)" .....	€ 14,00
6.32. V. FORMIGARI - G. ROMANO (ed. Calosci) "123 anni di tram a Messina" .....	€ 26,00	6.52. P. MUSCOLINO (ed. Calosci) "Nel Lazio ai tempi dei treni a vapore" .....	€ 18,00
6.33. A. BETTI CARBONCINI (ed. Calosci) - "Ferrovie e industrie in Toscana" .....	€ 30,00	6.53. P. MUSCOLINO (ed. Calosci) "A Roma nei primi 60 anni dei treni elettrici" .....	€ 14,00
6.34. P. GREGORI - F. RIZZOLI - C. SERRA (ed. Calosci) "Giro d'Italia in filobus. Storia illustrata delle filovie italiane" .....	€ 32,00	6.54. P. MUSCOLINO (ed. Calosci) "Locomotive e treni a vapore nel Lazio" .....	€ 20,00
6.35. S. G. CERRETI (ed. Calosci) - "Il tramway di Sesto. Trasporto collettivo tra Firenze e Sesto Fiorentino dalla metà dell'Ottocento al primo Novecento" .....	€ 22,00	6.55. F. FORMENTIN - D. DAMIANI (ed. Calosci) "Storia dei servizi di trasporto dell'Amministrazione Provinciale di Bologna" .....	€ 20,00
6.36. A. BETTI CARBONCINI (ed. Calosci) "La torbiera di Torre del Lago e l'elettrificazione ferroviaria. Binari a Viareggio" .....	€ 18,00	6.56. O. ZANNONI (ed. Calosci) "Il trasporto del tranviere. Breve racconto del trasporto pubblico romano da Romolo ai giorni nostri in foto, stampe e cartoline" .....	€ 18,00
6.37. N. CEFARATTI (ed. Calosci) - "Col tram da Firenze a Scandicci. Piccola storia di un tramway antico che tornerà a vivere in veste moderna" .....	€ 16,00	6.57. O. ZANNONI (ed. Calosci) "Dalla S.R.T.O all'A.T.A.C. Breve storia dello stabilimento tranviario di Porta Maggiore" .....	€ 12,00
6.38. A. BETTI CARBONCINI (ed. Calosci) "Firenze e il treno - Nascita e sviluppo delle ferrovie nella città" ....	€ 23,00	6.58. G. A. SANNA (ed. Calosci) "Le ferrovie del Sulcis nella Sardegna sudoccidentale fra documenti, immagini e racconti" .....	€ 32,00
6.39. M. PANCONESI (ed. Calosci) - "Le ferrovie di Pio IX. Nascita, sviluppo e tramonto delle strade ferrate dello Stato Pontificio (1846-1870)" .....	€ 30,00	6.59. P. MUSCOLINO (ed. Calosci) "Immagini di ferrovie FS in Puglia, in Lucania, e dintorni" .....	€ 18,00
6.40. E. MORI (ed. Calosci) - "Il treno a Roma. Collegamenti ferroviari con la Città del Vaticano e con l'aeroporto Leonardo da Vinci - In appendice: La Metropolitana a Roma" di P. MORI .....	€ 16,00	6.60. E. ALTARA (ed. Calosci) "Compendio storico-tecnico delle Ferrovie Italiane" - Volume primo. Nascita e sviluppo delle ferrovie .....	€ 36,00
6.41. P. MUSCOLINO (ed. Calosci) - "Ricordi ferrottramviari dei viaggi per le vacanze" .....	€ 34,00	6.61. E. ALTARA (ed. Calosci) "Compendio storico-tecnico delle Ferrovie Italiane" - Volume secondo. La trazione a vapore l'elettrificazione, la trazione diesel, il materiale rotabile .....	€ 34,00
6.42. M. PANCONESI (ed. Calosci) "Porrettana... memorie tra i monti. Alla riscoperta dell'antica Strada Ferrata degli Appennini" .....	€ 30,00	6.62. C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) "In treno sui luoghi della grande guerra" .....	€ 14,00
6.43. P. MUSCOLINO (ed. Calosci) "Le ferrovie dolomitiche: Ora-Predazzo e Chiusa-Plan" .....	€ 28,00		

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell'I.V.A. Gli acquisti delle pubblicazioni, con pagamento anticipato, possono essere effettuati mediante versamento sul conto corrente postale 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, Via Giolitti, 48 - 00185 Roma o tramite bonifico bancario: UNICREDIT - AGENZIA ROMA ORLANDO - VIA V. EMANUELE, 70 - 00185 ROMA - IBAN: IT29U0200805203000101180047. Nella causale del versamento si prega indicare: "Acquisto pubblicazioni". La ricevuta del versamento dovrà essere inviata unitamente al modulo sottostante. Per spedizioni l'importo del versamento dovrà essere aumentato del 10% per spese postali.

**Sconto del 20% per i soci CIFI (individuali, collettivi e loro dipendenti)**  
**Sconto del 15% per gli studenti universitari - Sconto alle librerie, richiedere il catalogo dedicato**  
**Sconto del 10% per gli abbonati alle riviste La Tecnica Professionale e Ingegneria Ferroviaria**

### Modulo per la richiesta dei volumi

(da compilare e inviare per posta ordinaria o via e-mail o via fax unitamente alla ricevuta di versamento)  
 I volumi possono essere acquistati anche on line tramite il sito [www.cifi.it](http://www.cifi.it)

Richiedente: (Cognome e Nome) .....

Indirizzo: ..... Telefono: .....

P.I.V.A./C.F.: .....(l'inserimento di Partita IVA o C. Fiscale è obbligatorio)

Conferma con il presente l'ordine d'acquisto per:

n. ....(in lettere .....) copie del volume: .....

n. ....(in lettere .....) copie del volume: .....

n. ....(in lettere .....) copie del volume: .....

La consegna dovrà avvenire al seguente indirizzo:

.....

Data .....

**Si allega la ricevuta del versamento**

**Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (P.I. 00929941003)**

Via Giolitti, 48 - 00185 Roma - Tel. 06/4882129-06/4742986 - Fs 970/66825 - Fax 06/4742987 e-mail: [cifi@mclink.it](mailto:cifi@mclink.it) - [biblioteca@cifi.it](mailto:biblioteca@cifi.it)

L'ALTA VELOCITA' FERROVIARIA

Il CIFI ha pubblicato L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA.

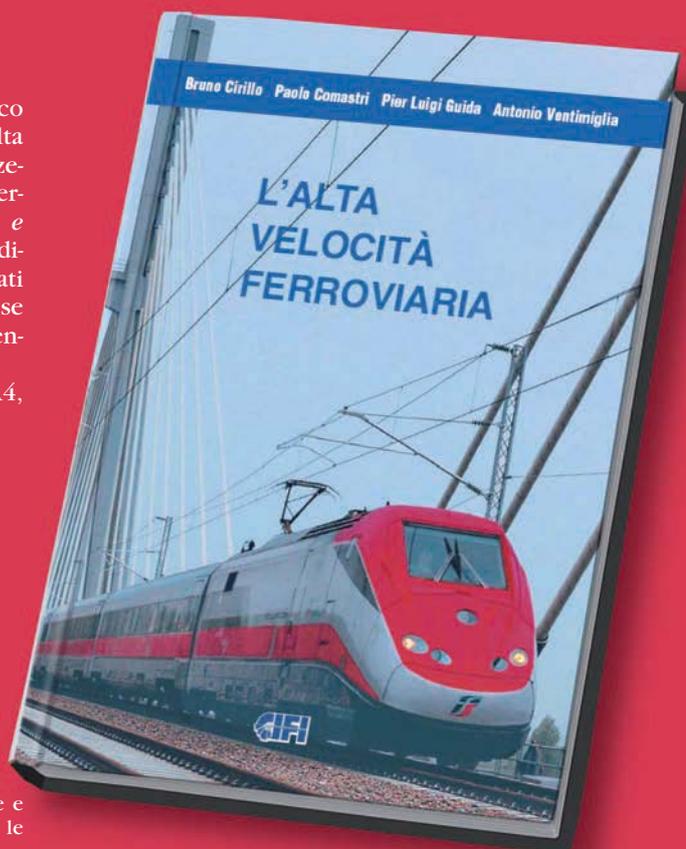
Il nuovo volume rappresenta un riferimento unico ed originale della storia e della evoluzione dell'Alta Velocità in Italia, dalle prime direttissime, alla Firenze-Roma, alle nuove linee AV-AC di recente entrate in servizio. Un immancabile "compagno" della *Storia e Tecnica Ferroviaria* già edita dal CIFI e un testo indispensabile per tutti i cultori, studiosi e appassionati del modo delle ferrovie. Una strenna ideale per ... se stessi, oltre che per amici personali, clienti e dipendenti delle aziende.

Volume in pregiata edizione, cartonato, formato A4, pagine 208 a colori ampiamente illustrate.

