

Come see us @

InnoTrans



International Trade Fair  
for Transport Technology  
**18-21.09.2018**

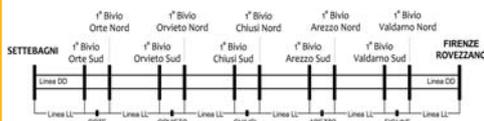
Hall 4.2  
**Booth 106**

Complete solutions  
for railway and metro systems



Part of the Signal Division of  
Progress Rail, A Caterpillar Company

In questo numero  
*In this issue*



Capacità della linea "Direttissima"  
Roma-Firenze  
*Capacity of the Rome-Florence  
"Direttissima" line*



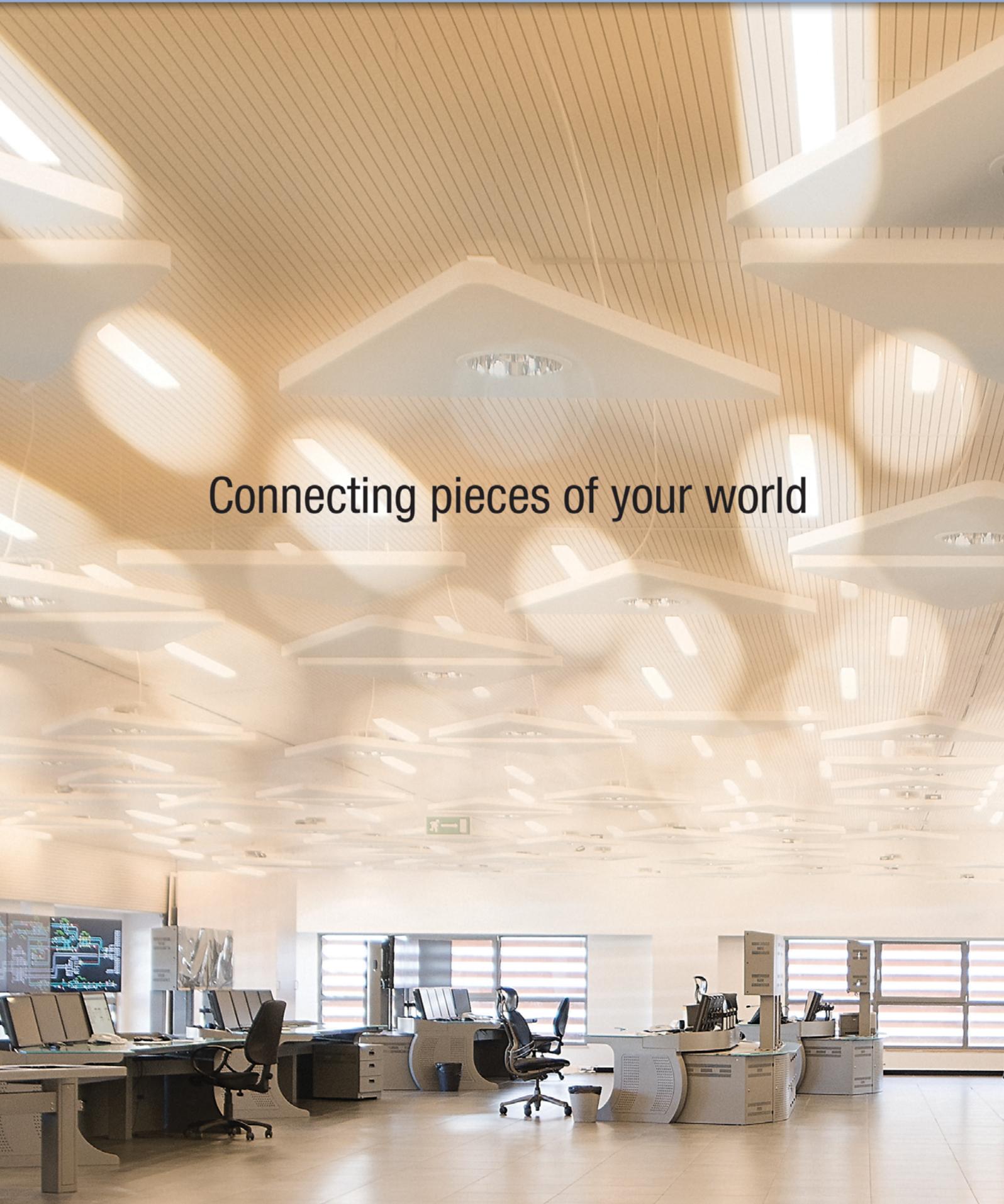
Nodo AlpTransit di Camorino  
*AlpTransit's Camorino Junction*

**Ansaldo STS**

A Hitachi Group Company

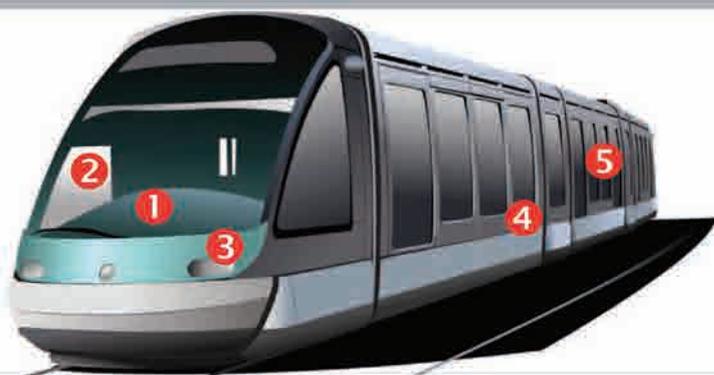
[www.ansaldo-sts.com](http://www.ansaldo-sts.com)

**Connecting pieces of your world**



# TecnelSystem S.p.A.

## equipaggiamenti elettrici industriali



TECNEL SYSTEM S.p.A., presente nel settore dei trasporti da oltre 40 anni, offre soluzioni, anche personalizzate, che garantiscono assoluta affidabilità.

- 1 Segnalazione e Comando per Banchi di Manovra, Pressacavi EN 45545
- 2 Pulsanti, Segnalatori, Lampade LED e Selettori in acciaio inox a chiave quadrata
- 3 Sirene Elettroniche, Campane e Buzzer
- 4 Pulsanti "Self" apertura porte, Avvisatori Acustici multi-tono e Indicatori di Stato TSI
- 5 sensori presenza e comando porte, Bordi sensibili ad onda d'aria serie DW, elettrici ESLE, Cavi EN



Bordi sensibili serie DW, ESLE



Cavi norme EN



Interruttori serie DW



Jumper



Pressacavi EN 45545



Pulsanti "Self" apertura porte serie 56



Selettori in acciaio inox a chiave quadrata



Comando porte



Lampade e LED



Serie 57



Pulsanti luminosi dia 16, 22.5 e 30.5 mm

**Tecnel System S.p.A.**  
 20126 Milano  
 Via Brunico, 15  
 Tel. 02 2578803 (ric. aut.)  
 Telefax 02 27001038  
 Internet: [www.tecnelsystem.it](http://www.tecnelsystem.it)  
 E-mail: [sales@tecnelsystem.it](mailto:sales@tecnelsystem.it)

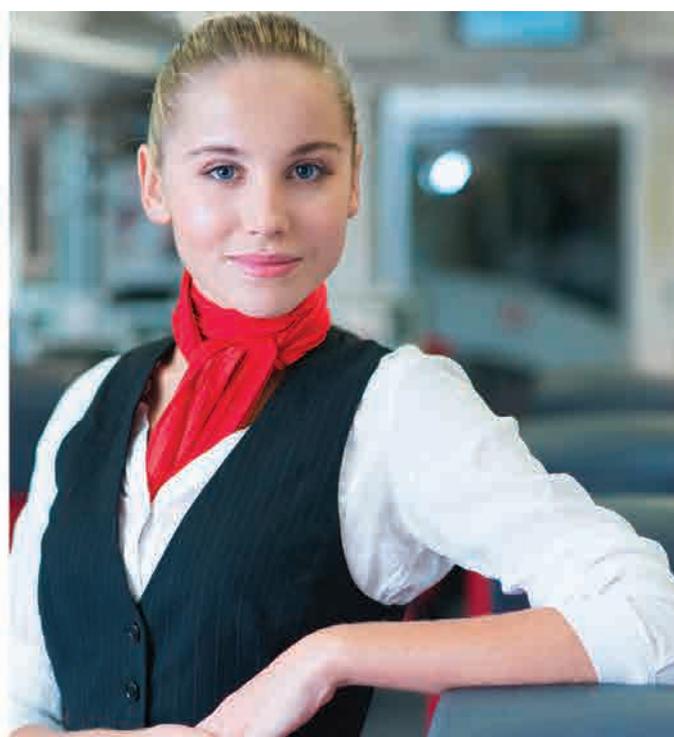
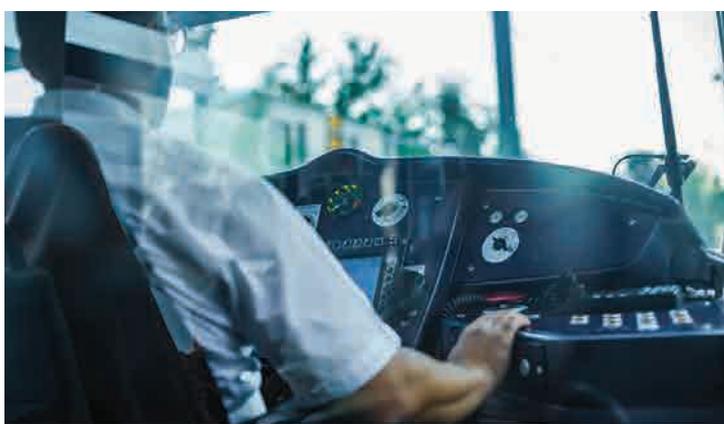


## I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

ABB S.p.A. - GENOVA	IMPRESA SILVIO PIERBON S.a.s. - BELLUNO
ALPIQ ENERTRANS S.p.A. - MILANO	INTECS S.p.A. - ROMA
ALSTOM FERROVIARIA S.p.A - SAVIGLIANO (CN)	I.R.C.A. S.p.A. - DIVISIONE RICA - VITTORIO VENETO (TV)
ANIAF - ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO - ROMA	ISTITUTO ITALIANO PER IL CALCESTRUZZO Sr.l. - RENATE (MB)
ANSALDO STS S.p.A. - GENOVA	ITT CANNON VEAM ITALIA S.r.l. - LAINATE (MI)
ANSF - AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DELLE FERROVIE - FIRENZE	ITALFERR S.p.A. - ROMA
ARMAFER S.r.l. - LECCE	IVECOS S.p.A. - VITTORIO VENETO (TV)
ASS.TRA - ASSOCIAZIONE TRASPORTI - ROMA	JAMPTEL S.r.l. - BOLOGNA
ASSIFER - ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE - MILANO	KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. - CAMPI BISENZIO (FI)
ATM S.p.A. - MILANO	KRAIBURG STRAIL GMBH & CO. KG - TITTMONING (Germania)
B. & C. PROJECT S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)	LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. - AREZZO
BOMBARDIER TRANSPORTATION ITALY S.p.A. - VADO LIGURE (SV)	LEICA GEOSYSTEMS S.p.A. - CORNAGLIANO LAUDENSE (LO)
BONOMI EUGENIO S.p.A. - MONTICHIARI (BS)	LOTTRAS S.r.l. - FOGGIA
BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. - BRESCIA	LUCCHINI RS S.p.A. - LOVERE (BG)
BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. - MILANO	MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. - PONTE SAN GIOVANNI (PG)
C.L.F. - COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.A. - BOLOGNA	MATISA S.p.A. - S. PALOMBA (RM)
CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. - LAINATE (MI)	MESAR S.r.l. - GUIDONIA MONTECELIO (RM)
CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. - SALERNO	METRO BLU S.c.r.l. - MILANO
CEMBRE S.p.A. - BRESCIA	METRO 5 S.p.A. - MILANO
CEMES S.p.A. - PISA	MER.MEC S.p.A. - MONOPOLI (BA)
CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. - ORVIETO (TR)	MM - METROPOLITANA MILANESE - MILANO
COET S.r.l. - COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE - S. DONATO M. (MI)	MICOS S.p.A. - BORGO PIAVE (LT)
COMESVIL S.p.A. - VILLARICCA (NA)	MONT-ELE S.r.l. - GIUSSANO (MI)
COMMEL S.r.l. - ROMA	MORFU S.r.l. - ROSSANO (CS)
CONSORZIO SATURNO - ROMA	NET ENGINEERING S.p.A. - MONSELICE (PD)
CONSORZIO TRIVENETO ROCCIATORI Scar.l. - FONZASO (BL)	ORA ELETTRICA S.r.l. - S. PIETRO ALL'OLMO - CORNAREDO (MI)
CONSULTSISTEM S.r.l. - ROMA	PFISTERER S.r.l. - PASSIRANA DI RHO (MI)
COSTRUIRE ENERGIE S.r.l. - GUIDONIA MONTECELIO (RM)	PLASSER ITALIANA S.r.l. - VELLETRI (RM)
CZ LOKO ITALIA S.r.l. - PORTO MANTOVANO (MN)	PROGETTO BR S.r.l. - COSTA DI MEZZATE (BG)
D&T S.r.l. - MILANO	PROGRESS RAIL INSPECTION & INFORMATION SYSTEMS S.r.l. - FIRENZE
D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. UNIPERSONALE - MONTORIO AL VOMANO (TE)	PROJECT AUTOMATION S.p.A. - MONZA (MI)
D.G.L. S.a.s. di LUGINI GIUSEPPE & C. - GUIDONIA MONTECELIO (RM)	QSD SISTEMI S.r.l. - PESSANO CON BORNAGO (MI)
DUCATI ENERGIA S.p.A. - BOLOGNA	R.F.I. S.p.A. - RETE FERROVIARIA ITALIANA - ROMA
DYNASTES S.r.l. - ROMA	RAILTECH - PANDROL ITALIA S.r.l. - SAN'ATTO (TE)
E.T.A. S.p.A. - CANZO (CO)	REGIONE LOMBARDIA - DG INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ - MILANO
ELETECH S.r.l. - MODUGNO (BA)	RUREDIL S.p.A. - SAN DONATO MILANESE (MI)
ECM S.p.A. - SERRAVALLE PISTOIESE (PT)	SALCEF S.p.A. - COSTRUZIONI EDILI E FERROVIARIE S.p.A. - ROMA
ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. - NAPOLI	S.I.C.E. DI ROCCHI ROBERTO & C. - CHIUSI (PI)
EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. - NAPOLI	SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.A. - MONTEVARCHI (AR)
ESIM S.r.l. - BARI	SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. - MOMO (NO)
ETS S.r.l. - SOCIETÀ DI INGEGNERIA - LATINA	SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. - MILANO
EULEGO S.r.l. - TORINO	SICURFERR S.r.l. - CASORIA (NA)
FADEP S.r.l. - NAPOLI	SILSUD S.r.l. - FERENTINO (FR)
FFS SA - FERROVIE FEDERALI SVIZZERE SA - BIASCA (SVIZZERA)	SIMPRO S.p.A. - BRANDIZZO (TO)
FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. - PIOSSASCO (TO)	SINTAGMA S.r.l. - PERUGIA
FASE S.a.s. DI EUGENIO DI GENNARO & C. - SENAGO (MI)	SIRTI S.p.A. - MILANO
FER S.r.l. - FERROVIE EMILIA ROMAGNA - FERRARA	SPII S.p.A. - SARONNO (VA)
FERONE PIETRO & C. S.r.l. - NAPOLI	SPITEK S.r.l. - PRATO
FERROTRAMVIARIA S.p.A. - BARI	STA - STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE S.p.A. - BOLZANO
FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. - BARI	SVECO S.p.A. - BORGO PIAVE (LT)
FERROVIE NORD MILANO S.p.A. - MILANO	SYSNET TELEMATICA S.r.l. - MILANO
FERSERVICE S.r.l. - BAGHERIA (PA)	T.M.C. S.r.l. - TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT - POMPEI (NA)
FONDAZIONE DI PARTECIPAZIONE I.T.S. - M.S.T.F. - MADDALONI (CE)	TE.SI.FER. S.r.l. - FIRENZE
FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA	TECNOLOGIE MECCANICHE S.r.l. - ARICCIA (RM)
FOR.FER S.r.l. - ROMA	TEKFER S.r.l. - ORBASSANO (TO)
FRANCESCO COMUNE COSTRUZIONI S.r.l. - GIUGLIANO IN CAMPANIA (NA)	TELEFIN S.p.A. - VERONA
G.C.F. - GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A. - ROMA	TESMEC SERVICE S.p.A. - BARI
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE - BOLZANO	THALES ITALIA S.p.A. - SESTO FIORENTINO (FI)
GENERAL IMPIANTI DEL GRUPPO LOCCIONI S.r.l. - MAIOLATI SPONTINI (AN)	THERMIT ITALIANA S.r.l. - RHO (MI)
GRANDI STAZIONI RAIL S.p.A. - ROMA	TRENITALIA S.p.A. - ROMA
H.T.C. S.r.l. - LEINI (TO)	TRENORD S.r.l. - MILANO
HITACHI RAIL ITALY - NAPOLI	TRENTINO TRASPORTI S.p.A. - TRENTO
HUPAC S.p.A. - BUSTO ARSIZIO (VA)	VOITH TURBO S.r.l. - REGGIO EMILIA
I.Ce.P S.p.A. - BUCCINO (SA)	VOSSLOH SISTEMI S.r.l. - SARSINA (FO)
IMATEQ ITALIA S.r.l. - RIVALTA SCRIVIA (AL)	WEGH GROUP S.p.A. - FORNOVO DI TARO (PR)

## INDICE ALFABETICO DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

ANSALDO STS – Genova	II copertina
CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	IV copertina
ECM S.p.A. di Cappellini - Serravalle Pistoiese (PT)	I copertina
FOR.FER – Formazione Ferroviaria - Roma	pagina 595
INNOTRANS – Berlino, 18-21 Settembre 2018	pagina 633
MERSEN ITALIA S.p.A. – Milano	pagina 596
PLASSER Italiana S.r.l. - Velletri (RM)	III copertina
SEL VIS TEC S.r.l. – Ferrara	pagina 634
TECNEL SYSTEM S.p.A. – Milano	pagina 593



For.Fer centro riconosciuto di formazione ferroviaria a Roma.  
Forma i nuovi professionisti del settore ferroviario:

- MACCHINISTI,
- CAPITRENO,
- MANUTENTORI.

**FOR.FER** FORMAZIONE  
FERROVIARIA

✉ [info@forfer.it](mailto:info@forfer.it)  
🌐 [www.forfer.it](http://www.forfer.it)

STILL MOVING  
WITH MERSEN  
SOLUTIONS  
FOR MOBILITY



VISIT US AT INNOTRANS  
BERLIN, GERMANY  
SEPTEMBER 18 - 21, 2018



### SEZIONATORI DI MANOVRA

Funzione di Interruzione  
e Commutazione dell'Alimentazione  
del veicolo.  
(Treni, Tram, Metropolitane)

- 85 V dc 125-630A
- 750 V dc 250-2000A
- 1500 V dc 250-2000A
- 25 kV ac 1000A

**Contatti - Contacts**

Tel. 06.4742987  
E-mail: redazioneif@cifi.it - notiziari.if@cifi.it - direttore.if@cifi.it  
Indirizzo skype: REDAZIONE I.F. C.I.F.I.

**Servizio Pubblicità - Advertising Service**

Roma: 06.47307819 - redazioneip@cifi.it  
Milano: 02.63712002 - 339.1220777 - segreteria@cifimilano.it

**Direttore - Editor in Chief**

Stefano RICCI

**Vice Direttore - Deputy Editor in Chief**

Valerio GIOVINE

**Comitato di Redazione - Editorial Board**

Benedetto BARABINO  
Massimiliano BRUNER  
Gianfranco CAU  
Maurizio CAVAGNARO  
Federico CHELI  
Giuseppe Romolo CORAZZA  
Maria Vittoria CORAZZA  
Biagio COSTA  
Bruno DALLA CHIARA  
Salvatore DI TRAPANI  
Anders EKBERG  
Alessandro ELIA  
Luigi EVANGELISTA  
Carmen FORCINITI  
Attilio GAETA  
Ingo HANSEN  
Simon David IWNICKI  
Marino LUPI  
Adoardo LUZI  
Gabriele MALAVASI  
Giampaolo MANCINI  
Enrico MINGOZZI  
Elena MOLINARO  
Francesco NATONI  
Luca RIZZETTO  
Stefano ROSSI  
Francesco VITRANO  
Dario ZANINELLI

**Consulenti - Consultants**

Giovannino CAPRIO  
Paolo Enrico DEBARBIERI  
Giorgio DIANA  
Antonio LAGANA  
Emilio MAESTRINI  
Renato MANIGRASSO  
Mauro MORETTI  
Silvio RIZZOTTI  
Giuseppe SCIUTTO

**Redazione - Editorial Staff**

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. 06.4742987 - 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 LXXIII | **Luglio-Agosto 2018** | 7-8**METODOLOGIE ANALITICHE E APPROCCI SIMULATIVI  
PER LA DETERMINAZIONE DELLA CAPACITÀ DELLA  
LINEA "DIRETTISSIMA" ROMA-FIRENZE  
ANALYTICAL METHODS AND SIMULATION APPROACHES  
FOR DETERMINING THE CAPACITY OF THE  
ROME-FLORENCE "DIRETTISSIMA" LINE**

Francesco Paolo PRENCIPE

Marco PETRELLI

**599****NODO ALPTRANSIT DI CAMORINO: LA TRASLAZIONE  
DELL'IMPALCATO NORD DEL NUOVO CAVALCAVIA  
SULL'AUTOSTRADA A2  
ALPTRANSIT'S CAMORINO JUNCTION: MOVING THE  
NORTH DECK OF THE NEW RAILWAY BRIDGE  
OVER THE A2 MOTORWAY**

Marco CORRADINI

Lucio MAGGINI

Matteo Maria MONTINI

Marco SIGNORELLI

**635****Notizie dall'interno****665****Notizie dall'estero***News from foreign countries***673****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria***Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria***682****IF Biblio****683****Condizioni di Associazione al CIFI****686****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****688****Fornitori di prodotti e servizi****693**

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.*

## 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 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: +39.06.4742987 – 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 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: +39.06.4742987 – Fax: +39.06.4742987 – e-mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)**



## Metodologie analitiche e approcci simulativi per la determinazione della capacità della linea “Direttissima” Roma-Firenze

### *Analytical methods and simulation approaches for determining the capacity of the Rome-Florence “Direttissima” line*

Francesco Paolo PRENCIPE<sup>(\*)</sup>  
Marco PETRELLI<sup>(\*)</sup>

**Sommario** - Nel presente articolo vengono affrontate e confrontate fra di loro diverse metodologie analitiche per la determinazione della capacità pratica oraria di una linea ferroviaria ad alta velocità. Inoltre, per la valutazione del consumo di capacità basata sul metodo UIC 406 e sulla simulazione della circolazione ferroviaria, sono sfruttate le funzionalità offerte dal software di simulazione ferroviaria OpenTrack©.

Il caso di studio riguarda la linea ad alta velocità “Direttissima” Roma-Firenze, primo esempio di infrastruttura ferroviaria ad alta velocità a livello europeo e raro esempio di utilizzo promiscuo con la circolazione di differenti categorie di treni. Ciò contraddistingue tale linea rispetto alle più moderne linee ad alta velocità italiane ed interconnesse ad essa.

#### 1. Introduzione

Al giorno d’oggi si sta assistendo ad un incremento sempre più forte di domanda di traffico ferroviario in Italia. Diventa importante per il gestore della rete ferroviaria conoscere i limiti delle proprie infrastrutture al fine di stabilire la quota di treni che possono circolare sulle linee e fornire risposte alle richieste da parte delle imprese ferroviarie operanti sulla possibilità di inserire ulteriori servizi al fine di soddisfare la domanda di trasporto passeggeri.

Questo aspetto è noto come capacità di circolazione (o potenzialità) di una linea ferroviaria e rappresenta il cuore centrale di un’attenta pianificazione e gestione del trasporto ferroviario.

Obiettivo del presente articolo è, quindi, la stima della capacità di circolazione facendo ricorso a differenti metodologie consolidate per valutarne l’efficacia e la robu-

**Summary** - In this paper, different analytical methods for the determination of the hourly practical capacity of a high speed railway line are addressed and compared. Furthermore, for the assessment of capacity consumption based on the UIC 406 method and on the simulation of rail traffic, the features offered by the OpenTrack© railway simulation software are exploited.

The case study concerns the Rome-Florence “Direttissima” high speed railway line, the first example of high speed railway infrastructure in Europe and a rare example of mixed use with the circulation of different categories of trains. Such characteristics distinguish this line compared to the more modern Italian high speed lines interconnected with it.

#### 1. Introduction

Nowadays there is an ever-increasing demand for rail traffic in Italy. It becomes important for the railway network operator to know the limits of its infrastructures in order to establish the share of trains that can circulate on the lines and provide answers to requests from operating railway companies on the possibility of introducing additional services in order to meet the passenger transport demand.

This aspect is known as carrying capacity of a railway line and represents the central core of careful planning and management of rail transport.

The aim of this article is therefore to estimate the carrying capacity using different consolidated methodologies to evaluate its effectiveness and robustness in relation to a real study case of significant complexity and addressed to a lesser extent such as a high speed line.

<sup>(\*)</sup> Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Ingegneria.

<sup>(\*)</sup> University of Roma Tre, Department of Engineering.

stezza in relazione ad un caso di studio reale di rilevante complessità e affrontato in misura minore quale una linea ad alta velocità.

In particolare, il caso di studio riguarda la linea “Direttissima” Roma-Firenze. Essa rappresenta il fulcro del sistema nazionale italiano ad alta velocità connettendo le più moderne linee ad alta velocità a nord di Firenze e a sud di Roma. Il presente articolo si propone di indagarne la potenzialità di traffico e il consumo di capacità alle attuali condizioni di circolazione del traffico. Tale caso risulta particolarmente interessante in quanto tale linea, nonostante sia di datata concezione, è caratterizzata da una circolazione eterotachica con predominanza di treni passeggeri ad alta velocità e, su tratte parziali, di treni intercitty e regionali.

In tale contesto, come la capacità ferroviaria sia determinata e come venga utilizzata diventa una questione fondamentale per poter soddisfare i principi di sicurezza, regolarità e continuità del servizio di trasporto ferroviario.

Nell'ambiente ferroviario è comune operare una prima distinzione fra capacità teorica (*theoretical capacity*) e capacità pratica (*practical capacity*).

La capacità teorica di una linea è il numero di treni che possono circolare su una linea in uno specifico intervallo di tempo ipotizzando valori di distanziamento minimi tra i treni e assenza di perturbazioni. Essa rappresenta il limite superiore in quanto descrive le condizioni ideali di esercizio, ignorando effetti provocati da eventuali imprevisti o disturbi che avvengono nella realtà.

La capacità pratica è il limite effettivo del volume di traffico che può essere gestito su una linea o in un nodo a determinati livelli di regolarità riflettendo la reale composizione eterogenea del traffico.

Nella letteratura sul campo ferroviario sono presenti diverse metodologie empiriche o analitiche per la valutazione della potenzialità di linee ferroviarie e della capacità dei nodi, rappresentati dalle stazioni principali [1], [2], [3].

Si sottolinea come l'analisi viene condotta in maniera separata per le linee e per le stazioni, in quanto non è possibile determinare un valore unico per l'intera rete: la complessità e la diversità delle parti che compongono la rete, quali linee e stazioni, è tale da richiedere la definizione di un valore di capacità distinto per ognuna di esse.

I metodi per il calcolo della potenzialità di una linea ferroviaria possono essere raggruppati in tre categorie:

- *metodi analitici*, designati per modellizzare il sistema ferroviario attraverso formule matematiche. La loro applicazione permette di ottenere valori di capacità teorica e determinare la capacità pratica come percentuale della capacità teorica o includendo margini di regolarità nel calcolo della capacità teorica. I metodi analitici, a loro volta, possono essere di tipo *statico*, come quello proposto da BONORA e GIULIANI nel 1982 [4] o quello adottato da RFI [5] che adotta formule di

*In particular, the case study concerns the Rome-Florence “Direttissima” line. It is the hub of the Italian national high speed system connecting the most modern high speed lines north of Florence and south of Rome. This article aims to investigate the carrying capacity of traffic and capacity consumption at current traffic conditions. This case is particularly interesting because this line, despite its dated design, is characterised by a heterotachy circulation with a predominance of high speed passenger trains and of intercitty and regional trains, on partial sections.*

*In this context, how railway capacity is determined and how it is used becomes a fundamental issue in order to meet the principles of safety, regularity and continuity of the railway transport service.*

*In the railway environment it is common to make a first distinction between theoretical capacity and practical capacity.*

*The theoretical capacity of a line is the number of trains that can circulate on a line in a specific time interval assuming minimum distancing values between trains and the absence of disturbances. It represents the upper limit as it describes the ideal operating conditions, ignoring the effects caused by eventual unforeseen events or disturbances that occur in reality.*

*Practical capacity is the actual limit of the volume of traffic that can be managed on a line or in a node at certain levels of regularity, reflecting the actual heterogeneous composition of traffic.*

*In literature on railway there are various empirical or analytical methodologies for the evaluation of the carrying capacity of railway lines and the capacity of the nodes, represented by the main stations [1], [2], [3].*

*It is emphasised that the analysis is conducted separately for the lines and stations, as it is not possible to determine a single value for the entire network: the complexity and diversity of the parts that make up the network, such as lines and stations, is such as to require the definition of a different capacity value for each of them.*

*The methods for calculating the carrying capacity of a railway line can be grouped into three categories:*

- *analytical methods, designed to model the railway system through mathematical formulas. Their application allows obtaining theoretical capacity values and determining the practical capacity as a percentage of the theoretical capacity or including regularity margins in the calculation of the theoretical capacity. The analytical methods, in turn, can be static, like the one proposed by BONORA and GIULIANI in 1982 [4] or the one adopted by RFI [5] that adopts deterministic formulas; probabilistic, like those proposed by the UIC in 1983 (UIC 405 calculation method [6]) and by SCHWANHÄUSSER (STRELE formula) [7], [8] that introduces parameters calculated with stochastic criteria and consider, in probabilistic terms, the occurrence of certain conditions of service;*

tipo deterministico; di tipo probabilistico, come quelli proposti dall'UIC nel 1983 (metodo di calcolo UIC 405 [6]) e da SCHWANHÄUSSER (formula di STRELE) [7], [8] che introducono parametri calcolati con criteri stocastici e considerano, in termini probabilistici, il verificarsi di determinate condizioni di servizio;

- *metodi di ottimizzazione*, designati per ricavare soluzioni migliori rispetto alle formule puramente analitiche. Un metodo di ottimizzazione è la compressione dell'orario, come quello proposto dall'UIC (metodo della compattazione UIC 406, 2013 [9]);
- *metodi di simulazione*, basati sull'utilizzo di software che rappresentano, dopo un'accurata fase di inserimento dei dati, il comportamento del sistema ferroviario in determinate condizioni sulla base di regole definite a priori.

L'articolo è strutturato in 10 paragrafi comprendendo anche l'introduzione. Le prime sezioni descrivono alcuni metodi analitici per la stima della capacità pratica oraria quali il metodo RFI, il metodo UIC 405 e il metodo basato sulla formula di STRELE. Successivamente, la questione viene analizzata dal punto di vista del consumo di capacità con l'illustrazione del metodo analitico-ottimizzazione basato sulla compattazione dell'orario come previsto dalla *fiche* UIC 406. I successivi due paragrafi sono invece utilizzati, rispettivamente, per la descrizione delle caratteristiche della linea ferroviaria oggetto di studio e per l'implementazione di tali dati nel software di simulazione ferroviaria OpenTrack© permettendo così di ottenere un'altra valutazione del consumo di capacità, basata sulla quota del tempo di occupazione complessivo rispetto all'intervallo temporale considerato.

Infine, gli ultimi tre paragrafi contengono l'analisi ed il confronto dei risultati derivanti dalle varie metodologie utilizzate evidenziando le criticità della linea ferroviaria in termini di congestione. Da un lato, le osservazioni sono relative alla capacità pratica, sulla base del dato concernente il numero di treni circolanti nell'ora di punta della mattina. Dall'altro lato, adoperando il metodo UIC 406 e il supporto della simulazione ferroviaria, sono comparate le valutazioni sul consumo di capacità, in particolare sul tempo di occupazione.

## 2. Il metodo di calcolo RFI

Si tratta di un metodo analitico di tipo statico, definito dal gestore dell'infrastruttura, Rete Ferroviaria Italiana (RFI) [5].

Esso si basa sulla ricerca di un primo valore di capacità teorica, successivamente ridotto opportunamente mediante un certo coefficiente in capacità commerciale per tener conto dell'eterotachicità della linea. L'unico dato in ingresso richiesto è il distanziamento temporale tra i treni.

La capacità teorica viene delineata come il numero massimo di tracce possibili basato su una rigida omota-

- *optimisation methods, designed to derive better solutions than purely analytical formulas. An optimisation method is time compression, like the one proposed by the UIC (compaction method UIC 406, 2013 [9]);*
- *simulation methods, based on the use of software that represent, after an accurate data entry phase, the behaviour of the railway system under certain conditions on the basis of rules defined a priori.*

*The article is structured in 10 paragraphs including the introduction. The first sections describe some analytical methods for the estimate of hourly practical capacity such as the RFI method, the UIC 405 method and the method based on the STRELE formula. Subsequently, the matter is analysed from the point of view of capacity consumption with illustration of the analytical-optimisation method based on time compaction as foreseen by the fiche UIC 406. The following two paragraphs are instead used, respectively, to describe the characteristics of the railway line under study and for the implementation of such data in the OpenTrack© railway simulation software thus allowing to obtain another evaluation of capacity consumption, based on the share of the total occupancy time with respect to the time interval considered.*

*Finally, the last three paragraphs contain the analysis and comparison of the results deriving from the various methodologies used, highlighting the criticalities of the railway line in terms of congestion. On the one hand, the observations relate to practical capacity, on the basis of the data concerning the number of trains circulating in the morning rush hour. On the other hand, using the UIC 406 method and the support of railway simulation, evaluations on capacity consumption, in particular on the occupancy time, are compared.*

## 2. The RFI calculation method

*This is a static type analytical method, defined by the infrastructure manager, Rete Ferroviaria Italiana (RFI) [5].*

*It is based on the search for a first theoretical capacity value, subsequently appropriately reduced by means of a certain coefficient in commercial capacity in order to take into account the heterotachicity of the line. The only data required is the headway between the trains.*

*The theoretical capacity is outlined as the maximum number of possible train paths based on a rigid homotachy and a distance equal to that prescribed by the Technical Scenari<sup>(1)</sup>. It is determined as:*

$$C_{\text{daily theoretical}} = N \cdot \left(\frac{1320}{D_n}\right)$$

$$C_{\text{hourly theoretical}} = N \cdot \left(\frac{60}{D_n}\right)$$

*where:*

- *N = is the number of tracks;*

chia e distanziamento pari a quello prescritto dallo Scenario Tecnico<sup>(1)</sup>. Viene determinata come:

$$C_{\text{teorica giornaliera}} = N \cdot \left( \frac{1320}{D_n} \right)$$

$$C_{\text{teorica oraria}} = N \cdot \left( \frac{60}{D_n} \right)$$

dove:

- N = è il numero di binari;
- $D_n$  = è il tempo di distanziamento, espresso in minuti, in linea indicato come "normale" nello Scenario Tecnico.

La capacità commerciale dipende dalle caratteristiche dell'infrastruttura, dalla qualità desiderata e dalle esigenze del mercato e rappresenta la quantità massima delle tracce possibili con una struttura di offerta coerente con l'eterogeneità della domanda in termini di velocità commerciali e con distanziamento pari a quello prescritto dallo Scenario Tecnico<sup>(1)</sup>:

$$C_{\text{commerciale giornaliera}} = \frac{C_{\text{teorica giornaliera}}}{K}$$

$$C_{\text{commerciale oraria}} = \frac{C_{\text{teorica oraria}}}{K_1}$$

dove:

- K = 1,2 in presenza di 1 livello significativo di velocità;
- K = 1,4-1,5 in presenza di 2-3 livelli di velocità;
- K = 1,8-1,9 in presenza di 4-5 livelli di velocità;
- $K_1 = 1$  in presenza di 1 livello significativo di velocità;
- $K_1 = 1,3$  in presenza di 2-3 livelli di velocità;
- $K_1 = 1,5$  in presenza di 4-5 livelli di velocità.