INDICE

- Ricerca e sviluppo della Velocità ferroviaria
- Le caratteristiche tecniche dell'AV
- Linee AV nel mondo
- Le Direttissime in Italia
- Nasce l'Alta Velocità-Alta Capacità
- Le Nuove Linee
- Milano-Bologna e Bologna-Firenze
- Nuove linee sui valichi alpini

Prezzo di copertina € 40,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



I mitici treni a vapore:  
la celebrazione dei 120 anni della Faentina

Un'antica ferrovia pensata e costruita nel 1800 per unire un'Italia appena risorta. Valli e montagne che trasudano storia e fanno sfoggio di rara, naturale e a volte selvaggia bellezza. È la locomotiva, il "cavallo di fuoco" come lo battezzarono i pellerossa delle praterie americane.

In questo DVD vi presentiamo quattro film storici, realizzati dal regista Alessandro Fontanelli, che mostrano immagini in gran parte inedite e ormai irripetibili. Piene di vapore, di fumo, di suoni e di ritmi meccanici dimenticati. E anche di prospettive. Perché questa "Direttissima" del passato dopo 120 anni sta riscoprendo il suo futuro.

Il DVD contiene quattro film realizzati tra il 1987 e il 1990.

- 1) **La Faentina riparte dopo cento anni.** Durata 12 minuti. Realizzato nel 1987 per la presentazione di un progetto di sviluppo turistico.
- 2) **Il Treno delle Castagne.** Durata 24 minuti. Realizzato nel 1988, un documentario di impronta romantica, realizzato in occasione della prima edizione della classica Sagra delle Castagne di Marradi.
- 3) **Il Treno dell'Amicizia.** Durata 16 minuti. Realizzato nel 1989, con questo viaggio il Lyon's Club (Valli Faentine) volle farsi precursore della rinascita della Faentina in chiave turistica.
- 4) **A tutto vapore.** Durata 18 minuti. Realizzato nel 1990, un film unico nel suo genere, solo musica e suoni originali. Un monologo della locomotiva a vapore mentre corre nell'affascinante panorama dell'Appennino Tosco Romagnolo. Immagini e suoni mai visti e irripetibili, altamente spettacolari e profondamente emozionanti.

Il Cifi per coprire le spese di produzione e confezionamento, è in grado di fornire il DVD al costo unitario di soli € 13,50. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista



## AVVISO PER GLI ABBONATI "IF"

Caro Lettore,

al fine di agevolare i contatti tra la Redazione e gli Abbonati, dal 1° gennaio 2013 sono cambiate le modalità per abbonarsi alla rivista "Ingegneria Ferroviaria".

Si precisa che il cambiamento riguarda gli Abbonamenti e **non le Associazioni al CIFI**.

Pertanto, per coloro che vogliono ricevere la rivista in abbonamento è necessario, oltre al versamento, compilare la scheda anagrafica di seguito allegata e farla pervenire alla redazione IF tramite e-mail o fax.

La suddetta scheda potrà essere scaricata dal sito del CIFI [www.cifi.it](http://www.cifi.it) alla voce "Condizioni di abbonamento alla rivista".

◇ ◇ ◇

### SCHEMA DI ABBONAMENTO ALLA RIVISTA "INGEGNERIA FERROVIARIA"

Alla REDAZIONE IF

Via G. Giolitti, 48 – Tel. 06.4827116 – Fax 06.4742987

00185 Roma – E-mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)

Il/La sottoscritto/a \_\_\_\_\_

presa visione che l'abbonamento decorre con l'anno solare (gennaio-dicembre), che le disdette dovranno pervenire entro il 31 dicembre di ciascun anno ed il rinnovo dovrà essere effettuato entro e non oltre il 31 marzo dell'anno richiesto, chiede di poter sottoscrivere l'abbonamento alla rivista "Ingegneria Ferroviaria per l'anno \_\_\_\_\_.

Il costo dell'abbonamento annuo è:

- Abbonamento ordinario: € 80,00
- Dipendenti FS/Ministero dei Trasporti € 45,00
- Studenti € 25,00
- Estero € 150,00

(Per le librerie verrà applicato lo sconto del 20%).

Si fa presente che la Rivista "IF" e qualsiasi comunicazione dovranno essere inviate al seguente indirizzo:

Via \_\_\_\_\_ cap. \_\_\_\_\_ Città \_\_\_\_\_ (prov.) \_\_\_\_\_

Tel.: abitazione \_\_\_\_\_ ufficio \_\_\_\_\_ cellulare \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Il/La sottoscritto/a, con riferimento alle disposizioni del d.lgs 196/2003 esprime il proprio consenso al trattamento dei dati personali rilasciati in data odierna per gli usi esclusivi delle attività interne del Collegio.

DATA \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

## CONDIZIONI DI ABBONAMENTO E QUOTE DI ASSOCIAZIONE AL CIFI

### ABBONAMENTI ANNO 2015

– <b>Ordinari</b>	€/anno	80,00
– Per il personale <i>non ingegnere</i> del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	€/anno	45,00
– <i>Studenti</i> (allegare certificato di frequenza Università) <sup>(*)</sup>	€/anno	25,00
– <i>Estero</i>	€/anno	150,00

(\*) *Gli Studenti, fino al compimento del 28° anno di età, possono iscriversi al CIFI quali Soci Juniores con una quota annua di € 17,00 che include l'invio gratuito della Rivista.*

I pagamenti possono essere effettuati tramite c.c.p. n. **31569007** intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – Via Giolitti, 48 – 00185 ROMA, indicando chiaramente la causale del versamento.

**Il rinnovo degli abbonamenti dovrà essere effettuato entro e non oltre il 31 marzo dell'annata richiesta. Se entro suddetta data non sarà pervenuto l'ordine di rinnovo, l'abbonamento verrà sospeso. Le disdette dovranno essere inviate alla redazione entro il 31 dicembre di ciascun anno.**

**Per gli abbonamenti sottoscritti dopo tale data, le spese postali per la spedizione di numeri arretrati saranno a carico del richiedente.**

Per ulteriori informazioni: Redazione Ingegneria Ferroviaria – tel. 06/4827116 – E mail: redazioneif@cifi.it.

### QUOTE DI ASSOCIAZIONE AL CIFI PER L'ANNO 2015

– Soci <b>Ordinari e Aggregati</b>	€/anno	65,00
– Soci <b>Ordinari e Aggregati</b> abbonati a “La Tecnica Professionale”	€/anno	85,00
– Soci <b>Ordinari e Aggregati</b> fino a 35 anni	€/anno	35,00
– Soci <b>Ordinari e Aggregati</b> fino a 35 anni abbonati a “La Tecnica Professionale”	€/anno	55,00
– Soci <b>Juniores</b> (studenti fino a 28 anni)	€/anno	17,00
– Soci <b>Juniores</b> (studenti fino a 28 anni) abbonati a “La Tecnica Professionale”	€/anno	27,00
– Soci <b>Collettivi</b>	€/anno	550,00

**La quota di Associazione 2015, include l'invio della Rivista Ingegneria Ferroviaria.**

Tutti i Soci hanno diritto ad avere uno sconto del 20% sulle pubblicazioni edite dal CIFI, ad usufruire di eventuali convenzioni con Enti esterni ed a partecipare alle varie manifestazioni, convegni e conferenze organizzati dal Collegio.

Il modulo di associazione è disponibile sul sito internet [www.cifi.it](http://www.cifi.it) alla voce “Associarsi” e l'iscrizione decorre dopo il versamento della quota associativa sul c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti, 48 – 00185 Roma o mediante bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 – Unicredit Roma - Ag. Roma Orlando - Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 - 00185 Roma - IBAN: IT29 U 02008 05203 000101180047 - BIC: UNCRITM1704, mediante pagamento online collegandosi al sito [www.cifi.it](http://www.cifi.it) oppure presso la sede CIFI di Roma in contanti o tramite Carta Bancomat.

Per il personale FS Spa, RFI, TRENITALIA, FERSERVIZI o ITALFERR Spa è possibile versare la quota annuale valida solo per l'importo di € **65,00** con trattenuta a ruolo compilando il modulo per la delega disponibile sul sito. Il versamento per l'abbonamento annuale alla rivista *La Tecnica Professionale* di € **20,00** deve essere effettuato sul c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti 48 – 00185 Roma.

**Le associazioni, se non disdette, vengono rinnovate d'ufficio; le disdette debbono pervenire entro il 30 settembre di ciascun anno.**

Per ulteriori informazioni: Segreteria Generale – tel. 06/4882129 – FS 66825 – E mail: areasoci@cifi.it

### RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI

Un fascicolo € **8,00**; doppio o speciale € **16,00**; un fascicolo arretrato: *Italia* € **16,00**; *CE* € **19,50**; *USA* \$ **25,00**. Supplemento aereo Europa e Bacino mediterraneo € **54,00** – Supplemento aereo Continenti extraeuropei *USA* \$ **100**.

Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato € 5,20, IVA assolta dall'Editore ai sensi dell'art. 74, 1° comma, lett. c), D.P.R. 633/1972 e successive modificazioni; ad esaurimento degli originali, gli estratti vengono riprodotti in fotocopia al prezzo di € **6,20** + IVA (22%) cadauno.

I pagamenti potranno essere eseguiti sul c.c.p. sopra menzionato.

# FORNITORI DI PRODOTTI E SERVIZI

Costruttori di materiale rotabile ed impianti ferroviari – Società di progettazione – Produttori di ricambi e prodotti vari per le ferrovie – Imprese appaltatrici di lavori di ogni genere per ferrovie nazionali, regionali, metropolitane e di trasporto pubblico urbano.

- A** Lavori ferroviari, edili e stradali – Impianti di riscaldamento e sanitari – Lavori vari
- B** Studi e indagini geologiche-palificazioni
- C** Attrezzature e materiali da costruzione
- D** Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici
- E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria
- F** Prodotti chimici ed affini
- G** Articoli di gomma, plastica e vari
- H** Rilievi e progettazione opere pubbliche
- I** Trattamenti e depurazione delle acque
- L** Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro
- M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari
- N** Vetrofanie, targhette e decalcomanie
- O** Formazione
- P** Enti di certificazione
- Q** Società di progettazione e consulting
- R** Trasporto materiale ferroviario

## **D** Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici:

**ALPIQ ENERTRANS S.p.A. – Via Lampedusa, 13/F – 20141 MILANO** – Tel. 02/895361 – Fax 02/89536536 – e-mail: info.bbrps.it@bbrail.com – www.bbrail.com – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tranviari – Studi di fattibilità, progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane – Sottostazioni elettriche per alimentazione in c.a. e c.c. – Linee primarie, impianti di telecomando – Impianti luce e forza motrice.

**ATP S.p.A. – Via Madonna del Bosco snc – 26016 SPINO D'ADDA (CR)** – Tel. 0373.980446 – Fax 0373.965997 – E-mail: info@atpmec.com – Sito web: www.atpmec.com – Rack 19" e cabinet per ferroviario (segnalamo e bordo treno) – Soluzioni progettate su specifica cliente: progettazione interna con CAD 3D e software per analisi strutturale FEM – Certificazioni: IRIS, EN 15085 per saldatura.

**ARTHUR FLURY ITALIA S.r.l. – Via Dante, 68-70 – 20081 ABBIEGRASSO (MI)** – Tel. 02/94966945 – Fax 02/94696531 – E-mail: info@afluryitalia.it – www.afluryitalia.it – Progettazione e costruzione di accessori pr linee di contatto (TE) ferroviarie, metropolitane, tramviarie e filoviarie. Isolatori di sezione per binari secondari e di scalo fino a 60 km/h, isolatori di sezione per comunicazioni di stazione fino a 90 km/h e binari di corsa fino a 200 km/h ed asta di montaggio per isolatori cat. 773/145 e 146. Morsetteria in CuNiSi, morse di ormeggio Inox, morsetti di giunzione per filo di contatto 100-150 mmq. Sistema di messa a terra e corto circuito completo di rilevatore di tensione per linee AV 25 kV. Filo sagomato Cu/Cu-Ag/ Cu-Mg e fune portante per impianti RFI 3 kV cc e 25 kV ca.

**BILANCAI SOCIETÀ COOPERATIVA a r.l. – Via Sergio Ferrari, 16 – 41011 CAMPOGALLIANO (MO)** – Tel. 059/526965 – Fax 059/527079 – Produzione e manutenzione di impianti di pesatura ad uso stradale e ferroviario – Progettazione, sviluppo e produzione di apparecchiature elettroniche e celle di carico – Centro sit n. 44 per taratura masse e forze (celle di carico, dinamometri).

**BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS)** – Tel. 030/8921527-8921543 – Fax 030/8921250 – Accessori per linee ferroviarie (linea di contatto TE) – Morsetti di giunzione filo di contatto – Morsetteria di collegamento per funi portanti – Morse di sospensione e ormeggio – Dispositivi di tensionatura – Morsetteria di sottostazione – Connettori elettrici a compressione – Utensili meccanici ed oleodinamici.

## **A** Lavori ferroviari, edili e stradali Impianti di riscaldamento e sanitari Lavori vari:

## **C** Attrezzature e materiali da costruzione:

**MARGARITELLI S.p.A. – Divisione Ferroviaria – Via Adriatica n.109 – 06135 PONTE SAN GIOVANNI (PG)** – Tel. 075/597211 – Fax 075/395348 – Sito internet: www.margaritelli.com – Progettazione e produzione di manufatti per armamento ferroviario, tramviario e per metropolitane in cemento armato, cemento armato pre-compresso, legno e legno impregnato. Trattamenti preservanti del legno.

**CANAVERA & AUDI S.r.l. – Regione Malone, 6 – 10070 CORIO (TO)** – Tel. 011/928628 – Fax 011/9282709 – E-mail: canavera@canavera.com – Sito internet: www.canavera.com – Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino a 200 kg – Lavorazioni meccaniche – Costruzione componenti per carri, carrozze, tram e metropolitane.

**CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. – Via Como, 2 – 20020 LAINATE (MI)** – Tel. 02/93176201 – Fax 02/93176200 – Apparecchiature di segnalamento e controllo – Interruttori a scatto per ACE serie FS68 in c.c. e c.a. – Relè unitari in c.c. serie FS58-86-89 – Relè schermo – Segnali a specchi dicroici SPDO – Gruppi ottici a commutazione statica ed altro analogo su richiesta.

**CEMBRE S.p.A. – Via Serenissima, 9 – 25135 BRESCIA** – Tel. 030/36921 – (r.a. + Sel. pass.) – Fax 030/3365766 – E-mail: info@cembre.com – Produzione e commercio di: capicorda e connettori elettrici – Utensili per la compressione dei capicorda e connettori, tranciacavi e tranciacufuni oleodinamici – Trapani adatti alla foratura di rotaie e di apparecchi del binario nelle applicazioni ferroviarie – Trapani per traverse in legno – Pandrolatrici – Avvitatori portatili – Troncatrici di rotaie.

**CINEL OFFICINE MECCANICHE S.p.A. Via Sile, 29 – 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV)** – Tel. 0423/490471 - fax 0423/498622 - E-mail: info@cinelspa.it – www.cinelspa.it – Stabilimenti: Via Sile, 29 - 31033 Castelfranco Veneto (TV) – Via Scalo Merci, 21 - 31030 Castello di Godego (TV) - Forniture per i settori ferroviario e tranviario: scambi ferroviari e tranviari, Kit cuscinetti elastici e autolubrificanti, Kit piastre per controrottaie 33C1, giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giunzione, blocchi, caviglie, chiaveverde, casse di manovra per deviatore e accessori, tiranterie, zatteroni, traverse cave, fermascambi, immobilizzatori, dispositivi di bloccaggio, apparecchiature per segnalamento e sicurezza, passaggi a livello, materiali per rotabili.

**COET COSTRUZIONI ELETTROTECNICHE S.r.l. – Via per Civesio, 12 – 20097 SAN DONATO MILANESE (MI)** - Tel. 02/842934 - Fax 02/5279753 - E-mail: coet@coet.it – Sito internet: www.coet.it – Apparecchi di interruzione e sezionamento per interno ed esterno 750, 1500, 3000V cc – Ingegneria, quadri di alimentazione e sezionamento, limitatori tensione negativo, raddrizzatori normali e a diodi controllati – Energy recovery e Energy storage, misura, protezione e controllo per DC power supply in S/S e lungo linea.

**COMEP S.r.l. – Via Provinciale Pianura, 10 – Zona Industriale S. Martino – 80078 POZZUOLI (NA)** – Tel./Fax 081/5266684 – E-mail: info@comepsrl.net – Sito www.comepsrl.net – Costruzione ed assemblaggio della quadristica, montaggio, integrazione dei sistemi di controllo, collaudo, messa in servizio e test finali nel settore del trasporto ferroviario – Taglio cavi con relativi sistemi di marcatura – Manutenzione e revisione di impianti elettrici ferroviari.

**DOT SYSTEM S.r.l. – Via Marco Biagi, 34 – 23871 LOMAGNA (LC)** – Tel. +39 039.92259202 – Fax +39 039.92259290 – E-mail: info@dotsystem.it – www.dotsystem.it – Monitor grafici LCD di banco per locomotive e carrozze pilota – Terminali grafici LCD per logica di treno e gestione dati diagnostici – Schede di comunicazione per Bus MVB classe 1, 2, 3 e 4 – Gateway MVB-Ethernet, MVB-CAN, MVB-RS485, MVB-Wireless – Moduli di ingresso/uscita digitali ed analogici per Bus MVB, CAN, ecc. – Cartelli indicatori grafici e tecnologia LED per interni ed esterni.