Non avendo a disposizione lo Scenario Tecnico della linea DD, il distanziamento in linea  $D_n$  può essere derivato dal tempo di occupazione della sezione di blocco rilevante considerandone, in prima approssimazione, il tempo percorso alla velocità di rango A [10].

Allo stesso risultato vi si può giungere considerando la specifica di distanziamento pari al tempo di bloccamento della sezione per il treno di riferimento, addizionato al margine di regolarità [11].

Il valore, così ottenuto, può essere considerato affidabile, in prima approssimazione, per una valutazione preliminare della potenzialità di una linea ferroviaria. Tuttavia esso si basa su condizioni di esercizio ideali e abbastanza differenti dalle condizioni di esercizio reali. È di immediata individuazione e richiede solamente il distanziamento temporale, ricavabile dallo Scenario Tecnico, fra due treni della stessa categoria nell'ipotesi di esercizio

- $D_n$  = is the distancing time, expressed in minutes, on line indicated as "normal" in the Technical Scenario.

The commercial capacity depends on the characteristics of the infrastructure, the desired quality and the needs of the market and represents the maximum quantity of possible train paths with a supply structure consistent with the heterogeneity of the demand in terms of commercial speed and with a distance equal to that prescribed by the Technical Scenario<sup>(1)</sup>:

$$C_{\text{daily commercial}} = \frac{C_{\text{daily theoretical}}}{K}$$

$$C_{\text{hourly commercial}} = \frac{C_{\text{hourly theoretical}}}{K_1}$$

where:

- K = 1.2 in the presence of 1 significant level of speed;
- K = 1.4-1.5 in the presence of 2-3 levels of speed;
- K = 1.8-1.9 in the presence of 4-5 speed levels;
- $K_1 = 1$  in the presence of 1 significant level of speed;
- $K_1 = 1.3$  in the presence of 2-3 levels of speed;
- $K_1 = 1.5$  in the presence of 4-5 speed levels.

There not being the Technical Scenario of the DD line available, the distancing in the  $D_n$  line can be derived from the occupation time of the relevant block section considering, as a first approximation, its time travelled at the speed of rank A [10].

The same result can be achieved by considering the spacing specification equal to the blocking time of the section for the reference train, added to the regularity margin [11].

The value thus obtained can be considered reliable, as a first approximation, for a preliminary evaluation of the carrying capacity of a railway line. However, it is based on ideal operating conditions and quite different from the actual operating conditions. It is immediately identified and requires only the temporal distance, which can be obtained from the Technical Scenario, between two trains of the same category in the case of homotachy operation. In the absence of this internal RFI standard, this distance must be obtained manually following some considerations, as described above.

Two other methods, not used in the case study, for the identification of the capacity of a railway line are adopted by RFI [5]:

- the compaction method, similar to the UIC 406 method. It is based on time compression using the minimum values of the distance specifications reported in the Technical Scenario;

<sup>(1)</sup> Lo Scenario Tecnico RFI è una norma interna che contiene tutte le caratteristiche e le specifiche tecniche di ogni linea sotto la gestione di RFI.

<sup>(2)</sup> The RFI Technical Scenario is an internal standard that contains all the features and technical specifications of each line under the management of RFI.

omotachico. In assenza di questa norma interna di RFI, tale distanziamento va ricavato in maniera manuale seguendo alcune considerazioni, come descritto in precedenza.

Sono adottati da RFI anche altri due metodi, non utilizzati nel caso di studio, per l'individuazione della capacità di una linea ferroviaria [5]:

- il *metodo della compattazione*, simile al metodo UIC 406. Esso si basa sulla compressione dell'orario utilizzando i valori minimi delle specifiche di distanziamento riportate nello Scenario Tecnico;
- il *metodo a saturazione*, adatto per la gestione operativa. Esso consiste nell'aggiunta di nuove tracce mantenendo inalterata la struttura dell'orario attuale e sfruttando la capacità disponibile.

### 3. Il metodo di calcolo UIC 405

Un metodo di tipo probabilistico è quello proposto dall'UIC nel 1983 nella pubblicazione della fiche UIC 405-1 "Method to be used for the determination of the capacity of lines" che tiene conto dell'effettiva impostazione d'orario e si basa sulla teoria delle code [6].

La potenzialità di una sezione di linea ferroviaria viene espressa con la seguente formula:

$$P = \frac{T}{t_{fm} + t_r + t_{zu}}$$

dove:

- P = potenzialità della sezione espressa in numero di treni nell'unità di tempo;
- T = periodo di riferimento espresso in minuti;
- $t_{fm}$  = intervallo medio di distanziamento minimo dei treni espresso in minuti;
- $t_r$  = margine di ampliamento espresso in minuti;
- $t_{zu}$  = tempo supplementare dipendente dal numero di sezioni di blocco intermedie ed espresso in minuti.

Si analizza, ora, nel dettaglio ciascun termine dell'espressione su indicata.

Il termine  $t_{fm}$  può essere ricavato facendo una media ponderata dei distanziamenti temporali esistenti fra i treni sulla base delle loro frequenze di accadimento:

$$t_{fm} = \sum (t_{h,ij} \cdot f_{ij})$$

dove:

- $t_{h,ij}$  = è il minimo distanziamento temporale sulla linea per il treno  $j$  che segue il treno  $i$ , espresso in minuti;
- $f_{ij}$  = è la frequenza relativa della successione treno  $i$  - treno  $j$  e può essere determinata come segue:

$$\frac{F_{ij}}{N - 1}$$

- *the saturation method, suitable for operational management. It consists of adding new train paths while maintaining the current timetable structure and taking advantage of the available capacity.*

### 3. The UIC 405 calculation method

*A probabilistic method is that proposed by the UIC in 1983 in the publication of the fiche UIC 405-1 "Method to be used for the determination of the capacity of lines" which takes into account the actual time setting and is based on the queuing theory [6].*

*The carrying capacity of a railway route is expressed with the following formula:*

$$P = \frac{T}{t_{fm} + t_r + t_{zu}}$$

where:

- P = carrying capacity of the section expressed in number of trains in the unit of time;
- T = reference period expressed in minutes;
- $t_{fm}$  = average interval for minimum train distances expressed in minutes;
- $t_r$  = expansion margin expressed in minutes;
- $t_{zu}$  = additional time depending on the number of intermediate block sections and expressed in minutes.

*Now let us analyse in detail each term of the expression indicated above.*

*The term  $t_{fm}$  can be obtained by calculating a weighted average of the temporal distances existing between the trains on the basis of their frequency of occurrence:*

$$t_{fm} = \sum (t_{h,ij} \cdot f_{ij})$$

where:

- $t_{h,ij}$  = is the minimum time distancing on the line for train  $j$  that follows train  $i$ , expressed in minutes;
- $f_{ij}$  = is the relative frequency of train  $i$  - train  $j$  sequence and can be determined as follows:

$$\frac{F_{ij}}{N - 1}$$

*with  $F_{ij}$  representing the number of cases of class  $i$  succession followed by class  $j$  and  $N$  identifies the total number of trains succeeding in the timetable.*

*The addend  $t_r$  represents the buffer time to be added to the temporal distances in order to reduce chain delays and to obtain an acceptable quality of service. It is calculated with the queuing theory, assimilating the line segment to a queue system, such as in the case of a road intersection [3].*

*In the road case the requested service is the access to the intersection, while in the railway case the requested ser-*

con  $F_{ij}$  rappresentante il numero dei casi di successione di classe  $i$  seguito dalla classe  $j$  e  $N$  individua il numero totale di treni succeduti nell'orario.

L'addendo  $t_r$  rappresenta il tempo cuscinetto da aggiungere ai distanziamenti temporali al fine di ridurre i ritardi a catena e per ottenere una qualità di servizio accettabile. Viene calcolato con la teoria delle code, assimilando il tratto di linea ad un sistema a coda, come ad esempio nel caso di un'intersezione stradale [3].

Nel caso stradale il servizio richiesto è l'accesso all'intersezione, mentre nel caso ferroviario il servizio richiesto è l'accesso alla sezione di linea che viene presa come sezione di riferimento. Tale sezione di riferimento può essere considerata come una stazione di servizio alla quale si presentano gli utenti, in questo caso i convogli, che chiedono di essere serviti ovvero di percorrere la sezione.

La coda, cioè il numero di utenti da servire, si forma se i tempi di servizio, per un certo intervallo di tempo, sono superiori ai tempi di arrivo. Pertanto, per poter smaltire la coda completamente e far funzionare correttamente il sistema è necessario che l'intensità di traffico (o fattore di utilizzazione o tasso di occupazione del singolo canale) sia inferiore all'unità:

$$\Psi = \rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{\frac{1}{t_{fm} + t_r}}{\frac{1}{t_{fm}}} = \frac{t_{fm}}{t_{fm} + t_r}$$

con  $\lambda$  rappresentante il tasso medio degli arrivi e  $\mu$  il tasso medio di servizio.

Si assume un sistema M/M/1, dove, secondo la notazione di Kendall, si indica con M una distribuzione di probabilità esponenziale (o markoviana) sia per la legge degli arrivi (prima posizione nella notazione) che per la distribuzione dei tempi di servizio (seconda posizione nella notazione). Il valore in terza posizione nella notazione indica, invece, l'esistenza di un unico canale di servizio, in questo caso la sezione rilevante di linea. Sulla base di queste premesse si può definire la lunghezza media della coda  $L_q$  come segue:

$$L_q = \frac{\rho}{(1-\rho)}$$

Sono individuati dall'UIC i seguenti valori di soglia per il fattore di utilizzazione :

- $\rho \leq 0,6$  per  $t_r \geq 0,67 \cdot t_{fm}$ . Si tratta di una relazione valida per un periodo molto esteso di tempo corrispondente al funzionamento a regime del sistema ed equivale a rinunciare a più della metà della capacità della linea. Il numero medio di utenti in coda è pari a 1,5;
- $\rho \leq 0,75$  per  $t_r \geq 0,33 \cdot t_{fm}$ . Si tratta di una relazione valida per un breve periodo di tempo, come le ore di punta, e corrispondente a 3,1 utenti in coda.

Infine, il termine supplementare  $t_{zu}$  viene ricavato in questo modo:

$$t_{zu} = 0,25 \cdot a$$

vice is the access to the section of line that is taken as a reference section.

This reference section can be considered as a service station to which users present themselves, in this case trains, which ask to be served or to travel through the section.

The queue, that is the number of users to be served, is formed if the service times, for a certain time interval, are higher than the arrival times. Therefore, in order to be able to clear the queue completely and make the system work properly, traffic intensity (or utilisation factor or single channel occupancy rate) must be less than one unit:

$$\Psi = \rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{\frac{1}{t_{fm} + t_r}}{\frac{1}{t_{fm}}} = \frac{t_{fm}}{t_{fm} + t_r}$$

with  $\lambda$  representing the average rate of arrivals and  $\mu$  the average service rate.

We assume an M/M/1 system, where, according to Kendall's notation, we indicate with M an exponential probability distribution (or Markovian) both for the rule of arrivals (first position in the notation) and for the distribution of the service times (second position in the notation). The value in third position in the notation indicates, instead, the existence of a single service channel, in this case the relevant line section. Based on these premises, the average length of the  $L_q$  queue can be defined as follows:

$$L_q = \frac{\rho}{(1-\rho)}$$

The following threshold values for the utilisation factor are identified by the UIC:

- $\rho \leq 0.6$  for  $t_r \geq 0.67 \cdot t_{fm}$ . This is a valid relation for a very long period of time corresponding to the steady operation of the system and is equivalent to renouncing to more than half of the capacity of the line. The average number of users in the queue is 1.5;
- $\rho \leq 0.75$  per  $t_r \geq 0.33 \cdot t_{fm}$ . This is a valid relation for a short period of time, such as peak hours, and corresponding to 3.1 users in the queue.

Finally, the additional term  $t_{zu}$  is obtained in this way:

$$t_{zu} = 0.25 \cdot a$$

with  $a$  representing the number of intermediate block sections on the line.

This allows the influence of the whole line to be taken into account. The relevant section for the distancing of trains, even if divided into several intermediate block sections, must be occupied by a single train in order to guarantee regular and safe circulation.

However, during normal traffic conditions, a train may be delayed. The train that follows, if it has a higher speed than the delayed train, can be slowed down until it is eventually stopped. This happens due to the presence of intermediate block signals.

con  $a$  rappresentante il numero di sezioni di blocco intermedie sulla linea.

Ciò permette di tener conto dell'influenza dell'insieme della linea. La sezione rilevante per il distanziamento dei treni, anche se suddivisa in più sezioni di blocco intermedie, deve essere occupata da un solo treno al fine di garantire una circolazione regolare oltre che sicura.

Tuttavia, durante le normali condizioni di circolazione un treno può essere ritardato. Il treno che segue, se avente una velocità maggiore del treno ritardato, può essere rallentato fino ad essere eventualmente fermato. Ciò accade a causa della presenza di segnali di blocco intermedi.

Se la sezione successiva, invece, viene liberata durante il rallentamento di codesto treno, esso può riprendere la sua marcia ad una certa velocità di rilascio nel caso non siano presenti sistemi che scambiano informazioni tra il sistema di bordo e il sistema di terra.

Si genera, così, un perditempo stimato in maniera sperimentale come sopra. Questo parametro tiene conto, quindi, del fatto che l'aumento della capacità sulla sezione critica è meno che proporzionale alla riduzione del tempo di viaggio [12].

Si possono avere tre tipologie di successioni importanti ai fini della determinazione del distanziamento minimo  $t_{fm}$  tra i treni:

- successione treno veloce - treno veloce;
- successione treno veloce - treno lento;
- successione treno lento - treno veloce.

La successione treno lento-lento non viene analizzata in quanto assente nell'orario di servizio considerato.

Con il termine *linea* si identifica un'infrastruttura ferroviaria di collegamento fra due nodi o importanti località di diramazione. Essa è, di norma, suddivisa in tratte nelle quali le caratteristiche di traffico e di infrastruttura si mantengono costanti.

La *sezione rilevante* rappresenta la sezione di distanziamento che, in ciascuna tratta, determina il maggior intervallo di tempo fra il passaggio di due treni in successione.

La *sezione critica*, invece, è la sezione di blocco avente il più alto tempo di occupazione.

Il primo caso di successione, treno veloce - treno veloce, presenta la sezione critica in corrispondenza della sezione di blocco avente il maggior tempo di bloccamento con riferimento all'intera linea, in quanto il servizio alta velocità viene effettuato per tutta l'estensione della linea. La sezione rilevante per l'orientamento pari corrisponde alla sezione delimitata tra il posto di comunicazione Alleron (n. 460) e il segnale di blocco P462 con un tempo di occupazione pari a 3,69 minuti. Ciò corrisponde al distanziamento minimo  $t_{vv}$  per tale caso di successione.

Per l'orientamento dispari, invece, essa corrisponde alla sezione delimitata tra il posto di comunicazione Re-

*If the next section, on the other hand, is freed during the slowing down of this train, it can resume its operation at a certain release speed in case there are no systems that exchange information between the on-board system and the ground system.*

*In this way, an experimentally estimated time loss is generated as above. This parameter therefore takes into account the fact that the increase in capacity on the critical section is less than proportional to the reduction in travel time [12].*

*There are three types of successions that are important for determining the minimum distance  $t_{fm}$  between the trains:*

- *succession of fast train - fast train ;*
- *succession of fast train - slow train;*
- *succession of slow train - fast train.*

*The slow-slow train sequence is not analysed because it is absent in the service timetable considered.*

*With the term line a railway infrastructure connecting two nodes or important branch lines is identified. It is usually divided into sections in which the traffic and infrastructure characteristics remain constant.*

*The relevant section represents the spacing section which, in each stretch, determines the greatest time interval between the passage of two trains in succession.*

*There critical section, instead, is the block section with the highest occupancy time.*

*The first case of succession, fast train - fast train, presents the critical section at the block section with the greatest blocking time with reference to the entire line, as the high speed service is carried out throughout the whole line. The relevant section for the up direction corresponds to the section delimited between the Alleron communication place (n. 460) and the P462 block signal with an occupancy time of 3.69 minutes. This corresponds to the minimum distance  $t_{vv}$  for this case of succession.*

*For the down direction, instead, it corresponds to the section delimited between the Renacci communication place (n. 501) and the P499 block signal with an occupancy time of 3.72 minutes. This corresponds to the minimum distance  $t_{vv}$  for this case of succession.*

*The second case of succession, fast train - slow train, has the relevant section at the first block section of the line section analysed, since the slow train will never be able to reach the fast train with a lower speed compared to it. Therefore the minimum distance  $t_{vl}$  is equal to the occupation time of the first block section of the line stretch by the fast train. This is true only in the first approximation, in the hypothesis that the travel speeds allowed, for each rank considered, are constant on the entire route.*

*The third and last case of succession, slow train - fast train, presents as critical section the one having the highest*

nacci (n. 501) e il segnale di blocco P499 con un tempo di occupazione pari a 3,72 minuti. Ciò corrisponde al distanziamento minimo  $t_{vv}$  per tale caso di successione.

Il secondo caso di successione, treno veloce - treno lento, presenta la sezione rilevante in corrispondenza della prima sezione di blocco della tratta di linea in analisi, in quanto il treno lento non sarà mai in grado di raggiungere il treno veloce avendo una velocità più bassa rispetto ad esso. Pertanto il distanziamento minimo  $t_{vl}$  è pari al tempo di occupazione della prima sezione di blocco del tratto di linea da parte del treno veloce. Ciò è vero solo in prima approssimazione, nell'ipotesi che le velocità di percorrenza ammesse, per ogni rango considerato, siano costanti sull'intera tratta.

Il terzo ed ultimo caso di successione, treno lento - treno veloce, presenta come sezione critica quella avente il più alto tempo di occupazione da parte del treno lento fra le sezioni di blocco presenti nel tratto di linea. Nella parte finale della tratta il servizio del treno lento cessa ed il treno veloce può sopraggiungere alla minima distanza raggiungibile soltanto in questo punto finale della linea.

Il distanziamento minimo  $t_{lv}$  per tale caso di successione, può essere scritto come segue:

$$t_{lv} = \frac{\sum_i L_i}{V_l} - \frac{\sum_i L_i - d_m}{V_v}$$

dove:

- $L_i$  = è la lunghezza della sezione di blocco  $i$ -esima facente parte del tratto di linea considerato;
- $V_l$  = è la velocità di linea del treno lento;
- $V_v$  = è la velocità di linea del treno veloce;
- $d_m$  = è il distanziamento spaziale minimo permesso fra i due treni.

In conclusione, si tratta di un metodo piuttosto immediato, adatto a rappresentare la capacità di sezioni critiche e individuare i colli di bottiglia in una linea ferroviaria, ma che è fortemente dipendente dalla struttura d'orario esistente, in particolare dalla sequenza e dal numero di casi di successione del generico treno  $i$  che segue il treno  $j$ .

Deve essere nota, anche, la struttura della linea in termini di sezioni di blocco al fine di determinare i tempi di bloccamento necessari per definire i distanziamenti tra i treni.

Inoltre il margine di ampliamento  $t_r$  da adottare viene ricavato sulla base di valori consigliati dall'UIC per garantire un certo livello di servizio e non sulla base delle condizioni reali di circolazione sull'intera linea.

#### 4. Il metodo di Schwanhäüßer (Formula di STRELE)

L'applicazione della teoria delle code permette di analizzare la correlazione diretta tra la qualità della circolazione e la capacità dell'infrastruttura ferroviaria [13].

*occupation time by the slow train between the block sections present in the stretch of line. In the final part of the route the service of the slow train stops and the fast train can arrive at the minimum distance reachable only at this end point of the line..*

*The minimum distance  $t_{lv}$  for this case of succession, can be written as follows:*

$$t_{lv} = \frac{\sum_i L_i}{V_l} - \frac{\sum_i L_i - d_m}{V_v}$$

*where:*

- $L_i$  = *is the length of the  $i$ -eth block section forming part of the considered stretch of line;*
- $V_l$  = *is the line speed of the slow train;*
- $V_v$  = *is the line speed of the fast train;*
- $d_m$  = *is the minimum spatial distancing allowed between the two trains.*

*In conclusion, this is a rather immediate method, suitable for representing the capacity of critical sections and identifying bottlenecks in a railway line, but which is strongly dependent on the existing timetable structure, in particular on the sequence and the number of cases of succession of the generic train  $i$  that follows train  $j$ .*

*The structure of the line in terms of block sections must also be known in order to determine the blocking times necessary to define the distances between the trains.*

*Furthermore, the expansion margin  $t_r$  to be adopted is based on values recommended by the UIC to guarantee a certain level of service and not on the basis of real circulation conditions on the entire line.*

#### 4. The Schwanhäüßer method (STRELE formula)

*The application of the queueing theory allows analysing the direct correlation between the quality of circulation and the capacity of the railway infrastructure [13].*

*Defining the theoretical capacity  $N_{max}$  as the maximum number of trains that can circulate on the railway line, it is noted that waiting times and delays tend to infinity in a scenario characterised by  $N_{max}$ . Therefore, it is possible to circulate only a smaller number of trains on the railway line.*

*At this point, the  $N_{opt}$  optimal capacity is introduced, defined as the ideal number of train paths able to reduce average waiting times and average delays within a value that complies with the service level  $ET_{w,zul}$  expected for the given railway infrastructure, as shown in Fig. 1.*

*Average waiting times are quality indicators in the planning and scheduling phase of operations, with reference to the capacity of a railway line.*

*One can think of expressing the capacity of the service timetable or the capacity of circulation in the form of capacity of traffic flows. The models deriving from the theory*

Definendo la capacità teorica  $N_{max}$  come il numero massimo di treni che possono circolare sulla linea ferroviaria, si nota che i tempi di attesa e i ritardi tendono all'infinito in uno scenario caratterizzato da  $N_{max}$ . Pertanto, è possibile far circolare soltanto un numero minore di convogli sulla linea ferroviaria.

Si introduce, a questo punto, la capacità ottimale  $N_{opt}$ , definita come il numero ideale di tracce orarie in grado di ridurre i tempi medi di attesa e i ritardi medi entro un valore conforme al livello di servizio  $ET_{w,zul}$  previsto per la data infrastruttura ferroviaria, come mostrato nella Fig. 1.

I tempi medi di attesa sono degli indicatori di qualità nella fase di pianificazione di un orario e di gestione delle operazioni, in riferimento alla capacità di una linea ferroviaria.

Si può pensare di esprimere la capacità dell'orario di servizio o la capacità di circolazione in forma di capacità dei flussi di traffico. I modelli derivanti dalla teoria delle code permettono di stabilire un collegamento tra le caratteristiche quantitative (treni per unità di tempo) e le caratteristiche qualitative (tempi di attesa) delle prestazioni di una linea ferroviaria. Ovvero, la capacità fornisce anche indicazioni relative alle modalità di circolazione dei treni in linea, in merito alla velocità media e sua variabilità; ai parametri di regolarità richiesti in termini di puntualità e stabilità dell'orario programmato [14]. Le formule utilizzate, tuttavia, rappresentano un approccio di calcolo molto semplificato.

Un modello del genere riguarda la formazione di code e di congestioni ed è costituito da quattro parti principali: processo di arrivo, processo di servizio, stazione di servizio e area di attesa.

Il processo di arrivo descrive la struttura del flusso di domanda in ingresso caratterizzato dall'intervallo di tempo  $t_A$  tra due serventi. Tale intertempo di arrivo può essere considerato come una variabile casuale.

Il processo di servizio è caratterizzato, invece, dal tempo medio di servizio  $t_B$  che è, ancora una volta, una variabile casuale.

I tempi di servizio, nel caso ferroviario, sono rappresentati dagli *headways* minimi permessi dall'infrastruttura delle sezioni di linea. L'intertempo minimo si riferisce alla traccia del treno  $i$  e del treno  $j$  in una sezione di linea, chiamata sezione di sorpasso e delimitata dalle stazioni o dalle località di servizio, dove è possibile che cambi la sequenza dei treni  $i$  e  $j$  attraverso le precedenza. È possibile scrivere una matrice  $Z$  degli intervalli di tempo che separano due generici treni  $i$  e  $j$ :

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & \dots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & z_{n2} & \dots & \dots & z_{nn} \end{pmatrix}$$

dove:

$z_{ij}$  = minimo intertempo tra il treno  $i$  e il treno  $j$ .

of the queues allow to establish a link between the quantitative characteristics (trains per unit of time) and the qualitative characteristics (waiting times) of the performance of a railway line. That is, the capacity also provides information on how the trains run on line, with regard to the average speed and its variability; to the regularity parameters required in terms of punctuality and stability of the scheduled timetable [14]. The formulas used, however, represent a very simplified calculation approach.

Such a model concerns the formation of queues and congestion and consists of four main parts: arrival process, service process, service station and waiting area.

The arrival process describes the structure of the incoming demand flow characterised by the time interval  $t_A$  between two servers. This arrival inter-time can be considered as a random variable.

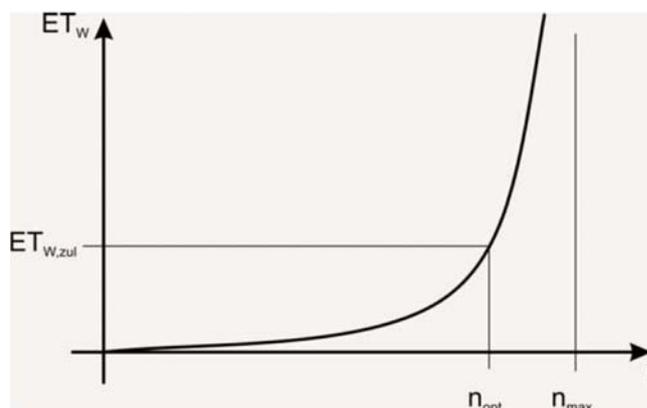
The service process is characterised, instead, by the average service time  $t_B$  that is, again, a random variable.

The service times, in the railway case, are represented by the minimum headways allowed by the infrastructure of the line sections. The minimum inter-time refers to the path of the train  $i$  and train  $j$  in a section of line, called overtaking section and delimited by stations or service locations, where the sequence of trains  $i$  and  $j$  can change through the rights of way. It is possible to write a matrix  $Z$  of the time intervals that separate two generic trains  $i$  and  $j$ :

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & \dots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & z_{n2} & \dots & \dots & z_{nn} \end{pmatrix}$$

where:

$z_{ij}$  = minimum inter-time between train  $i$  and train  $j$ .



(Fonte - Source: UIC, 2008 [13])

Fig. 1 - Relazione tra il numero di treni e i tempi medi di attesa.

Fig. 1 - Relation between the number of trains and average waiting times.

La stima del consumo di capacità delle sezioni della linea ferroviaria si basa sul processo di servizio, visto come una connessione tra il numero dei treni e i tempi di sosta non programmati.

Un'espressione matematica per calcolare i ritardi medi secondari  $ET_w$  sulle sezioni di linea, equivalenti ai tempi di attesa non programmati ed espressi in forma adimensionale come min/min, è data dalla formula di Schwanhäusser, nota anche come formula di STRELE [7], [8]:

$$ET_w = \left( p_{VE} \cdot \frac{P_{VE}}{2} \right) \cdot \left[ p_g \cdot \left( 1 - e^{-\frac{z_g}{t_{VE}}} \right)^2 + \dots \right. \\ \left. + (1 - p_g) \cdot \frac{z_v}{t_{VE}} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{2z_v}{t_{VE}}} \right) + \frac{z}{t_p} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{z}{t_{VE}}} \right)^2 \right] \cdot \frac{1}{\left( \frac{z}{t_{VE}} \right)^2 \cdot \left( 1 + \frac{t_p}{z} \right) \cdot \left[ \frac{t_p}{z} + \left( 1 - e^{-\frac{z}{t_{VE}}} \right) \cdot \frac{t_{VE}}{z} \right]}$$

dove:

- $t_p$  = tempo cuscinetto medio (*buffer time*) identificante un margine di tempo additivo al minimo distanziamento temporale (*signal headway*) tra i treni. L'intervallo di successione tra un treno e l'altro viene, quindi, incrementato riducendo, di fatto, la capacità disponibile;
- $z$  = minimo intertempo medio;
- $z_g$  = minimo intertempo medio della successione di treni della stessa categoria;
- $z_v$  = minimo intertempo medio della successione di treni di diversa categoria;
- $t_{VE}$  = ritardo medio in ingresso, stimato come rapporto tra la somma dei ritardi e il numero di treni aventi ritardo;
- $p_{VE}$  = probabilità del ritardo in ingresso o ritardo primario, determinato come il rapporto tra il numero di treni aventi ritardo e il numero totale di treni circolanti;
- $p_g$  = probabilità che si verifichi una successione di treni della stessa categoria.

La somma dei tempi di attesa è il prodotto dei ritardi medi secondari  $ET_w$  e del periodo di riferimento  $T$ :

$$\sum T_w = ET_w \cdot T$$

In seguito all'analisi di una vasta gamma di dati statistici, è possibile determinare un valore accettabile dei tempi di attesa non previsti. Ad esempio in Germania, un valore plausibile di tale somma dei tempi di attesa non programmati che conduce ad una soddisfacente qualità della circolazione è [13]:

$$ET_{w,zul} = 0,257 \cdot e^{-1,3 \cdot p_{RZ}}$$

dove:

$p_{RZ}$  = è la quota di treni passeggeri.

La precedente equazione può essere risolta in  $t_p$ , attraverso metodi numerici, per ricavare il tempo cuscinetto  $t_p$  necessario per il raggiungimento di una soddisfacente qualità della circolazione.

The estimate of the capacity consumption of the sections of the railway line is based on the service process, seen as a connection between the number of trains and the unplanned stop times.

A mathematical expression to calculate secondary average delays  $ET_w$  on line sections, equivalent to unplanned waiting times and expressed in a dimensionless form as min/min, is given by the formula of SCHWANHÄUSSER, also known as the STRELE formula [7], [8]:

$$ET_w = \left( p_{VE} \cdot \frac{P_{VE}}{2} \right) \cdot \left[ p_g \cdot \left( 1 - e^{-\frac{z_g}{t_{VE}}} \right)^2 + \dots \right. \\ \left. + (1 - p_g) \cdot \frac{z_v}{t_{VE}} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{2z_v}{t_{VE}}} \right) + \frac{z}{t_p} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{z}{t_{VE}}} \right)^2 \right] \cdot \frac{1}{\left( \frac{z}{t_{VE}} \right)^2 \cdot \left( 1 + \frac{t_p}{z} \right) \cdot \left[ \frac{t_p}{z} + \left( 1 - e^{-\frac{z}{t_{VE}}} \right) \cdot \frac{t_{VE}}{z} \right]}$$

where:

- $t_p$  = average buffer time identifying an additional time margin to the minimum time span (*signal headway*) between trains. The succession interval between one train and the next is therefore increased, reducing, in fact, the available capacity;
- $z$  = minimum average inter-time;
- $z_g$  = minimum average inter-time for the succession of trains of the same category;
- $z_v$  = minimum average inter-time for the succession of trains of different categories;
- $t_{VE}$  = average incoming delay, estimated as the ratio between the sum of the delays and the number of delayed trains;

$p_{VE}$  = probability of incoming delay or primary delay, determined as the ratio between the number of delayed trains and the total number of trains in circulation;

$p_g$  = probability that a succession of trains of the same category will occur.

The sum of waiting times is the product of secondary average delays  $ET_w$  and of the reference period  $T$ :

$$\sum T_w = ET_w \cdot T$$

Following the analysis of a wide range of statistical data, it is possible to determine an acceptable value of unforeseen waiting times. For example in Germany, a plausible value of this sum of unplanned waiting times leading to satisfactory traffic quality is [13]:

$$ET_{w,zul} = 0,257 \cdot e^{-1,3 \cdot p_{RZ}}$$

where:

$p_{RZ}$  = is the share of passenger trains.

The previous equation can be solved in  $t_p$  through numerical methods, to obtain the buffer time  $t_p$  necessary to achieve satisfactory traffic quality.

Finally, the  $N_{opt}$  optimal number of trains can be calculated as:

$$N_{opt} = \frac{T}{z + t_p}$$

Infine, si può calcolare il numero ottimale  $N_{opt}$  di treni come:

$$N_{opt} = \frac{T}{z + t_p}$$

Si tratta di un'espressione analoga a quella utilizzata nel metodo di calcolo UIC 405.

Le informazioni relative alle successioni dei treni e ai loro distanziamenti minimi possono essere riprese dal precedente capitolo relativo al metodo UIC 405.

Inoltre, si ipotizza di assumere come valore accettabile del tempo di attesa non programmato quello utilizzato dalle ferrovie tedesche, pari a 0,07 min/min con una proporzione del 100% di treni passeggeri corrispondente al valore unitario di  $p_{RZ}$ . Ciò corrisponde ad un ritardo complessivo ammesso di 8,4 minuti.

È un metodo che richiede una grande quantità di dati, alcuni dei quali analoghi a quelli necessari per il metodo UIC 405, come la struttura d'orario esistente e la struttura della linea in termini di sezioni di blocco. In aggiunta a ciò è indispensabile effettuare un'analisi sugli orari di passaggio rispetto all'orario programmato, al fine di delineare il valore del ritardo medio in ingresso e la probabilità del verificarsi di un ritardo all'ingresso della tratta considerata.

Infine, l'applicazione della formula di STRELE permette di individuare il valore del tempo cuscinetto  $t_p$  sulla base delle condizioni reali di circolazione sull'intera linea e sulla base di un adeguato livello di servizio, fissato secondo il criterio tedesco. Ciononostante, l'elaborazione dei dati richiesti dalla formula di STRELE risulta molto complessa producendo valori più approssimati rispetto a quelli valutati con altri metodi.

## 5. Il metodo della compattazione UIC 406

La *fiche* UIC Code 406 "Capacity", pubblicata nel 2013 nella sua seconda edizione, descrive un metodo per misurare il consumo di capacità ferroviaria per una data infrastruttura [15].

Questo metodo definisce la potenzialità ferroviaria come il numero totale di tracce che si possono inserire in una finestra temporale, considerando l'attuale configurazione delle tracce.

Si tratta di un approccio analitico-ottimizzazione che usa un modello basato sui tempi di occupazione (*blocking time*) e fornisce una descrizione dettagliata dell'utilizzo dell'infrastruttura in termini di tracce.

Il principio di base del *blocking time*  $t_b$  riguarda il tempo in cui una sezione di blocco è occupata da un convoglio e, quindi, interdetta all'accesso da parte di qualsiasi altro convoglio. Tale tempo termina con il passaggio della coda del treno al segnale situato a valle della sezione occupata, più un margine di tempo accessorio necessario agli apparati di controllo e di sicurezza per la predisposizione a via libera del segnale situato a monte della sezione prima occupata [12].

*This is an expression similar to that used in the UIC 405 calculation method.*

*Information on train sequences and their minimum distances can be taken from the previous chapter on the UIC 405 method.*

*Furthermore, it is assumed that the unused travel time used by German railways can be assumed as unplanned waiting time acceptable value, equal to 0.07 min/min with a proportion of 100% of passenger trains corresponding to the unit value of  $p_{RZ}$ . This corresponds to an overall delay of 8.4 minutes.*

*It is a method that requires a large amount of data, some of which are similar to those needed for the UIC 405 method, such as the existing time structure and the structure of the line in terms of block sections. In addition to this it is essential to carry out an analysis of the transit times with respect to the scheduled time, in order to outline the value of the average incoming delay and the probability of occurrence of a delay at the entrance of the considered stretch.*

*Finally, the application of the STRELE formula allows identifying the value of the buffer time  $t_p$  on the basis of real traffic conditions on the entire route and on the basis of an appropriate level of service, established according to the German criterion. Nevertheless, the processing of the data required by the STRELE formula is very complex, producing values that are more approximate than those evaluated by other methods.*

## 5. The UIC 406 compaction method

*The fiche UIC Code 406 "Capacity", published in 2013 in its second edition, describes a method to measure rail capacity consumption for a given infrastructure [15].*

*This method defines the railway carrying capacity as the total number of train paths that can be inserted in a time frame, considering the current configuration of the train paths.*

*This is an analytical-optimisation approach that uses a model based on occupation times (blocking time) and provides a detailed description of the use of the infrastructure in terms of train paths.*

*The basic principle of blocking time  $t_b$  concerns the time in which a block section is occupied by a convoy and, therefore, with prohibited access by any other convoy. This time ends with the passage of the queue of the train at the signal located downstream of the occupied section, plus an accessory time margin necessary for the control and safety devices for the preparation of the green light signal located upstream of the section occupied before [12].*

*The occupation time  $t_p$  is longer than the actual travel time of the section by a train. It consists of (Fig. 2):*

- route formation time  $t_{ie}$ , assumed equal to 10 s;
- warning signal watching time  $t_{vis}$  of the warning signal,

Il tempo di occupazione  $t_p$  è più lungo del tempo effettivo di percorrenza della sezione da parte di un treno. Esso è costituito da (Fig. 2):

- tempo di formazione dell'itinerario  $t_{ite}$ , ipotizzato pari a 10 s;
- tempo di avvistamento  $t_{vis}$ , da parte del personale di condotta, del segnale di avviso, se presente. Tale tempo si ipotizza nullo nel caso di presenza della ripetizione dei segnali in cabina;
- tempo di avvicinamento  $t_{avv}$ , cioè il tempo di percorrenza tra il segnale di avviso e il segnale di protezione della sezione di blocco precedente a quella da percorrere, avente lunghezza pari a  $L_{b-1}$ .