**ECM S.p.A. – Via IV Novembre, 29 – Loc. Cantagrillo – 51034 SERRAVALLE PISTOIESE (PT)** – Tel. 0573/92981 – Fax 0573/526392-929880 - e-mail: commerciale@ecmre.com - www.ecmre.com – Progettazione, produzione, installazione di: Sistemi di alimentazione elettrica senza interruzioni - Segnali luminosi ferroviari innovativi - Registratori cronologici di eventi - Diagnostica ferroviaria per apparati ferroviari - Telecomandi e controlli – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Sistemi completi, terra bordo, di controllo automatico della marcia del treno - Controllo centralizzato del traffico ferroviario CTC - Conta- Assi.

**ELETECH S.r.l. – SP 231, km 3,5 – 70032 BITONTO (BA)** – Tel. 080.3739023 – Fax 080.3759295 – E-mail: sales@eletech.it – www.eletech.it – **Sede Legale: Via F.lli Philips, 3 – 70123 BARI** – Progettazione, produzione e installazione di sistemi di telecomunicazione e telecontrollo – Soluzioni per la sicurezza in galleria – Sistema “Help Point” omologato – Apparecchi per la diffusione della Internet Radio “FS News” nelle stazioni ferroviarie – Sistemi di diagnostica automatica dei pantografi – Sistemi ridondati di registrazione digitale multicanale – Sistemi di telefonia selettiva VoIP – Sistemi TVCC per passaggi a livello operanti in regime di sicurezza.

**ELPACK S.r.l. – Via Della Meccanica, 21 – 20026 NOVATE MILANESE (MI)** – Tel. 02.6470712 – Fax 02.66.100114 – Rack e subrack 19” anche per uso ferroviario EN50155 – Custodie metalliche/schermate per connettori DIN41612 – Alimentatori modulari euro card – Dispositivi KVM per la gestione e controllo di server – Arredi tecnici per sale controllo – Cavi in rame e fibra ottica.

**ERMES ELETTRONICA S.r.l. – Via Treviso, 36 – 31020 SAN VENDEMIANO (TV)** – Tel. +39.0438.308470 – Fax +39.0438.492340 – E-mail: ermes@ermes-cctv.com – www.ermes.cctv.com – Sistemi audio/video innovativi operanti in LAN Ethernet (VoIP) – Sistemi telefonici-interfonici digitali punto-punto – Diffusione sonora, messaggi, P.A., Paging, operante in rete LAN – Sistema telefonico di emergenze e di diffusione sonora di galleria – Videocontrollo e comunicazione audio per passaggi a livello in tecnologia LAN – Videocomunicazioni per aree sensibili quali scale mobili ed ascensori – Help Point audio/video su reti LAN per biglietterie automatiche o zone non presidiate da operatori – Software di supervisione delle comunicazioni – Passengers Information System – Registratori video a bordo treno – Gateway di trasferimento e comunicazione audio video terra/bordo treno – Progettazione di apparati e sistemi TVCC Over IP o tradizionali.

**ESIM S.r.l. – Via Degli Ebanisti, 1 – 70123 BARI** - Tel. 080.5328424 – Fax 0080.5368733 - E-mail: info@esimgroup.com – www.esimgroup.com – **Sede di Roma: Via Sallustiana, 1/A** – Tel. 06.4819671 – Fax: 06.48977008 – Progettazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione, di segnalamento e di trazione elettrica – Realizzazione e installazione di sistemi di diagnostica ferroviaria.

**E.T.A. S.p.A. – Via Monte Barbaghino, 6 – 22035 CANZO (CO)** - Tel. +39 031.673611 – Fax +39 031.670525 – e-mail: infosed@eta.it – www.eta.it – **Carpenteria:** quadri elettrici non cablati – Armadi e contenitori elettrici per esterni – Armadi 19” – Quadri inox per gallerie – Cassette inox lungo linea – Saldatura al TIG certificata – Conformità alle specifiche RFI.

**FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – Via Volvera, 51 – 10045 PIOSSASCO (TO)** – Tel. 011.9044.1 – Fax 011.9064394 – Sito internet: www.faiveley.com

*Sistemi e prodotti a marchio SAB WABCO:* Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici, elettromeccanici ed elettroidraulici, freni a pattino tradizionali e a magneti permanenti, per veicoli ferroviari, metropolitani e tramviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Sistemi di antipattinaggio e antislittamento – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma completa dei dischi del freno in ghisa e in acciaio – Compressori a pistoni, compressori rotativi a vite, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento dell'aria compressa – Sistemi diagnostici di bordo di manutenzione – Apparecchiature elettroniche di comando e controllo del freno.

*Sistemi e prodotti a marchio FAIVELEY:* Convertitori statici di potenza e carica batterie – Impianti di riscaldamento e condizionamento – Porte e comandi porte – Sistemi di piattaforme – Porte di accesso treno – Pantografi – Interruttori di alta tensione – Sistemi di scatola nera – Registratori di eventi (DIS) – Sistemi diagnostici e telediagnostici di bordo – Sistemi di videosorveglianza.

**FASE S.a.s. di Eugenio Di Gennaro & C. – Via del Lavoro, 41 – 20030 SENAGO (MI)** – Tel. 02/9986557-02/9980622 – Fax 02/9986425 – E-mail: info@fase.it – Sito internet: www.fase.it – Strumentazione da quadro (indicatori analogici e digitali – TA e TV – Shunts e divisori di tensione) – Convertitori statici di misura – Strumentazione di bordo per mezzi rotabili (Treni A.V. – Locomotive elettriche e diesel-idrauliche – Veicoli ferroviari – Metropolitane e tranvie) – Apparecchiature elettroniche di misura e diagnostica costruite su specifica del Cliente – Fanali di coda e indicatori luminosi a led.

**FLEXBALL ITALIANA S.r.l. – Str. San Luigi, 13/A – 10043 ORBASSANO (TO)** – Tel. 011/9038900-965-975 – Telegrafo: FLEXBALLIT ORBASSANO – Telecomandi meccanici – Flessibili, scorrevoli su sfere per applicazioni meccaniche varie navali, automobilistiche, ferroviarie ed aeronautiche – Comando rubinetti freno – Comando regolatori motori Diesel – Comandi valvole ad areatori – Comandi sezionatori elettrici – Comandi scambi e segnalazione.

**FRIEM S.p.A. – Via Edison, 1 – 20090 SEGRATE (Milano)** – Tel. 02/2133341 – Telefax 02/26923036 – Raddrizzatori a diodi ed a tiristori – Impianti completi di Trasformazione e Conversione.

**GALLOTTI 1881 S.r.l. – Via Codrignano 57/a – 40026 IMOLA (BO)** – Tel. 0542/690987 – Fax 0542/690987 – e-mail: gallotti@gallotti1881.com – www.gallotti1881.com – Costruzione con progettazione di strutture metalliche per il segnalamento ferroviario, strutture metalliche speciali, piantane ed attrezzature unifer, carpenterie metalliche e meccaniche.

**GE TRANSPORTATION SYSTEMS S.r.l. – Via Pietro Fanfani, 21 – 50127 FIRENZE** – Tel. 055/4234.1 – Fax 055/433868 – e-mail: getransportation@trans.ge.com – Costruzioni elettromeccaniche – Costruzioni elettroniche – Apparecchiature per locomotori – Levette e banchi Acei – Quadri sinottici componibili – Impianti – Rilevamento temperatura boccole RTB – Tra-smissione numero treno ATN – Ripetizione a bordo continua e discontinua – Trasmissione dati in sicurezza TDS – Registratori cronologici eventi RCE – Ritardatori e lampeggiatori Audio Frequency Overlay AFO.

— **DIVISIONE IMPIANTI – Via F.lli Canepa, 6/b – 16010 SERRA RICCÒ (GE)** – Tel. 010/751991 – Fax: 010/752011 – Telex 282833 SILIMP – Apparat centrali elettrici ACEI – Impianti di telecomunicazione –

Comando centralizzato traffico CTC – Telecomandi punto-punto TPP – Impianti di trazione elettrica – Impianti di protezione passaggi a livello.

**GOMA ELETTRONICA S.p.A. – Via Carlo Capelli, 89 – 10146 TORINO** – Tel. 011.7725024 – Fax 011.712298 – www.gomaelettronica.it – Microrack e sistemi integrati su VMEbus e Compact PCI – Sistemi on board EN50155, Pc industriali, server e workstation S402, Panel pc, schede CPU, schede di I/O, MVB, alimentatori certificati EN50155, armadi rack e cabinet, display, notebook e pda rugged.

**GRAW SP. Z.O.O. – Ul. Karola Miarki 12, skr.6. – 44-100 GLIWICE (PL)** – Tel./Fax +48 (32)2317091 – E-mail: info@graw.com – www.graw.com – Calibri scartamento digitali e computerizzati, controllo geometria del binario, usura bordini, sistemi di misura per ruote e assili. Rivenditore per l'Italia Geatech S.p.A. – E-mail: info@geatech.it – www.geatech.it.