Nel caso della linea DD ove è presente il blocco elettrico automatico a correnti codificate (BAcc) che, grazie alla la ripetizione dei segnali in cabina, anticipa al macchinista l'informazione relativa al segnale di avviso, il tempo di avvicinamento è relativo al tempo di percorrenza della sezione di blocco precedente a quella considerata a partire dall'istante in cui si capta il codice più restrittivo [16], [17]. Esso è differente a seconda che si tratti di un treno AV (alta velocità), IC (Intercity) o RV (Regionale Veloce) in virtù delle diverse velocità con le quali percorrono la linea DD [18].

Ipotizzando una lunghezza del circuito di binario pari a 1.350 m, la captazione del primo codice restrittivo per un treno AV avviene con il codice 270\*, pertanto il tempo di avvicinamento è pari all'intero tempo di percorrenza della sezione di blocco precedente.

Inoltre, per un treno IC il primo codice più restrittivo è il 270, pertanto il tempo di avvicinamento è pari al tempo di percorrenza della sezione di blocco precedente depurata di 1.350 m, spazio nel quale non si ricevono informazioni limitative.

Infine, per un treno RV il primo codice più restrittivo è il 180, pertanto il tempo di avvicinamento è pari al tempo di percorrenza della sezione di blocco precedente depurata di 2.700 m, spazio nel quale non si ricevono informazioni restrittive;

- tempo di percorrenza  $t_p$  della sezione di blocco, avente lunghezza  $L_b$ ;
- tempo di liberazione  $t_l$  della sezione di blocco, dipendente dalla lunghezza del treno. Nello studio in questione si adotta un franco di sicurezza  $f$  pari a 20 m e una lunghezza media del treno  $L_t$  pari a 230 m, avendo complessivamente una lunghezza da liberare uguale a 250 m;
- tempo di scioglimento  $t_{isu}$  o riassetto degli impianti, ipotizzato pari a 10 s.

by the conductors, if present. This time is assumed null in the case of the presence cab signalling;

- approach time  $t_{avv}$ , i.e. the travel time between the warning signal and the protection signal of the block section preceding the one to be travelled, with a length equal to  $L_{b-1}$ .

In the case of the DD line where there is a coded current automatic block (BAcc) with which, thanks to the repetition of the signals in the cabin, anticipates to the driver the information related to the warning signal, the approach time is relative to the travel time of the block section preceding the one considered starting from the instant in which the most restrictive code is detected [16], [17].

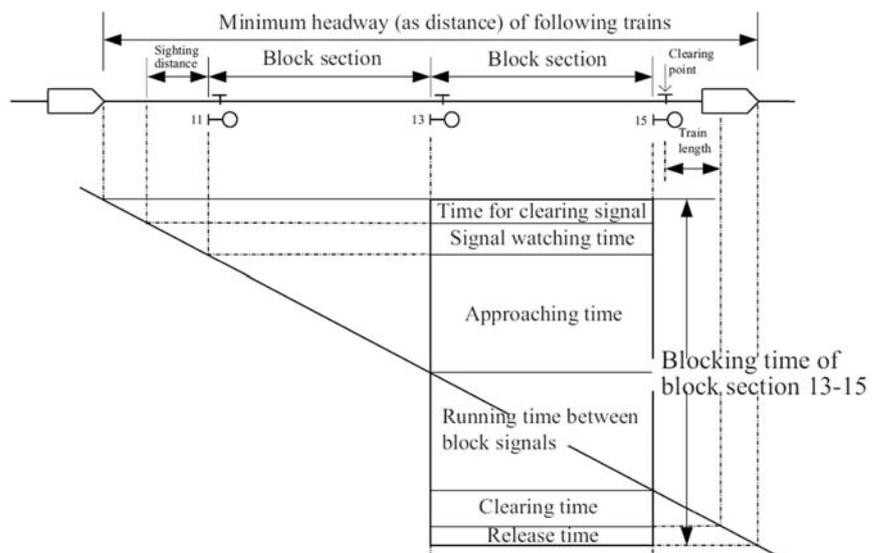
It is different depending on whether it is a HS train (high speed), IC (Intercity) or RV (Regional Fast) by virtue of the different speeds with which they travel the DD line [18].

Assuming a length of the track circuit equal to 1,350 m, the capture of the first restrictive code for a HS train takes place with the code 270\*, therefore the approach time is equal to the entire travel time of the previous block section.

Moreover, for an IC train the first most restrictive code is 270, therefore the approach time is equal to the travel time of the previous block section not counting 1,350 m, a space in which no limitative information is received.

Finally, for an RV train, the first most restrictive code is 180, so the approach time is equal to the travel time of the previous block section without counting 2,700 m, a space in which no restrictive information is received;

- running time  $t_p$  of the block section, with length  $L_b$ ;
- clearing time  $t_l$  of the block section, depending on the



(Fonte - Source: Medeossi, 2010 [19])

Fig. 2 - Tempo di occupazione di una sezione di blocco.  
Fig. 2 - Occupation time of a block section.

Il distanziamento minimo tra i convogli è la distanza consentita dal sistema di segnalamento (*signal headway*), in termini temporali, senza che ci sia alcuna ostruzione tra essi. Viene determinato in maniera tale da spostare il tempo di blocco del secondo treno  $j$  fino a che esso tocca il grafico del treno  $i$  precedente.

Il distanziamento minimo di linea (*minimum line headway*) fra due treni, invece, viene definito considerando la sequenza dei tempi di blocco per l'intera linea o una parte di essa. Le sequenze dei tempi di blocco di due successivi treni si toccano, senza alcun *buffer time*, in una sezione di blocco definita come sezione di blocco critica. Da ciò si può definire l'istante di partenza del secondo convoglio affinché non ci siano conflitti lungo la linea. Si individua, così, la sezione di blocco rilevante (Fig. 3).

Per determinare il tempo complessivo di occupazione dell'infrastruttura, in un determinato orario di servizio, e, in tal modo, una stima del consumo di capacità, si applica il metodo della compressione di orario. Ovvero si avvicinano virtualmente tra loro al massimo tutte le tracce senza modificare l'ordine di successione dei treni e rendendo i tempi cuscinetto nulli (*buffer times*), dati dalla distanza temporale tra l'istante di fine occupazione di una sezione e l'istante successivo di occupazione della stessa sezione di linea da parte di un altro convoglio.

Negli orari di servizio reali i tempi cuscinetto sono necessari per ridurre la propagazione dei ritardi. Si aggiunge un tempo cuscinetto al distanziamento minimo realizzabile per assorbire eventuali ritardi di lieve entità.

La compressione, in definitiva, considera il *signal headway* che dipende dal sistema di segnalamento e dalle caratteristiche del treno.

Il contenuto della *fiche* UIC 406 articola la procedura di compressione dell'orario nei seguenti passi [9]:

1) *Definizione dell'infrastruttura e dell'orario*, individuando quelle che sono le aree di interesse per lo studio, in questo caso la linea ferroviaria che collega due località generiche A e B rispettando un determinato orario di servizio.

2) *Definizione delle sezioni di linea da valutare*. Esse possono essere suddivise in due sottocategorie:

- porzioni di linea relative agli itinerari dei treni, riferite a collegamenti ferroviari tra due località dove è presente una certa quota di domanda di trasporto passeggeri. Si tratta di linee servite da treni a lunga percorrenza;
- sezioni di linea vere e proprie, utilizzate per misurare il consumo di

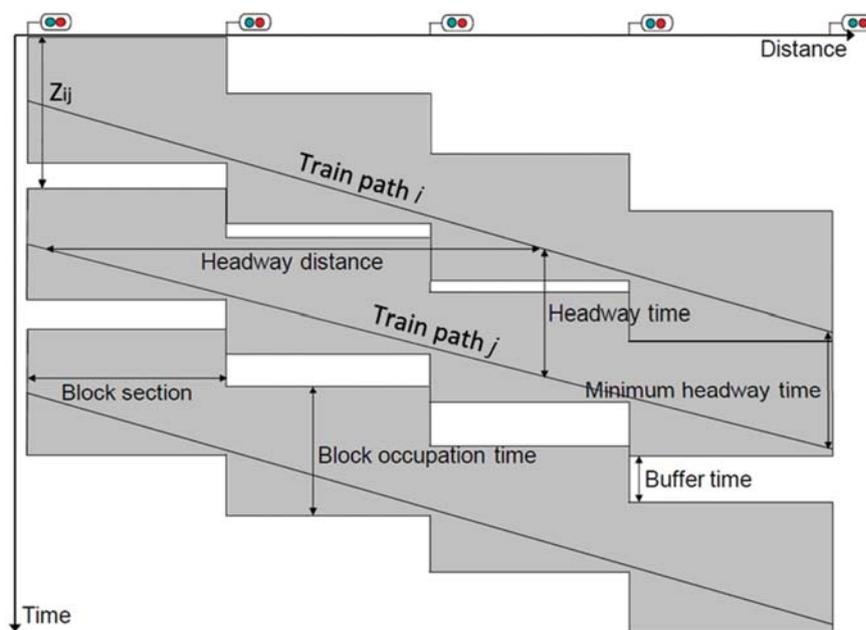
length of the train. A security margin  $f$  equal to 20 m is adopted in the study in question and an average train length  $L_t$  equal to 230 m, with a total length to be cleared equal to 250 m;

- release time  $t_{itu}$  or reorganisation of the systems, assumed to be 10 s.

The minimum distance between trains is the distance allowed by the signalling system (*signal headway*), in terms of time, without any obstruction between them. It is determined in such a way as to move the blocking time of the second train  $j$  till it touches the graph of previous train  $i$ .

The minimum line train spacing (*minimum line headway*) between two trains, on the other hand, is defined considering the sequence of block times for the entire line or a part of it. The sequences of the block times of two subsequent trains touch each other, without any buffer time, in a block section defined as a critical block section. From this we can define the starting moment of the second convoy so that there are no conflicts along the line. Thus, the relevant block section is identified (Fig. 3).

The time compression method is applied to determine the total time of infrastructure occupancy, at a given time of service, and thus an estimate of capacity consumption. In other words, virtually all train paths are close to each other without changing the order of succession of the trains and making buffer times zero, given by the temporal distance between the moment of end of occupation of a section and the subsequent moment of occupation of the same line section by another train.



(Fonte - Source: PACHL, 2002 [20])

Fig. 3 - Illustrazione dei distanziamenti temporali.  
Fig. 3 - Illustration of the temporal distances.

capacità attraverso la compressione dell'orario. Esse vanno individuate nelle zone dove si hanno condizioni omogenee sia dal punto di vista infrastrutturale che dal punto di vista dell'orario. Devono essere interrotte nei punti dove si hanno cambiamenti nell'infrastruttura con riferimento al sistema di segnalamento, al numero di binari, alle linee di diramazione oppure dove si hanno variazioni nell'orario di servizio come l'inizio/fine delle corse, un differente numero di treni in circolazione, una diversa sequenza di treni (Fig. 4).

3) *Calcolo del consumo di capacità*, misurato in un determinato intervallo temporale, normalmente non più piccolo di due ore, basato su una giornata rappresentativa delle più comuni condizioni di traffico sulla linea. Il consumo di capacità viene determinato come segue:

$$\text{Consumo di capacità [\%]} = \frac{\text{Tempo di occupazione} + \text{Margini aggiuntivi di tempo}}{\text{Periodo temporale di riferimento}} \cdot 100$$

Il tempo di occupazione della tratta di linea (*infrastructure occupation*) dipende dall'insieme dei tempi di occupazione delle singole sezioni di blocco relative ad ogni treno. Esso può essere misurato lungo l'asse dei tempi tra la prima e l'ultima traccia dei treni presenti, dopo aver effettuato la compressione dell'orario che, per motivi pratici, prevede l'inserimento dell'ultima traccia dopo la sequenza di treni esistente in orario come traccia corrispondente alla prima.

I supplementi di tempo aggiuntivi sono necessari tra una traccia e l'altra, al fine di assicurare uno specifico livello di servizio mediante il tempo cuscinetto (*buffer time*). Essi devono essere aggiunti anche nei casi in cui sono previsti incroci in linea (*crossing buffer*), lavori di manutenzione o passaggi da una fascia oraria di punta ad una di morbida. La loro determinazione viene descritta nel dettaglio nel successivo punto.

4) *Valutazione del consumo di capacità*, fase importante per stabilire le condizioni dell'infrastruttura e la necessità o meno di intervenire sull'orario o sull'infrastruttura allo scopo di migliorare la qualità della circolazione ferroviaria.

Sulla base del tempo di occupazione, descritto in precedenza, si può ricavare il tempo di occupazione percentuale:

*In real service times, buffer times are necessary to reduce the diffusion of delays. A buffer time is added to the minimum spacing achievable to absorb any slight delays.*

*Compression, ultimately, considers the signal headway which depends on the signalling system and the characteristics of the train.*

*The content of fiche UIC 406 expresses the time compression procedure in the following steps [9]:*

1) *Definition of the infrastructure and timetable, identifying what are the areas of interest for the study, in this case the railway line connecting two generic locations A and B respecting a specific service timetable.*

2) *Definition of the line sections to be evaluated. They can be divided into two sub-categories:*

- *train part section of line relating to train routes, referring to rail links between two locations where there is a certain share of passenger transport demand. These are lines served by long-distance trains;*
- *real line sections, used to measure capacity consumption through time compression. They must be identified in areas where there are homogeneous conditions both from the infrastructural point of view and from the point of view of the timetable.*

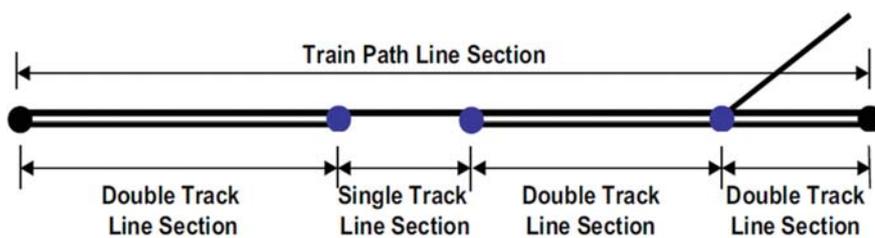
*They must be interrupted at points where there are changes in the infrastructure with reference to the signalling system, the number of tracks, the branch lines or where there are variations in the service timetable such as the start/end of trips, a different number of trains in circulation, a different train sequence (Fig. 4).*

3) *Calculation of capacity consumption, measured in a given time interval, normally no more than two hours, based on a day representative of the most common traffic conditions on the line. Capacity consumption is determined as follows:*

$$\text{Capacity consumption [\%]} = \frac{\text{Occupancy time} + \text{Additional time margins}}{\text{Reference time period}} \cdot 100$$

*The occupation time of the line section (infrastructure occupation) depends on the set of occupation times of the individual block sections relating to each train. It can be measured along the axis of time between the first and last train path of trains present, after compression of time that, for practical purposes, involves the introduction of the last train path after the sequence of existing trains on timetable as train path corresponding to the first.*

*Additional time supplements are needed between one train path and another, in order to ensure a specific service level through buffer time. They must also be added in cases where on-line crossings (crossing buffers), maintenance works or passages from a peak hour to a soft time range are planned. Their determination is described in detail in the next point.*



(Fonte - Source: UIC, 2013 [9])

Fig. 4 - Definizione delle sezioni di linea dovute a differenze infrastrutturali.  
Fig. 4 - Defining line sections due to infrastructure differences.

$$\text{Tempo occupazione [\%]} = \frac{\text{Tempo occupazione}}{\text{Periodo temporale di riferimento}} \cdot 100$$

L'organismo internazionale UIC definisce delle linee guida riguardo i valori standard del tempo di occupazione dell'infrastruttura allo scopo di realizzare una soddisfacente qualità del servizio. Se il consumo di capacità eccede tali valori, l'infrastruttura può essere considerata al limite della saturazione. Viceversa, se i valori di consumo di capacità del piano orario programmato sono inferiori a tali limiti, risulta garantita anche la stabilità d'orario.

Questi valori, riportati nella Tabella 1, sono in funzione del tipo di linea e dell'uso dell'infrastruttura.

Per quanto riguarda i margini di tempo aggiuntivi, si può operare inserendoli singolarmente nelle corrispondenti posizioni nell'orario oppure considerarli globalmente come un unico blocco, stimato come percentuale del tempo di occupazione della sezione di linea:

$$\text{Supplemento di tempo aggiuntivo [\%]} = \left( \frac{100}{\text{Tempo occupazione percentuale}} - 1 \right) \cdot 100$$

Da tale equazione si possono ricavare i valori percentuali minimi consigliati delle quote di tempo da aggiungere al tempo di occupazione per ottenere un soddisfacente livello di servizio, riportati nella Tabella 2.

Pertanto, il valore finale del consumo di capacità può essere determinato come segue:

$$\text{Consumo di capacità [\%]} = \frac{\text{Tempo occupazione} \cdot (1 + \text{Supplemento di t. agg. \%})}{\text{Periodo temporale di riferimento}} \cdot 100$$

I valori del consumo di capacità fino al 100% incluso indicano un accettabile livello di servizio e la possibilità, per valori inferiori al 100%, di avere una capacità disponibile per l'aggiunta di nuove tracce di treni lungo la linea ferroviaria considerata.

Si ha, invece, un potenziale collo di bottiglia quando sono raggiunti valori superiori al 100% corrispondenti ad un basso livello di servizio e alla necessità di intervenire sull'orario di servizio o sull'infrastruttura. Confrontando i consumi di capacità di tutte le sezioni della linea considerata, quello avente il valore più alto può essere

4) Capacity consumption assessment, *important phase to determine the conditions of the infrastructure and the need or less to intervene on the timetable or on the infrastructure to improve the quality of rail traffic.*

*Based on the occupancy time described above, the percentage occupation time can be obtained:*

$$\text{Occupation time [\%]} = \frac{\text{Occupation time}}{\text{Reference time period}} \cdot 100$$

*The international UIC body defines guidelines regarding the standard values of the occupation time of the infrastructure in order to achieve a satisfactory quality of service.*

*If capacity consumption exceeds these values, the infrastructure can be considered at saturation limit. Vice versa, if the capacity consumption values of the scheduled time plan are lower than those limits, the stability of time is also guaranteed.*

*These values, shown in Table 1, depend on the type of line and the use of the infrastructure.*

*With regard to the additional time margins, one can operate by inserting them individually in the corresponding positions in the timetable or considering them globally as a single block, estimated as a percentage of the occupation time of the line section:*

$$\text{Additional time supplement [\%]} = \left( \frac{100}{\text{Percentage occupation time}} - 1 \right) \cdot 100$$

*From this equation we can obtain the minimum recommended percentage values of the time shares to be added to the occupation time to obtain a satisfactory level of service, shown in Table 2.*

*Therefore, the final value of capacity consumption can be determined as follows*

$$\text{Capacity consumption [\%]} = \frac{\text{Occupation time} \cdot (1 + \text{Add. t. supplement \%})}{\text{Reference time period}} \cdot 100$$

*Capacity consumption values up to 100% included indicate an acceptable level of service and the possibility, for values below 100%, of having a capacity available for the addition of new train paths along the railway line considered.*

Tabella 1 – Table 1

Valori raccomandati per il tempo di occupazione percentuale

*Recommended values for the percentage occupancy time*

Tipo di linea Type of line	Ora di punta Rush hour	Periodo giornaliero Daily period
Linea suburbana Suburban line	85%	70%
Linea ad alta velocità high speed line	75%	60%
Linee a traffico misto Mixed traffic lines	75%	60%

(Fonte - Source: UIC, 2013 [9])

Tabella 2 – Table 2

Valori raccomandati per i margini di tempo aggiuntivi

*Recommended values for additional time margins*

Tipo di linea Type of line	Ora di punta Rush hour	Periodo giornaliero Daily period
Linea suburbana Suburban line	18%	43%
Linea ad alta velocità High speed line	33%	67%
Linee a traffico misto Mixed traffic lines	33%	67%

(Fonte - Source: UIC, 2013 [9])

posto come rappresentativo di tutta la linea ferroviaria, indicando, di fatto, un vero e proprio collo di bottiglia del sistema.

5) *Valutazione della capacità disponibile*, effettuata solamente sui segmenti interi di linea in una rete ferroviaria che presentano un consumo di capacità inferiore del 100%. La capacità disponibile (*available capacity*) è la quota potenziale di tracce aggiuntive che possono essere inserite lungo la linea nella finestra temporale di riferimento, in seguito all'operazione di compressione. Essa può essere chiamata anche capacità inutilizzata (*unused capacity*) e viene vista come la somma della capacità utilizzabile e della capacità perduta.

Se tale aggiunta risulta possibile, in quanto il valore aggiornato del consumo di capacità risulta minore del 100%, la rimanente capacità prende il nome di capacità utilizzabile (*usable capacity*).

Se tale aggiunta non risulta possibile, in quanto il valore aggiornato del consumo di capacità risulta maggiore del 100%, la rimanente capacità prende il nome di capacità perduta (*lost capacity*).

Il consumo di capacità che viene determinato attraverso la procedura UIC 406 definisce la capacità pratica (*practical capacity*). Si possono, così, illustrare le condizioni di una rete ferroviaria e le rispettive capacità disponibili, in maniera tale da avere un quadro completo sul grado di utilizzazione del sistema, constatando anche quali siano le unità più critiche. Diventa, così, possibile individuare gli eventuali interventi di miglioramento per permettere la circolazione di più treni e per assicurare una soddisfacente qualità delle operazioni.

La procedura di compressione dell'orario viene effettuata anche attraverso il supporto del software di simulazione OpenTrack®, descritto nel § 7. I distanziamenti minimi fra i vari casi di successione dei treni vengono individuati mediante OpenTrack®. Il valore così trovato, arrotondato all'estremo superiore in un intervallo di 30 secondi, è rappresentativo di una condizione di marcia sicura e regolare, senza conflitti fra i treni.

Tale metodo necessita dell'orario attuale e di una dettagliata descrizione della linea in termini di sezioni di blocco al fine di rappresentare i gradini di occupazione, necessari per l'avvicinamento delle tracce dei treni fra loro.

### 6. Caso di studio: la linea “Direttissima” Roma-Firenze

L'infrastruttura oggetto di analisi è la linea ferroviaria ad alta velocità Roma-Firenze denominata *linea Direttissima* e comunemente abbreviata nella denominazione DD. Tale definizione si rende necessaria per distinguerla dalla linea di più antica costruzione e denominata *linea Lenta* (LL) per via del suo tracciato tortuoso che collega le stesse città, frutto dell'unione di diversi tronchi progettati in maniera disorganica.

*On the other hand, there is a potential bottleneck when values exceeding 100% are reached corresponding to a low level of service and to the need to intervene on the service timetable or on the infrastructure. Comparing the capacity consumption of all sections of the line considered, the one with the highest value can be placed as representative of the entire railway line, indicating, in fact, a real bottleneck of the system.*

5) *Evaluation of available capacity, performed only on the entire line segments in a railway network which have a capacity consumption of less than 100%. The available capacity is the potential share of additional train paths that can be inserted along the line in the reference time frame, following the compression operation. It may also be called unused capacity and is seen as the sum of usable capacity and lost capacity.*

*If this addition is possible because the updated capacity consumption is less than 100%, the remaining capacity is called usable capacity.*

*If this addition is not possible, because the updated capacity consumption value is greater than 100%, the remaining capacity is called lost capacity.*

*The capacity consumption that is determined through the UIC 406 procedure defines practical capacity. It is thus possible to illustrate the conditions of a railway network and the respective available capacities, so as to have a complete picture of the degree of utilisation of the system, also ascertaining which are the most critical units. In this way any improvement interventions to allow the circulation of several trains and to ensure a satisfactory quality of the operations can be identified.*

*The time compression procedure is also performed through the support of the OpenTrack® simulation software, described in § 7. The minimum distances between the various train succession cases are identified using OpenTrack®. The value so found, rounded up to the maximum in an interval of 30 seconds, is representative of a safe and regular operation condition, without conflicts between trains.*

*This method requires the current time and a detailed description of the line in terms of block sections in order to represent the blocking time stairway, necessary for the approach of train paths between them.*

### 6. Case study: the Rome-Florence “Direttissima”

*The infrastructure being analysed is the Rome-Florence Direct high speed railway line named Direttissima line and commonly abbreviated in DD. This definition is necessary to distinguish it from the oldest line built and known as the Linea Lenta (Slow line) (LL) because of its winding path that connects the same cities, the result of the union of individual sections designed in a disorganised way.*

*The Milan-Bologna-Rome-Naples backbone axis has always been most of Italian rail traffic. Therefore, from the*

L'asse dorsale Milano - Bologna - Roma - Napoli presenta, da sempre, la maggior parte del traffico ferroviario italiano. Pertanto, dai primi anni '60 si hanno i primi studi finalizzati alla costruzione di un collegamento diretto ad alta velocità tra Roma e Firenze, integrato con la linea esistente attraverso dieci interconnessioni con il tracciato esistente in modo da rendere flessibile l'utilizzo della nuova linea.

Nel 1970 viene posata la prima pietra della "Direttissima" nei pressi del fiume Paglia, all'altezza di Orvieto, da dove sarebbe sorto il viadotto più lungo della linea. Tale evento rende, di fatto, l'Italia il primo paese a livello europeo ad avviare la costruzione di una linea ad alta velocità. La realizzazione della linea, prevista in soli cinque anni, si è dilungata per molto più tempo con il compimento in fasi temporali successive di differenti tronchi di linea, terminato nel 1992 [21].

La linea ferroviaria DD è a doppio binario e connette il capoluogo laziale al capoluogo toscano mediante un tracciato di lunghezza pari a 253,6 km. L'infrastruttura ad alta velocità vera e propria si ha, però, da Settebagni a Firenze Rovezzano con una lunghezza complessiva di 237,5 km contro i 290,5 km della linea LL.

Trattandosi di una linea destinata all'alta velocità, è stata posta particolare cura nella fase di progettazione dell'infrastruttura e degli impianti per consentire una velocità di percorrenza pari a 250 km/h.

Le interconnessioni attualmente presenti vengono riportate nella Fig. 5

Il sistema di distanziamento è basato sul blocco elettrico automatico a correnti codificate (BACC) con la "Ripetizione dei Segnali Continua" (RSC) in cabina mediante una codifica a 9 codici e "Sistema di Controllo Marcia Treno" (SCMT).

L'alimentazione elettrica, infine, è costituita da una tensione nominale di 3 kV in corrente continua al fine di rendere compatibile e semplice l'utilizzo della linea rispetto al resto della rete italiana alimentata con il medesimo siste-

early 60's we have the first studies for the construction of a high speed "Direttissima" connection between Rome and Florence, integrated with the existing line through ten interconnections with the existing layout in order to make the use of the new line flexible.

In 1970 the foundation stone of the "Direttissima" was laid near the Paglia River, near Orvieto, where the longest viaduct on the line would rise. This event actually makes Italy the first European country to start the construction of a high speed line. The construction of the line, planned in just five years, lasted much longer with the fulfilment in later phases of different line sections, completed in 1992 [21].

The DD railway line has a double track and connects the chief town of Lazio to that of Tuscany by means of a 253.6 km long layout. The actual high speed infrastructure is, however, from Settebagni to Firenze Rovezzano with an overall length of 237.5 km against 290.5 km of LL line.

Since this is a line designed for high speed, great care was taken in designing the infrastructure and systems to allow a speed of 250 km/h.

Interconnections currently present are shown in Fig. 5.

The distancing system is based on coded current automatic block with (BACC) with "Continuous Signal Repetition" (RSC) in the cabin using a 9 codes encoding and "Train Control and Monitoring System" (TCMS).

Finally, the power supply consists of a nominal voltage of 3 kV direct current in order to make the use of the line compatible and simple compared to the rest of the Italian network powered by the same electrification system thus allowing relay and movement of pre-existing motor vehicle.

It can be seen how the line represented the first step towards setting new standards for high speed lines, which differ of course in the construction policy for conventional lines with a maximum speed of 180 km/h.

Table 3 summarises the general characteristics of the "Direttissima" line, described above.

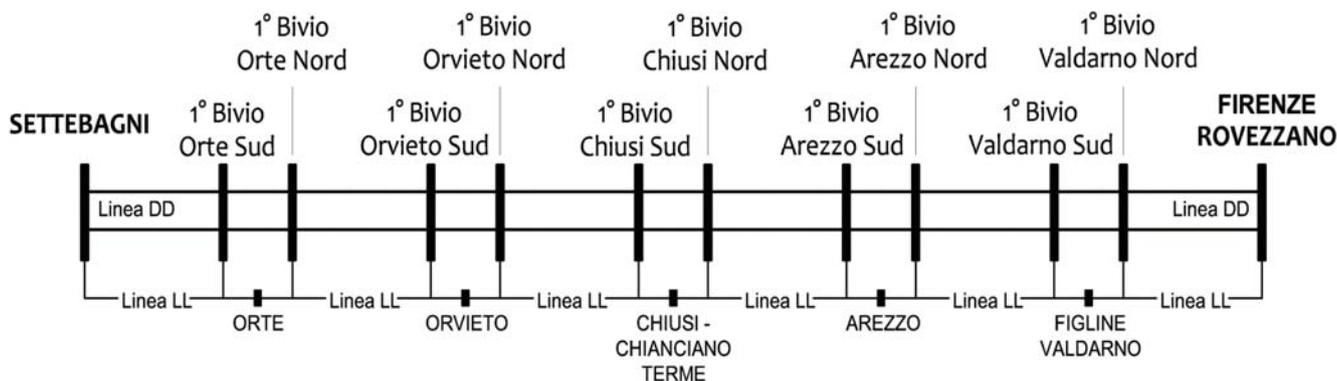


Fig. 5 - Le interconnessioni della linea DD con la linea LL.

Fig. 5 - DD line interconnections with the LL line.

ma di elettrificazione permettendo, in tal modo, l'inoltro e la circolazione dei mezzi di trazione preesistenti.

Si può evincere come tale linea abbia rappresentato il primo passo verso la definizione di nuovi standard per le linee ad alta velocità, che differiscono naturalmente dai criteri di costruzione per le linee convenzionali aventi una velocità massima di 180 km/h.

Nella Tabella 3 si riepilogano le caratteristiche generali della linea "Direttissima", descritte in precedenza.

Nella Fig. 6 viene illustrata la posizione geografica della "Direttissima" nella rete ad alta velocità italiana presente attualmente, mostrando la sua funzione strategica di collegamento per il Paese.

L'analisi dell'orario attuale permette di rilevare il numero e la tipologia dei treni che circolano sulla linea oggetto di studio. Particolare attenzione deve essere posta alla scelta del giorno da prendere come riferimento. Tale giornata deve essere rappresentativa di condizioni di circolazione che si ripetono con una certa frequenza per l'intera durata dell'orario di servizio. Si deve trattare, quindi, di un giorno feriale che non ricada, però, all'interno di periodi festivi come le feste natalizie o pasquali o all'interno di periodi di esodo come quelli estivi.

Sulla linea DD circolano treni che svolgono tre principali tipologie di servizi:

- alta velocità (nomi commerciali "Frecciarossa" (FR), "Frecciargento" (FA), ".italo" (ITA));
- intercity (denominato IC);
- regionale (denominato "Regionale Veloce" (RV)).

Con l'eccezione di pochissimi casi particolari, si possono stabilire tre sezioni di linea fondamentali per entrambe le direzioni della linea, nelle quali si hanno caratteristiche omogenee di circolazione dei treni, in termini di categorie e di utilizzo della linea DD, come si può evincere anche dalle Tabelle 4 e 5 riguardante il numero di treni circolati in una giornata:

- Settebagni - 1° Bivio Orte Sud e viceversa;
- 1° Bivio Orte Sud - 1° Bivio Valdarno Nord e viceversa;
- 1° Bivio Valdarno Nord-Firenze Rovezzano e viceversa.

Tali sezioni di linea saranno prese come riferimento per l'applicazione delle metodologie analitiche e la procedura analitico-ottimizzazione, discusse nel seguito.

Gli intervalli minimi da programmare tra due successivi utilizzi di un tratto di binario da parte di due convo-

Tabella 3 – Table 3

Caratteristiche generali della linea "Direttissima" Roma – Firenze  
General characteristics of the Rome-Florence "Direttissima" line

Lunghezza del tracciato <i>Length of the layout</i>	237,5 km
Velocità massima di progetto <i>Maximum design speed</i>	250 km/h (300 km/h da Firenze Rovezzano a Chiusi Sud) 250 km/h (300 km/h from Florence Rovezzano to Chiusi Sud)
Velocità massima di esercizio <i>Maximum operating speed</i>	250 km/h
Pendenza massima <i>Maximum slope</i>	8‰ (7,5 ‰ in galleria) 8‰ (7.5% in gallery)
Interbinario <i>Space between tracks</i>	4 m (4,3 m da Firenze Rovezzano a Chiusi Sud) 4 m (4.3 m from Florence Rovezzano to Chiusi Sud)
Raggio di curvatura minimo <i>Minimum radius of curvature</i>	3.000 m (3.900 m da Firenze Rovezzano a Chiusi Sud) 3.000 m (3.900 m from Florence Rovezzano to Chiusi Sud)
Alimentazione <i>Power supply</i>	3 kV corrente continua 3 kV direct current
Sistema di segnalamento <i>Signalling system</i>	BAcc con RSC a 9 codici BAcc with 9 codes RSC
Tempo di percorrenza attuale <i>Current travel time</i>	1h 30' (da Roma Termini a Firenze S.M.N.) 1:30' (from Rome Termini to Florence S.M.N.)



(Fonte - Source: RFI - www.rfi.it)

Fig. 6 - La linea "Direttissima" nella rete ad alta velocità italiana.

Fig. 6 - The "Direttissima" line in the Italian high speed network.

Tabella 4 – Table 4

Numero e categorie di treni circolati in 24 h (orientamento pari)  
 Number and classes of trains circulated in 24 h (up direction)

Settebagni - Firenze Rovezzano (orientamento pari) Settebagni-Florence Rovezzano (up direction)			
Tratta Route	Numero di treni giornaliero Number of daily trains		
	Treni AV HS Trains	Treni IC IC Trains	Treni RV RV Trains
Settebagni - 1° Bivio Orte Sud Settebagni - 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction	108	12	26
1° Bivio Orte Sud - 1° Bivio Valdarno Nord 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction - 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction	108	0	0
1° Bivio Valdarno Nord - Firenze Rovezzano 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction - Florence Rovezzano	108	7	19

gli sono denominati specifiche tecniche d'orario. È una metodologia utilizzata in Italia da RFI per la stesura dell'orario. Si tratta di elementi fondamentali per l'individuazione della capacità infrastrutturale [22].

La specifica di distanziamento  $S$  dipende dal tempo di occupazione della sezione di blocco, chiamato anche tempo di bloccamento  $t_b$  (blocking time, descritto in precedenza) nel quale la sezione è impegnata esclusivamente da un solo treno, e dal margine di regolarità  $m$ :

$$S = t_b + m$$

In definitiva, si possono ricavare per ogni categoria di treno i tempi di bloccamento in minuti, riportati nelle Tabelle 6 e 7 con riferimento ad ogni sezione di blocco costituente la linea DD, rispettivamente per l'orientamento pari e dispari. Per i treni IC e RV sono stati de-

Fig. 6 shows the geographical location of the "Direttissima" in the current Italian high speed network, showing its strategic connection role for the country.

The analysis of the current timetable allows tracking the number and types of trains running on the line being studied. Particular attention must be paid to the choice of the day to be taken as a reference. This day must be representative of traffic conditions that are repeated frequently throughout the duration of the service timetable. This must therefore be a working day that does not fall, however, in holiday periods such as Christmas or Easter or within the summer exodus.

On the DD line there are trains circulating that carry out three main types of services:

- high speed (commercial names "Frecciarossa" (FR) "Frecciargento" (FA), ".italo" (ITA));
- intercity (called IC);
- regional (called "Regionale Veloce" (RV)).

With the exception of a few special cases, three fundamental line sections can be established for both directions of the line, where we have homogeneous characteristics of train circulation in terms of categories and use of the DD line, as can be seen from Tables 4 and 5 regarding the number of trains that have circulated on a day:

- Settebagni - 1<sup>st</sup> Orte Sud Junction and viceversa;
- 1<sup>st</sup> Orte Sud Junction - 1<sup>st</sup> Valdarno Nord Junction and viceversa;
- 1<sup>st</sup> Valdarno North Junction - Florence Rovezzano and vice versa.

Tabella 5 – Table 5

Numero e categorie di treni circolati in 24 h (orientamento dispari)  
 Number and classes of trains circulated in 24 h (down direction)

Firenze Rovezzano - Settebagni (orientamento dispari) Florence Rovezzano - Settebagni (down direction)			
Tratta Route	Numero di treni giornaliero Number of daily trains		
	Treni AV HS Trains	Treni IC IC Trains	Treni RV RV Trains
Firenze Rovezzano - 1° Bivio Valdarno Nord Florence Rovezzano-1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction	107	9	17
1° Bivio Valdarno Nord - 1° Bivio Orte Sud 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction - 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction	107	0	0
1° Bivio Orte Sud - Settebagni 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction - Settebagni	107	12	25

These sections of the line will be taken as reference for the application of analytical methods and the analytical-optimisation procedure, discussed below.

Minimum intervals to be programmed between two subsequent uses of a track section by two trains are called timetable technical specifications. It is a methodology used in Italy by RFI for drawing up the timetable. It is fundamental to identify the infrastructural capability [22].

Distance  $S$  specification depends on the occupation time of the block section, also called blocking time  $t_b$  (blocking time, described above) in

terminati i tempi solamente per le sezioni presenti da Settebagni a 1° Bivio Orte Sud e da 1° Bivio Valdarno Nord a Firenze Rovezzano, in entrambe le direzioni. Si sottolinea che la prima ed ultima riga non fanno riferimento ad una sezione di blocco vera e propria, ma fittizia e necessaria per la partenza e l'arrivo del treno nel software di simulazione OpenTrack®.

which the section is engaged solely by a single train, and regularity margin  $m$ :

$$S = t_b + m$$

Ultimately, blocking times in minutes may be determined for each train type, shown in Tables 6 and 7 with reference to each block section of the DD line and up and down line, respectively. Times were determined for IC and

Tabella 6 – Table 6

 Tempi di occupazione delle sezioni di blocco (orientamento pari)  
 Occupation times of block sections (up direction)

Settebagni - Firenze Rovezzano (orientamento pari) - Settebagni - Florence Rovezzano (up direction)							
Sezione di Blocco Block section		Progressiva chilometrica origine Origin progressive distance	Lunghezza Length [km]	Treno AV (rango P) HS Train (rank P)	Treno AV (rango C) HS Train (rank C)	Treno IC (rango C) IC Train (rank C)	Treno RV (rango B) RV Train (rank B)
da - from	a - to			Blocking time [min]	Blocking time [min]	Blocking time [min]	Blocking time [min]
Settebagni	P422	16,227	/	/	/	/	/
P422	P424	20,477	4,623	2,99	3,15	2,86	2,80
P424	Capena (426)	25,100	6,024	3,15	3,15	3,22	3,41
Capena (426)	P428	31,124	5,795	3,29	3,29	3,55	3,85
P428	P430	36,919	6,760	3,41	3,41	3,77	4,12
P430	P432	43,679	6,037	3,46	3,46	3,84	4,21
P432	P434	49,716	6,081	3,30	3,30	3,64	3,96
P434	PC Gallese (436)	55,797	4,513	2,94	2,94	3,18	3,39
PC Gallese (436)	1° Bivio Orte Sud (438)	60,310	4,154	2,47	2,47	3,28	2,95
1° Bivio Orte Sud (438)	P440	64,464	5,015	2,59	2,59		
P440	1° Bivio Orte Nord (442)	69,479	4,383	2,65	2,65		
1° Bivio Orte Nord (442)	P444	73,862	3,216	2,22	2,22		
P444	P446	77,078	4,396	2,22	2,22		
P446	P448	81,474	6,416	2,99	2,99		
P448	PC Civitella d'Agliano (450)	87,890	4,814	3,09	3,09		
PC Civitella d'Agliano (450)	P452	92,704	7,152	3,27	3,27		
P452	1° Bivio Orvieto Sud (454)	99,856	4,248	3,13	3,13		
1° Bivio Orvieto Sud (454)	P456	104,104	3,865	2,34	2,34		
P456	1° Bivio Orvieto Nord (458)	107,969	6,419	2,86	2,86		
1° Bivio Orvieto Nord (458)	PC Allerona (460)	114,388	6,205	3,42	3,42		
PC Allerona (460)	P462	120,593	7,513	3,69	3,69		
P462	1° Bivio Chiusi Sud (464)	128,106	6,184	3,68	3,68		
1° Bivio Chiusi Sud (464)	P466	134,290	3,315	2,67	2,67		
P466	P468	137,605	5,728	2,56	2,56		
P468	P470	143,333	6,018	3,21	3,21		
P470	1° Bivio Chiusi Nord (472)	149,351	4,529	2,92	2,92		
1° Bivio Chiusi Nord (472)	PC Montallese (474)	153,880	1,867	1,93	1,93		
PC Montallese (474)	P476	155,747	5,522	2,17	2,17		
P476	P478	161,269	4,509	2,80	2,80		
P478	P480	165,778	2,992	2,19	2,19		
P480	P482	168,770	5,379	2,40	2,40		

(segue... - follows...)

(...)

P482	P484	174,149	4,296	2,72	2,72		
P484	PC Rigutino (486)	178,445	4,286	2,45	2,45		
PC Rigutino (486)	1° Bivio Arezzo Sud (488)	182,731	6,064	2,88	2,88		
1° Bivio Arezzo Sud (488)	P490	188,795	4,728	2,98	2,98		
P490	P492	193,523	2,732	2,18	2,18		
P492	1° Bivio Arezzo Nord (494)	196,255	2,758	1,71	1,71		
1° Bivio Arezzo Nord (494)	P496	199,013	6,759	2,68	2,68		
P496	PC Ascione (498)	205,772	5,935	3,44	3,44		
PC Ascione (498)	1° Bivio Valdarno S. (500)	211,707	2,828	2,50	2,50		
1° Bivio Valdarno S. (500)	P502	214,535	6,523	2,64	2,64		
P502	PC Renacci (504)	221,058	5,690	3,32	3,32		
PC Renacci (504)	1° Bivio Valdarno N. (506)	226,748	7,676	3,60	3,60		
1° Bivio Valdarno N. (506)	PC S. Donato (508)	234,424	5,569	3,57	3,57	3,98	2,94
PC S. Donato (508)	P510	239,993	7,273	3,48	3,48	3,86	4,44
P510	512	247,266	4,436	3,57	3,67	3,78	3,99
512	Prot. PM Rovezzano	251,702	1,350	2,44	2,63	2,23	1,87
Prot. PM Rovezzano	Firenze Rovezzano	253,052	/	/	/	/	/

Tabella 7 – Table 7

Tempi di occupazione delle sezioni di blocco (orientamento disparti)  
Occupation times of block sections (down direction)

Firenze Rovezzano - Settebagni (orientamento disparti) - Florence Rovezzano - Settebagni (down direction)							
Sezione di Blocco Block section		Progressiva chilometrica origine Origin progressive distance	Lunghezza Length [km]	Treno AV (rango P) HS Train (rank P)	Treno AV (rango C) HS Train (rank C)	Treno IC (rango C) IC Train (rank C)	Treno RV (rango B) RV Train (rank B)
da - from	a - to			Blocking time [min]	Blocking time [min]	Blocking time [min]	Blocking time [min]
Firenze Rovezzano	PM Rovezzano (509)	254,083	/	/	/	/	/
PM Rovezzano (509)	P507	252,903	5,597	3,15	3,35	3,35	3,32
P507	PC S. Donato (505)	247,306	6,223	4,39	4,57	4,17	3,97
PC S. Donato (505)	1° Bivio Valdarno Nord (503)	241,083	6,115	3,64	3,69	3,78	4,33
1° Bivio Valdarno Nord (503)	PC Renacci (501)	234,968	6,510	3,45	3,45		
PC Renacci (501)	P499	228,458	7,355	3,72	3,72		
P499	1° Bivio Valdarno Sud (497)	221,103	5,878	3,57	3,57		
1° Bivio Valdarno Sud (497)	PC Ascione	215,225	1,998	2,28	2,28		
PC Ascione	P493	213,227	7,411	2,65	2,65		
P493	1° Bivio Arezzo Nord (491)	205,816	5,810	3,57	3,57		
1° Bivio Arezzo Nord (491)	P489	200,006	2,327	2,35	2,35		
P489	P487	197,679	4,112	1,94	1,94		
P487	1° Bivio Arezzo Sud (485)	193,567	4,131	2,37	2,37		
1° Bivio Arezzo Sud (485)	PC Rigutino (483)	189,436	4,968	2,58	2,58		
PC Rigutino (483)	P481	184,468	5,979	3,02	3,02		
P481	P479	178,489	4,296	2,86	2,86		
P479	P477	174,193	4,577	2,52	2,52		
P477	P475	169,616	2,838	2,17	2,17		
P475	P473	166,778	5,465	2,39	2,39		

(segue... - follows...)

(...)

P473	PC Montallese (471)	161,313	4,144	2,70	2,70		
PC Montallese (471)	1° Bivio Chiusi Nord (469)	157,169	2,751	2,05	2,05		
1° Bivio Chiusi Nord (469)	P467	154,418	5,023	2,26	2,26		
P467	P465	149,395	6,020	3,04	3,04		
P465	P463	143,375	4,309	2,87	2,87		
P463	1° Bivio Chiusi Sud (461)	139,066	4,238	2,44	2,44		
1° Bivio Chiusi Sud (461)	P459	134,828	6,678	3,01	3,01		
P459	PC Allerona (457)	128,150	6,102	3,46	3,46		
PC Allerona (457)	1° Bivio Orvieto Nord (455)	122,048	6,991	3,54	3,54		
1° Bivio Orvieto Nord (455)	P453	115,057	5,488	3,39	3,39		
P453	1° Bivio Orvieto Sud (451)	109,569	4,907	2,89	2,89		
1° Bivio Orvieto Sud (451)	P449	104,662	4,762	2,71	2,71		
P449	PC Civitella d'Agliano (447)	99,900	5,713	2,91	2,91		
PC Civitella d'Agliano (447)	P445	94,187	6,253	3,27	3,27		
P445	P443	87,934	6,382	3,43	3,43		
P443	P441	81,552	4,434	2,99	2,99		
P441	1° Bivio Orte Nord (439)	193,523	2,710	2,11	2,11		
1° Bivio Orte Nord (439)	P437	196,255	4,889	2,22	2,22		
P437	1° Bivio Orte Sud (435)	199,013	4,419	2,63	2,63		
1° Bivio Orte Sud (435)	PC Gallese (433)	205,772	3,397	2,27	2,27	1,64	1,97
PC Gallese (433)	P431	211,707	5,862	2,62	2,62	2,90	2,94
P431	P429	214,535	6,081	3,26	3,26	3,59	3,89
P429	P427	221,058	6,037	3,30	3,30	3,64	3,96
P427	P425	226,748	6,760	3,46	3,46	3,84	4,21
P425	PC Capena (423)	234,424	4,388	3,07	3,07	3,35	3,60
PC Capena (423)	P421	239,993	7,431	3,23	3,23	3,55	3,85
P421	P419	247,266	4,627	3,29	3,29	3,62	3,94
P419	Prot. Settebagni	251,702	4,049	2,48	2,48	2,61	2,67
Prot. Settebagni	Settebagni	253,052	/	/	/	/	/

## 7. La simulazione della circolazione ferroviaria con il software OpenTrack©

Il software di simulazione ferroviaria OpenTrack©, in dotazione al Laboratorio di Trasporti dell'Università degli Studi Roma Tre, viene sviluppato alla fine degli anni novanta come progetto di ricerca all'interno dello *Swiss Federal Institute of Technology* di Zurigo [23]. È, quindi, concepito come uno strumento di supporto alla pianificazione ferroviaria per individuare soluzioni alle problematiche di circolazione ferroviaria attraverso la sua simulazione.

Si tratta di un software di simulazione sincrona che offre una rappresentazione dettagliata del traffico di treni sull'infrastruttura mediante l'interazione di essi istante per istante di tempo. Si indica, quindi, una simulazione che aggiorna nello stesso istante di tempo tutte le componenti del sistema e le riproduce nello stesso ordine con il quale sono presenti nella realtà.

*RV trains only for the sections from Settebagni to 1st Orte Sud Junction and from 1<sup>st</sup> Valdarno Nord Junction to Florence Rovezzano, in both directions. It should be noted that the first and last line do not refer to a real block section but fictitious and necessary for the departure and the arrival of the train in the OpenTrack © simulation software.*

### 7. Simulation of rail traffic with OpenTrack© software

*The OpenTrack© Train simulation software, supplied to the Transport Laboratory of the Roma Tre University, was developed in the late '90s as a research project within the Swiss Federal Institute of Technology in Zurich [23]. It is, therefore, conceived as a support tool to railway planning to identify solutions to the problems of rail traffic through its simulation.*

*This is a synchronous simulation software that provides a detailed representation of circulation of trains on*

L'architettura logica si compone di tre moduli di *Input* (infrastruttura, materiale rotabile e orario) che interagendo fra loro mediante la *Simulazione* restituiscono differenti moduli di *Output*, tra i quali l'orario grafico, i diagrammi per l'analisi cinematica, i diagrammi di occupazione dei binari, le statistiche relative ai ritardi e un'ampia varietà di dati sotto forma di tabulati per effettuare analisi a seconda della problematica che si vuole approfondire. Il cuore centrale del software è dato dalla simulazione mista discreta/continua dei treni attraverso la risoluzione numerica continua dell'equazione differenziale del moto per tutti i convogli e i processi discreti relativi allo stato dei segnali. La Fig. 7 descrive l'intero processo di funzionamento del software.

**8. L'infrastruttura**

Il primo passo per la costruzione del modello del sistema ferroviario prevede la definizione del layout della rete sotto forma di sezioni di blocco, deviatoti, segnali e stazioni. Per la ricostruzione dell'infrastruttura in analisi ci si basa sulla consultazione dei "Fascicoli Circolazione Linee" redatti da RFI nei quali sono specificate alcune delle informazioni necessarie al macchinista per la condotta del treno lungo una particolare linea. Il Fascicolo Linea afferente al compartimento di Roma è il n. 114 [24], mentre quello relativo al compartimento di Firenze è il n. 92 [25].

Sulla linea DD le sezioni di blocco sono non concatenate [24], [25], ovvero il segnale di prima categoria può assumere soltanto due aspetti, rosso o verde, mentre il segnale di avviso può assumere soltanto gli aspetti giallo o verde. Si tratta, quindi, di segnali di avviso isolati e tale configurazione viene riprodotta in OpenTrack®.

*the infrastructure through their interaction moment by moment of time. A simulation is therefore indicated that updates all system components at the same moment in time and reproduces them in the same order in which they actually exist.*

*The logical architecture consists of three Input modules (infrastructure, rolling stock and schedule) that interacting between each other through Simulation return different Output modules, among which the time graph, diagrams for motion analysis, track occupation diagrams, statistics on delays and a wide variety of data in the form of printouts for more analyses depending on the problem that one wishes to investigate further. The core of the software is given by the mixed discrete/continuous simulation of trains through the continuous numerical solution of the differential equation of motion for all trains and the discrete processes relating to the status of the signals. Fig. 7 describes the entire process of software operation.*

**8. Infrastructure**

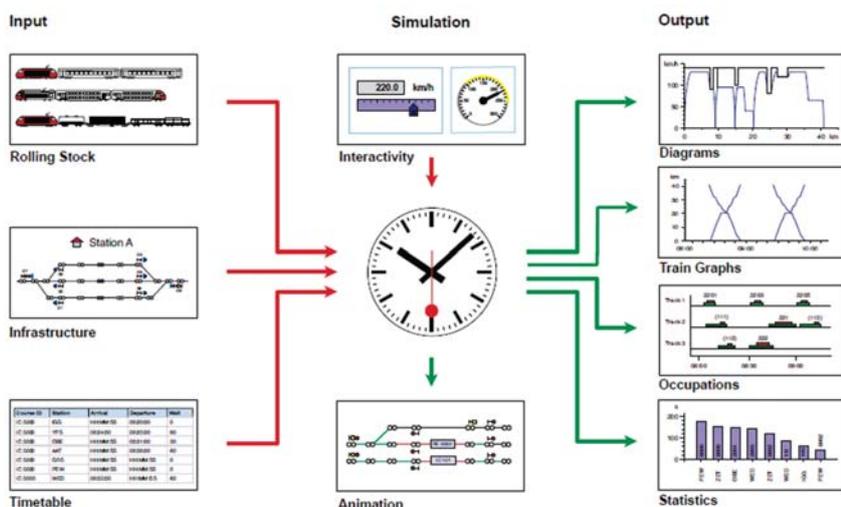
*The first step in the construction of the model of the rail system provides for the laying out of the network in the form of block sections, switches, signals and stations. The reconstruction of the infrastructure under study is based on the consultation of the "Lines Circulation Dossiers" prepared by RFI that specify some of the necessary information to the driver for the conduct of the train along a particular line. The Line Dossier regarding the compartment of Rome is n. 114 [24], while that relating to the compartment of Florence is n. 92 [25].*

*On the DD line block sections are not linked [24], [25] or rather the main signal can take on only two aspects, red or green, while the warning signal may take on only the yellow or green aspects. It therefore concerns isolated warning signals and this configuration is reproduced in OpenTrack®.*

*Finally, in the case study there are only two stations for passenger services: Settebagni and Florence Rovezzano. Trains running on the high speed line do not stop in these. Other passenger stations represented in the model cover "Intercity" and "Fast Regional" services circulating partially on the DD line. These stations are Orte and Figline Valdarno that receive most of the trips reproduced in the model.*

**9. Rolling stock**

*Once the infrastructure is rebuilt the second module in the OpenTrack® software is implemented: the rolling stock.*



(Fonte - Source: HUERLIMANN, NASH, 2003 [23])

Fig. 7 - L'architettura logica di OpenTrack®: Input-Simulazione-Output.  
 Fig. 7 - Logical architecture of OpenTrack®: Input-Simulation-Output.

Infine, nel caso di studio si hanno soltanto due stazioni adibite a servizio passeggeri: Settebagni e Firenze Roverzano. In esse, però, non vi effettuano fermata i treni che circolano sulla linea ad alta velocità. Altre stazioni passeggeri rappresentate nel modello riguardano i servizi “Intercity” e “Regionale Veloce” che circolano parzialmente sulla linea DD. Esse sono le stazioni di Orte e Figline Valdarno che accolgono la maggior parte delle corse riprodotte nel modello.

## 9. Il materiale rotabile

Una volta ricostruita l'infrastruttura si procede all'implementazione del secondo modulo nel software OpenTrack©: il materiale rotabile.

I treni sono considerati come composti dall'unione di locomotive, denominate *engines*, e carrozze, denominate *trailers*. Per ogni locomotiva deve essere inserita manualmente la caratteristica meccanica di trazione, disegnando su un grafico i punti più importanti della relazione che lega la forza di trazione massima alle ruote con la velocità.

L'implementazione delle caratteristiche dei materiali rotabili è fondamentale al fine di permettere al software OpenTrack© di ricostruire i diagrammi di marcia e simulare nella maniera più fedele possibile la circolazione dei treni durante la simulazione in presenza sia di condizioni di regolarità sia in condizioni perturbate.

I convogli che circolano sulla “Direttissima” sono numerosi andando a rappresentare un'offerta di trasporto molto ampia e variegata che mette in relazione diverse località del Paese utilizzando, tutto o in parte, questo arco in comune quale è l'infrastruttura ad alta velocità.

Vengono elencati, qui di seguito, i mezzi di trazione riprodotti nella simulazione ferroviaria:

- treni AV (ETR 500, ETR 1000, ETR 600, ETR 485, ETR 575);
- treni IC (E.402B + 7 carrozze);
- treni RV (E.464 + differenti composizioni delle carrozze).

## 10. L'orario di servizio

Il terzo ed ultimo modulo di ingresso, necessario per lo svolgimento di una corretta simulazione, riguarda la definizione del database dell'orario di servizio.

La linea DD, in quanto infrastruttura ferroviaria, è subordinata alle attività di gestione e manutenzione da parte di RFI. L'infrastruttura è interessata dalla circolazione di treni appartenenti a due operatori ferroviari, Trenitalia e NTV. Nel prospetto di servizio degli arrivi e delle partenze dei treni, stilato da RFI per ogni stazione e comunemente chiamato M53, è possibile trovare dati riguardanti il numero del treno, la sua classificazione, la stazio-

*Trains are considered to be composed of the union of locomotives, called engines, and carriages, called trailers. The mechanical traction characteristic must be manually inserted for each locomotive, by drawing the most important points on the graph of the relation binding the maximum traction force to the wheels with the speed.*

*The implementation of the characteristics of the rolling stock is essential in order to allow the OpenTrack© software to reconstruct the circulation diagrams and simulate as closely as possible the movement of trains during the simulation in the presence of both regularity conditions and disturbed conditions.*

*Trains circulating on the “Direttissima” are numerous representing a very broad and varied transport offer that connects several locations of the country using, wholly or partly, this common bow that is the high speed infrastructure.*

*Below is a list of traction means reproduced in the railway simulation:*

- HS trains (ETR 500, ETR 1000, ETR600, ETR 485, ETR 575);
- IC trains (E.402B + 7 carriages);
- RV trains (E.464 + different compositions of the carriages).

## 10. Service timetable

*The third and final entry module, which is necessary for conducting a successful simulation, concerns the definition of the database of the service timetable.*

*The DD line, as rail infrastructure, is subject to management and maintenance operations by RFI. The circulation of trains belonging to two rail operators, Trenitalia and NTV, affects the infrastructure. On the train arrivals and departures prospect, drafted by RFI for each station and commonly called M53, data concerning the train number, its classification, origin and destination station, arrival and departure time in the case of a train which is scheduled to stop at that given station, the programmed track and other information relating to the frequency of that train can be found.*

*Once the necessary information is gathered, the timetable can be created, called Timetable in OpenTrack©. It is based on the creation of a database that lists all the trips that one wants to simulate.*

*The following parameters must be defined for each trip:*

- name, assigned as a category classification (FR, FA, ITA, IC, RV) followed by its number;
- itinerary or the set of routes in case there is a scale of priorities of the routes;
- rolling stock, which must be chosen among the trains previously entered;
- rank of speed;

ne di origine e di destinazione, l'orario di arrivo e di partenza nel caso di un treno del quale è prevista la fermata in quella data stazione, il binario programmato ed altre annotazioni concernenti la periodicità di quel treno.

Una volta raccolte le informazioni necessarie, si può procedere alla creazione dell'orario, denominato *Timetable* in OpenTrack®. Esso si basa sulla creazione di un database nel quale sono elencate tutte le corse che si desidera simulare.

Per ogni corsa si devono definire i seguenti parametri:

- il nome, assegnato come classificazione di categoria (FR, FA, ITA, IC, RV) seguita dal suo numero;
- l'itinerario o l'insieme di itinerari nel caso ci sia una scala di priorità degli itinerari;
- il materiale rotabile, che va scelto tra i treni inseriti in precedenza;
- il rango di velocità;
- il valore percentuale di *performance*, se il treno viaggia in orario;
- il valore percentuale di *performance*, se il treno viaggia in ritardo;
- la velocità di ingresso, se la corsa non parte da ferma. Si tratta di una funzione che viene adottata per le partenze da Settebagni e Firenze Rovezzano, dove si hanno i passaggi dei treni a differenti velocità a seconda dei ranghi ai quali sono impostati.

Il parametro di performance indica la percentuale della velocità massima ammessa su un generico tratto di linea, a seconda del rango assegnato alla singola corsa. Si può definire, così, un valore di velocità da rispettare nel caso il treno viaggi in orario o in ritardo.

Con riferimento al parametro di performance se il treno viaggia in orario, esso viene valutato con attenzione per i treni AV sulla base dell'analisi dei tempi di percorrenza deducibili dai rapporti sul movimento dei treni (moduli M42 di RFI) degli impianti di Settebagni e di Firenze Rovezzano.

Viene, infatti, individuata una distribuzione dei tempi di percorrenza per ogni direzione (pari e dispari). Il valor medio di tale distribuzione identifica il tempo da prendere come riferimento. Attraverso il software OpenTrack® vengono eseguite diverse corse prova corrispondenti a differenti valori di performance, al fine di individuare il più idoneo parametro. Ne conseguono i seguenti risultati:

- valore di performance del 91% per i treni AV percorrenti la direzione pari della linea DD, da Settebagni a Firenze Rovezzano;
- valore di performance del 97% per i treni AV percorrenti la direzione dispari della linea DD, da Firenze Rovezzano a Settebagni.

Mentre, per i treni IC e RV, data la loro velocità più bassa rispetto ai treni AV e per non penalizzare eccessiva-

- *percentage of performance, if the train travels on time;*
- *percentage of performance, if the train travels with delay;*
- *entry speed, if the trip does not start when stationary. This is a function that is adopted for departures from Settebagni and Florence Rovezzano, where trains transit at different speeds depending on their rank setting.*

*The performance parameter indicates the percentage of the maximum speed allowed on a generic stretch of line, depending on the rank assigned to the single trip. A speed value to be respected if the train travels on time or late can thus be defined.*

*With reference to the performance parameter if the train travels on time, it is evaluated carefully for HS trains based on the analysis of travel times inferred from reports on the circulation of trains (RFI M42 modules) of the Settebagni and Florence Rovezzano stations.*

*A travel time distribution is in fact identified for each direction (up and down line). The mean value of this distribution identifies the time to be taken as reference. A number of test runs are performed through the OpenTrack® software corresponding to different values of performance, in order to identify the most suitable parameter. This entails the following results:*

- *91% performance value for HS trains travelling on the up DD line direction, from Settebagni to Florence Rovezzano;*
- *97% performance value for HS trains travelling on the down DD line direction, from Florence Rovezzano to Settebagni.*

*While, for IC and RV trains, given their lower speed compared to HS trains and in order not to penalise train circulation excessively, it is assumed they are travelling at a maximum speed allowed of 200 km/h and 160 km/h, respectively. These trains have a performance parameter equal to 100%, in both directions.*

### **11. Summary and comparison of the results obtained of practical capacity**

*The RFI calculation method, as seen, leads to two individual values of practical capacity, one valid for the whole day and one relating to the rush hour, overall in the two directions of the railway line.*

*A "normal" distancing value on line  $D_n$  is obtained equal to 6 minutes for both directions of the DD line.*

*For the purposes of this study reference is made to the rush hour. We can therefore proceed to determine the theoretical hourly capacity for the DD line consisting of two tracks with unidirectional flows, as provided for in the procedure adopted by RFI:*

$$C_{\text{theoretical hourly}} = 2 \cdot \left(\frac{60}{6}\right) = 20 \text{ trains/h (in the two directions)}$$

mente la circolazione ferroviaria, si ipotizza che viaggino alla massima velocità ammessa di, rispettivamente, 200 km/h e 160 km/h. A tali convogli corrisponde un parametro di performance, in entrambe le direzioni, pari al 100%.

### 11. Riepilogo e confronto dei risultati ottenuti di capacità pratica

Il metodo di calcolo RFI, come si è visto, conduce a due singoli valori di capacità pratica, uno valido per l'intera giornata e uno relativo all'ora di punta, complessivamente nelle due direzioni della linea ferroviaria.

Viene ricavato un valore del distanziamento "normale" in linea  $D_n$  pari a 6 minuti per entrambe le direzioni della linea DD.

Per gli scopi del presente studio si fa riferimento all'ora di punta. Si può proseguire, quindi, a determinare la capacità teorica oraria per la linea DD costituita da due binari aventi flussi unidirezionali, come prevede la procedura adottata da RFI:

$$C_{\text{teorica oraria}} = 2 \cdot \left(\frac{60}{6}\right) = 20 \text{ treni/h (nelle due direzioni)}$$

Assumendo  $K_f$  pari a 1,3 (3 livelli di velocità), si ottengono i seguenti valori di capacità commerciale:

$$C_{\text{commerciale oraria}} = \frac{20}{1,3} \text{ treni/h} = 15,4 \text{ treni/h (nelle due direzioni)}$$

$$C_{\text{commerciale oraria}} = \frac{15,4}{2} \text{ treni/h} = 7,7 \text{ treni/h (in una delle due direzioni)}$$

Nelle Tabelle 8 e 9 vengono riportati, per ogni direzione della linea, i risultati dei valori di potenzialità ottenuti con il metodo UIC 405. Il collo di bottiglia si può individuare nella tratta avente il valore di capacità pratica più basso e può essere assunto come riferimento per l'intera linea.

L'analisi dei moduli M42 di rapporto sul movimento dei treni in alcune giornate dei mesi di aprile e maggio, relativi agli impianti di Settebagni, 1° Bivio Orte Sud, 1° Bivio Valdarno Nord e Firenze Rovezzano, permette di ricavare i dati necessari a stimare il ritardo medio in ingresso e la probabilità del verificarsi di un ritardo in ingresso, elementi necessari per l'applicazione della formula di STRELE.

I dati vengono filtrati per orientamento (pari o dispari) e per categoria (treno AV, treno IC, treno RV). La procedura si articola come segue:

- gli anticipi, aventi un valore numerico negativo, vengono assunti come nulli al fine di non sottostimare l'entità del ritardo medio in ingresso;
- la media dei ritardi viene determinata, per ogni categoria, come

Assuming  $K_f$  equal to 1.3 (3 speed levels), the following commercial capacity values are obtained:

$$C_{\text{commercial hourly}} = \frac{20}{1,3} \text{ trains/h} = 15.4 \text{ trains/h (in the two directions);}$$

$$C_{\text{commercial hourly}} = \frac{15.4}{2} \text{ trains/h} = 7.7 \text{ trains/h (in one of the two directions).}$$

Tables 8 and 9 show the results of carrying capacity values obtained with the UIC 405 method, for each direction of the line. The bottleneck can be identified in the section with the lowest practical capacity value and can be taken as reference for the entire line.

The analysis on the M42 report modules on train movements in some days of April and May, related to Settebagni, 1<sup>st</sup> Orte Sud Junction, 1<sup>st</sup> Valdarno Nord Junction and Florence Rovezzano, allows obtaining the data needed to estimate the average inbound delay and the probability of occurrence of an inbound delay, elements necessary for the application of the STRELE formula.

The data is filtered according to direction (up or down line) and by category (HS train, IC train, RV train). The process is divided as follows:

- advances, with a negative numerical value, are considered as "nulls" in order not to underestimate the amount of the average inbound delay;
- the average delay is determined, for each category, as the ratio between the sum of delays and the number of trains with delay;
- the average inbound delay is calculated by weighing the average delays of individual categories, based on the number of trains delayed in each category;
- the probability of the inbound delay is calculated, for each category, as the ratio between the number of trains with delay and the total number of trains circulating in that category;
- the overall probability of the inbound delay is derived from a weighted average of the individual probabilities based on the number of trains in circulation of each category.

Tabella 8 – Table 8

Risultati ottenuti con il metodo UIC 405 (orientamento pari)  
Results obtained with the UIC 405 method (up direction)

Settebagni - Firenze Rovezzano (orientamento pari) Settebagni - Florence Rovezzano (up direction)	
Tratta Route	Capacità oraria Hourly capacity
Settebagni - 1° Bivio Orte Sud Settebagni - 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction	10,5 treni/h 10.5 trains/h
1° Bivio Orte Sud - 1° Bivio Valdarno Nord 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction - 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction	12,2 treni/h 12.2 trains/h
1° Bivio Valdarno Nord - Firenze Rovezzano 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction - Firenze Rovezzano	10,3 treni/h 10.3 trains/h

- rapporto tra la somma dei ritardi e il numero di treni aventi ritardo;
- il ritardo medio complessivo in ingresso viene calcolato pesando i ritardi medi delle singole categorie, sulla base del numero di treni ritardati di ogni categoria;
  - la probabilità del ritardo in ingresso viene computata, per ogni categoria, come rapporto tra il numero di treni aventi ritardo e il numero di totale di treni circolanti di quella categoria;
  - la probabilità globale del ritardo in ingresso è ricavata da una media ponderata delle singole probabilità sulla base del numero di treni circolanti di ogni categoria.

Nelle Tabelle 10 e 11 vengono riportati, per ogni direzione della linea, i risultati dei valori di potenzialità ottenuti con il metodo basato sulla formula di STRELE. Il collo di bottiglia si può individuare, come al solito, nella tratta avente il valore di capacità pratica più basso e può essere assunto come riferimento per l'intera linea.

Nelle Figg. 8 e 9 si possono confrontare, rispettivamente per l'orientamento pari e dispari della linea, i risultati ottenuti in maniera da evidenziare le differenze nei valori ottenuti di capacità pratica e compararli con il numero di treni in circolazione previsti dall'orario attuale (Tabelle 12 e 13), nelle rispettive fasce temporali analizzate per le due direzioni della linea.

Si può notare come i risultati basati sulla formula di STRELE siano particolarmente restrittivi, in virtù dell'elevato livello di servizio richiesto essendo il ritardo complessivo tollerato pari a 8,4 minuti. Ciò conduce ad un differente tempo cuscinetto  $t_p$  basato sulla somma dei tempi di attesa non programmati; mentre il metodo UIC 405 permette la circolazione di un più elevato numero di treni basandosi sul massimo fattore di utilizzazione ammesso e pari al 75%.

Entrambi i metodi, applicati per ogni tratta nelle quali è suddivisa la linea, mostrano un valore maggiore di capacità nella tratta centrale che va da 1° Bivio Orte Sud a 1° Bivio Valdarno Nord e viceversa, dal momento che in questa sezione di linea si ha una circolazione omotachica di soli treni ad alta velocità.

Tabella 9 – Table 9

Risultati ottenuti con il metodo UIC 405 (orientamento dispari)  
*Results obtained with the UIC 405 method (down direction)*

<b>Firenze Rovezzano - Settebagni (orientamento dispari)</b> <i>Florence Rovezzano - Settebagni (down direction)</i>	
<b>Tratta</b> <i>Route</i>	<b>Capacità oraria</b> <i>Hourly capacity</i>
Firenze Rovezzano - 1° Bivio Valdarno Nord <i>Firenze Rovezzano - 1<sup>st</sup> Valdarno Nord Junction</i>	11,5 treni/h <i>11.5 trains/h</i>
1° Bivio Valdarno Nord - 1° Bivio Orte Sud <i>1<sup>st</sup> Valdarno Nord Junction - 1<sup>st</sup> Orte Sud Junction</i>	12,1 treni/h <i>12.1 trains/h</i>
1° Bivio Orte Sud - Settebagni <i>1<sup>st</sup> Orte Sud Junction - Settebagni</i>	11,4 treni/h <i>11.4 trains/h</i>

*Tables 10 and 11 show the results of carrying capacity values obtained with the method based on the STRELE formula for each direction of the line. The bottleneck can be identified, as usual, in the route with the lowest practical capacity value and can be taken as reference for the entire line.*

*In Figs. 8 and 9 the results obtained can be compared, respectively for the up and down direction of the line, in or-*

Tabella 10 – Table 10

Risultati ottenuti con il metodo basato sulla formula di STRELE  
 (orientamento pari)  
*Results obtained with the method based on the STRELE formula (up direction)*

<b>Settebagni - Firenze Rovezzano (orientamento pari)</b> <i>Settebagni - Florence Rovezzano (up direction)</i>	
<b>Tratta</b> <i>Route</i>	<b>Capacità oraria</b> <i>Hourly capacity</i>
Settebagni - 1° Bivio Orte Sud <i>Settebagni - 1<sup>st</sup> Orte Sud Junction</i>	5,7 treni/h <i>5.7 trains/h</i>
1° Bivio Orte Sud - 1° Bivio Valdarno Nord <i>1<sup>st</sup> Orte Sud Junction - 1<sup>st</sup> Valdarno Nord Junction</i>	6,4 treni/h <i>6.4 trains/h</i>
1° Bivio Valdarno Nord - Firenze Rovezzano <i>1<sup>st</sup> Valdarno North Junction - Florence Rovezzano</i>	4,8 treni/h <i>4.8 trains/h</i>

Tabella 11 – Table 11

Risultati ottenuti con il metodo basato sulla formula di STRELE  
 (orientamento dispari)  
*Results obtained with the method based on the STRELE formula (down direction)*

<b>Firenze Rovezzano - Settebagni (orientamento dispari)</b> <i>Florence Rovezzano - Settebagni (down direction)</i>	
<b>Tratta</b> <i>Route</i>	<b>Capacità oraria</b> <i>Hourly capacity</i>
Firenze Rovezzano - 1° Bivio Valdarno Nord <i>Florence Rovezzano - 1<sup>st</sup> Valdarno Nord</i>	5,3 treni/h <i>5.3 trains/h</i>
1° Bivio Valdarno Nord - 1° Bivio Orte Sud <i>1<sup>st</sup> Valdarno Nord Junction - 1<sup>st</sup> Orte Sud Junction</i>	5,9 treni/h <i>5.9 trains/h</i>
1° Bivio Orte Sud - Settebagni <i>1<sup>st</sup> Orte Sud Junction - Settebagni</i>	5,6 treni/h <i>5.6 trains/h</i>

Infine, il metodo RFI si colloca in posizione intermedia tra i precedenti due metodi e fornisce un valore univoco per l'intera linea ferroviaria.