**KNORR-BREMSE Rail Systems Italia S.r.l. – Via San Quirico, 199/I – 50013 CAMPI BISENZIO (FI)** – Tel. 055/3020.1 – Fax 055/3020333 – E-mail: kbirsitalia@knorr-bremse.it – Sito internet: www.knorr-bremse.it – Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici ed elettroidraulici per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, dischi freno – Compressori a vite e a pistoni, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento aria compressa – Impianti toilettes ecologici a recupero – Sistemi ed apparecchiature elettroniche di comando, controllo e diagnostica – Servizi di assistenza, riparazione e manutenzione di sistemi frenanti.

**ISOIL INDUSTRIA S.p.A. – Via F.lli Gracchi, 27 – 20092 CINISELLO BALSAMO (MI)** – Tel. 02/660271 – Fax 02/6123202 – E-mail: vendite@isoil.it – Web: www.isoil.com – Strumentazione del materiale rotabile: Pick-up ad effetto Hall per misure di velocità anche multicanale - Generatori di velocità - Sensori Radar ad effetto doppler per velocità e distanza - Indicatori di velocità standard e applicazioni di sicurezza (SIL 2) - Juridical Recorder - MMI: Multifunctional Display per ERTMS - Videocamera - Passenger Information - Switch e Fotocellule di Sicurezza per porte - Livelli carburante - Pressostati e Termostati - Agente esclusivo di: DEUTA WERKE / JAQUET / GEORGIN / KAMERA & SYSTEM TECHNIK.

**JAMPPEL S.r.l. – Via Degli Stradelli Guelfi, 86/A - 40138 BOLOGNA** - Tel. 051.452042 - Fax 051.455046 – E-mail: info@jampel.it – www.jampel.it – www.jampel-networking-industriale.it – Commercializzazione e supporto tecnico-applicativo di apparati e sistemi per la connettività industriale (wired & wireless), l'I/O remoto, l'embedded computing e la videosorveglianza – Idoneità ad applicazioni "Trackside" & "Rolling Stock" – Master distributor di Moxa Europe e distributore esclusivo per il mercato ferroviario di Pilz.

**LA CELSIA SAS – Via A. Di Dio, 109 – 28877 ORNAVASSO (VB)** – Tel. 0323.837368 – Fax 0323.836182 – Dal 1974 progettazione, produzione e vendita di contatti elettrici sinterizzati ed affini, materiali sinterizzati da metallurgia delle polveri, connessioni flessibili e particolari vari, annessi per interruttori, commutatori, sezionatori per tutte le apparecchiature elettromeccaniche di potenza e trasmissione dell'energia.

**LUCCHINI RS S.p.A. – Via G. Paglia, 45 – 24065 LOVERE (BG)** – Tel. 035/963562 – Fax 035/963552 – e-mail: rol-

lingstock@lucchini.it – sito web: www.lucchini.it – Materiale rotabile per trasporti ferroviari urbani, suburbani e metropolitani; ruote cerchiate; ruote elastiche; ruote monoblocco; assili; cerchioni; boccole; sale montate da carro, carrozza e locomotiva completa di componenti; cuori fusi al manganese per scambi ferroviari – Riparazione e ripristino di sale montate con sostituzione di ruote e cerchioni – Revisione e collaudo di altri componenti.

**MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.r.l. – Via delle Province – Zona Artigianale – 04012 CISTERNA DI LATINA** – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – e-mail: marini\_impianti\_industriali\_srl@hotmail.com – Registratori Cronologici di Eventi (RCE) – Monitoraggio della temperatura delle rotaie (UMTR) – Apparecchiature di diagnostica centralizzate degli impianti di Segnalamento di linea e di stazione (SDC) – Sistemi di supervisione – Strumenti di misura per sotto stazioni – Rilevatore differenziale per segnali luminosi alti a commutazione statica SDO – Generatore di alimentazione 83 Hz PSK – Progettazione ed installazione degli impianti.

**MATISA S.p.A. – Via Ardeatina km. 21 – Loc. S. Palomba – 00040 POMEZIA (ROMA)** – Tel. 06.918291 – Telefax 06.91984574 – e-mail: matisa@matisa.it – Vagliatrici, rinalzatrici, profilatrici, veicoli di servizio per infrastruttura e catenaria, drasine di misura della geometria del binario, treni di costruzione nuovo binario, incavigliatrici, foratrasverse, forarotaie, apparecchiatura di controllo, segarotaie, gruppi rinalzatrici a lame vibranti.

**MER MEC S.p.A. – Via Oberdan, 70 – 70043 MONOPOLI (BA)** – Tel. 080.8876570 – Fax 080.8874028 – e-mail: marketing@mermecgroup.com - Sito web: www.mermecgroup.com – Il Gruppo MERMEC è leader mondiale e innovatore di punta specializzato nelle soluzioni integrate per la diagnostica, il segnalamento e la manutenzione predittiva delle infrastrutture ferroviarie, metropolitane e tramviarie nel mondo. Il Gruppo MERMEC ha il suo quartiere generale a Monopoli (Italia) ed uffici internazionali e filiali negli Stati Uniti (Columbia, SC), Marocco (Casablanca), Spagna (Madrid), Regno Unito (Derby), Francia (Marsiglia), Svizzera (Bern), Norvegia (Oslo), Italia (Treviso), Turchia (Ankara), India (Nuova Delhi), Cina (Pechino), Corea del Sud (Seoul), Australia (Sidney). Il gruppo impiega più di 500 dipendenti altamente specializzati ed ha clienti in 55 Paesi nel mondo. Il gruppo investe il 10% circa del suo fatturato complessivo in Ricerca e Sviluppo ed è l'unico fornitore nel mondo che è in grado di progettare, sviluppare e produrre al suo interno tutte le soluzioni disponibili nel suo portafoglio di prodotti e servizi. Il gruppo ha fornito più di 700 sistemi optoelettronici di misura a principali operatori ferroviari, metropolitani e tramviari di tutto il mondo. Ben 10 dei 12 treni di misura ad alta velocità in esercizio nel mondo (Spagna, Italia, Turchia, Francia, Corea, Cina, Taiwan) sono equipaggiati con la tecnologia del gruppo MERMEC. In Italia, MERMEC è il fornitore di riferimento del gruppo FS per la flotta di treni di misura, per le tecnologie di ispezione e controllo della infrastruttura ferroviaria e della flotta di treni, e per le tecnologie di segnalamento SCMT/SSC.

**MERSEN ITALIA S.p.A. – Via dei Missaglia, 97/A2 – 20142 MILANO** – Tel. 02/826813.1 – Fax 02/82681395 – E-mail: ep.italia@mersen.com – Sito internet: www.mersen.com – Fusibili e portafusibili Mersen (Ferraz Shawmut) in BT e MT, in c.a. e c.c. e per semiconduttori – Sezionatori, commutatori e corto circuiti

tatori di potenza Mersen (Ferraz Shawmut) – Dissipatori di calore vacuum brazed, heat pipes, aria per componenti IGBT e press-pack Mersen (Ferraz Shawmut) – Messa a terra di rotabili ferrotramviari – Prese di corrente per 3<sup>a</sup> rotaia – Resistenze industriali “Silohm” (lineari), “Carbohm” (variabili con la tensione) – Spazzole e portaspazzole per macchine elettriche rotanti – Striscianti per pantografi, sminatrici e rettifiche per collettori – Grafiti per applicazioni meccaniche (guarnizioni, cuscinetti, ecc.) – Materiali compositi isolanti Colomix (Asbestos free) per caminetti spengi arco.

**MONT-ELE S.r.l. – Via Cavera, 21 – 20034 GIUSSANO (MI)** – Tel. 0362/850422 – Fax 0362/851555 – e-mail: mont-ele@mont-ele.it – www.mont-ele.it – Ingegneria di sottostazioni di conversione e di sottostazioni di alimentazione sistemi A.V. 25 kV – Produzione di quadri innovativi, alimentatori, raddrizzatori, sezionatori bipolari, quadri filtri, quadri misure – Produzione commutatori 3600 V 3000 A, sezionatori bipolari 3000 A, trasduttori di corrente, quadri di sezionamento 25 kV (52 kW) e sezionatori di alta tensione – Realizzazione di impianti, sottostazioni fisse e mobili lato alternata e continua.

**PLASSER ITALIANA S.r.l. – Via del Fontanaccio, 1 – 00049 VELLETRI (ROMA)** – Tel. 06/9610111 – Fax 06/9626155 – e-mail info@plasser.it – www.plasser.it – Vagliatrici, rinalzatrici, profilatrici, stabilizzatrici, vetture e drasine di controllo binario e linea T.E., saldatrici mobili per rotaie, attrezzature in genere per l'armamento ferroviario, autocarrelli con gru e piattaforme per costruzione e manutenzione, autocarrelli per tesatura frenata linee di contatto, carrelli portabobine, dispositivi per video-ispezione, linee ferroviarie e binario, rotaie ferroviarie V.A.S.