Si evince che il numero di treni circolanti attualmente sia particolarmente oneroso per realizzare una buona qualità delle operazioni di circolazione. Tuttavia, non si oltrepassano i valori forniti dal metodo UIC 405 che costituisce, di fatto, un limite superiore.

### 12. Riepilogo e confronto dei risultati ottenuti sul tempo di occupazione

Sulla base del numero di treni circolanti attualmente si possono condurre le successive valutazioni sul livello di congestione della linea ferroviaria.

I risultati ottenuti a valle del processo di compattazione dell'orario, come previsto dalla procedura UIC 406, sono riportati nelle Tabelle 14 e 15. Si ottengono due valori percentuali: uno relativo al tempo di occupazione, che considera esclusivamente i tempi di blocco, e l'altro relativo al consumo di capacità allo stato attuale, il quale tiene conto anche dei margini di regolarità, al fine di valutare l'eventuale presenza di capacità disponibile.

Assumendo come riferimento consigliato dall'UIC il valore del 75% per il tempo di occupazione percentuale, si può evincere che la linea nella direzione pari presenta valori leggermente inferiori al 75% per ogni tratta considerata. Per avere un quadro completo del consumo di capacità di una linea ferroviaria e della relativa capacità di

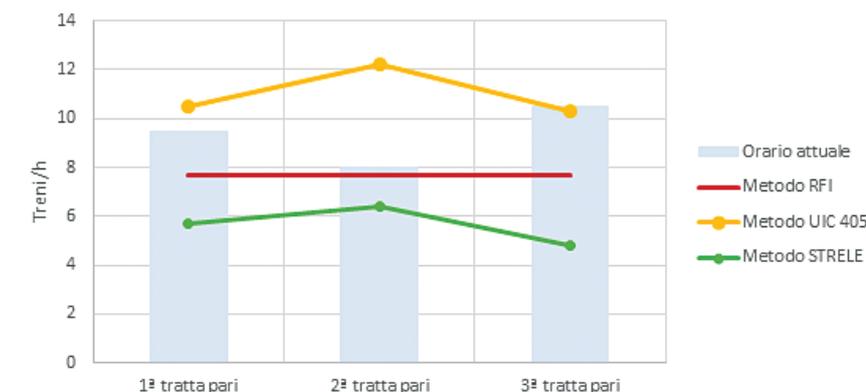


Fig. 8 – Confronto dei risultati di capacità pratica (orientamento pari).  
Fig. 8 – Comparison of the results of practical capacity (up direction).

Tabella 12 – Table 12

Numero di treni previsti dall'orario attuale (orientamento pari)  
Number of trains provided for by current timetable (up direction)

Settebagni - Firenze Rovezzano (orientamento pari) Settebagni - Florence Rovezzano (up direction)	
Tratta Route	Numero di treni programmati Number of scheduled trains
Settebagni - 1° Bivio Orte Sud Settebagni - 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction	9,5 treni/h 9.5 trains/h
1° Bivio Orte Sud - 1° Bivio Valdarno Nord 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction - 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction	8 treni/h 8 trains/h
1° Bivio Valdarno Nord - Firenze Rovezzano 1 <sup>st</sup> Valdarno North Junction - Florence Rovezzano	10,5 treni/h 10.5 trains/h

Tabella 13 – Table 13

Numero di treni previsti dall'orario attuale (orientamento dispari)  
Number of trains provided for by current timetable (down direction)

Firenze Rovezzano - Settebagni (orientamento dispari) Florence Rovezzano - Settebagni (down direction)	
Tratta Route	Numero di treni programmati Number of scheduled trains
Firenze Rovezzano - 1° Bivio Valdarno Nord Florence Rovezzano - 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction	11,5 treni/h 11.5 trains/h
1° Bivio Valdarno Nord - 1° Bivio Orte Sud 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction - 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction	9,5 treni/h 9.5 trains/h
1° Bivio Orte Sud - Settebagni 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction - Settebagni	10,5 treni/h 10.5 trains/h

der to highlight the differences in the values obtained of practical capacity and compare them with the number of trains in circulation provided for by the current timetable (Tables 12 and 13), in their respective time slots analysed for the two directions of the line.

We can see how the results based on the STRELE formula are particularly restrictive, by virtue of the high level of service required since the overall tolerated delay is 8.4 minutes. This leads to a different  $t_p$  time buffer based on the sum of non scheduled waiting times; while the UIC 405 method allows the circulation of a higher number of trains based on the maximum utilisation factor allowed and equal to 75%.

Both methods, applied for each route in which the line is divided, show a greater capacity value in the central section which extends from the 1<sup>st</sup> Orte Sud Junction to the 1<sup>st</sup> Valdarno Nord Junction and vice versa, since this section of the line has a homotachy circulation of only high speed trains.

sponibile, diventa fondamentale esaminare anche l'intera linea e non solo un'area più ristretta, al fine di evitare conclusioni errate sull'eventuale sufficienza della capacità disponibile di una linea.

La compattazione condotta globalmente presenta, invece, il raggiungimento di tale valore limite, dal momento che durante la fase di compressione si tiene conto simultaneamente della presenza di tracce relative a treni lenti nella prima e terza tratta della linea.

Nella direzione dispari, invece, si assiste a risultati più elevati e situati nell'intorno del valore consigliato per la prima e terza tratta considerata. Sull'intera linea si individua un tempo di occupazione percentuale che oltrepassa completamente quello raccomandato.

Quindi, per entrambe le direzioni, applicando il metodo UIC 406 a livello di intera linea, si raggiunge la condizione di capacità pratica.

La simulazione è una metodologia attraverso la quale è possibile riprodurre un fenomeno reale indagando quello che è il suo funzionamento e individuando le possibili strategie di miglioramento [26].

Nel caso ferroviario è possibile rappresentare la circolazione dei treni come prevista dall'orario attuale in maniera tale da determinare i valori percentuali dei tempi di occupazione delle singole sezioni di blocco che tengano conto delle differenti variabili che possono interagire con il sistema ferroviario.

Attraverso il software OpenTrack© si indaga il tempo di occupazione percentuale complessivo in ogni sezione di blocco presente sulla linea. Il software, a valle del processo di simulazione, restituisce in un file di testo i valori richiesti e calcolati sulla base dei tempi di occupazione derivanti dalla simulazione della successione di treni nella fascia temporale considerata.

Nelle Tabelle 16 e 17 si riportano i valori percentuali più alti dei tempi di occupazione per ogni tratta di linea considerata.

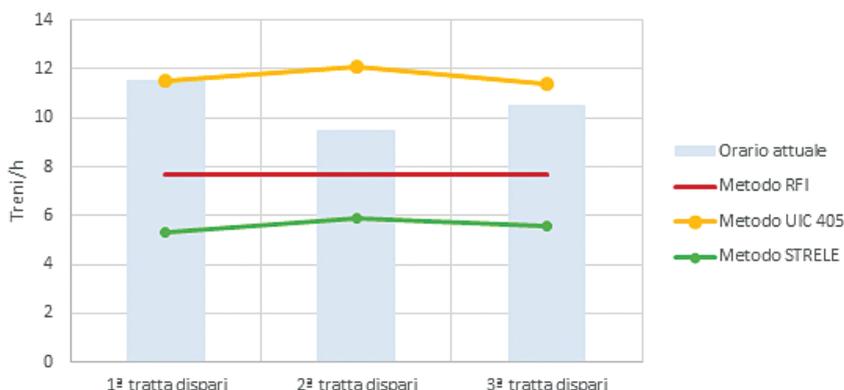


Fig. 9 – Confronto dei risultati di capacità pratica (orientamento dispari).  
Fig. 9 – Comparison of the results of practical capacity (down direction).

Tabella 14 – Table 14

Risultati ottenuti con il metodo UIC 406 (orientamento pari)  
Results obtained with the UIC 406 method (up direction)

Settebagni - Firenze Rovezzano (orientamento pari) Settebagni-Florence Rovezzano (up direction)		
Tratta Route	Tempo di occupazione Occupation time	Consumo di capacità Capacity consumption
Settebagni - 1° Bivio Orte Sud Settebagni - 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction	70%	93,1%
1° Bivio Orte Sud - 1° Bivio Valdarno Nord 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction - 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction	54%	71%
1° Bivio Valdarno Nord - Firenze Rovezzano 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction - Florence Rovezzano	69%	91%
Intera linea Entire line	76%	101,5%

Tabella 15 – Table 15

Risultati ottenuti con il metodo UIC 406 (orientamento dispari)  
Results obtained with the UIC 406 method (down direction)

Firenze Rovezzano - Settebagni (orientamento dispari) Florence Rovezzano- Settebagni (down direction)		
Tratta Route	Tempo di occupazione Occupation time	Consumo di capacità Capacity consumption
Firenze Rovezzano - 1° Bivio Valdarno Nord Florence Rovezzano - 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction	77%	102,5%
1° Bivio Valdarno Nord - 1° Bivio Orte Sud 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction - 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction	63%	84%
1° Bivio Orte Sud – Settebagni 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction - Settebagni	74%	98%
Intera linea Entire line	84%	111%

Tabella 16 – Table 16

Risultati ottenuti mediante la simulazione della circolazione ferroviaria (orientamento pari)

Results obtained by simulating rail traffic (up direction)

Settebagni - Firenze Rovezzano (orientamento pari) Settebagni - Florence Rovezzano (up direction)		
Tratta Route	Tempo di occupazione Occupation time (8:00-10:00)	Consumo di capacità Capacity consumption (6:00-14:00)
Settebagni - 1° Bivio Orte Sud Settebagni - 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction	74,7%	66,7%
1° Bivio Orte Sud - 1° Bivio Valdarno Nord 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction - 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction	67%	53,9%
1° Bivio Valdarno Nord - Firenze Rovezzano 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction - Florence Rovezzano	77,6%	63,9%

Tabella 17 – Table 17

Risultati ottenuti mediante la simulazione della circolazione ferroviaria (orientamento dispari)

Results obtained by simulating rail traffic (down direction)

Firenze Rovezzano - Settebagni (orientamento dispari) Florence Rovezzano - Settebagni (down direction)		
Tratta Route	Tempo di occupazione Occupation time (9:00-11:00)	Consumo di capacità Capacity consumption (6:00-14:00)
Firenze Rovezzano - 1° Bivio Valdarno Nord Florence Rovezzano-1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction	81,7%	58,9%
1° Bivio Valdarno Nord - 1° Bivio Orte Sud 1 <sup>st</sup> Valdarno Nord Junction - 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction	67,3%	43,4%
1° Bivio Orte Sud – Settebagni 1 <sup>st</sup> Orte Sud Junction - Settebagni	74,3%	54,1%

Si considera lo slot temporale che va dalle 8:00 alle 10:00 per la direzione pari e dalle 9:00 alle 11:00 per la direzione dispari per valutare il periodo di punta; per analizzare, invece, un periodo più ampio assimilabile quasi ad un periodo giornaliero, si considera la fascia temporale che va dalle 6:00 alle 14:00.

Anche in questo caso nella prima e terza tratta di entrambe le direzioni si hanno valori del tempo di occupazione percentuale prossimi al limite raccomandato dall’UIC per quanto riguarda il periodo di punta.

Mentre per il periodo definibile come giornaliero, l’UIC consiglia un valore limite pari al 60% che viene superato di poco nella prima e terza tratta, nella direzione pari. Nella direzione opposta, invece, si hanno valori leggermente inferiori sempre per la prima e terza tratta.

Nelle Figg. 10 e 11 si possono confrontare, rispettivamente per l’orientamento pari e dispari della linea, i valori ottenuti sul tempo di occupazione percentuale, con riferimento al

Finally, the RFI method is in the intermediate position between the previous two methods and provides a unique value for the entire railway line.

It is inferred that the number of circulating trains at present is particularly costly to achieve good quality of circulation operations. However, the values given by the UIC 405 method, which is in fact an upper limit, are not exceeded.

## 12. Summary and comparison of the results obtained on occupation time

Subsequent evaluations can be conducted on the level of congestion on the railway line on the basis of the number of trains currently circulating.

Tables 14 and 15 show the results obtained after the compaction process of the timetable, as provided for by procedure UIC 406. Two percentage values are obtained: one for the occupation time, which considers only the block times, and the other related to the current capacity consumption, which also takes into account the regularity margins, in order to assess whether there is any available capacity.

Taking the 75% value as reference recommended by the UIC for the percentage occupation time, we can see that the line in the up direction has values that are slightly lower than 75% for each section considered. To get a full picture of the capacity consumption of a railway line and its available capacity, it becomes critical to examine the entire line and not just a more restricted area, in order to avoid wrong conclusions about whether the available capacity of a line is sufficient.

Compaction conducted globally, instead, presents the achievement of this limit value, since during the compression phase the presence of train paths for slow trains in the first and third route is taken into account simultaneously.

In the down direction, however, there are higher results and around the recommended value for the first and third route considered. Along the line a percentage occupation time that completely exceeds the recommended time can be identified.

Therefore, for both directions, by applying the UIC 406 method on the entire line, the practical capacity condition is reached.

Simulation is a method through which a real phenomenon can be reproduced investigating what is its operation and identifying possible improvement strategies [26].

periodo di punta e al relativo numero di treni previsti dall'orario attuale.

Si può notare che sono presenti lievi differenze fra i due metodi adottati. I motivi possono essere ricercati nel fatto che i tempi di occupazione di ogni sezione di blocco sono stati calcolati analiticamente tenendo conto delle massime prestazioni dei treni, quindi delle massime velocità ammissibili da essi, mentre su OpenTrack® sono imputate delle percentuali di performance per tener conto delle differenti condizioni di marcia a seconda delle eventualità che si presentano lungo la linea. Pertanto, le velocità simulate possono essere di poco inferiori rispetto al limite massimo consentito sulla linea portando, quindi, a percentuali di occupazione reali maggiori di quelle teoriche.

Inoltre, la procedura di compattazione UIC 406 suggerisce di inserire come ultima traccia di chiusura della finestra temporale considerata la prima traccia inserita all'inizio di tale fascia temporale. Ciò è un motivo di discrepanza tra la procedura analitica-ottimizzazione e la simulazione.

Infine, tale metodo di compressione è basato su macrosezioni di linea valutando, così, il consumo di capacità a partire dalla prima sezione di blocco presente in tale tratta. Mentre nel software OpenTrack® si valuta, nella stessa fascia temporale, il consumo di capacità in tutte le sezioni di blocco e, successivamente, per ogni tratta di linea analizzata, si prende in considerazione la sezione di blocco avente la più alta percentuale del tempo di occupazione che comprende tutte le contingenze che possono avvenire durante la fase di simulazione.

La simulazione basata su una fedele ricostruzione dell'infrastruttura permette di ottenere valori del tempo di occupazione percentuale più realistici e accurati rispetto

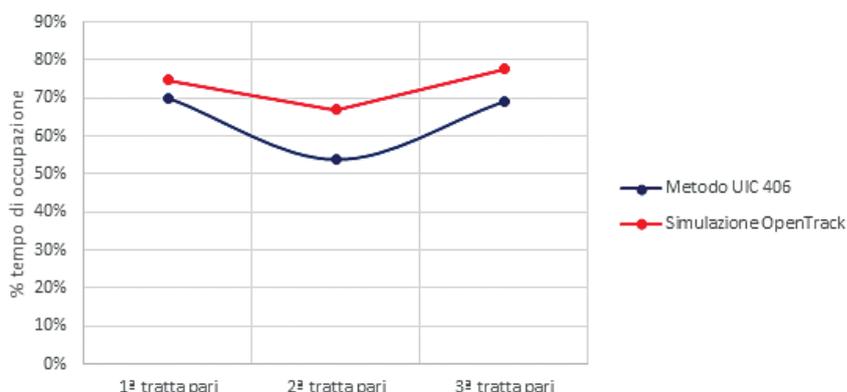


Fig. 10 – Confronto dei risultati relativi al tempo di occupazione percentuale (orientamento pari).

Fig. 10 – Comparison of results for the percentage occupation time (up direction).

*In the case of rail, train circulation can be represented as provided for by the current timetable in order to determine the percentage values of the occupation times of individual block sections that take into account the different variables that can interact with the railway system.*

*The total percentage occupation time is investigated in each block section on the line through the OpenTrack® software. The software, downstream the simulation process, returns the required values in a text file and calculated on the basis of occupation times resulting from the simulation of succession of trains in the time range considered.*

*Tables 16 and 17 show the highest occupation times percentage values for each line section considered.*

*The time slot that ranges from 8:00 to 10:00 is considered for the up direction and from to 9:00 to 11:00 for the down direction to assess the peak period; to analyse a broader period comparable almost to a daily period, the time range that goes from 6:00 to 14:00 is considered.*

*Even in this case in the first and third section of both directions there are percentage occupancy values close to the limit recommended by the UIC concerning the peak period.*

*While for the period defined as daily, the UIC recommends a limit value equal to 60% that is exceeded by a small amount in the first and third section, in the up direction. In the opposite direction, however, there are slightly lower values again for the first and third section.*

*In Figs. 10 and 11, respectively for the up and down direction of the line, the values obtained on the percentage occupation time can be compared, with reference to the peak period and*

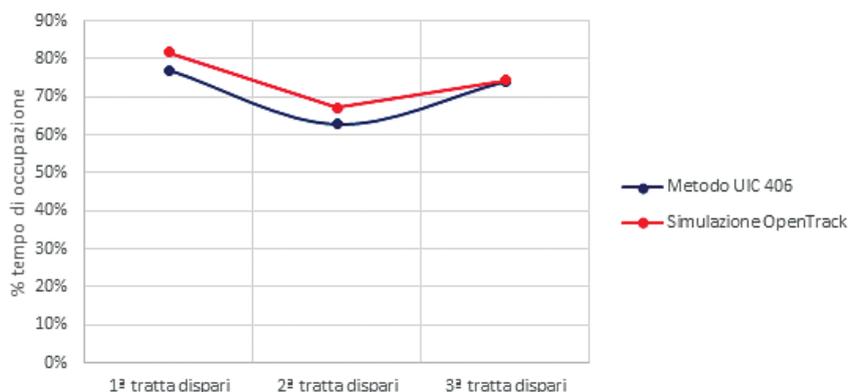


Fig. 11 – Confronto dei risultati relativi al tempo di occupazione percentuale (orientamento dispari).

Fig. 11 – Comparison of results for the percentage occupation time (down direction).

alla procedura prevista dal metodo UIC 406, dal momento che coinvolge un numero elevato di variabili. D'altro canto, la metodologia UIC 406 può rappresentare una strada diretta e veloce per la valutazione della capacità ferroviaria anche in assenza di informazioni dettagliate sull'infrastruttura e/o sull'orario di servizio.

In definitiva, si può affermare che la linea DD in entrambe le direzioni presenta un carico di treni circolanti prossimo al limite raccomandabile per assicurare un'adeguata qualità e regolarità della circolazione ferroviaria.

**13. Conclusioni**

La procedura UIC 406, sebbene preveda un dato in uscita riferibile al tempo di occupazione percentuale, può essere utilizzata per ottenere indirettamente il numero di treni circolanti che conduce a quel dato livello di conge-

the related number of trains provided for in the current timetable.

As can be seen there are slight differences between the two methods adopted. The reasons can be found in the fact that the occupation time of each block section were calculated analytically taking into account the maximum performance of trains, therefore their maximum permissible speeds, while on OpenTrack© performance ratios were attributed to take account of the different operating conditions depending on the possibilities that occur along the line. Therefore, simulated speeds may be slightly lower than the maximum limit allowed on the line thus leading to actual occupation percentages higher than theoretical ones.

Furthermore, the UIC 406 compacting procedure suggests introducing as last closure train path of the time frame considered the first train path introduced at the beginning of the time range. This is a cause for discrepancy between the analytical-optimisation procedure and simulation.

Finally, this compression method is based on line macro-sections thus considering the capacity consumption starting from the first block section on that section. While in the OpenTrack© software the capacity consumption in all block sections is assessed, in the same time range, and then for each line section analysed, the block section with the highest occupation time percentage that may occur during the simulation is taken into account.

The simulation based on a faithful reconstruction of the infrastructure allows obtaining more realistic and accurate percentage occupation time values compared to the procedure provided by the UIC 406 method, since it involves a large number of variables. On the other hand, the UIC 406 methodology may represent a direct and fast means for assessing rail capacity even in the absence of detailed information on the infrastructure and/or on the service timetable.

Ultimately, we can say that the DD line in both directions has a load of trains circulating close to the recommended limit to ensure adequate quality and regularity of rail traffic.

**13. Conclusions**

Although the UIC 406 procedure provides for a result referable to the percentage occupation time, it can

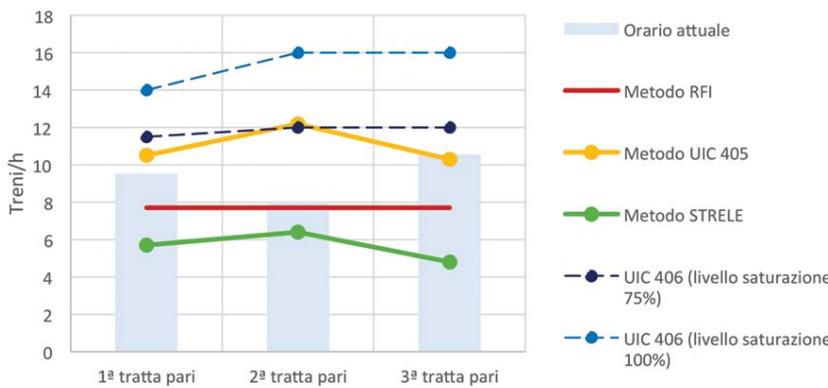


Fig. 12 – Confronto finale dei risultati ottenuti con le varie metodologie utilizzate (orientamento pari).

Fig. 12 – Final comparison of the results obtained with the various methodologies used (up direction).

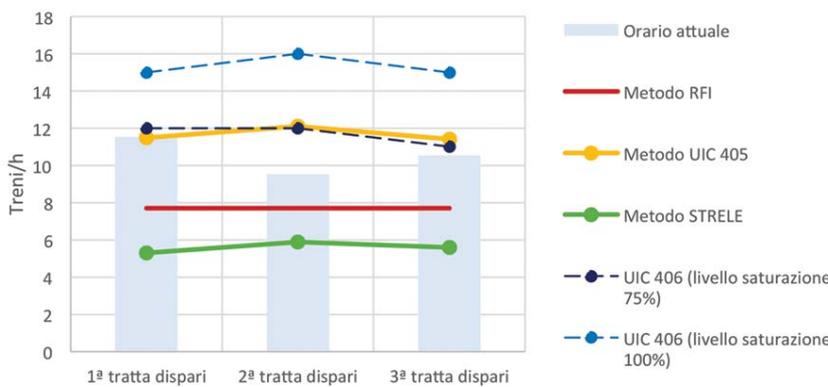


Fig. 13 – Confronto finale dei risultati ottenuti con le varie metodologie utilizzate (orientamento dispari).

Fig. 13 – Final comparison of the results obtained with the various methodologies used (down direction).

stione della linea. Si possono, così, mettere a confronto i risultati derivanti dalle metodologie analitiche che forniscono valori di capacità pratica con quelli derivanti dall'applicazione del metodo UIC 406 utilizzando il supporto del software OpenTrack©. Questi ultimi valori sono riferiti, l'uno ad un livello di saturazione del 75% per la definizione di capacità pratica, l'altro ad un livello di saturazione del 100% corrispondente ad una condizione di capacità teorica. Nelle Figg. 12 e 13 sono messi a confronto i dati in uscita delle metodologie analitiche con i due valori ottenuti attraverso la compattazione UIC 406 come appena descritto.

L'applicazione di differenti tecniche per l'individuazione della potenzialità e del consumo di capacità allo stato attuale della linea "Direttissima" Roma-Firenze ha messo in evidenza come la capacità dell'infrastruttura non derivi soltanto dall'insieme dei parametri tecnici come le caratteristiche geometriche dell'infrastruttura, le prestazioni, le strumentazioni di bordo dei convogli circolanti e il regime di circolazione con il quale è attrezzata la linea. Essa risulta influenzata anche dal modello di esercizio e dal livello di servizio che si vuole raggiungere su una linea ad alta velocità.

A tal proposito, si possono affiancare ai modelli analitici le potenzialità offerte da un software di simulazione ferroviaria. Per il caso studio si è adoperato il software OpenTrack©, attraverso il quale è stato possibile riprodurre in maniera fedele la circolazione ferroviaria sull'infrastruttura e valutare il consumo di capacità alle condizioni correnti.

La microsimulazione consente di affrontare, quindi, aspetti che dal punto di vista analitico non sarebbero trattabili agevolmente data la complessità del problema che dipende da numerose variabili. D'altronde, per eseguire correttamente la simulazione è necessario raccogliere una grande quantità di dati ed analizzarli successivamente per poter ricavare i più idonei parametri da applicare nel modello di simulazione ferroviaria.

Il confronto dei risultati conseguiti analiticamente mette in luce il fatto che si rende necessario puntare l'attenzione sui dati di input richiesti da ciascun modello. I modelli analitici sono molto sensibili alle variazioni dei parametri in ingresso e alla configurazione dei treni presente in orario.

Il metodo di calcolo RFI risulta di immediata applicazione, dal momento che si basa principalmente sul distanziamento minimo possibile tra i treni. Il modello UIC 405, invece, richiede informazioni più accurate fondate sull'orario attuale o che si desidera realizzare in relazione ad un certo livello di servizio accettabile basato sulla teoria delle code. Infine, il metodo basato sulla formula di STRELE è vincolante andando ad indagare a fondo la qualità della circolazione allo stato attuale e fornendo, così, un valore fortemente dipendente dalla regolarità che si vuole offrire.

A valle dei dati di output ottenuti è emerso come il numero di treni circolanti sulla linea DD sia prossimo al valore di capacità ottenuto con il metodo UIC 405, valore più

*indirectly be used to obtain the number of trains circulating leading to that given level of congestion on the line. The results of analytical methodologies that provide practical capacity values can be compared with those resulting from the application of the UIC 406 method with the support of the OpenTrack© software. The latter values refer, one to a 75% saturation level for defining practical capacity, the other to a 100% saturation level corresponding to a theoretical capacity condition. In Figs. 12 and 13 results of analytical methodologies are compared with the two values obtained through UIC 406 compacting as just described.*

*The application of different techniques for the identification of carrying capacity and current state capacity consumption of the Rome-Florence "Direttissima" line has highlighted how the infrastructure capacity does not only derive from the set of technical parameters such as the geometric characteristics of the infrastructure, the performance, the instruments on board trains circulating and the traffic regulations with which the line is equipped. It is also affected by the operating model and the level of service that one wants to achieve on a high speed line.*

*In this regard, the carrying capacity offered by a train simulation software can be placed side by side with the analytical models. For the case study the OpenTrack© software was used through which it was possible to faithfully reproduce the rail traffic on the infrastructure and evaluate the capacity consumption at current conditions.*

*The microsimulation can therefore allow facing aspects that from the analytical point of view would not be easily manageable given the complexity of the problem that depends on many variables. On the other hand, to successfully run the simulation, a large amount of data must be collected and later analysed in order to obtain the most suitable parameters to be applied in the rail simulation model.*

*The comparison of the results obtained analytically highlights the fact that it is necessary to focus attention on the input data required by each model. Analytical models are very sensitive to changes in the input parameters and the train configuration on the timetable.*

*The RFI calculation method is immediately applicable, since it is based mostly on the smallest possible distance between trains. The UIC 405 model, however, requires more accurate information based on the current timetable or the one that one wants to achieve in connection with a certain level of acceptable service based on the queueing theory. Finally, the method based on the STRELE formula is binding as it investigates the quality of traffic at present and thus providing a value strongly dependent on the regularity that one would like to offer.*

*Downstream of the output data obtained it emerged that the number of trains running on the DD line is close to the capacity value obtained with the UIC 405 method, the*

alto ottenuto tra i tre metodi analitici e correlabile ad un pessimo livello di servizio. Ciò trova conferma nei valori elevati del tempo di occupazione, con riferimento al modello di esercizio attuale. Essi sono ricavati sia con la metodologia analitica-ottimizzazione UIC 406 che attraverso la simulazione. Inoltre, il metodo UIC 406 ha mostrato un elevato consumo di capacità, sinonimo anche di un'insufficienza dei margini di tempo aggiuntivi e della mancanza di capacità disponibile per l'aggiunta di nuove tracce.

In conclusione, nel presente articolo si è visto che i metodi analitici possono essere un buon inizio per la valutazione della potenzialità di una linea ferroviaria ad alta velocità e devono essere affiancati da approcci simulativi. Questi ultimi, infatti, possono essere utilizzati, in ottica di uno studio futuro, per analizzare la risposta del sistema in presenza di una fonte di perturbazione, al fine di visualizzare la relazione intrinseca esistente tra la capacità e il livello di regolarità di una linea ferroviaria. Si tratta, quindi, di individuare il giusto compromesso tra l'offerta di trasporto e il livello di servizio desiderato per garantire la competitività del sistema di trasporto ferroviario rispetto alle altre modalità di trasporto.

*highest value obtained from the three analytical methods and related to a bad service level. This is reflected in the high levels of occupation time, with reference to the current operating model. They are obtained both with the UIC 406 analytical-optimisation methodology and through simulation. In addition, the UIC 406 method showed high capacity consumption, synonymous with a lack of extra time margins and the lack of available capacity for the addition of new train paths.*

*In conclusion, this article has shown that analytical methods can be a good start for assessing the potential of a high speed rail line and must be supported by simulation approaches. The latter, in fact, may be used, in view of a prospective, to analyse the system response in the presence of a source of disturbance, in order to picture the intrinsic relationship between capacity and regularity level of a railway line. It therefore comes to finding the right balance between the transport offer and the service level desired to ensure the competitiveness of the rail transport system compared to other transport modes.*

### BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] ABRIL M., BARBER F., INGOLLOTTI L., SALIDO M.A., TORMOS P., LOVA A., "An assessment of railway capacity", in "Transportation Research Part E", Volume 44, pp. 774-806, 2008.
- [2] KONTAXI E., RICCI S., "Tecniche e metodologie per la determinazione della capacità ferroviaria: analisi comparata e prospettive d'integrazione", in "Ingegneria Ferroviaria", a. LXIV, n.12, Dicembre 2009.
- [3] ROTOLI F., RICCI S., NAVAJAS CAWOOD E., MALAVASI G., "Procedure di valutazione di capacità/puntualità e misure di accessibilità per reti ferroviarie", in "Ingegneria Ferroviaria", a. LXX, n.12, Dicembre 2015.
- [4] BONORA G., GIULIANI L., "I criteri di calcolo di potenzialità delle linee ferroviarie", in "Ingegneria Ferroviaria", a. XXXVII, n.7, Luglio 1982.
- [5] RFI, "Metodi di calcolo della capacità delle linee ferroviarie", Dispense, Università di Pisa, 2011.
- [6] UIC Leaflet 405-1, "Method to be used for the determination of the capacity of Lines", International Union of Railways, 1983.
- [7] SCHULTZE K., GAST I., SCHWANHÄUSSER W., "SLS Plus – Einführung", Koblenz, Berlino, Germania, 2015.
- [8] SCHWANHÄUSSER W., "Die Bemessung der Pufferzeiten im Fahrplangefüge der Eisenbahn", Tesi di dottorato, RWTH Aachen University, Aachen, Germania, 1974.
- [9] UIC Leaflet 406, "Capacity", International Union of Railways, 2<sup>a</sup> ed., 2013.
- [10] ZENUCCHI F., "Modellazione del grado di utilizzazione dell'infrastruttura ferroviaria. Il nodo di Milano allargato", Tesi di Laurea Magistrale, Scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale, Politecnico di Milano, 2013.
- [11] LORENZATO A., "Sviluppo di un indicatore congiunto di analisi della capacità e della regolarità ferroviaria", Tesi di Laurea Magistrale, Scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale, Politecnico di Milano, 2014.
- [12] DICEMBRE A., "Studio della circolazione in linee e nodi complessi: l'esercizio dei corridoi ferroviari urbani", Tesi di Dottorato, Sapienza - Università di Roma, 2011.
- [13] UIC, "Influence of ETCS on the line capacity", International Union of Railways, 2008.
- [14] LANDEX A., "Methods to estimate railway capacity and passenger delays", Tesi di Dottorato, Technical University of Denmark, Copenhagen, Danimarca, 2008.
- [15] UIC Leaflet 406, "Capacity", International Union of Railways, 1<sup>a</sup> ed., 2004.

- [16] GENOVESI P., RONZINO C.D., *"Flussi e capacità delle linee ferroviarie a doppio binario"*, in *"Ingegneria Ferroviaria"*, a. LXI, n.7-8, Luglio-Agosto 2006.
- [17] PACHL J., WHITE T., *"Analytical capacity management with blocking times"*, Transportation Research Board - 83rd Annual Meeting, Washington, DC, Stati Uniti, 2004.
- [18] RFI, *"Specifica dei requisiti di sistema SCMT - Volume 1 – Sistema"*, 2016.
- [19] MEDEOSSO G., *"Capacity and reliability on railway networks: a simulative approach"*, Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Trieste, 2010.
- [20] PACHL J., *"Railway Operation and Control"*, VTD Rail Publishing, Mountlake Terrace, WA, Stati Uniti, 2002.
- [21] TOMAI F., *"Nascita e sviluppo del sistema alta velocità in Italia"*, Tesina, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcellona, Spagna, 2008.
- [22] VAGHI E., *"Le specifiche di distanziamento: il legame tra tecnologia e orario"*, in *"Ingegneria Ferroviaria"*, a. LXVIII, n.9, Settembre 2013.
- [23] HUERLIMANN D., NASH A.B., *"Railroad simulation using OpenTrack"*, Institute for Transport Planning and Systems, ETH Zurich, 2004.
- [24] RFI, Fascicolo Linea 114, capp. 6-7, 2017.
- [25] RFI, Fascicolo Linea 92, capp. 6.1-7.1, 2017.
- [26] CONFESSORE G., LIOTTA G., CICINI P., RONDINONE F., DE LUCA P., *"A simulation-based approach for estimating the commercial capacity of railways"*, Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference, Austin, Texas, Stati Uniti, 2009.



**InnoTrans 2018**  
18–21 SEPTEMBER · BERLIN  
International Trade Fair for Transport Technology  
Innovative Components · Vehicles · Systems  
[innotrans.com](http://innotrans.com)

**LOOKING FOR RAIL INDUSTRY CAREER OPPORTUNITIES?**

**The future starts here at InnoTrans 2018!**

- Career & Education Hall 7.1c including the Career Pavilion and the Jobwall as a central meeting point
- Direct contact with recruiters and Human Resources experts
- Career Forum: Theme related lectures about job profiles and career opportunities
- Guided Career Tours for students to the Career Point exhibitors in the exhibition halls
- Reduced entry for students for EUR 13.00 at [www.innotrans.com/career](http://www.innotrans.com/career)

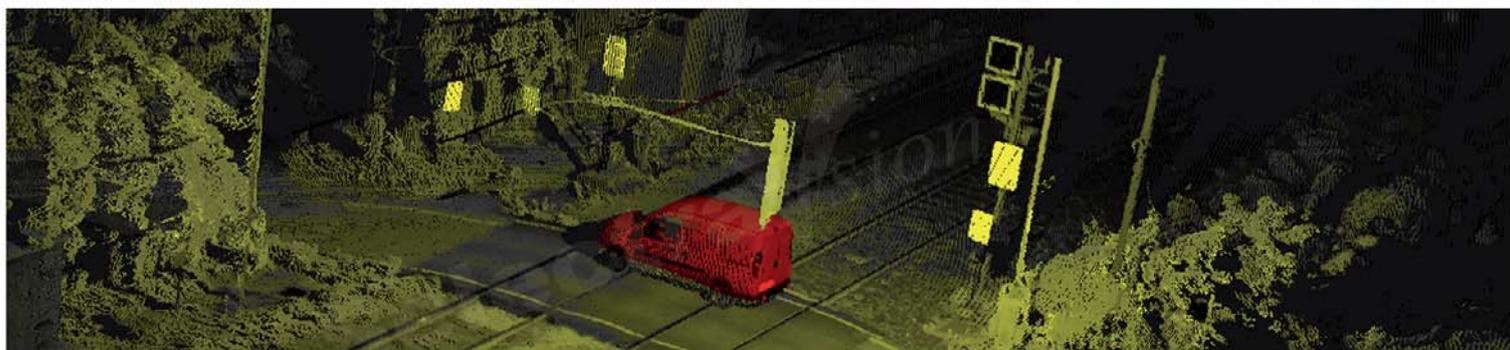
**CP CAREER & EDUCATION**

Creating a successful future together!

Contact: Lisa Simon · T +49 30 3038 2124  
[L.Simon@messe-berlin.de](mailto:L.Simon@messe-berlin.de)

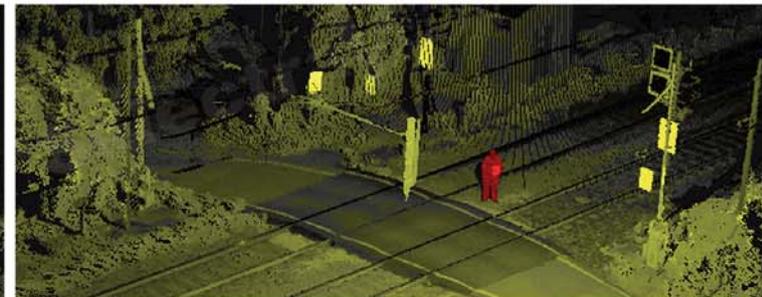
 InnoTrans Career

# miglioriamo la sicurezza dei **passaggi a livello**



riconoscimento automatico della  
posizione e delle dimensioni degli **ostacoli**  
tramite **scansione 3D** del passaggio a livello

il sistema riconosce automaticamente gli ostacoli (in rosso) rispetto all'ambiente del passaggio a livello (in verde) e dà una segnalazione di allarme in base alle dimensioni e alla posizione degli ostacoli rilevati



**Selectra**vision

[www.selectravision.com](http://www.selectravision.com)  
[info@selectravision.com](mailto:info@selectravision.com)

InnoTrans 2018  
18 - 21 September - Berlin  
stand n. 312





## Nodo AlpTransit di Camorino: la traslazione dell'impalcato nord del nuovo cavalcavia sull'autostrada A2

### *AlpTransit's Camorino Junction: moving the north deck of the new railway bridge over the A2 motorway*

Marco CORRADINI<sup>(\*)</sup>  
Lucio MAGGINI<sup>(\*\*)</sup>  
Matteo Maria MONTINI<sup>(\*\*\*)</sup>  
Marco SIGNORELLI<sup>(\*\*\*\*)</sup>

**Sommario** - Gli interventi di potenziamento finalizzati alla realizzazione del nodo ferroviario di Camorino, ubicato al portale nord della Galleria di base del Ceneri, sono risultati estremamente complessi sia dal punto di vista pianificatorio che costruttivo a causa dell'interferenza delle attività esecutive con importanti infrastrutture di trasporto in esercizio, come la linea ferroviaria Bellinzona-Locarno e l'autostrada A2 Basilea-Chiasso. Tra i numerosi interventi previsti, la realizzazione del nuovo cavalcavia sull'autostrada A2 è stata senza dubbio, per i motivi citati, una delle più impegnative.

Per ottimizzare le attività di realizzazione di tale manufatto, la cui particolarità esecutiva risiede nel fatto che l'impalcato nord è stato costruito in posizione provvisoria e successivamente traslato in quella definitiva (dopo aver demolito il vecchio ponte), è stata condotta una dettagliata attività di pianificazione con l'obiettivo di identificare, con tutti gli *stakeholder*, le principali criticità del progetto e individuare le migliori soluzioni atte a mitigare gli influssi negativi sulle infrastrutture ferroviarie e autostradali coinvolte, direttamente e indirettamente, nei lavori. Allo scopo, dapprima sono state individuate le macrofasi esecutive del progetto e, sulla base di queste, sono state definite le soluzioni migliori per quanto riguarda la scelta dei mezzi d'opera da impiegare nella demolizione del vecchio ponte, la strategia di demolizione e traslazione e la gestio-

**Summary** - The upgrading works to develop the Camorino railway junction at the north portal of the Ceneri Base Tunnel proved extremely complex in terms of planning and construction given how they interfered with major operational transport infrastructures such as the Bellinzona-Locarno railway line and the A2 Basel-Chiasso motorway. One of the most demanding of the many activities that were planned was therefore undoubtedly the construction of the new railway bridge over the A2 motorway.

To optimise the operations required to build this structure, whose north deck was constructed in a temporary location and then moved to its final site (after demolishing the old bridge), detailed planning was carried out. This involved all stakeholders and sought to identify the main critical issues of the project and define the best solutions to mitigate any negative effects on the rail and motorway infrastructures involved either directly or indirectly in the works. To this end, the macrophases of the project first had to be identified. Then, on the basis of these, the best solutions were defined for the choice of equipment to demolish the old bridge, the demolition and moving strategy, and the management of traffic and railway installations in operation. The presence of a 15 kV transmission line above the old bridge that was to be demolished meant that the use of mechanical lifting machinery was actually considerably limited. At the same time, the suspension of all train ser-

<sup>(\*)</sup> Ferrovie Federali Svizzere SA – Divisione Infrastruttura – Impresa Generale Gottardo.

<sup>(\*\*)</sup> Ferrovie Federali Svizzere SA – Divisione Infrastruttura – Pianificazione rete e orario.

<sup>(\*\*\*)</sup> Ferrovie Federali Svizzere SA – Divisione Infrastruttura – Pianificazione e gestione della rete.

<sup>(\*\*\*\*)</sup> Ferrovie Federali Svizzere SA – Divisione Infrastruttura – Sorveglianza.

<sup>(\*)</sup> Ferrovie Federali Svizzere SA - Infrastructure Division – Gotthard Maintenance.

<sup>(\*\*)</sup> Ferrovie Federali Svizzere SA - Infrastructure Division – Network and Transport Timetable.

<sup>(\*\*\*)</sup> Ferrovie Federali Svizzere SA - Infrastructure Division – Rail Network Plan and Management.

<sup>(\*\*\*\*)</sup> Ferrovie Federali Svizzere SA - Infrastructure Division – Surveillance.

ne del traffico e degli impianti ferroviari in esercizio. Infatti, la presenza di una importante linea elettrica di trasporto a 15 kV, che sovrastava il vecchio ponte da demolire, limitava fortemente l'impiego di mezzi meccanici di sollevamento mentre l'interruzione totale di 41 ore continuative del traffico ferroviario, necessaria a traslare l'impalcato nord del nuovo cavalcavia, ha comportato sia un dirottamento del traffico merci transalpino verso l'asse ferroviario del Sempione sia, per quanto riguarda invece il traffico passeggeri, la predisposizione di un autoservizio sostitutivo atto a garantire la continuità del trasporto su una direttrice di notevole importanza regionale e nazionale. Gli approfondimenti condotti hanno permesso di elaborare una pianificazione degli interventi stabile e affidabile tramite la quale è stato possibile raggiungere gli obiettivi di progetto predefiniti e nei tempi prestabiliti.

L'articolo descrive, dapprima, le analisi di pianificazione e le principali scelte progettuali adottate. Successivamente, vengono illustrate le fasi esecutive di traslazione dell'impalcato nord del nuovo cavalcavia sull'autostrada A2. Infine, si presenta una valutazione generale degli interventi eseguiti.

## 1. Introduzione

La Nuova Ferrovia Transalpina (NFTA) è parte del progetto di potenziamento infrastrutturale della linea ferroviaria Basilea-Chiasso che consente, in territorio elvetico, un collegamento ferroviario più diretto e veloce tra Germania e Italia. Tale progetto comprende numerosi interventi di adeguamento e di nuova realizzazione infrastrutturale, al quale appartengono la Galleria di base del San Gottardo (≈57,0 km) e la Galleria di base del Ceneri (≈15,4 km), terza galleria ferroviaria svizzera per lunghezza dopo quelle di base del San Gottardo e del Lötschberg (≈34,5 km) (Fig. 1).

La Galleria di base del Ceneri, dal punto di vista funzionale, è una galleria ferroviaria a due canne a binario unico (Fig. 2). Il tracciato, percorribile dai treni passeggeri fino alla velocità di 250 km/h e dai treni merci fino alla velocità di 160 km/h, si estende dal portale nord di Vigana (presso Bellinzona) al portale sud di Vezia (presso Lugano) connettendosi alla rete ferroviaria esistente, a nord, in prossimità della stazione di Giubiasco (sfruttando i numerosi manufatti realizzati nel nodo ferroviario di Camorino) e, a sud, in località Vezia (mediante un bivio a raso posto ≈2 km a nord dalla stazione di Lugano).

La messa in esercizio commerciale della Galleria di base del Ceneri è prevista entro la fine del 2020 con il cambio d'orario di dicembre.

Per quanto riguarda l'avanzamento delle fasi esecutive dell'opera, il 21 gennaio 2016 è avvenuta la caduta del diaframma principale nella canna ovest, ≈700 m a sud dal portale settentrionale di Vigana.

Successivamente si è proceduto a completare i lavori di rivestimento delle canne e dei cunicoli trasversali di

vices for 41 hours that was necessary in order to move the north deck of the new railway bridge required rerouting transalpine goods traffic along the Simplon corridor and – putting on a replacement bus service for passengers in order to provide continuous transport over a very important regional and national route. Based on the research conducted, a solid, reliable plan was drafted to achieve the pre-defined objectives within the pre-established timeframe.

This article describes the planning analyses and main design choices involved before illustrating the phases involved in moving the north deck of the new railway bridge over the A2 motorway. Finally, it provides a general assessment of the operation.

## 1. Introduction

The New Rail Link through the Alps (NRLA) is part of the infrastructure's upgrade project of the Basel-Chiasso railway line to provide a faster and more direct link between Germany and Italy through Switzerland. This project includes numerous works to modernise and build new infrastructure including the Gotthard Base Tunnel (≈57 km) and Ceneri Base Tunnel (≈15.4 km), the third longest railway tunnel in Switzerland after the Gotthard and Lötschberg tunnels (≈34.5 km) (Fig. 1).

The Ceneri Base Tunnel consists of two single-track tunnels (Fig. 2). The route can be traversed by passenger trains travelling at speeds of up to 250 km/h and goods trains at up to 160 km/h and extends from the north portal of Vigana (at Bellinzona) to the south portal of Vezia (at Lugano). It connects to the existing network to the north close to Giubiasco station (benefiting from the many installations built at the Camorino rail junction) and to the south in Vezia (via a flat junction ≈2 km north of Lugano station).

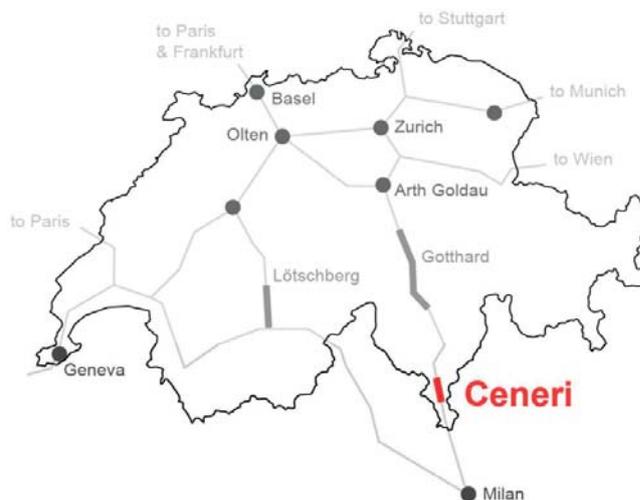
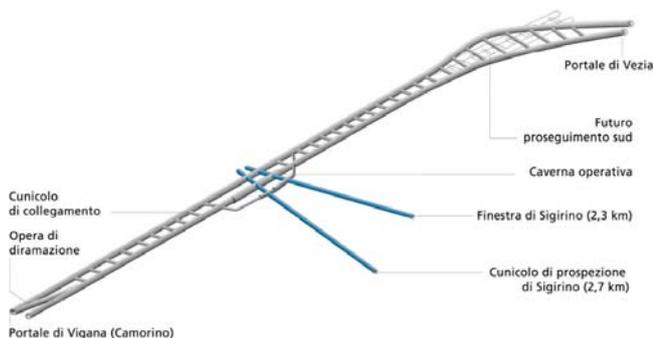


Fig. 1 - Inquadramento geografico della Galleria di base del Ceneri (in rosso).

Fig. 1 - Geographic location of the Ceneri Base Tunnel (in red).



(Fonte - Source: AlpTransit SA)

Fig. 2 - Schema infrastrutturale della galleria di base del Ceneri.

Fig. 2 - Infrastructure layout of the Ceneri Base Tunnel.

collegamento (posti ogni  $\approx 325$  m di distanza): tali lavori si sono concluse nel febbraio 2017.

Nel luglio 2017, dopo l'ultimazione delle banchine e la conclusione dei lavori di finitura e delle verifiche tecniche necessarie a livello contrattuale e normativo, il cantiere è stato consegnato all'imprenditore incaricato della realizzazione della tecnica ferroviaria per permettere la costruzione dell'armamento ferroviario (Figg. 3, 4, 5 e 6), la realizzazione della linea di contatto (tramite rotaia rigida in volta), degli impianti di alimentazione elettrica, di telecomunicazione e di sicurezza della circolazione ferroviaria.

L'intera base logistica per le lavorazioni della tecnica ferroviaria è situata presso il nodo ferroviario di Camorino, dove è stato realizzato un adeguato piazzale operativo: esso si sviluppa su di un'area di  $\approx 60'000$  m<sup>2</sup> sulla quale sono stati allestiti centrali di comando, capannoni, officine e uffici.

Le opere civili presenti nel nodo ferroviario di Camorino, concluse nel 2016, risultano essere fondamentali per l'esecuzione delle fasi di lavorazione della tecnica ferroviaria: infatti, senza il parziale completamento di tali opere non sarebbe stato possibile avviare il cantiere principale di costruzione della tecnica ferroviaria della galleria.

Il completamento dei lavori di armamento e tecnologici è previsto nei primi mesi del 2020. Dalla primavera dello stesso anno è previsto anche l'avvio dell'esercizio di test, coordinato da AlpTransit, con il quale verrà verificata la complessa funzionalità di tutti gli elementi installati all'interno della galleria.

Successivamente avrà luogo, a carico principalmente dalle Ferrovie Federali Svizzere, l'esercizio di prova, di carattere prettamente operativo nell'ambito della circolazione ferroviaria.

## 2. Programmazione generale degli interventi infrastrutturali nel Nodo di Camorino

Il nodo ferroviario di Camorino garantisce l'accesso al portale nord della Galleria di base del Ceneri e, dal punto

The Ceneri Base Tunnel is expected to be commercially operational by late 2020 to coincide with when the timetables change (December).

Work progressed in stages, with the main breakthrough being made in the west tube on 21 January 2016,  $\approx 700$  m south of the north portal of Vigana.

The intersections (every  $\approx 325$  m) and tubes then had to be lined, and this work was completed in February 2017.

After finalising the platforms and completing the finishing works and technical checks required to comply with contractual and legislative provisions, the project was handed over to the Rail Technology Contractor in July 2017 so that the railway superstructure could be built (Figs. 3, 4, 5 and 6) and the overhead line installed (rigid track) along with the electric power, telecommunications and safety installations required for rail operations.

The entire logistics for the railway technology works is located at the Camorino railway junction, where a suitable operating platform has been built: this covers an area of  $\approx 60,000$  m<sup>2</sup> and is equipped with control stations, sheds, workshops and offices.

The civil engineering structures at the Camorino railway junction were completed in 2016 and are crucial for carrying out the railway technology works. In fact, had these works not been at least partially completed, it would not have been possible to begin the main railway technology construction project of the tunnel.

The rail track and technological works are expected to be completed in early 2020. Testing is also due to start in the spring of that year, coordinated by AlpTransit, when the complex functionalities of all the elements installed in the tunnel will be checked.



(Fonte - Source: AlpTransit SA)

Fig. 3 - Treno per la costruzione della sovrastruttura ferroviaria rigida, particolare del satellite di trasporto delle traverse biblocco.

Fig. 3 - Train used to construct the rigid railway superstructure, part of the satellite for transporting the twin-block sleepers.



(Fonte - Source: AlpTransit SA)  
 Fig. 4 - Carro gommato a cavaliere per il posizionamento delle rotaie.

*Fig. 4 - Straddle-wheeled truck for positioning the tracks.*

di vista funzionale, può essere schematizzato in una rete a forma triangolare (Fig. 7). Esso costituisce uno degli snodi fondamentali del sistema ferroviario svizzero, sia a livello cantonale che federale, in quanto permetterà un aumento della capacità della rete e dell'offerta di trasporto consentendo ai treni provenienti da Chiasso e Lugano di proseguire sia verso est (ovvero verso Bellinzona) ma, soprattutto, verso ovest (ovvero verso Locarno e Ranzo Confine-Luino), instradamento fino ad oggi non possibile direttamente.

La realizzazione del nodo prevede l'attuazione di numerosi interventi infrastrutturali: uno dei più importanti è il nuovo cavalcavia sull'autostrada A2.

Tale manufatto, a quattro binari, con lunghezza di  $\approx 105,0$  m e larghezza variabile da 24,0 m a 28,0 m, orientato di sbieco rispetto all'autostrada con un angolo tra i rispettivi assi pari a  $\approx 53^\circ$ , ha sostituito il vecchio ponte.

Strutturalmente, si tratta di un'opera in conglomerato cementizio armato tradizionale e precompresso costituita da due impalcati che ospiteranno i binari della linea esistente (sull'impalcato nord) e quelli della nuova linea Alp-Transit (sull'impalcato sud) (Fig. 8).

L'obiettivo fondamentale posto alla base dell'attuazione degli interventi di adeguamento e potenziamento infrastrutturale del nodo di Camorino è la minimizzazione del disturbo della circolazione ferroviaria e autostradale arrecato dall'esecuzione di tali interventi.

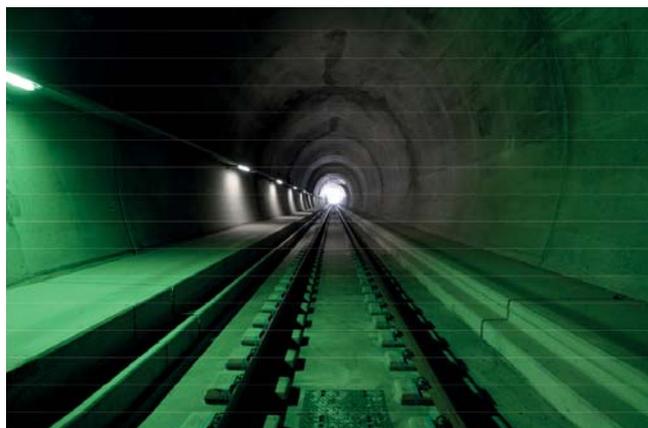
Con la sola esclusione della traslazione dell'impalcato nord del nuovo cavalcavia (che ha comportato un'interruzione totale di 41 ore continuative dell'esercizio ferroviario sulla linea Bellinzona-Locarno), tutti i lavori sono stati svolti in concomitanza all'esercizio ferroviario e autostradale.

Questo obiettivo è stato raggiunto tramite una dettagliata pianificazione delle fasi esecutive degli interventi, ovvero progettando la realizzazione dei manufatti e delle



(Fonte - Source: AlpTransit SA)  
 Fig. 5 - Livellamento del conglomerato cementizio (non armato). Il conglomerato cementizio è necessario per il fissaggio plano-altimetrico delle traverse biblocco secondo le tolleranze di progetto della sovrastruttura rigida.

*Fig. 5 - Levelling (non-reinforced) concrete blocks. Concrete blocks are required to secure the twin-block sleepers planimetrically in accordance with the project tolerances of the ballastless track.*



(Fonte - Source: AlpTransit SA)  
 Fig. 6 - La sovrastruttura rigida a lavori ultimati, realizzata in base alla tecnologia LVT-HA (Low Vibration Track, peso assiale fino a 25 t/asse) della Vigier Rail.

*Fig. 6 - The completed ballastless track, built using Vigier Rail's LVT-HA technology (Low Vibration Track - High Attenuation, axial weight up to 25 t/axle).*

*Swiss Federal Railways will then assume principal responsibility for operational testing with regard to the railway traffic.*

## 2. General programming of the infrastructure operations at the Camorino Junction

*The Camorino railway junction provides access to the north portal of the Ceneri Base Tunnel and can be illustrated as a triangular net in terms of its functionality (Fig. 7).*



(Fonte - Source: AlpTransit SA)

Fig. 7 - Rendering del Nodo di Camorino.

Fig. 7 - Rendering of Camorino Junction.

opere d'arte della nuova linea AlpTransit in affiancamento alla linea in esercizio Bellinzona-Locarno e, con parziali e progressivi spostamenti provvisori di quest'ultima sui nuovi manufatti della linea AlpTransit nel frattempo realizzati, si sono potuti costruire i manufatti restanti sulla sede ferroviaria liberata della linea esistente, minimizzando, quindi, le ripercussioni sull'esercizio ferroviario.

### 3. Quadro di riferimento di progetto e analisi delle principali problematiche individuate per la traslazione del cavalcavia A2

Come indicato nel § 2., l'intervento più impegnativo da realizzare, a causa delle forti interferenze con l'esercizio ferroviario e autostradale, è stato lo spostamento della linea ferroviaria FFS Nr. 630 - Bellinzona-Locarno dalla propria sede a quella provvisoria sul nuovo impalcato nord del cavalcavia sull'autostrada A2 (durata fase: ca. 12 mesi) e la successiva traslazione dell'impalcato in questione nella sua sede definitiva (infatti, il manufatto era stato costruito provvisoriamente in adiacenza alla linea ferroviaria esistente Nr. 630 - lato sud) [1].

#### a. Partner di progetto

Tutti gli interventi di potenziamento del nodo di Camorino sono stati progettati e diretti dalla società AlpTransit, la quale ha ricevuto lo specifico mandato dalla Confederazione svizzera (per il tramite dell'Ufficio Federale dei Trasporti - UFT) di realizzare la Nuova Trasversale Ferroviaria Alpina (NTFA) (programma di progetti nel quale rientra anche la realizzazione della Galleria di base del Ceneri e delle relative connessioni alla rete esistente - nodi ferroviari di Vezia e Camorino). Dal punto di vista progettuale ed esecutivo, i lavori di potenziamento in questione hanno numerose interfacce con importanti infrastrutture di trasporto in esercizio, ovvero con la linea ferroviaria FFS Nr. 630 - Bellinzona-Locarno e con l'autostrada A2 Basilea-Chiasso. Le infrastrutture menziona-

*It is one of the most important junctions on the Swiss rail system, both for the canton and at federal level, as it will enable an increased network capacity and transport services and will allow trains from Chiasso and Lugano to continue eastward (towards Bellinzona) and, most importantly, westward (towards Locarno and Ranzo Confine-Luino), a route not currently served by any direct trains.*

*This four-track structure which has replaced the old bridge, is ≈105 m long and between 24 m and 28 m wide and has been constructed on an incline with respect to the motorway with a ≈53° angle between the respective axes.*

*It is a conventional reinforced prestressed concrete block structure with two decks for the tracks of the existing line (on the north deck) and those of the new AlpTransit line (on the south deck) (Fig. 8).*

*The fundamental aim of the work done to modernise and upgrade the Camorino junction infrastructure was to minimise the disruption to road and rail traffic caused by these operations being carried out.*

*Except for the period during which the north deck of the new bridge was moved (involving the suspension of all train services on the Bellinzona- Locarno line for 41 hours), all works were carried out whilst the railway and motorway were kept open.*

*This objective was achieved by planning the various operational phases in great detail, i.e. by planning the construction of the installations and facilities of the new AlpTransit line alongside the operational Bellinzona- Locarno line. Moving this line partially and gradually onto the new*



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

*Fig. 8 - Sovrastruttura ferroviaria sul nuovo cavalcavia a quattro binari di scavalco dell'autostrada A2: i due binari sulla destra, in esercizio dal 12.03.2013, sono a servizio della linea Nr 630 Bellinzona-Locarno; i due binari sulla sinistra, in costruzione, saranno a servizio della nuova linea veloce attraverso la Galleria di base del Ceneri.*

*Fig. 8 - Rail superstructure on the new four-track bridge over the A2 motorway: the two tracks on the right, in operation since 12 March 2013, serve the Bellinzona-Locarno line 630; the two on the left, currently under construction, will serve the new high-speed line through the Ceneri Base Tunnel.*

te sono gestite rispettivamente dalle Ferrovie Federali Svizzere (FFS) e dall'Ufficio federale delle strade (USTRA, ufficio afferente al Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni). La pianificazione e la direzione della maggior parte degli interventi infrastrutturali previsti e, in particolare, la realizzazione del nuovo cavalcavia sull'autostrada A2, hanno visto un intenso coordinamento tra AlpTransit, FFS ed USTRA per garantire il rispetto dei tempi esecutivi, della sicurezza, della continuità delle attività di cantiere e della circolazione ferroviaria e autostradale.

### b. Quadro logico di progetto

La pianificazione e la realizzazione del nuovo cavalcavia sull'autostrada A2 sono risultate molto complesse a causa dell'interferenza delle attività esecutive con l'esercizio della linea ferroviaria Bellinzona-Locarno e dell'autostrada A2. Infatti, si è dovuto procedere a:

- costruire l'impalcato nord del nuovo cavalcavia in adiacenza ad una linea ferroviaria e al di sopra di un'autostrada aperte al traffico;
- spostare la linea ferroviaria esistente dalla sua sede originaria alla sede provvisoria posta sull'impalcato nord del nuovo cavalcavia (posto nella sua posizione provvisoria);
- demolire il ponte esistente in adiacenza ad una linea ferroviaria in esercizio, al di sopra di un'autostrada aperta al traffico e con forti limitazioni nell'uso di mezzi di sollevamento a gru a causa della sovrastante linea elettrica Nr. 70L di alimentazione della linea ferroviaria Nr. 630 e Nr. 631 - Cadenazzo-Ranzo Confine-Luino;
- traslare l'impalcato nord al di sopra dell'autostrada A2 aperta al traffico (operazione impossibile da svolgere senza interrompere l'esercizio ferroviario della linea Bellinzona-Locarno);
- ripristinare il collegamento ferroviario Bellinzona-Locarno.

La Fig. 9 illustra le macrofasi principali degli interventi di traslazione dell'impalcato nord del nuovo cavalcavia e di demolizione del vecchio ponte, evidenziando le interferenze con l'esercizio di ferrovia, autostrada e linea elettrica 70L.

### c. Analisi delle problematiche

Di seguito viene svolta un'analisi delle problematiche rilevate in relazione alle interferenze esposte. Inoltre, in via preliminare, vengono presentati i provvedimenti di mitigazione che sono scaturiti.

#### Demolizione del ponte ferroviario sull'autostrada A2

Per consentire il completamento delle parti d'opera del nuovo manufatto necessarie all'attuazione della trasla-

*AlpTransit line installations as they were constructed enabled the remaining installations to be built on the site of the existing rail line as it was freed up, minimising the impact on rail services.*

### 3. Project frame of reference and analysis of the main problems identified in moving the A2 railway bridge

*As described in § 2., the most demanding task, because of its considerable interference with rail and motorway operations, was moving the SBB Bellinzona-Locarno rail line 630 from its position to a temporary site on the new north deck of the A2 motorway bridge (phase duration: approx. 12 months) and then moving the relevant deck to its final location (the structure was actually built provisionally alongside the existing railway line 630 on the south side).*

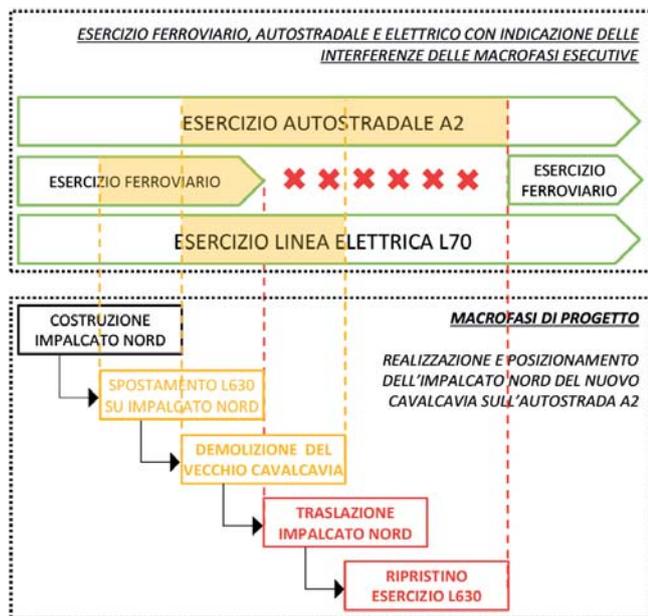
#### a. Project partners

*All operations to upgrade the Camorino junction were planned and managed by AlpTransit, which was given a specific mandate by the Swiss federal government (via the Federal Office of Transport) to construct the New Rail Link through the Alps (NRLA), a programme of projects including the construction of the Ceneri Base Tunnel and its connections to the existing network at the Vezia and Camorino railway junctions. In terms of planning and execution, the upgrade work in question has many interfaces with two major operational transport structures, the SBB Bellinzona-Locarno railway line 630 and the A2 Basel-Chiasso motorway. The first of these infrastructures is managed by Swiss Federal Railways (SBB) and the second by the Federal Roads Office FEDRO, which is part of the Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications. Planning and managing most of the infrastructure operations envisaged and, in particular, the construction of the new railway bridge over the A2 motorway involved close co-ordination between AlpTransit, SBB and FEDRO to guarantee safety, adherence to deadlines and the continuity of activities on site as well as rail and motorway traffic.*

#### b. Logical framework of the project

*The planning and construction of the new railway bridge over the A2 motorway proved very complex given how the work interfered with operations on the Bellinzona-Locarno railway line and the A2 motorway. To the work required:*

- *building the north deck of the new railway bridge alongside a railway line and above a motorway, both of which remained open to traffic;*
- *shifting the existing railway line from its original position to a temporary site on the north deck of the new railway bridge (located in its temporary position);*



(Fonte - Source: FFS SA)

Fig. 9 - Quadro logico di riferimento del progetto con individuazione delle principali interferenze (x=blocco; ■ = interferenza).

Fig. 9 - Logical frame of reference of the project with identification of the main interferences (x=block; ■ = interference).

zione, si è preliminarmente dovuto procedere alla demolizione dell'esistente ponte ferroviario sull'autostrada A2.

Le alternative tecniche prese in esame per la demolizione del ponte sono state due:

- 1) brillamento del manufatto: questa soluzione avrebbe comportato l'interruzione di una notte (Sa/Do) del tratto di autostrada interessato e la deviazione della circolazione veicolare sulla rete stradale ordinaria opportunamente adeguata per evitare punti di conflitto dei diversi flussi e conseguenti rallentamenti, se non quelli causati dalla minor sezione della carreggiata stradale;
- 2) rimozione del ponte a conci: questa soluzione avrebbe comportato la preliminare puntellazione della struttura (necessaria in funzione della prevista alterazione dello schema statico nelle successive lavorazioni - il manufatto, costruito negli anni '60, era infatti costituito da due campate in cemento armato precompresso) e il conseguente taglio del ponte in conci secondo fasi di lavoro prestabilite e calibrate in funzione dei periodi di minor traffico autostradale, con sbarramento delle corsie autostradali poste al di sotto del tratto di campata in demolizione e deviazione provvisoria del percorso delle stesse (Fig. 10).

La prima soluzione, valutata come più efficiente ed economica, è stata scartata in quanto USTRA riteneva che, in caso di eventi accidentali, uno sconfinamento dei lavori al di fuori del periodo di morbida notturno indivi-

- demolishing the existing bridge alongside an operational railway line, above a motorway open to traffic and with considerable restrictions on the use of crane lifting equipment because of the overhead transmission line 70L powering the railway lines 630 and 631 (Cadenazzo-Ranzo Confine-Luino);
- moving the north deck over the A2 motorway while keeping it open to traffic (something that could not be done without suspending rail services on the Bellinzona-Locarno line);
- restoring the Bellinzona-Locarno rail link.

Fig. 9 shows the main macrophases of the operations involved in moving the north deck of the new railway bridge and demolishing the old one, highlighting their interference with rail services, motorway operations and the power line 70L.

### c. Analysis of the problems

The problems determined in relation to the interference illustrated are analysed below following a description of the mitigation measures that were implemented.

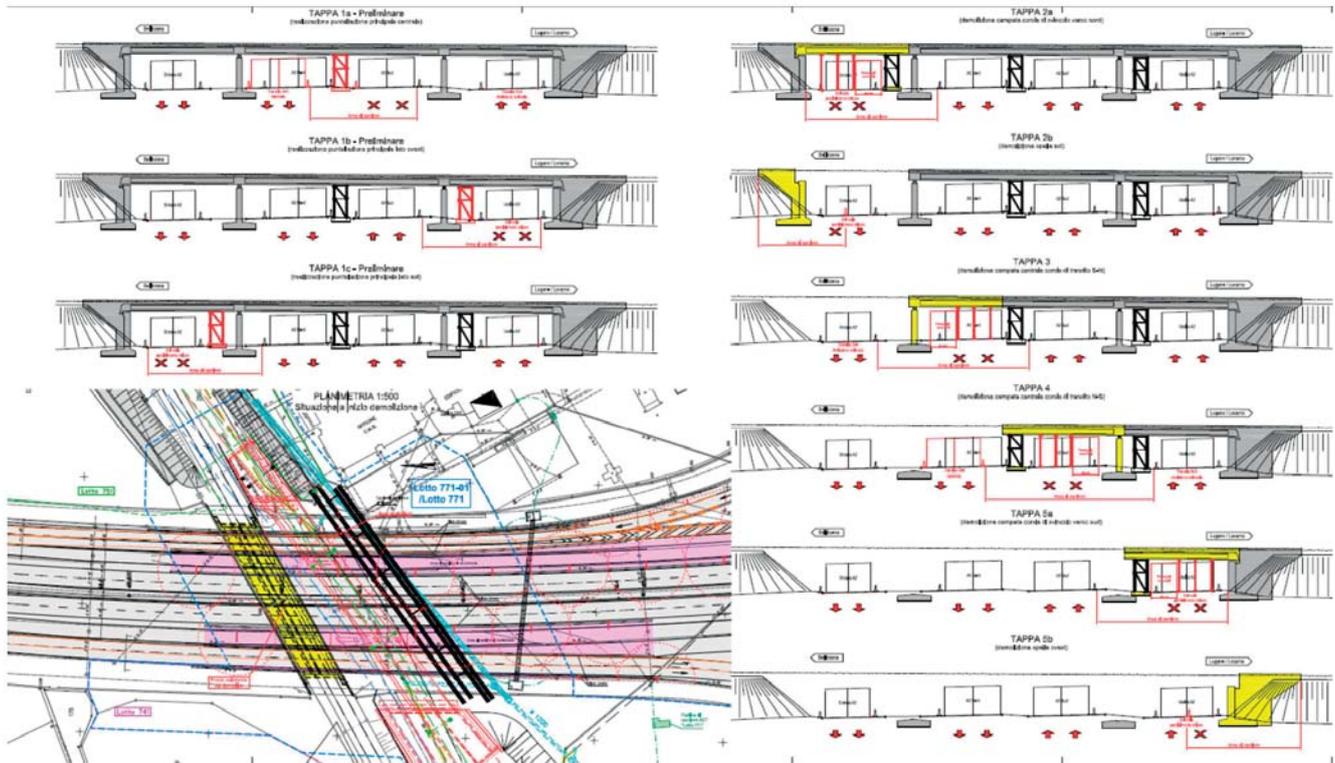
#### Demolition of the railway bridge over A2 motorway

In order to complete the parts of the work on the new structure required to execute the move, it was first necessary to demolish the existing A2 motorway bridge.