**PMA ITALIA S.r.l. – Via Marmolada, 12 – 20037 PADERNO DUGNANO (MI)** – Tel. +39.02.91084241 – Fax +39.02.91082354 E-mail: info@pma-it.com – www.pma-it.com – Guaine corrugate in poliammide per la protezione dei cavi elettrici, raccordi in poliammide e raccordi compositi poliammide-metallo per guaine corrugate, accessori di fissaggio per guaine corrugate – Trecce in rame stagnato per schermatura elettromagnetica delle guaine in poliammide e relativi raccordi per la loro terminazione – Guaine espandibili in poliestere UL V0, accessori per la terminazione ed il fissaggio delle guaine espandibili – Tutti i prodotti sono autoestinguenti, esenti da alogeni fosforo, cadmio ed a limitata emissione di fumi tossici.

**POSEICO S.p.A. – Via Pillea, 42-44 – 16153 GENOVA** – Tel. 010/8599400 – Fax 010/8682006-010/8681180 – E-mail: semicond@poseico.com – www.poseico.com – Dispositivi a semiconduttori di potenza (Diodi, Tiristori, GTO's, IGBT Press-pack, ecc.) – Dissipatori ad acqua per il raffreddamento di dispositivi di potenza sia press-pack che moduli – Assiemati di potenza con raffreddamento in aria naturale, aria forzata ed acqua – Ponti raddrizzatori per applicazioni industriali e di trazione – Analisi di guasto e servizio di collaudo – Riparazioni di assiemati di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

**PROJECT AUTOMATION S.p.A. – Viale Elvezia, 42 – 20052 MONZA (MI)** – Tel. 039/2806233 – Fax 039/2806434 – www.p-a.it – Sistemi ed apparecchiature di segnalamento, controllo e supervisione del traffico per metrotramvie e tramvie – Radiocomando scambi, casse

di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico – Priorità mezzi pubblici – Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

**QSD SISTEMI S.r.l. – Via Isonzo, 6/bis – 20060 PESSANO CON BORNAGO (MI)** – Tel. 02.95741699 – 02.9504773 – Fax 02.95749915 – e-mail: gio.galimberti@qsdsistemi.it – www.qsdsistemi.it – Elettronica per ferroviario a norme EN50155 – Passenger Information System – Interfoni – Cru-scotti – Terminali video Touch Screen – Sistemi Radio Terra Treno – Realizzazione apparecchiature custom – Riprogettazione apparecchiature obsolete – Consulenza sviluppo Hw Sw.

**RAILTECH – PANDROL ITALIA S.r.l. – Via Facii – Zona Industriale S. ATTO – 64020 (TERAMO)** – Tel. 0861/587149 – Fax 0861/588590, E-Mail info@pandrol.it – Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

**RAND ELECTRIC s.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILANO** – Tel. 02/26144204 – Fax 02/26146574 – Canaline, fascette, sistemi di identificazione, guaine corrugate, guaine metalliche ricoperte, tutte con caratteristiche di reazione al fuoco e tossicità entro i parametri della specifica FS 304142 – Connettori elettrici di potenza standard o custom.

**RITTAL S.p.A. – S.P. 14 Rivoltana – km 9,5 – 20060 VIGNATE (MI)** – Tel. 0039/02959301 – Fax 0039/0295360209 – Armadi e contenitori elettrici per applicazioni ferroviarie fisse (segnalamento) – Rolling stocks (locomotori) – Esterno (bordo binari); scambiatori calore (carrozze-locomotori); terminali interattivi (stazioni); subracks 19" per elettronica omologati e testati (locomotori-segnalamento) – Servizi: progettazione secondo standard EN50155 / EMC50121 – Calcoli FEM – Saldatura secondo DIN6700 – Test – Protezione dal fuoco.

**SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – Via Dr. Georg Schaeffler, 7 – 28015 MOMO (NO)** – Tel. 0321/929211 – Fax 0321/929300 – E-mail: info.it@schaeffler.com – Sito internet: www.schaeffler.it – Cuscinetti volventi a marchio FAG e INA, standard e speciali, boccole ferroviarie, snodi sferici, attrezzature di montaggio e smontaggio, diagnostica.

**SCHUNK ITALIA S.r.l. – Via Novara, 10/D – 20013 MAGENTA (MI)** – Tel. 02/972190-1 – Fax 02/97291467 – Spazzole, portaspazzole, pantografi, striscianti, dispositivi di messa a terra.

**S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CASOLNOVO (PV)** – Tel. 0381/92197 – Fax 0381/928414 – e-mail: sidonio@sidonio.it – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Impianti di elettrificazione ed illuminazione (linee BT/MT) – Opere stradali e ferroviarie – Scavi, demolizioni e costruzioni murarie – Impianti di telecomunicazione.

**SIRTEL S.r.l. – Via Taranto 87A/10 – 74015 MARTINA FRANCA (TA)** – Tel. 080/4834959 – Fax 080 4304011 – E-mail: info@sirtel.biz – Sito web: www.sirtel.biz – Lanterne portatili ricaricabili ad uso ferrotranviario con luce principale alogena o LED e segnalazione (a 1/2 LED ad elevata luminosità) con possibilità di avere fino a 3 diversi colori sulla stessa lanterna.

**SPII S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA)** – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spii.it - info@spii.it – Temporizzatori

elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di contatto di potenza – Elettromagneti – Relè di potenza e ausiliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Teleruttori per c.a. e per c.c., per bassa ed alta tensione – Sezionatori – Motori e motoriduttori frazionari in c.c. – Connettori – Dispositivi di interblocco multiplo a chiave – Combinatori e manipolatori – Equipaggiamenti integrati completi per la trazione pesante e leggera.

**SPITEK S.r.l. – Via Frà Bartolomeo, 36/a-b – 59100 PRATO** - Tel. 0574.593252-0574.527412 – Fax 0574.593251 - E-mail: spiteksrl@spitek.191.it – Posta Certificata: spiteksrl@pec.it – www.spitek.it – Progettazione e costruzione di ricambi elettromeccanici per apparecchiature di B.T., M.T. e A.T. – Costruzione e revisione di interruttori e contattori per corrente continua tipo IGL, GL, GR – Revisione e fornitura di ricambi per combinatori tipo KM49, 2CP100 e altri – Accoppiatori per circuiti elettrici in B.T. e A.T. secondo Specifiche Trenitalia.

**SUPERUTENSILI S.r.l. – Via A. Del Pollaiuolo, 14 – 50142 FIRENZE** - Tel. 055.717457 - Fax 055.7130576 – Forniture ferro-tramviarie: filtri e pannelli filtranti, utensili, macchinari, strumenti di misurazione, rimozione graffiti, certificazioni CE e rimessa a norma macchinari, grassi e lubrificanti.

**TECNEL SYSTEM S.p.A. – Via Brunico, 15 – 20126 MILANO** – Tel. 02/2578803 r.a. – Fax 02/27001038 – www.tecnelsystem.it – E-mail: tecnel@tecnelsystem.it – Pulsanti – Interruttori – Selettori – Segnalatori serie T04 per banchi comando – Segnalatori a Led serie S130 – Pulsanti apertura porte serie 56 e 58 – Pulsanti mancorrente richiesta fermata serie T84 – Sistemi di comando e protezione porte – Avvisatori ottici ed acustici – Sirene – Temporizzatori – Sensori presenza e apertura porte.

**TEKFER S.r.l. – Via Prima Strada, 2 – 10043 ORBASSANO (TO)** – Tel. 011.0712426 – Fax 011.3975771 – E-mail: segreteria@tekfer.com – Sito internet: www.tekfer.com – Sistemi per impianti di sicurezza e segnalamento – Apparecchiature per il blocco automatico – INFILL – Codificatori statici – Relè elettronici (TR, HR, DR, relè a disco e altri) – Prodotti per 83,3 Hz (generatori di potenza fino a 15 kVA, filtri e rifasatori) – Telecomandi in sicurezza – Diagnostica impianti – Progettazione e installazione impianti.

**TELEFIN S.p.A. – Via Albere, 87/A – 37138 VERONA** – Tel. 045/8100404 – Fax 045/8107630 – Sito Internet [www.telefin.it](http://www.telefin.it) – E-mail [telefin@telefin.it](mailto:telefin@telefin.it) – Telefonia selettiva in tecnica digitale compatibile con ogni sistema – Concentratori ed apparecchi stagni universali, diagnosticabili, monitorabili e configurabili da remoto – Posti centrali integrati DC-DCO-DOTE digitali – Impianti DC-DCO-DOTE in tecnica digitale – Impianti telefonici punto-punto, telediffusione sonora con sintesi vocale, teleannunci garantiti per linee impresenziate – Software di supervisione e monitoraggio – Sistema telefonico e di diffusione sonora integrato per emergenza in galleria – Sistemi innovativi per la diffusione sonora, rilievi e perizie fonometriche – Isolamento galvanico per gli impianti TLC, Telecomando ed ASDE in SSE.