Two technical options were considered for the demolition of the bridge:

- 1) *blasting the structure: this solution would have meant closing the motorway section concerned overnight (Sat./Sun.) and diverting vehicles onto local roads. Suitable adaptations would also have had to be put in place to prevent bottlenecks between the different traffic flows and thus traffic jams, including those caused by the smaller roadway section;*
- 2) *removing the bridge in segments: this solution would have meant first shoring up the structure (this would have been required in accordance with the planned alteration of the structural framework in successive operations; the structure, built in the 1960s, comprised two prestressed reinforced concrete bays). Then, the bridge would have had to be cut into segments in set phases timed to coincide with quieter periods on the road, the roads beneath the section of the bay being demolished would have had to be blocked off and traffic provisionally diverted (Fig. 10).*

The first solution, which was considered more efficient and cost-effective, was rejected as FEDRO thought that continuing the works beyond the low-impact night-time period identified would have had a severe impact on an already-sensitive motorway traffic situation in the event of an accident. It was therefore decided to cut the piers and abutments of the bridge into segments (removing the result-



(Fonte - Source: AlpTransit SA)

Fig. 10 - Schemi di demolizione a tappe del cavalcavia esistente.  
 Fig. 10 - Diagrams showing the demolition of the existing railway bridge in stages.

duato avrebbero prodotto pesanti ripercussioni sulla già delicata situazione del traffico autostradale. Pertanto, la scelta adottata è stata quella di procedere al taglio in conci delle campate e delle spalle del ponte (con rimozione a tappe dei conci risultanti – Fig. 10) e di procedere alla demolizione delle fondazioni con martellone.

I conci del ponte avrebbero dovuto essere rimossi con gru posizionate lateralmente all'autostrada.

*Esercizio linea elettrica 70L*

Presso la stazione FFS di Giubiasco, impianto posto alla progressiva 154+043 e in comune alla linea ferroviaria Nr. 600 – Lucerna-Bellinzona-Chiasso e Nr. 630 – Bellinzona-Locarno, è ubicata l'omonima sottostazione elettrica di conversione che alimenta parte della linea Nr. 600 e, integralmente, le linee Nr. 630 e Nr. 631 (quest'ultima è una diramazione della linea Nr. 630 dalla stazione di Cadenazzo per Ranzo Confine).

La costruzione della sottostazione di conversione di Giubiasco risale al 1919: si trattava, all'epoca della messa in esercizio, di una sottostazione di distribuzione con 3 trasformatori 66 kV - 15 kV deputati a convertire la corrente proveniente dalla centrale elettrica FFS del Ritom. Nel 1965, unitamente alla costruzione dei nuovi stabili della centrale, è stato installato un convertitore rotante

ing segments in stages – Fig. 10) and then demolish the foundations with a jack hammer.

The segments of the bridge were to be removed with cranes positioned alongside the motorway.

Operation of power line 70L

The SBB station at Giubiasco, an installation located at point 154 + 043 and shared by lines 600 – Lucerne–Bellinzona-Chiasso and 630 – Bellinzona-Locarno, includes the converter substation of the same name that powers part of line 600 and all of lines 630 and 631 (the latter forming a branch of line 630 from Cadenazza station to Ranzo Confine).

Construction of the Giubiasco converter substation began in 1919: when commissioned, it was a distribution substation with three 66 kV – 15 kV transformers used to convert the current from SBB's Ritom power station. A rotary converter (known as CR1) was installed in 1965 when the new power station buildings were constructed, while two ABB prototype static converters (known as CS2 and CS3) were put into operation in 1994 (the first static converters ever made). CR1 plays a key role in guaranteeing the stability of the electric tractive system as its rotary mass of ≈115 t makes it excellent at absorbing short circuits. However, the static converters CS2 and CS3 provide a bet-

(denominato CR1) mentre, nel 1994, sono stati messi in servizio due prototipi di convertitori statici (denominati CS2 e CS3) di ABB (si trattava dei primi convertitori statici mai realizzati). Il CR1 risulta essere molto importante per garantire la stabilità della rete elettrica di trazione in quanto, con la sua massa rotante di  $\approx 115$  t, riesce ad ammortizzare in modo eccellente i cortocircuiti. Per contro i convertitori statici CS2 e CS3 garantiscono rendimenti migliori avendo, durante la conversione, molte meno perdite rispetto al convertitore rotante. In generale, il CR1 ha una potenza di 25 MW mentre il CS2 e CS3 hanno una potenza di 20 MW ciascuno. La potenza totale installata presso la sottostazione di conversione di Giubiasco risulta, dunque, essere pari a 65 MW.

Nell'ambito dei progetti AlpTransit sono avvenuti ulteriori importanti interventi di potenziamento della sottostazione di Giubiasco allo scopo di garantire un approvvigionamento di corrente affidabile alla Galleria di base del Ceneri ed al Canton Ticino meridionale: tali interventi hanno riguardato la sostituzione dei trasformatori della linea di contatto e l'innalzamento della tensione di esercizio a sud di Giubiasco con il passaggio da 66 kV a 132 kV. La sottostazione, nella sua nuova configurazione, è in esercizio da agosto 2016 con la sola eccezione dei punti di alimentazione a servizio della Galleria di base del Ceneri.

Dal punto di vista dello schema elettrico (Fig. 11), la sottostazione di conversione in questione è dotata di 4 punti di alimentazione, numerati da 1001 a 1004.

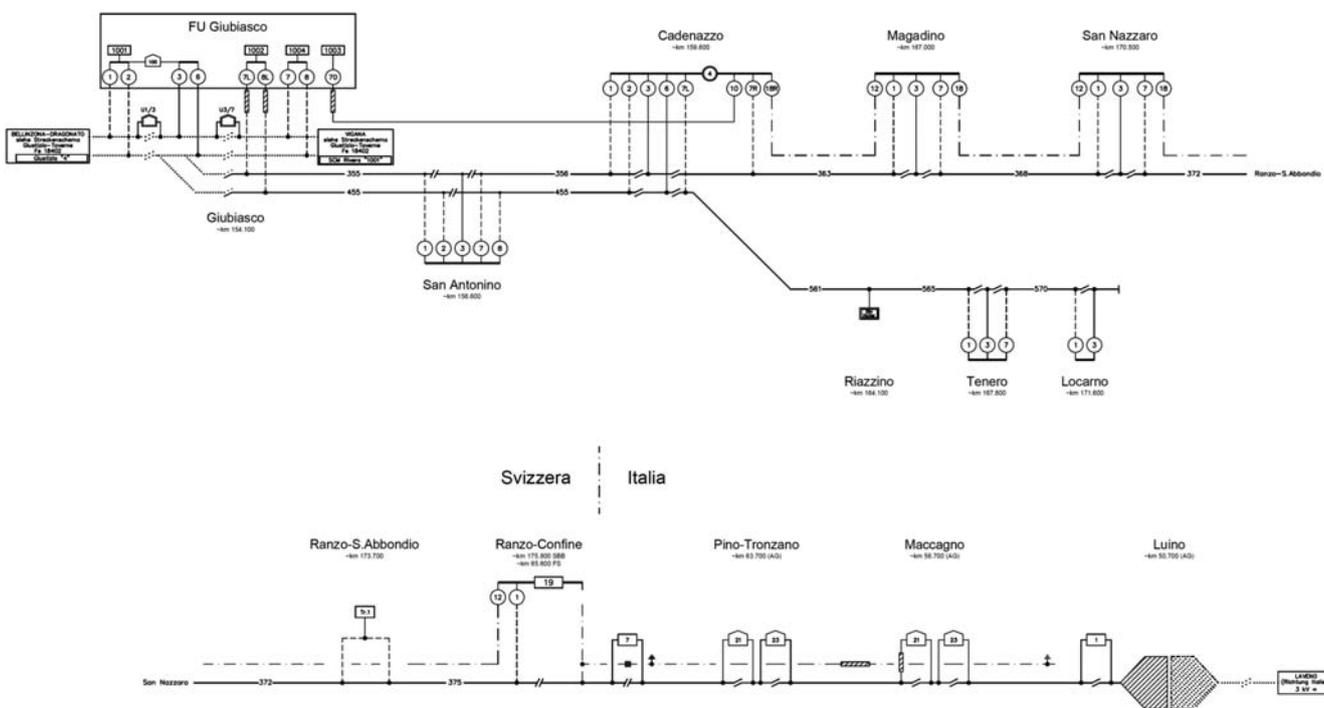
*ter performance since they suffer much lower losses than the rotary converter during conversion. In general, CR1 has an output of 25 MW whilst CS2 and CS3 each have an output of 20 MW, giving a total installed power of 65 MW at the Giubiasco substation.*

*As part of the AlpTransit projects, additional major operations were carried out to increase the power of Giubiasco substation to provide the Ceneri Base Tunnel and the southern Ticino Canton with a reliable current supply. This work involved replacing the overhead line transformers and increasing the operating voltage south of Giubiasco from 66 kV to 132 kV. The substation has operated in its new configuration since August 2016 with the sole exception of the power points serving the Ceneri Base Tunnel.*

*From the point of view of the wiring diagram (Fig. 11), the converter substation in question is equipped with four power points numbered 1001 to 1004.*

*Railway lines 630 and 631 are powered from power point 1002 via switch disconnectors 7L and 8L. The 15 kV bypass line, known as 70L, starts at power point 1003 and, via switch disconnector 70, supplies the Cadenazzo switch unit and, further downstream, the Magadino (point 167+000), San Nazzaro (point 170+500), Ranzo Sant'Abbondio (point 173+700) and Ranzo Confine (point 175+800) switch units.*

*Line 630 can be powered from Cadenazzo station via switch disconnector 7L of the Cadenazzo switch unit. The*



(Fonte - Source: FFS SA)

Fig. 11 - Schema elettrico di distribuzione della sottostazione elettrica di conversione di Giubiasco e delle linee FFS nr. 630 e nr. 631.

Fig. 11 - Electric distribution diagram of Giubiasco electric converter substation and SBB lines 630 and 631.

L'alimentazione della linea ferroviaria Nr. 630 e Nr. 631 avviene dal punto di alimentazione Nr. 1002 per il tramite degli interruttori di manovra 7L e 8L. Dal punto di alimentazione 1003 ha origine la linea di circonvallazione a 15 kV, denominata 70L, che, tramite l'interruttore di manovra 70, approvvigiona il posto interruttori di Cadenazzo e, a cascata, i posti interruttori di Magadino (progressiva 167+000), San Nazzaro (progressiva 170+500), Ranzo Sant'Abbondio (progressiva 173+700) e Ranzo Confine (progressiva 175+800).

La linea Nr. 630 è alimentabile dalla stazione di Cadenazzo, tramite l'interruttore di manovra 7L del posto interruttori di Cadenazzo. I posti interruttori sulla linea Nr. 630 di Tenero (progressiva 167+800) e di Locarno (progressiva 171+600) non sono approvvigionati.

Attualmente non è dunque possibile alimentare le linee ferroviarie Nr. 630 e Nr. 631 dalle loro estremità meridionali: la creazione di tali impianti di alimentazione è contenuta nel pacchetto di interventi infrastrutturali previsti per il potenziamento della linea internazionale Cadenazzo-Ranzo Confine-Luino.

Il vecchio ponte ferroviario sull'autostrada A2, oggi demolito, era sorvolato sia da una linea di trasporto FFS a 66 kV sia dalla linea 70L. I conduttori di quest'ultima, data la particolare struttura dei tralicci a servizio delle linee citate, risultavano essere i più vicini alla struttura da demolire per cui, secondo le modalità esecutive definite in via preliminare (sollevamento dei conci dell'impalcato tramite gru posizionate sulle carreggiate autostradali), per poter lavorare con le prescritte condizioni di sicurezza sarebbe stato necessario mettere fuori esercizio la linea 70L per la durata di alcune settimane.

Tenuto conto dello schema elettrico illustrato, risulta chiaro come la 70L alimenti due linee ferroviarie ad elevato impatto strategico: infatti, la linea Nr. 631 costituisce uno dei collegamenti ferroviari più importanti del Paese verso l'estero (Italia). Lungo i suoi binari transitano, in prevalenza, treni merci operanti sui terminali Hupac di Busto Arsizio e Basilea. Tale linea costituisce, dunque, un'arteria fondamentale per l'equilibrio del traffico ferroviario europeo.

In fase di definizione e pianificazione dei lavori di demolizione del vecchio ponte sull'autostrada A2, il settore Corrente di trazione dell'Unità di sorveglianza dell'infrastruttura FFS è stato coinvolto per condurre un'analisi dell'impatto sulla propria infrastruttura della messa fuori esercizio della linea di circonvallazione 70L e autorizzarle, eventualmente, tale provvedimento.

Dall'analisi tecnica condotta è emerso che, conseguentemente alla sospensione del trasporto di energia elettrica sulla linea 70L:

a) sarebbe stato necessario, innanzitutto, mettere a terra (con specifici dispositivi) i conduttori della linea in questione, operazione resa difficoltosa dall'altezza dei tralicci;

*switch units on Tenero line 630 (point 167+800) and Locarno (point 171+600) are not supplied with power.*

*This means that railway lines 630 and 631 cannot be powered from their southern ends at present: the creation of these power systems is contained in the set of infrastructure operations planned for the upgrade of the Cadenazzo-Ranzo Confine-Luino international line.*

*The old railway bridge over the A2 motorway, now demolished, was crossed by an SBB 66kV overhead transmission line and line 70L. The particular structure of the pylons serving these lines meant that the conductors of line 70L were closest to the structure to be demolished. Following the procedures initially laid down (lifting the deck segments using a crane positioned on the motorway carriageways), therefore, line 70L would have to be decommissioned for a number of weeks in order to comply with the safety requirements.*

*Considering the wiring diagram shown above, it is clear that 70L powers two railway lines with a considerable strategic impact: line 631 is one of the Switzerland's most important rail links out of the country (to Italy). Its tracks are mainly used by goods trains operating at the Hupac Busto Arsizio and Basel terminals. This line is therefore fundamental for the smooth running of European rail traffic.*

*During the phase in which the demolition of the old bridge over the A2 motorway was defined and planned, the Traction Current team of SBB's Infrastructure Surveillance Unit was brought in to analyse the impact on its infrastructure of decommissioning bypass line 70L and to authorise this measure if appropriate.*

*The technical analysis found that de-energising line 70L would have the following consequences:*

- a) *firstly, the conductors of the line in question would have to be earthed (using specific devices), which would be difficult due to the height of the pylons;*
- b) *lines 630 (to Locarno) and 631 (to Ranzo Confine and Luino) would have to be powered via the overhead line conductors from power point 1002 at Giubiasco substation only (switch disconnectors 7L and 8L) and all the relocated switch units would have to be arranged appropriately along the lines (in particular, switch 4 of the Cadenazzo switch unit would have to be included);*
- c) *operation times (identification and restoration of overhead line short circuits) would be much longer than normal, increasing delays to rail services. This is particularly important since the annual volume of short circuits due to adverse weather conditions on line 631 – Cadenazzo-Ranzo Confine-Luino is significant: the section in question is affected by strong winds and, particularly in summer, intense thunderstorms cause repeated temporary short circuits. If the number of these temporary short circuits recorded within a predefined period exceeds the set limit, the electronic management system automatically cuts the power of the plant, interpreting these short circuits as permanent. With the technology available up to 2015, switch 4 of the Cadenazzo switch*

- b) si sarebbe dovuto procedere ad una alimentazione delle linee Nr. 630 (verso Locarno) e Nr. 631 (verso Ranzo Confine-Luino) tramite i soli conduttori della linea di contatto a partire dal punto di alimentazione 1002 della sottostazione di Giubiasco (interruttori di manovra 7L e 8L) e disponendo opportunamente tutti i posti interruttori dislocati lungo le linee (in particolare, sarebbe stato necessario inserire l'interruttore 4 del posto interruttori di Cadenazzo);
- c) i tempi d'intervento (individuazione e ripristino di cortocircuiti della linea di contatto) sarebbero risultati molto più lunghi del normale con conseguente accumulo di ritardi nella circolazione ferroviaria. Ciò assume particolare importanza in relazione al fatto che il volume annuale dei cortocircuiti dovuti a condizioni meteorologiche avverse sulla linea Nr. 631 - Cadenazzo-Ranzo Confine-Luino è non trascurabile: infatti, il tratto in questione è colpito da venti forti e, soprattutto nel periodo estivo, da intensi temporali che causano ripetuti cortocircuiti momentanei. Se il numero di tali cortocircuiti momentanei registrati entro un lasso di tempo predefinito eccede il limite prestabilito, il sistema elettronico di gestione procede automaticamente alla disalimentazione degli impianti ritenendo tali cortocircuiti come permanenti. Con la tecnologia disponibile fino al 2015, l'interruttore 4 del posto interruttori di Cadenazzo non disponeva delle moderne protezioni e non poteva fornire indicazioni riguardo alla posizione di eventuali cortocircuiti. A seguito di ciò, per il personale operante presso il centro di comando di Bellinzona, la determinazione del luogo perturbato sarebbe risultata molto laboriosa e solo sommaria;
- d) nel caso di attuazione della strategia di alimentazione descritta al punto a), le prove necessarie alla individuazione della zona oggetto di cortocircuito permanente avrebbero determinato l'interruzione contemporanea della circolazione ferroviaria sulle linee Nr. 630 e Nr. 631;
- e) l'attuazione della strategia di alimentazione descritta al punto a), su uno sviluppo complessivo della rete pari a  $\approx 34$  km a semplice binario e con un elevato traffico merci, sarebbe stata caratterizzata da un motivato rischio di sovraccarico dei conduttori della linea di contatto con conseguente rialzo della temperatura degli stessi e un ripetitivo intervento delle protezioni termiche dei punti di alimentazione, nonché dal rischio di una prolungata interruzione totale della circolazione ferroviaria in caso di guasto;
- f) sarebbe stato necessario predisporre uno specifico dispositivo di ripristino dell'alimentazione sulla linea di circinvallazione 70L tale da garantire la rapida rimessa in servizio in caso di necessità.

Va inoltre considerato che risultava impossibile far sospendere i lavori in caso di necessità urgente di reinserimento della linea 70L in quanto le tappe di lavoro pia-

*unit did not have modern protection devices and was unable to provide details of the location of any short circuits. Consequently, it would be very hard for the staff working at the Bellinzona control centre to locate the site affected, even approximately;*

- d) *in the case of the implementation of the power strategy described in point a), the tests required to identify the area affected by a permanent short circuit would mean interrupting rail services on the lines 630 and 631 at the same time;*
- e) *therefore, implementing the power strategy described in point a) over a total length of  $\approx 34$  km of the single-track system with a high volume of goods traffic would risk overloading the overhead line conductors, pushing up their temperatures and causing repeated intervention to ensure the thermal protection of the power points; there would also be a risk of prolonged interruptions to the entire rail service in the event of failure;*
- f) *a specific power recovery device would have to be provided on bypass line 70L to guarantee the rapid restoration of services if need be.*

*It must also be borne in mind that it would have been impossible to suspend the works if line 70L needed to be re-connected urgently, as the planned operating stages had to be completed according to a binding schedule and missing these deadlines would have a very detrimental effect on rail services and motorway operation.*

*The results of the analysis illustrated here led AlpTransit project managers to seek an alternative planning solution aimed at using different machinery to move the railway bridge segments, while fully complying with the safety measures required and without interrupting bypass line 70L.*

*For this reason, it was decided not to remove the segments of the deck of the old A2 bridge with a crane but to use equipment with shorter hoist arms. In particular, it was decided to use a suitably modified front-loader crane fitted with a metal beam that enabled the segments to be picked up and set down off the carriageway and then cut into smaller pieces for loading onto trucks and transporting to material recovery centres.*

### Railway operation

*To enable the north deck of the new railway bridge to be moved, railway service of the line 630 had to be suspended completely and continuously for 41 hours (see section 5 for the estimated suspension time). As shown in Fig. 12 below, the suspension was planned in three different phases.*

*Implementing the suspension described in Fig. 12 meant defining certain measures to guarantee the continuity of goods and passenger services:*

#### a) Goods traffic

*Most of the goods traffic that travels on line 631 – Cadenazzo-Ranzo Confine-Luino can be classified as transit goods traffic, most of which goes directly to the intermodal*

nificate dovevano essere portate a termine secondo un programma vincolante non rispettando il quale si sarebbe provocato un notevole danno alla circolazione ferroviaria e autostradale.

I risultati dell'analisi illustrata hanno portato la direzione di progetto di AlpTransit alla ricerca di una soluzione pianificatoria alternativa e rivolta all'uso di macchinari d'altro genere per la movimentazione dei concetti del ponte ferroviario, nel rispetto completo delle misure di sicurezza necessarie e senza interruzione della linea di circoscrizione 70L.

A tale scopo è stato deciso di non rimuovere i concetti dell'impalcato del vecchio ponte A2 con gru ma di procedere con mezzi dotati di bracci di sollevamento di limitata lunghezza. In particolare, è stato deciso di utilizzare una gru di tipo *Front Loader* opportunamente modificata con l'applicazione di una trave metallica che consentisse di prelevare e posare i concetti all'esterno della carreggiata e procedere, successivamente, al taglio in pezzi di dimensioni più contenute per essere caricati su autocarri e trasportati nei centri di recupero di materiale.

### Esercizio ferroviario

Per permettere la traslazione dell'impalcato nord del nuovo cavalcavia si è resa necessaria una interruzione totale continuativa di 41 ore della linea Nr. 630 (per la stima della durata dell'interruzione si veda il § 5.). L'interruzione, come riportato nella Fig. 12, è stata pianificata in 3 differenti fasi.

L'attuazione dell'interruzione descritta in Fig. 12 ha comportato la definizione di determinati provvedimenti atti a garantire la continuità del servizio merci e passeggeri:

#### a) Traffico merci

La maggior parte del traffico merci che interessa la linea Nr. 631 – Cadenazzo-Ranzo Confine-Luino è classificabile come traffico merci di transito, diretto, principalmente, ai terminali intermodali di Gallarate (in direzione sud) e Basilea (in direzione nord). Dal punto di vista tipologico, si tratta di trasporto intermodale strutturato secondo un programma giornaliero ciclico e che deve, per tale caratteristica, viaggiare senza forti ritardi per evitarne l'instabilità d'orario.

A seguito dell'interruzione della linea Nr. 630 si è deciso di dirottare tutte le tracce merci Gallarate-Basilea, e viceversa, via asse del Sempione. L'insediamento dei convogli via Milano-Chiasso risultava, infatti, di difficilissima attuazione a causa, principal-

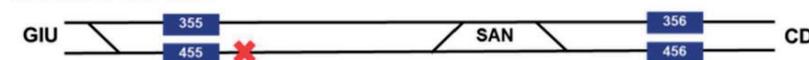
terminali at Gallarate (southbound) and Basel (northbound). In terms of type, this is intermodal transport that is timetabled according to a regular daily schedule and that therefore cannot suffer any major delays in order to prevent timetable instability.

For the interruption of line 630, it was decided to divert all goods services travelling Gallarate–Basel and vice versa along the Simplon corridor. Routing services via Milan–Chiasso would have proved extremely difficult, mainly because of the lack of available tracks between the Milan junction and Gallarate and the longer travel times necessitated by customs clearance at Chiasso international station. Furthermore, goods trains heading south would have required additional tractive rolling stock to handle the Monte Ceneri ramp, meaning higher transport costs for engines and crew. Above all, the diversion along the Simplon corridor required a detailed analysis of the capacity of the entire Basel–Brig–Simplon corridor. This was fundamental in order to avoid carrying out infrastructure operations along this corridor that would have reduced its capacity and, consequently, made it harder to integrate the diverted goods routes with those forming part of normal operations.

These considerations prompted the project management to schedule the works required to move the deck during the weekend (from Saturday to Monday morning) so that only a reduced volume of goods traffic –for transit only – had to be negotiated. Domestic goods services, by contrast, are generally scheduled for weekdays (including mail transport from and to Swiss Post's logistics centre in Cadenazzo), a consideration that would have made the request to interrupt the rail service shown in Fig. 11 difficult to make.

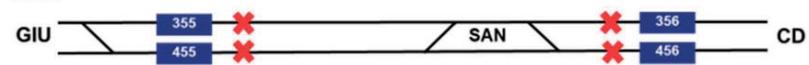
#### Fase 1

Sbarramento ininterrotto bin 455 SAN-GIU da venerdì 08.03.2013 ore 08:10 fino a sabato 09.03.2013 ore 12:10



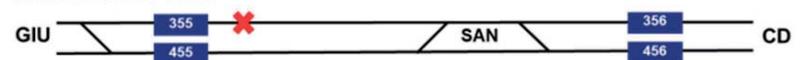
#### Fase 2

Sbarramento totale GIU-CD da sabato 09.03.2013 ore 12:10 fino a lunedì 11.03.2013 ore 05:00



#### Fase 3

Sbarramento ininterrotto bin 355 GIU-SAN da lunedì 08.03.2013 ore 05:00 fino a martedì 12.03.2013 ore 15:00



(Fonte - Source: FFS SA)

Fig. 12 - Fasi di interruzione della circolazione ferroviaria sulla linea Nr. 630 – Bellinzona-Locarno (GIU = Stazione di Giubiasco – SAN = Stazione di Sant'Antonino – CD = Stazione di Cadenazzo).

Fig. 12 - Phases of the suspension of rail services on line 630 – Bellinzona-Locarno (GIU= Giubiasco Station – SAN= Sant'Antonino Station – CD=Cadenazzo Station).

mente, dell'insufficienza di tracce tra il nodo di Milano e Gallarate e dei maggiori tempi di percorrenza legati anche alle operazioni doganali presso la stazione internazionale di Chiasso; inoltre, i treni merci in direzione sud avrebbero necessitato di materiale di trazione supplementare per affrontare la rampa del Monte Ceneri (questo si sarebbe ripercosso sui costi di trasporto in termini di utilizzo di locomotori e personale di macchina). Il dirottamento via asse del Sempione ha necessitato, innanzitutto, di una dettagliata analisi della capacità dell'intero asse Basilea-Briga-Sempione: risultava fondamentale evitare la presenza, su tale asse, di interventi sull'infrastruttura che ne avrebbero abbattuto la capacità e, di conseguenza, reso difficoltosa l'integrazione delle tracce merci dirottate con quelle normalmente pianificate.

Tali considerazioni hanno portato la direzione di progetto a pianificare i lavori di traslazione dell'impalcato durante il fine settimana (dal sabato al lunedì mattina), in modo da dover fronteggiare un traffico merci ridotto, nel volume, e puramente di transito; invece, durante la settimana, sono generalmente pianificati servizi merci nazionali (tra cui il trasporto di posta da e per il centro logistico de La Posta di Cadenazzo), aspetto che avrebbe reso difficoltosa la richiesta di interruzione del servizio ferroviario presentata in Fig. 12.

### b) Traffico passeggeri

La linea Nr. 630 – Bellinzona-Locarno è caratterizzata da un traffico passeggeri fortemente stagionale: durante l'estate si assiste, infatti, a picchi di frequentazione legati alla vocazione turistica della regione del locarnese. Questa prima valutazione ha orientato la direzione di progetto a pianificare l'intervento di traslazione dell'impalcato del nuovo cavalcavia nel mese di marzo (prima del periodo pasquale).

Si è dunque deciso di compensare l'interruzione del servizio passeggeri tra Giubiasco e Cadenazzo con un autoservizio sostitutivo tra le medesime località.

Il progetto di tale autoservizio è presentato in Fig. 13.

### Esercizio autostradale

Per garantire la sicurezza e la fluidità del traffico veicolare nel tratto interessato dall'esecuzione dei lavori di costruzione del nuovo cavalcavia è stato valutato come necessario, per tutto il periodo di costruzione, un limite di velocità massima pari a 100 km/h.

Non sono state valutate come necessarie ulteriori misure di protezione.

## 4. Interventi esecutivi propedeutici alla traslazione del nuovo impalcato: demolizione del vecchio ponte ferroviario

La documentazione fotografica (Figg. 14, 15, 16, 17, 18 e 19) mostra le differenti fasi di demolizione del ponte

### b) Passenger traffic

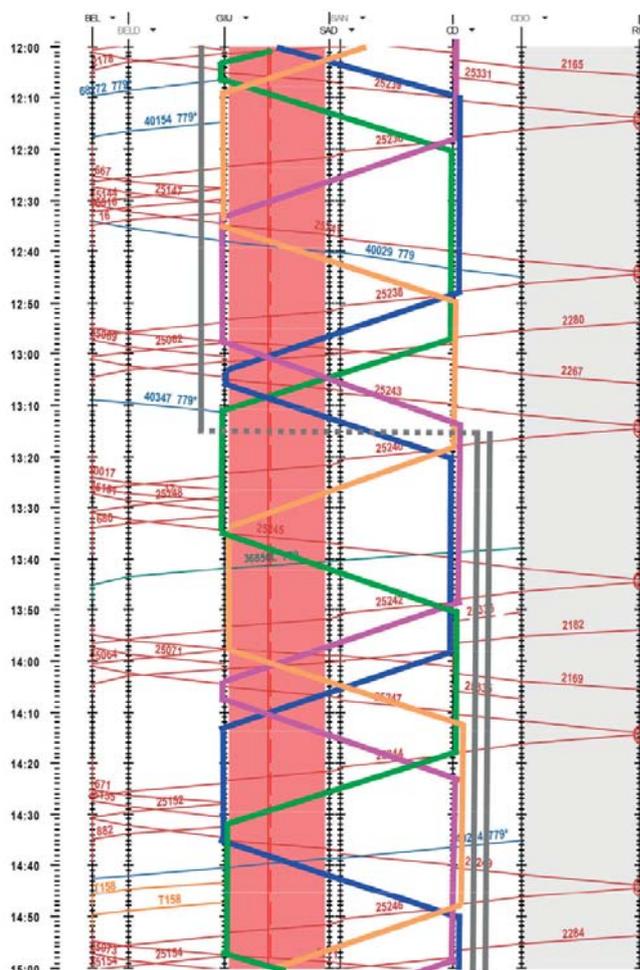
*Line 630 – Bellinzona-Locarno – experiences highly seasonal passenger traffic, with summer peaks linked to tourism in the Locarno region. This initial assessment led the project management to plan moving the deck of the new railway bridge in March (before the Easter period).*

*Therefore, it was decided to offset the interruption of the passenger service between Giubiasco and Cadenazzo with a replacement bus service between these locations.*

*Fig. 13 shows the schedule for this bus service.*

### Motorway operation

*To guarantee the safety and smooth flow of vehicles along the section where the works to build the new railway*



(Fonte - Source: FFS SA)

Fig. 13 - Rappresentazione dell'esercizio ferroviario e delle autocorse sostitutive pianificate tra Giubiasco e Cadenazzo durante il periodo di interruzione della circolazione ferroviaria.

*Fig. 13 - Illustration of rail operation and replacement bus services planned between Giubiasco and Cadenazzo during the interruption of the train service.*



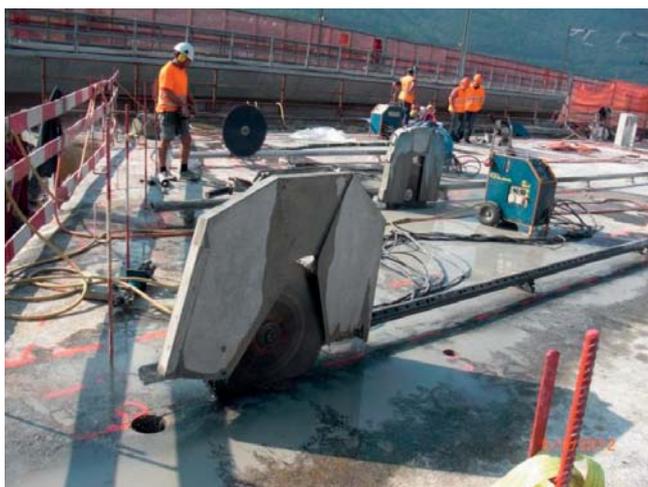
(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 14 - Puntellazione supplementare realizzata al di sotto del ponte A2 esistente per permetterne il taglio in conci.  
Fig. 14 - Supplementary shoring beneath the existing A2 bridge to allow segments to be cut.



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 15 - Tracciamento delle linee di taglio dei conci in corrispondenza della soletta del ponte vecchio esistente (si noti al centro, sullo sfondo, i tralicci della linea elettrica di alimentazione 70L – v. § 2.2).  
Fig. 15 - Layout of the cutting lines corresponding to the deck of the existing old bridge (the pylons of power line 70L are visible at the bottom – see § 2.2).



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 16 - Operazioni di preparazione e di taglio della soletta, delle travi longitudinali e trasversali.  
Fig. 16 - Works to prepare and cut the deck and longitudinal and transverse beams.



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 17 - Rimozione dei singoli conci risultanti dal taglio del ponte esistente (a mezzo di gru Front Loader appositamente adattata).  
Fig. 17 - Removal of individual segments resulting from cutting the existing bridge (using an appropriately modified front-loader crane).

esistente, dalla protezione della struttura da demolire alla rimozione dei conci del ponte derivanti dal taglio dell'impalcato. La demolizione dell'intera struttura del vecchio ponte A2 ha permesso di liberare lo spazio necessario alla costruzione delle spalle del futuro cavalcavia (parte nord).

La scelta progettuale è stata quella di utilizzare la stessa sede, e quindi la stessa struttura provvisoria già impiegata per la realizzazione dell'impalcato nord, anche per la costruzione dell'impalcato sud. In questo modo non è stato necessario intervenire nuovamente sulla sede autostradale per la realizzazione di fondazioni su pali

bridge were to be carried out, a maximum speed limit of 100 km/h was considered necessary throughout the construction period.

No further protection measures were deemed to be required.

**4. Preparatory operations for moving the new deck: demolition of the old railway bridge**

The following photographic documentation (Figs. 14, 15, 16, 17, 18 and 19) shows the different phases involved in demolishing the existing bridge, from protecting the



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 18 - Demolizione delle fondazioni della spalla est del cavalcavia esistente con martellone.

Fig. 18 - Demolition of the eastern abutment foundations of the existing railway bridge with a pneumatic drill.

(scelta dettata dalla natura alluvionale del sottofondo) della struttura di sostegno provvisoria necessaria alla costruzione degli impalcati.

Questo vantaggio sconta, però, l'onerosità dell'intervento di traslazione.

Con il completamento delle spalle est ed ovest (lato sud) del nuovo cavalcavia A2 e la realizzazione delle opere provvisorie di sostegno della massicciata ferroviaria e di protezione dei cavi in esercizio della Linea Esistente Modificata Nr. 630 (LEM630), opere provvisorie necessarie in previsione della traslazione, ha avuto formalmente inizio la fase di traslazione dell'impalcato nord dalla sua posizione provvisoria (lato sud) a quella definitiva (lato nord).

## 5. Gestione esecutiva dell'interruzione della linea ferroviaria Bellinzona-Locarno e della traslazione dell'impalcato

La traslazione dell'impalcato nord del nuovo cavalcavia sull'autostrada A2 era una attività prevista già in fase di pubblicazione del progetto della Galleria di Base del Ceneri. Nelle successive fasi di sviluppo del progetto, ed in particolare in quella di progettazione di dettaglio del nuovo cavalcavia A2, era stato elaborato, e successivamente aggiornato, un programma di massima dell'intervento che era stato immediatamente inserito all'interno della pianificazione degli intervalli (interruzioni) della rete FFS. Già in tale fase embrionale, era stato deciso che la durata dell'interruzione totale della linea Bellinzona-Locarno non poteva superare le 40 ore per non causare un impatto oltremodo significativo sui trasporti merci e passeggeri particolarmente elevati nei giorni feriali. Inoltre, a valle delle analisi presentate nel § 3.3, il periodo ot-



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 19 - Rimozione delle palancole utilizzate per sostenere il sedime ferroviario durante la realizzazione della prima metà della spalla est del nuovo cavalcavia.

Fig. 19 - Removal of the sheet piles used to shore up the railway site during the construction of the first half of the east abutment of the new railway bridge.

structure to be demolished to removing the bridge segments resulting from cutting the deck. The demolition of the entire structure of the old A2 bridge freed up the space required to build the abutments of the future railway bridge (north part).