**THERMIT ITALIANA S.r.l. – Via Sirtori, 11 – 20017 RHO (MI)** – Tel. 02/93180932 – Fax 02/93501212 – Materiali ed attrezzature per la saldatura alluminotermica delle rotaie.

**T&T S.r.l. – Via Vicinale S. Maria del Pianto - Complesso Polifunzionale Inail - Torre 1 – 80143 NAPOLI** – Tel./Fax 081.19804850/3 - E-mail: info@ttsolutions.it – www.ttsolutions.it – T&T (Technology & Transportation) opera da anni in ambito ferroviario offrendo servizi di consulenza ingegneristica - Specializzata per attività di System & Test Engineering – Progettazione e Sviluppo di Sistemi Embedded Real-Time per applicazioni Safety-Critical, Analisi RAMS, Verifica & Validazione, Preparazione Safety Assessment, Supporto alla Progettazione e alla Configurazione di Impianti di Segnalamento Ferroviario, Commissioning & Maintenance.

**VAIA CAR S.p.A. – Via Isorella, 24 – 25012 CALVISANO (BS)** – Tel. 0309686261 - Fax 0309686700 - e-mail vaia-car@vaia-car.it - Saldatrici mobili strada-rotaia per la saldatura elettrica a scintillio delle rotaie - Gru mobili/Escavatori strada-rotaia completi di accessori intercambiabili - Macchine operatrici mobili strada-rotaia con equipaggiamenti specifici - Macchine operatrici mobili ferroviarie e/o strada-rotaia per la manutenzione delle linee ferroviarie e delle linee elettriche aeree - Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi ferroviari, campate, traverse e rotaie - Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi e campate tramviari e/o metropolitani - Treni completi di sistemi per la costruzione delle linee ferroviarie ad alta velocità - Treni di sostituzione delle rotaie con sistemi per il carico e lo scarico delle rotaie - Unità di rinalzataura del binario e di compattamento della massicciata.

**VOESTALPINE VAE ITALIA S.r.l. – Via Alessandria, 91 – 00198 ROMA** – Tel. 06/84241106 – Fax 06/96037869 – E-mail vaeitalia@voestalpine.com – www.voestalpine.com/vae/en – Scambi ferroviari A.V. e standard, scambi tranviari, sistemi elettronici per monitoraggio scambi, cuscinetti autolubrificanti, casse di manovra per scambi ferroviari e tranviari.

## **E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria:

## **F** Prodotti chimici ed affini:

**HENKEL ITALIA S.r.l. – Via Amoretti, 78 – 20157 MILANO** – Tel. 334.6059593 – Sig. Claudio CROVIEZZILLI – E-mail: claudio.croviezzilli@henkel.com – www.loctite.it – Progettazione e assistenza tecnica gratuita – Adesivi anaerobici e istantanei - Adesivi strutturali certificati - Adesivi e sigillanti per la manutenzione ferroviaria - Prodotti per la riparazione di alberi e cuscinetti usurati, rimuovi graffiti - Rivestimenti protettivi anticorrosione, poliuretani e primer per vetri.

## **G** Articoli di gomma, plastica e vari:

**DERI S.r.l. – Via S. Paolo 54/58 – 10095 GRUGLIASCO (TO)** - Tel. 011.7809801 – Fax 011.7809899 – e-mail: info@deri.it – www.deri.it – Distributore specializzato nella produzione custom di tubazioni in

gomma per basse, medie ed altre pressioni – Distribuzione raccorderie varie, innesti rapidi, utensili elettrici e pneumatici, guaine protezione, cavi in poliammide e metalliche con relativa raccorderia a tenuta stagna, fascette nylon e metalliche, ampio magazzino.

**FLUORTEN S.r.l. – Via Cercone, 34 – 24060 CASTELLI CALEPIO (BG)** – Tel. 035/4425115 – Fax 035/848496 – e-mail: fluorten@fluorten.com – www.fluorten.com – Semilavorati e prodotti finiti in PTFE e RULON® per industria meccanica, chimica, elettrica ed elettronica – Progettazione, costruzione stampi e stampaggio tecnopolimeri – Esclusivista Du Pont per l'Italia di semilavorati e finiti in Du Pont™ VESPEL®. Produzione di piastre in PTFE Certificate dal Politecnico di Milano a norma EN 1337-2. Certificazione sistema di gestione qualità per il settore aerospaziale EN 9100:2009 Certificate n. 5695/0. Certificazione sistema di gestione qualità ISO 9001:2008 Certificate n. 21. Certificazione sistema di gestione ambientale ISO 14001:2004 Certificate n. 27.

**ISOLGOMMA S.r.l. – Via dell'Artigianato, Z.I. – 36020 ALBETTONE (VI)** – Tel. 0444/790781 – Fax 0444/790784 – E-mail: info@isolgomma.it – Componenti elastomerici per il binario ferroviario – Materassini sottoballast e sottopiattaforma – Pannelli fonoassorbenti.

**IVG COLBACHINI S.p.A. – Via Fossona, 132 – 35030 CERVARESE S. CROCE (PD)** – Tel. 049/9997311 – Fax 049/9915088 – e-mail: market.italy@ivgspa.it - ivg.colbachini@ivgspa.it - www.ivgspa.it – Capitale Sociale L. 10.575.000 – Tubi di gomma a basse e medie pressioni e flessibili con raccordi per ogni uso ed applicazione, studiati su specifiche richieste, in modo particolare per il settore rotabile (tubi per impianti frenanti tipo RAILWS e guaine gomma-tela a Dis. FS 304188).

**PANTECNICA S.p.A. – Via Magenta, 77/14A – 20017 RHO (MI)** – Tel. 02.93261020 – Fax 02.93261090 – e-mail: info@pantecnica.it - www.pantecnica.it – Sistemi antivibranti per materiale rotabile e per armamento ferrotanviario – Completa gamma di guarnizioni per tenuta fluidi – Certificata ISO 9001:2008 – Fornitore Trenitalia.

**PLASTIROMA S.r.l. – Via Palombarese km 19,100 – 00012 GUIDONIA MONTECELIO (RM)** – Tel. 0774.367431-32 – Fax 0774.367433 – E-mail: info@plastiroma.it – Sito web: www.plastiroma.it – Morsetterie, contropiastre, cassette per C.D.B., materiale isolante per C.D.B., segnali bassi di manovra, segnali alti di chiamata, shunt, componenti in materiale plastico per relè FS, progettazione di articoli tecnici.

**SOCHIMA S.p.A. – Corso Piemonte, 38 – Tel. 011/2236834 – 10099 S. MAURO TORINESE (TO)** – Aquaplas – Schallschluck – Baryfol – Materiali coibenti ad alta efficienza – Antivibranti – Assorbenti – Fonoter-moisolanti – Fornitori FS.

**SPITEK S.r.l. – Via Frà Bartolomeo, 36/a-b – 59100 PRATO** - Tel. 0574.593252-0574.527412 – Fax 0574.593251 - E-mail: spiteksrl@spitek.191.it – Posta Certificata: spiteksrl@pec.it – www.spitek.it – Articoli stampati in materiali termoisolanti e termoplastici – Caminetti spegniarco in Dearc 10 – Frutti isolanti in Decal per accoppiatori 13/18/78 e 92 poli – Corpi stampati per contattori a disegno Trenitalia, Ansaldo, Marelli, Tibb e Altri.

**STRAIL – Gollstrasse, 8 – D-84529 TITTMONING** – Tel. +49(8683)701-151 - Fax +49(8683)701-45151 - Sito web: [www.strail.com](http://www.strail.com) - STRAIL sistemi di attraversamenti a raso & STRAILastic sistemi di isolamento per rotaie - Gollstrasse, 8 - D 84529 TITTMONING - Tel. +39 392.9503894 - Fax +39 02.87151370 - E-mail: [tommaso.savi@strail.it](mailto:tommaso.savi@strail.it) - [www.strail.it](http://www.strail.it) - Sistemi modulari in gomma vulcanizzata per attraversamenti a raso STRAIL, innoSTRAIL, pedeSTRAIL, pontiSTRAIL - Moduli esterni per i carichi più pesanti - veloSTRAIL - Moduli interni che eliminano la gola - Per tutti i tipi di traffico, strade e armamento (anche per ponti, scambi, gallerie, curve, impianti industriali) - Dispositivi elastici per la riduzione del rumore, delle vibrazioni oltre che per l'isolamento elettrico del binario - STRAILastic\_P, STRAILastic\_S, STRAILastic\_R, STRAILastic\_K, STRAILastic\_DUO, STRAILastic\_USM ed infine STRAILastic\_A costituiscono la gamma completa di questa nuova linea.

## H Rilievi e progettazione opere pubbliche:

**ABATE dott. ing. Giovanni – Via Piedicavallo, 14 – 10145 TORINO** – Tel./ Fax 011.755161 – Cell. 335.6270915 – e-mail: [abateing@libero.it](mailto:abateing@libero.it) – Armamento ferroviario – Progettazione e direzione lavori di linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie – Armamento ferroviario e linee per trazione elettrica – Redazione di progetti costruttivi preliminari e definitivi comprensivo dei piani di sicurezza e di coordinamento sia in fase di progettazione che in fase di esecuzione per raccordi industriali – Rilievi e tracciamenti finalizzati alla progettazione di linee ed impianti ferroviari.

**ISiFer S.r.l. – Via Paolo Borsellino, 124 – 80025 CASAN-DRINO (NA)** - Tel. 081.19525208 - Fax 081.19525181 – E-mail: [info@isifer.com](mailto:info@isifer.com) – [www.isifer.com](http://www.isifer.com) – Azienda di ingegneria specializzata nel settore ferroviario con particolare riferimento alle attività di Concezione, Progettazione, Realizzazione, Verifica, Validazione, Collaudo, Messa in Servizio, Diagnostica e Manutenzione.

## I Trattamenti e depurazione delle acque:

**DEPURECO S.p.A. – Via M. Mitolo, 13 – 70125 BARI** – Tel. 080/5010944 – Fax 080/5023622 – E-mail: [info@depureco.it](mailto:info@depureco.it) – [www.depureco.it](http://www.depureco.it) – Impianti di depurazione scarichi – Officine e lavaggio treni, pullman ecc. – Impianti di prima pioggia.

## L Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro:

**SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. (SEIT) – Sede Centrale: Via Santa Croce, 1 – 20122 MILANO** – Tel. +39 0289426332 – Fax +39 0283242507 – E-mail: [franco.pedrinazzi@schweizer-electronic.com](mailto:franco.pedrinazzi@schweizer-electronic.com) – Sito: [www.schweizer-electronic.com](http://www.schweizer-electronic.com) – **Sede Legale: Via Gustavo Modena, 24 – 20129 MILANO** – Sistemi di Sicurezza Protezione Cantieri (SAPC) e può fornire servizio chiavi in mano, di protezione cantieri con SAPC "Sistema Minimel 95", comprensivo di: Progettazione,

installazione, formazione del personale, disinstallazione, manutenzione ed a richiesta gestione del SAPC in cantiere con proprio personale – Sistemi di segnalamento fisso, Minimel, ISP, che integrano le parti mobili di SAPC Minimel 95 nel segnalamento esistente – Sistemi di comunicazione nell'ambito della sicurezza ad alto contenuto tecnologico.

## M Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari:

## N Vetrofanie, targhette e decalcomanie:

**TACK SYSTEM S.r.l. – Via XXV Aprile, 50 D – 20040 CAMBIAGO (MI)** – Tel. 02/9506901 – Fax 02/95069051 – e-mail: [tack@tacksystem.it](mailto:tack@tacksystem.it) – [www.tacksystem.it](http://www.tacksystem.it) – Piccole autoadesive colorate, fluorescenti, trasparenti, rifrangenti, antigraffiti e protettive – Etichette, pittogrammi e iscrizioni prespaziate per rotabili carri, carrozze, locomotori, ecc. – I succitati manufatti rispondono a Specifiche FS TRENITALIA.

## O Formazione

**SERFORM SAGL – Corso San Gottardo 99 – 6830 CHIASSO (SVIZZERA)** - Tel. 004191682 - 4242 - E-mail: [info@serform.eu](mailto:info@serform.eu) – Sito internet: [www.serform.eu](http://www.serform.eu) – Centro di Formazione riconosciuto con Decreto ANSF n° 03/2013 in grado di offrire a Professionisti e Aziende presenti su tutto il territorio europeo una preparazione qualificata per le attività legate al trasporto ferroviario.

## P Enti di certificazione

**ISARail S.p.A. – Via Figliola, 89/c – 80040 S. SEBASTIANO AL VESUVIO (NA)** – Tel. +39 081.0145370 – Fax +39 081.0145371 – E-mail: [marketing@isarail.com](mailto:marketing@isarail.com) – [info@isarail.com](mailto:info@isarail.com) – [www.isarail.com](http://www.isarail.com) – Organismo di ispezione di tipo "A" ai sensi della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17020.2005 nel settore dei sottosistemi ferroviari e relativi componenti – Verificatore Indipendente di Sicurezza (VIS) per l'ANSF con decreti 9/2010, 1/2011 e 6/2011.

**ITALCERTIFER S.p.A. – Largo F.lli Alinari, 4 – 50123 FIRENZE** – Tel. 055.0674415 - Fax 055.0674598 – [www.italcertifer.com](http://www.italcertifer.com) – Organismo notificato n. 1960 (Direttiva 2008/57/CE) – Verificatore indipendente di sicurezza (linee guida ANSF) – Organismo di ispezione di tipo A (norma EN 17020) per sottosistemi ferroviari e per la validazione di progetti civili – Laboratori accreditati per prove di componenti e sottosistemi ferroviari.

**RINA SERVICES S.p.A. – Via Corsica 12 – 16128 GENOVA** – Tel. +39 0105385791 – Fax +39 0105351237 – E-mail: [railway@rina.org](mailto:railway@rina.org) – [www.rina.org](http://www.rina.org) – Organismo Notificato per le Verifiche CE di Interoperabilità secondo

la Direttiva per il sistema Alta Velocità Convenzionale 2008/57/CE – Valutatore indipendente di sicurezza per l'agenzia nazionale per la sicurezza delle ferrovie - Ispezioni e test.

## **Q** Società di progettazione e consulting:

**ATLANTE S.r.l. – Via Luxemburg, 22/A – 40026 IMOLA (BO)** – Tel. 338.7570334 – E-mail: atlante@atlanteimola.it – Sito internet: www.atlanteimola.it – Da oltre 30 anni siamo presenti nel trasporto pubblico e metropolitano con una particolare esperienza nel settore ferroviario, con conoscenza di tutti i regimi di circolazione e composizione dei treni. Studio e progettazione ed esecuzione di campagna informative, istituzionali e pubblicitarie a bordo treno; installazione di Butterfly/pendoli, distribuzione on seat, anche con servizio Hostess, con pianificazione dedicata per ogni specifica richiesta.

**INTERLANGUAGE S.r.l. – Strada Scaglia Est 134 – 41126 MODENA** - Tel. 059/344720 - Fax 059/344300 - E-mail: info@interlanguage.it – Sito internet: www.interlanguage.it – Traduzioni tecniche, giuridiche, finanziarie e pubblicitarie – Impaginazione grafica, localizzazione software e siti web. Qualificati nel settore ferroviario.

## **R** Trasporto materiale ferroviario:

**FERRENTINO ALESSANDRO – Via Aurelia, 44 – 17047 VADO LIGURE (SV)** – Tel. 019.2042708 – 019.2160203 – Cell. +39.3402736228 – Fax 019.2042708 - E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulship.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

Prof. Ing. Stefano Ricci, *direttore responsabile*  
Registrazione del Trib. di Roma 16 marzo 1951, n. 2035 del Reg. della Stampa  
*Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma*  
*Finito di stampare nel mese Aprile 2015*

# La tecnologia di Telefin per EXPO

Telefin è da sempre impegnata nel campo delle tecnologie per le telecomunicazioni ferroviarie, attraverso prodotti e servizi innovativi di assoluta avanguardia.

Siamo partner di Rete Ferroviaria Italiana (RFI) grazie ad un'esperienza acquisita in oltre venticinque anni e dimostrata dalla presenza dei nostri Sistemi di Telecomunicazione nelle principali Sale di Comando e Controllo della circolazione ferroviaria italiana.

Ci piace pensare che quel 32% di visitatori che andrà in treno a EXPO 2015 raggiungerà Milano anche grazie alle nostre tecnologie.



**Telefin** S.p.A.  
TELECOMUNICARE CON PASSIONE

[www.telefin.it](http://www.telefin.it)

ETR 1000



# La sicurezza ferroviaria in Italia e nel Mondo

## NEWS

Riconoscimento come "Designated Body" in Grecia da parte del locale Ministero dei Trasporti  
Partecipazione con proprio stand a "MIDDLE EAST RAIL 2015" - Dubai, 17-18 marzo

**Esperienza e competenza  
al servizio del trasporto ferroviario**



Italcertifer è leader nel settore dell'assessment di sicurezza e della certificazione di prodotti, sottosistemi e sistemi ferroviari. Sulla base dell'esperienza maturata con la certificazione della Rete AV/AC italiana, ha esteso le proprie attività al di fuori dei confini nazionali, acquisendo importanti commesse in Turchia, Polonia, Bulgaria, Arabia Saudita, Emirati Arabi, India, Cina, Australia.

[www.italcertifer.com](http://www.italcertifer.com)