For the south deck, the design involved using the same site and therefore the same temporary structure already employed to build the north deck. There was therefore no need to work on the motorway site again to build foundations on posts (a choice that was dictated by the alluvial nature of the subsoil) for the provisional supporting structure required to build the decks.

This advantage was offset to an extent by the difficulty of the move, however.

Completion of the east and west abutments (south side) of the new A2 railway bridge and construction of the provisional supporting structures for the track ballast and protection of the cables of Existing Modified Line 630 (EML630) in use – i.e. the provisional works required in preparation for the move – marked the formal commencement of the phase to move the north deck from its temporary position (south side) to its final site (north side).

## 5. Managing the interruption of the Bellinzona-Locarno railway line and moving the deck

Moving the north deck of the new A2 motorway railway bridge was planned as long ago as when the Ceneri Base Tunnel project was published. In later project development stages and, in particular, during detailed planning for the new A2 railway bridge, a preliminary operation programme was drafted and then updated, which was immediately included in planning the SBB network intervals (interruptions). It was decided from a very early stage that the

timale è stato individuato tra le ore 13.00 di sabato 09.03.2013 e le ore 05.00 di lunedì 11.03.2013.

Nei mesi antecedenti all'intervento sono state approfondite, concordate e regolate alcune tematiche con tutti gli operatori interessati dalle attività esecutive, ovvero:

- Imprese ferroviarie:
  - TiLo: trasporto passeggeri locale e transfrontaliero;
  - FFS: trasporto passeggeri regionale e nazionale;
  - FFS Cargo, DB Schenker e BLS Cargo: trasporto merci;
- Servizi autosostitutivi:
  - Autopostale SA;
- Servizi di soccorso (Polizia, Vigili del fuoco, Pronto soccorso) nel caso in cui si fosse verificato, direttamente o indirettamente, un incidente sul cantiere con plausibile ripercussione sulla tempistica delle attività;
- USTRA: gestore dell'autostrada A2.

A seguito del confronto tra tutti i Partner è stata concordata e definita la programmazione finale dell'intervento indicata in Tabella 1.

La gestione esecutiva della traslazione dell'impalcato nord del nuovo cavalcavia è stata condotta da un'apposita base di cantiere allestita nelle immediate adiacenze dell'area dei lavori e collegata, a mezzo telefono e radio (seconda ridondanza), con i capisquadra presenti sul cantiere, con le guardie di sicurezza, con il Centro di Esercizio Rete (CER) FFS di Bellinzona, con gli enti di soccorso e con il gestore dei servizi autosostitutivi dei treni passeggeri. Gli aspetti principali di gestione esecutiva sono riconducibili ai seguenti settori specialistici:

*Bellinzona–Locarno line could not be suspended for more than 40 hours in total so as not to impact excessively on the very considerable volume of goods and passengers being transported on weekdays. Furthermore-, following the analyses presented in § 3.3, the optimum period was identified as being between 1 p.m. on Saturday, 9 March 2013 and 5 a.m. on Monday, 11 March 2013.*

*In the months prior to the operation, a number of issues were investigated, agreed upon and settled with all the operators involved in the works, i.e.:*

- *Railway companies:*
  - *TiLo: local and cross-border passenger transport;*
  - *SBB: regional and national passenger transport;*
  - *SBB Cargo, DB Schenker and BLS Cargo: goods transport;*
- *Replacement bus services:*
  - *PostBus Switzerland Ltd;*
- *Emergency services (police, fire service, paramedics) in the event of a direct or indirect accident at the site with a plausible repercussion on the deadline for the activities;*
- *FEDRO: A2 motorway manager.*

*Following dialogue between all the partners, the final schedule of the work was agreed and defined as indicated in Table 1.*

*Moving the north deck of the new railway bridge was managed from a special construction site base set up immediately adjacent to the works and connected by telephone and radio (depending on redundancy requirements) to the team leaders on site, security guards, SBB Network Operating Centre (CER) in Bellinzona, emergency organisations and the manager of the bus services replacing the pas-*

Tabella 1 – Table 1

Quadro riassuntivo delle tempistiche esecutive relative alla traslazione dell'impalcato nord del cavalcavia A2  
*Summary of schedule for moving the north deck of the A2 railway bridge*

<b>Programmazione lavori traslazione cavalcavia A2</b> <i>Schedule of works to move A2 railway bridge</i>		
<b>Periodo</b> <i>Period</i>	<b>Inizio: venerdì 08.03.2013 - ore 07.00</b> <i>Start: Friday 08.03.2013 at 7 a.m.</i>	<b>Fine: martedì 12.03.2013 - ore 15.00</b> <i>End: Tuesday 12.03.2013 at 3 p.m.</i>
Binari interessati <i>Tracks involved</i>	400 (Locarno-Bellinzona) da ore 07.00 del 08.03.2013 a ore 05.00 del 11.03.2013 400 ( <b>Locarno-Bellinzona</b> ) from 7 a.m. on 08.03.2013 to 5 a.m. on 11.03.2013	
	300 (Bellinzona-Locarno) da ore 12.00 del 09.03.2013 a ore 15.00 del 12.03.2013 300 ( <b>Bellinzona-Locarno</b> ) from 12 noon on 09.03.2013 to 3 p.m. on 12.03.2013	
Interruzione totale <i>Total interruption</i>	41 ore	Sabato 09.03.2013 – ore 12.00 Saturday 09.03.2013 – 12 noon Lunedì 11.03.2013 – ore 05.00 Monday 11.03.2013 – 3 p.m.
Durata traslazione <i>Duration of move</i>	10 ore	Sabato 09.03.2013 – ore 19.00 Saturday 09.03.2013 – 7 p.m. Domenica 10.03.2013 – ore 05.00 Sunday 10.03.2013 – 5 a.m.
Lunghezza traslazione <i>Length to be moved</i>	14.56 m	

- Opere civili;
- Tecnica ferroviaria;
- Sicurezza del cantiere e ferroviaria;
- Traffico ferroviario;
- Informazione.

### a. Opere civili

L'impalcato nord è stato realizzato tra marzo e ottobre 2011. Esso è stato abbassato durante la notte 05-06.11.2011 (abbassamento verticale pari a  $\approx 1,80$  m), fino ad essere appoggiato su spalle e pile definitive già costruite (Fig. 20, 21, 22 e 23). Tale operazione di abbassamento ha comportato l'interruzione totale del traffico autostradale.

Il 19.03.2012 e il 23.04.2012 sono stati trasferiti temporaneamente sul nuovo manufatto (posto in posizione provvisoria) i binari 300 e 400 della LEM630 liberando così l'impalcato del vecchio ponte A2. L'impalcato nord è stato quindi traslato durante la notte 09-10.03.2013 di una lunghezza pari a 14,56 m fino a raggiungere la sua posizione definitiva. Invece, l'impalcato sud è stato realizzato tra maggio e ottobre 2013. Esso è stato abbassato durante la notte 09-10.11.2013 (abbassamento verticale pari a  $\approx 1,80$  m - con interruzione totale del traffico autostradale) e traslato di  $\approx 4,60$  m sino alla sua posizione definitiva in data 25.11.2013.

Per effettuare la traslazione di tali manufatti, del peso indicativo di  $\approx 4'000$  t (l'impalcato sud è il più pesante dei due:  $\approx 4'150$  t), sono stati utilizzati 8 martinetti idraulici posizionati a coppie in corrispondenza di ciascun appoggio degli impalcati (ovvero spalle+2 pile intermedie).



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 20 - Realizzazione della seconda parte della spalla est, lato nord, in corrispondenza del vecchio sedime della linea ferroviaria.

Fig. 20 - Construction of the second part of the east abutment, north side, adjacent to the old site of the railway line bridge to allow segments to be cut.

senger trains. The main managerial aspects relate to the following specialist sectors:

- Civil engineering;
- Railway technology;
- Site and rail safety;
- Rail traffic;
- Information.

### a. Civil engineering

The north deck was built between March and October 2011. It was lowered during the night of 5 to 6 November 2011 (vertical lowering of  $\approx 1.80$  m) until it was supported on the pre-constructed final abutments and piles (Figs. 20, 21, 22 and 23). This lowering operation involved a total suspension of motorway traffic.

On 19 March and 23 April 2012, tracks 300 and 400 of EML630 were transferred temporarily onto the new structure (in a temporary position), thus freeing up the deck of the old A2 bridge. The north deck, measuring 14.56 m long, was then moved into its final position during the night of 9 to 10 March 2013. The south deck, for its part, was built between May and October 2013. This was lowered during the night of 9 to 10 November 2013 (vertical lowering of  $\approx 1.80$  m, involving a total suspension of motorway traffic) and shifted  $\approx 4.60$  m to its final position on 25 November 2013.

Eight hydraulic jacks were used to move these structures, which weighed approximately  $\approx 4,000$  t (the south deck is the heavier of the two:  $\approx 4,150$  t) and which were positioned in pairs corresponding to each deck support (i.e. abutments plus two intermediate piles).



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 21 - Ultime finiture della spalla est (cuneo stabilizzato, drenaggio ed impermeabilizzazione, già sagomati in previsione del profilo della successiva scarpata).

Fig. 21 - Final finishes to the eastern abutment (wedge stabilised, drainage and proofing already shaped in preparation for the profile of the successive embankment).

Per quanto riguarda la forza di tiro, avendo ipotizzato un coefficiente di attrito statico pari al 15% del peso dell'impalcato da traslare e un coefficiente di attrito dinamico pari al 5÷8% dello stesso peso, essa era (per ciascun martinetto) così ripartita:

- 4'000 kN → martinetti sulle pile;
- 2'000 kN → martinetti sulle spalle.

Il manufatto è stato spostato dai martinetti idraulici per il tramite di trefoli di acciaio: in particolare, su ogni spalla erano disponibili 13 trefoli di tiro mentre sulle pile 19. I trefoli erano vincolati all'appoggio estremo sul lato opposto rispetto a quello di tiro. Ogni trefolo, realizzato in acciaio armonico, era composto da 7 fili di 15,7 mm di diametro per una sezione trasversale complessiva di 150 mm<sup>2</sup>. I martinetti idraulici erano mutuamente collegati e i rispettivi movimenti erano sincronizzati a mezzo di un'opportuna centralina ubicata sul manufatto in traslazione. Dal punto di vista dell'approvvigionamento elettrico, ogni martinetto aveva un assorbimento di corrente di 4x60 A, per un fabbisogno totale di potenza pari 91 kW. In considerazione del margine residuo presente sulla potenza disponibile si è convenuto di non ricorrere all'utilizzo di ridondanze (quali martinetti di scorta, ecc.).

Per permettere il contenimento dei tempi complessivi di traslazione, gli appoggi del nuovo manufatto (esclusi quelli di guida della spalla est) erano stati liberati da ogni vincolo orizzontale e trasversale sin dall'inizio dell'interruzione totale della circolazione ferroviaria, ovvero quando sul manufatto erano ancora presenti i treni cantiere per la rimozione dei vecchi binari. Allo scopo di garantire la sicurezza statica del manufatto, nonché quella del personale operativo, durante questo frangente l'impalcato nord era stato provvisoriamente bloccato a mezzo di cunei in legno interposti tra le spalle e il manufatto.

Durante la traslazione, la correttezza della traiettoria mantenuta dall'impalcato è stata garantita da appositi vincoli metallici (provvisori) applicati sugli appoggi della spalla est i quali hanno consentito di guidare il manufatto nella sua posizione definitiva.

Per poter controllare in tempo reale l'intervento, la base di cantiere è stata permanentemente presenziata. Ogni due ore il coordinatore generale procedeva a un controllo diretto dei lavori e registrava la tempistica di svolgimento delle singole attività. Inoltre, a scadenze predefinite, era sua competenza informare anche il CER FFS di Bellinzona per fornire agli operatori del servizio ferroviario l'aggiornamento sullo svolgimento dei lavori e sugli eventuali scostamenti dalla pianificazione. Nel caso in cui ciò si fosse verificato, con superamento di un predefinito limite di scostamento temporale tra avanzamento teorico ed effettivo dei lavori, era esclusiva responsabilità del coordinatore generale convocare tutti i responsabili di progetto per definire i provvedimenti alternativi d'urgenza e, soprattutto, la riprogrammazione delle misure straordinarie ritenute necessarie (come ad es. un prolungamento dei servizi sostitutivi o uno sbarramento suppl-



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 22 - Vista dalla spalla est (in direzione ovest) prima dell'inizio della traslazione dell'impalcato nord del nuovo cavalcavia. Si noti il paraghiaia (realizzato con profilati d'acciaio e tavole di legno interposte) per permettere l'esecuzione del giunto trasversale a seguito della traslazione e garantire, quindi, l'attivazione anticipata di un binario.

Fig. 22 - View of eastern abutment (westbound) before work started on moving the north deck of the new railway bridge. The ballast retainer, which was built using steel sections interspersed with wooden boards and which enabled the construction of the transverse coupling following the move and guaranteed the early activation of a track can be seen here.

Factoring a static friction coefficient of 15% of the weight of the deck to be moved and a dynamic friction coefficient of 5÷8% of the same weight, the traction was distributed as follows (for each jack):

- 4,000 kN → jacks on piles;
- 2,000 kN → jacks on abutments.

The structure was moved by hydraulic jacks using steel strands: specifically, 13 pulling strands were positioned on each abutment and 19 on the piles. The strands were tied to



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 23 - Vista dalla spalla ovest (in direzione est) con i binari del futuro tracciato posati in modo provvisorio.

Fig. 23 - View of the western abutment (eastbound) with the tracks of the future route installed temporarily.

mentare della circolazione ferroviaria, d'intesa con il CER FFS). Nella base di cantiere era inoltre situata la postazione di controllo del personale FFS impegnato nella gestione in sicurezza della movimentazione di tutti i mezzi ferroviari di cantiere e dei corrispondenti spostamenti del personale operativo.

Nelle fasi considerate più critiche dell'intervento, cioè quella immediatamente precedente la traslazione e la traslazione stessa dell'impalcato, l'intera area di cantiere è stata protetta ed interdetta all'accesso di terzi. A questo scopo erano stati studiati percorsi ben specifici dei mezzi di cantiere delle imprese coinvolte, gli accessi erano stati limitati e presenziati da agenti della sicurezza ed il passaggio del personale poteva avvenire solo con l'esibizione di un apposito documento lasciapassare, distribuito a tutti i tecnici in numero controllato. Per migliorare, prima e durante lo svolgimento dell'intervento, la distribuzione e gli spostamenti dei veicoli delle imprese all'interno del cantiere, erano state individuate e delimitate preliminarmente le aree di parcheggio e di movimentazione dei mezzi e materiali per l'assistenza al cantiere.

Poiché la traslazione, come risultato dei vincoli esterni, ha potuto aver luogo solamente in orario notturno, era stata prevista un'adeguata illuminazione di tutte le parti sensibili del manufatto nonché di quelle più critiche dal punto di vista della gestione della logistica.

L'approvvigionamento di elettricità era garantito, oltre che dalla rete pubblica (opportunamente e provvisoriamente potenziata), anche da una prima ridondanza costituita da un generatore diesel collegato all'impianto elettrico di cantiere e pronto all'uso in caso di necessità.

### *b. Tecnica ferroviaria*

I lavori di tecnica ferroviaria non risultavano limitati al nuovo manufatto ma si estendevano su  $\approx 1,5$  km di linea, precisamente dalla progressiva 154+400 alla progressiva 155+690 (riferite alla LEM630). Le unità operative di FFS Manutenzione prevalentemente coinvolte nelle attività di tecnica ferroviaria sono state armamento, trazione elettrica e, in misura minore, impianti di sicurezza. L'unità trazione elettrica ha aperto e chiuso gli intervalli di lavoro programmati per eseguire tutti gli interventi, traslazione inclusa.

All'interno delle lavorazioni si può individuare una prima fase, comprendente tutte le demolizioni dell'infrastruttura esistente sul tratto interessato, che si è svolta, progressivamente, dapprima solo su singolo binario e poi, all'inizio dello sbarramento totale, su entrambi i binari (dalle ore 11.00 del 08.03.2013 alle ore 11.00 del 09.03.2013); quindi, una seconda fase, di nuova costruzione, iniziata prima sulla sede di entrambi i binari e poi conclusasi sul binario 300 ovvero in direzione sud (dalle ore 11.00 del 10.03.2013 alle ore 11.00 del 12.03.2013). Durante tali intervalli si è proceduto anche a scavare, risanare, ricostruire e compattare, per una profondità di

*the end support on the opposite side of the pulling end. Each harmonic steel strand comprised 7 x 15.7 mm diameter wires for a total cross-section of 150 mm<sup>2</sup>. The hydraulic jacks were connected to each other and their movements synchronised via a special central unit located on the structure being moved. In terms of electric power, each jack had a current absorption of 4x60 A for a total power requirement of 91 kW. In view of the residual margin on the power available, it was agreed not to use redundancies (such as spare jacks etc.).*

*In order to keep the total time required for the move to a minimum, the new structure supports (excluding those to guide the eastern abutment) were freed from each horizontal and transverse tie from when the total suspension of rail services began, i.e. when site trains were still present on the structure to remove the old tracks. To guarantee the structural reliability of the structure as well as the safety of staff during this challenging operation, the north deck was blocked temporarily using wooden wedges interspersed between the abutments and the structure.*

*During the move, the correct trajectory of the deck was maintained by fitting suitable (temporary) metal ties to the supports of the eastern abutment, which allowed the structure to be guided into its final position.*

*The construction site base was permanently staffed to allow the operation to be controlled in real time. The general coordinator checked the works in person every two hours and recorded the time taken for each activity. Furthermore, this coordinator was also responsible for reporting to the SBB CER in Bellinzona at pre-defined times to provide rail service operators with an update on the progress of the works and any alterations to the plan. If any divergency was identified and the predefined time difference between the theoretical and actual progress of the works was exceeded, the general coordinator was solely responsible for convening all the project managers to define alternative emergency measures and, almost importantly, to reschedule the extraordinary measures deemed necessary (such as extending the replacement bus services or the block on rail services in agreement with the SBB CER). In addition, the construction site base also housed the SBB staff control station responsible for ensuring that all the site railway equipment was moved safely and the corresponding transfers of operating staff also ran smoothly.*

*During the phases of the operation that were considered most critical, i.e. immediately prior to the move and during the movement of the deck itself, the entire site area was protected and third-party access prohibited. For this purpose, very specific routes were laid out for the site equipment of the companies involved, access was limited, safety officers were in attendance and staff could only move around by showing the appropriate access document distributed to all engineers in a limited number. To improve the distribution and movement of company vehicles within the site before and during operations, the areas for parking and handling of equipment and materials for site use were first identified and delimited.*

≈0.5 m ed una lunghezza di ≈700 m, il sottofondo del corpo stradale del tratto di rilevato posto ad ovest del nuovo cavalcavia A2.

### c. Sicurezza del cantiere e della circolazione ferroviaria

In considerazione dell'estensione della tratta ferroviaria interessata dai lavori, della durata senza soluzione di continuità degli stessi, del numero di collaboratori contemporaneamente attivi nel momento di massima intensità delle lavorazioni, del numero di macchine da cantiere necessarie ed utilizzate per le lavorazioni di tecnica ferroviaria, della circolazione autostradale in atto durante l'intervento, della circolazione ferroviaria presente prima e dopo la traslazione, il cantiere ha richiesto un importante coordinamento per gestire e garantire la sicurezza di tutti i collaboratori coinvolti.

Dal punto di vista operativo, è stato individuato un coordinatore generale a cui è stata affidata la gestione di tutti i Guardiani della sicurezza (GdS) dislocati, ognuno per ciascuna area oggetto di lavorazione, in prossimità della linea ferroviaria. I GdS hanno sorvegliato l'operato dei Capi sicurezza (CS) delle imprese private, ognuno dei quali era responsabile di un gruppo specifico di collaboratori. Per ogni attività il CS doveva chiedere autorizzazione al suo GdS che, a sua volta, la richiedeva al coordinatore generale in contatto con il CER FFS di Bellinzona. Le richieste avvenivano per via telefonica mentre le rispettive conferme ad eseguire le attività venivano protocollate all'interno di un apposito registro. Ogni collaboratore presente sui binari doveva annunciarsi al coordinatore generale che, in base alla qualifica e competenza del soggetto richiedente ed alle lavorazioni in atto nell'immediata fascia temporale successiva, provvedeva a munirlo di apposita radio per ricevere le comunicazioni sui movimenti dei treni e su quelli dei treni di cantiere oltre ad istruirlo sul comportamento e sulle zone del cantiere in cui era possibile muoversi in autonomia o con restrizioni.

Inoltre, al fine di agevolare il controllo costante e continuo da parte delle GdS, era stata condivisa, tra i responsabili di progetto, una specifica e immediata individuazione visiva dei vari collaboratori. A questo scopo, come da regolamento FFS, tutti dovevano indossare abbigliamento integrale di sicurezza (scarpe, pantaloni e giacca arancione con bande ad alta visibilità) mentre, per quanto riguarda il casco, si era deciso di effettuare una ripartizione specifica dei colori: il giallo era assegnato ai collaboratori AlpTransit, direzione locale dei lavori e studi di progettazione; l'arancione era riservato al personale FFS; il verde era stato assegnato al personale dell'impresa di opere civili. Il bianco, come da regolamento FFS, era stato riservato alle GdS ed al loro coordinatore. Nel casco e sull'abbigliamento era presente e ben leggibile il nome del collaboratore e della società di appartenenza.

In media sono state impiegate in contemporanea 3 GdS, oltre al loro coordinatore, 24/24 ore dal 08.03.2013 al 12.03.2013.

*Since the move could only be executed at night due to external constraints, suitable lighting was planned for all major parts of the structure as well as those deemed most critical from the point of view of logistics management.*

*Electricity was supplied by both the public grid (suitably and provisionally boosted) and an initial redundancy measure, comprising a diesel generator linked to the site's electric plant and made ready to use if need be, was put in place.*

### b. Railway technology

*The railway technology works were not limited to the new structure but were actually extended to ≈1.5 km of line, specifically from point 154+400 to point 155+690 (in relation to EML630). The SBB Maintenance operating units that were primarily involved in the railway technology activities were rail tracks, electric traction and, to a lesser extent, safety plant. The electric traction unit started and ended the work intervals planned to carry out all operations, including the transfer.*

*The initial phase of the works comprised the entire demolition of the existing infrastructure on the section concerned. This was carried out gradually, starting with a single track and then moving on to the total barricade works, on both tracks (from 11 a.m. on 8 March 2013 to 11 a.m. on 9 March 2013); the second phase involved the new construction, commencing with the site of both tracks and ending on track 300, i.e. moving southbound (from 11 a.m. on 10 March 2013 to 11 a.m. on 12 March 2013). During these periods, excavation, repair, rebuilding and compacting works were carried out to a depth of ≈0.5 m and a length of ≈700 m on the road foundation of the section to the west of the new A2 railway bridge.*

### c. Safety of the construction site and rail services

*Significant coordination was required by the site to manage and ensure the safety of all those involved in view of the extent of the railway section affected by the works, the need for these works to run smoothly, the number of staff working simultaneously during peak operations, the number of site machines required for the railway technology works, the motorway traffic running during the operation and the rail services before and after the move.*

*A general coordinator was appointed to oversee operations and manage all the remote safety supervisors responsible for every area of work close to the railway line. The supervisors managed the work of the safety managers from the private companies, each of whom was responsible for a specific group of workers. For each activity, the safety manager had to request authorisation from their safety supervisor who, in turn, requested this authorisation from the general coordinator in contact with the SBB CER in Bellinzona. Requests were made by telephone whilst the respective confirmations to carry out the activities were*

In aggiunta alle GdS, erano presenti dispositivi di sicurezza automatici di annuncio dei treni in arrivo consistenti in un impianto Minime195 con distanza di approccio pari a 700 m su entrambe le direzioni per ogni binario, ed un impianto di arresto treni tipo NH-91 con distanza di approccio pari a 1170 m.

La responsabilità dell'organizzazione, del coordinamento e della gestione della sicurezza, prima, durante e dopo l'esecuzione dell'intervento in oggetto, è stata affidata e curata dal competente servizio FFS di Bellinzona.

La singolarità nel processo di gestione della sicurezza che si vuole inoltre evidenziare è che, nonostante il dispendio assolutamente inevitabile di sistemi automatici di protezione del cantiere, a seguito della traslazione dell'impalcato e fino al posizionamento definitivo, alla certificazione ed attivazione dei cavi e degli altri dispositivi del nuovo impianto di controllo della circolazione ferroviaria, si è dovuto gestire la sicurezza del cantiere in modo tradizionale, ovvero con una GdS e due sentinelle, una posta lato Bellinzona e l'altra lato Locarno.

#### d. Traffico ferroviario

Le FFS hanno provveduto a dare informazioni preliminarmente e in tempo reale ai viaggiatori sia in tutte le stazioni ferroviarie poste sull'asse nord-sud (Basilea-Chiasso) sia sul proprio portale informativo nel web.

Dal punto di vista dell'esercizio, se durante le fasi con circolazione a semplice binario si è potuto garantire senza ritardi l'orario ferroviario ufficiale, con l'interruzione totale si è dovuta definire una specifica programmazione dei treni passeggeri e degli autoservizi sostitutivi per consentire la continuità degli itinerari di viaggio.

In particolare, sono stati attuati i seguenti provvedimenti:

- Linea S20 Bellinzona-Locarno (servizio a cadenza semi-orario con collegamenti interrotti tra le stazioni di Cadenazzo e Giubiasco): i treni, come pianificato (v. § 3.3), sono stati attestati a Cadenazzo e Giubiasco e, in particolare, i treni provenienti da Bellinzona erano attestati sui binari Nr. 5 e Nr. 6 della stazione di Giubiasco mentre i treni provenienti da Locarno e Ranzo Confine-Luino erano attestati a Cadenazzo sui binari Nr. 2 e Nr. 3. A sud di Cadenazzo erano a disposizione, per il trasporto passeggeri in direzione di Locarno, tre composizioni Stadler Flirt a 4 casse. Presso le stazioni di Giubiasco e Cadenazzo i treni arrivavano e partivano rispettando l'orario ufficiale. Nelle due stazioni sono stati predisposti e segnalati gli stalli degli autobus sostitutivi: ad essi erano indirizzati i viaggiatori, sia mediante la segnaletica fissa che a messaggio variabile. In particolare, presso la stazione di Giubiasco, gli stalli dell'autoservizio sostitutivo sono stati previsti, in base alla direzione di viaggio (N-S o S-N), sui lati opposti della stazione. È stato deciso che i flussi dei passeggeri, sempre nella

*recorded in a dedicated register. Each worker on the tracks had to report their presence to the general coordinator who, based on the qualification and skill of the applicant and the works scheduled for the immediate period thereafter, arranged to provide them with a radio to receive communications on train movements and those of site trains and to instruct them on the actions and areas of the site where it was possible to move independently or with restrictions.*

*In addition, in order to facilitate constant and continuous control by the supervisors, a system for providing unique and immediate visual identification of the different workers was communicated among the project managers. To this end, as per SBB regulations, all personnel had to wear full safety gear (orange jacket with high visibility stripes, trousers and shoes), while it was also decided to distribute specifically coloured helmets: yellow for AlpTransit workers and local works and planning studies managers, orange for SBB staff and green for civil engineering company workers. As per SBB regulations, white helmets were reserved for the safety supervisors and their coordinator. The name of each worker and their company was clearly legible on their helmet and clothing.*

*An average of three safety supervisors plus their coordinator were deployed at any one time, 24 hours a day from 8 to 12 March 2013.*

*In addition to the safety supervisors, automatic safety devices were present to announce train arrivals. These consisted of a Minime185 unit with an approach distance of 700 m in both directions for each track and an NH-91 train halting unit with an approach distance of 1,170 m.*

*Responsibility for the organisation, coordination and management of safety before, during and after the operation concerned was entrusted to the competent SBB department in Bellinzona.*

*It is also worth highlighting the particular feature of the safety management process, namely that site safety had to be managed following the standard approach, i.e. with one safety supervisor and two guards – one posted on the Bellinzona side and the other on the Locarno side. This was despite the unavoidable need to invest in automatic site protection systems for moving and finally positioning the deck as well as in the certification and activation of cables and other devices required for the new train service control plant.*

#### d. Railway traffic

*SBB arranged to provide passengers with information in real time at all the railway stations located on the north-south corridor (Basel-Chiasso) and on its online information portal.*

*From an operating point of view, whilst it was possible to guarantee the official train timetable without delays during the phases involving a single-track service, a specific passenger train timetable had to be defined and replace-*

stazione di Giubiasco, dovevano essere tenuti strettamente separati in base alle medesime direzioni per evitare affollamenti nel sottopassaggio e sui marciapiedi.

In generale, personale di FFS ha permanentemente presenziato le due stazioni in modo da fornire assistenza e informazioni supplementari ai viaggiatori. Tra le due stazioni, gli autobus sostitutivi seguivano un itinerario predefinito e gli incroci più critici non semaforizzati erano presenziati da agenti del traffico in modo da garantire il tempo di trasferimento pianificato (massimo 25 minuti);

- Linea S30 Bellinzona-Ranzo confine-Luino-Malpensa (servizio a cadenzamento bi-orario con collegamenti interrotti tra le stazioni di Cadenazzo e Giubiasco): i treni provenienti da sud erano soppressi presso la stazione di Cadenazzo. I viaggiatori sono stati trasbordati con autobus fino alla stazione di Giubiasco e, da qui, hanno potuto continuare il viaggio con i servizi delle linee S10 Chiasso-Bellinzona (servizio a cadenzamento semi-orario);
- Collegamenti nazionali (servizi IR a cadenzamento orario con collegamenti interrotti tra le stazioni di Cadenazzo e Giubiasco): i treni nazionali Zurigo-Locarno e Basilea Locarno (cadenzamento bi-orario per ciascuna relazione) erano soppressi presso la stazione di Giubiasco (provenienza: nord). Considerato che la tratta Cadenazzo-Locarno è di soli 14 km e a semplice binario e non avendo avuto una sua opportunità e economicità prevedere un apposito e analogo servizio nella tratta isolata, nella stazione di Cadenazzo i viaggiatori proseguivano il viaggio tramite i servizi della linea S20.

Ogni conducente dell'autoservizio sostitutivo era permanentemente in collegamento con il proprio responsabile di coordinamento, a sua volta in contatto con il CER FFS di Bellinzona, responsabile per la gestione dell'esercizio e della circolazione ferroviaria sulla tratta Chiasso-Arth-Goldau.

Complessivamente, i ritardi massimi dei collegamenti passeggeri regionali erano contenuti a 30', a 60' quelli nazionali (Fig. 24).

Per quanto riguarda il traffico merci, a seguito del dirottamento via asse del Sempione, le imprese di trasporto ferroviario coinvolte hanno dovuto trasferire parte delle proprie risorse (ovvero macchinisti e materiale di trazione) dal Canton Ticino al Canton Vallese (presso la stazione Briga). Nonostante il dirottamento programmato, non risultavano esserci ripercussioni negative d'orario.

### e. Informazione

Secondo prassi consolidata sia da parte di AlpTransit cha da parte delle FFS, è stata data una specifica informazione dell'intervento a tutta la popolazione, sia a mezzo della stampa locale sia tramite i media.

*ment bus services put on to enable passengers to travel while services were suspended.*

*The following measures were implemented in particular:*

- *Line S20 Bellinzona-Locarno (half-hourly service with interruption between Cadenazzo and Giubiasco stations): as planned (see § 3.3), trains terminated at Cadenazzo and Giubiasco and, in particular, those from Bellinzona were terminated on tracks 5 and 6 of Giubiasco station whilst trains from Locarno and Ranzo Confine-Luino were terminated at Cadenazzo on tracks 2 and 3. South of Cadenazzo, three Stadler Flirt four-car multiple units were made available for passengers travelling to Locarno. At Giubiasco and Cadenazzo stations, the trains arrived and departed according to the official timetable. Replacement bus bays were set up and signposted at both stations, with passengers directed to them by fixed signage and variable messaging. In particular, the bays at Giubiasco station were arranged according to the direction of travel (N-S or S-N) on opposite sides of the station. It was decided that passenger flows in that station would have to be kept strictly separate based on their direction, in order to prevent crowding in the underpass and on the walkways. SBB staff were on hand at all times at both stations to provide assistance and additional information to passengers. The replacement buses followed a predefined route between the two stations and the most critical crossroads without traffic lights were staffed by traffic officers to guarantee the planned transfer time (maximum 25 minutes);*
- *Line S30 Bellinzona-Ranzo Confine-Luino-Malpensa (a two-hourly service with interruption between Cadenazzo and Giubiasco stations): trains from the south were terminated at Cadenazzo station. Passengers were then taken by bus to Giubiasco station, from where they were able to continue their journey using the S10 Chiasso-Bellinzona line service (every half hour);*
- *National services (IR hourly services with interruption between Cadenazzo and Giubiasco stations): national Zurich-Locarno and Basel-Locarno services (both every two hours) were terminated at Giubiasco station (southbound). As the Cadenazzo-Locarno section is only 14 km and single-track, and it was not possible or economical to plan a similar dedicated service on the isolated section, passengers at Cadenazzo station continued their journey using the S20 line services.*

*Each replacement bus driver was connected to their coordination manager on a permanent basis who, in turn, was in contact with the SBB CER in Bellinzona, which was responsible for managing the operation and train service on the Chiasso-Arth-Goldau section.*

*In total, the maximum passenger delays were kept to 30 minutes for regional services and 60 minutes for national services (Fig. 24).*

Partenza	Destinazione	Binario	Informazioni
<b>IR</b>	12.50 Basel SBB	5	60 min di ritardo
<b>S10</b>	12.56 Castione-Arbedo	4	
<b>S10</b>	13.00 Albate-Camerlata	3	
<b>S20</b>	13.04 Cadenazzo Locarno		Soppresso
<b>S20</b>	13.22 Castione-Arbedo	6	
<b>S10</b>	13.26 Bellinzona Biasca	4	
<b>S10</b>	13.30 Lugano Chiasso	3	
<b>S20</b>	13.34 Cadenazzo Locarno		Bus sostitutivo
<b>S20</b>	13.52 Castione-Arbedo	6	
<b>S10</b>	13.56 Castione-Arbedo	4	
<b>S10</b>	14.00 Albate-Camerlata	3	

Lavori di manutenzione: linee interrotte tra Giubiasco e Cadenazzo fino a Lu 11 ore 2.00. Treni soppressi tra Giubiasco e Cadenazzo. Circolano bus sostitutivi.

(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 24 - Informazioni alla clientela: monitor della stazione di Giubiasco.

Fig. 24 - Customer information: Giubiasco station monitor.

Con opportuno preavviso sono stati distribuiti a tutti i fuochi presenti sul territorio prossimo al cantiere dei prospetti informativi congiunti ATG-FFS sulle lavorazioni previste e, tramite gli specifici canali FFS, le informazioni inerenti la gestione del servizio ferroviario e i servizi sostitutivi durante l'interruzione totale della linea Bellinzona-Locarno.

In data 01.03.2013 è stato pubblicato il comunicato stampa di FFS, a livello nazionale, che ha dato informazioni dettagliate sulle perturbazioni e modifiche alla circolazione dei treni previste nel periodo 09.03.2013-11.03.2013. A pochi giorni di distanza è stato emesso anche il comunicato stampa AlpTransit che, oltre a riprendere le informazioni già fornite da FFS, si è maggiormente concentrato sulla descrizione della traslazione del nuovo impalcato nord al di sopra dell'autostrada A2. Per le persone interessate ad assistere in tempo reale alla trasla-



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 25 - Lubrificazione con grasso speciale delle piastre di acciaio necessarie per permettere lo scorrimento degli appoggi sulle stesse.

Fig. 25 - Lubricating the steel plates. This was required in order for supports to be slid onto them with special grease.

For goods traffic, railway transport companies had to transfer some of their resources (i.e. tractive rolling stock and machine operators) from the canton of Ticino to the canton of Valais (at Brig station) once services were rerouted along the Simplon corridor. The rerouting had no negative impact on the timetable.

e) Information

In accordance with customary practice at AlpTransit and SBB, specific information on the operation was given to the whole of the general public via local press and the media.

Joint ATG-SBB information leaflets about the planned works were duly distributed to all houses in the area close to the construction site in advance and information relating to the management of the train service and replacement services during the total interruption of the Bellinzona-Locarno line was issued via specific SBB channels.

On 1 March 2013, SBB put out a nationwide press release providing details of the disruptions and changes to the train services planned between 9 and 11 March 2013. A few days later, AlpTransit also issued a press release and, as well as reiterating the information already provided by SBB, focused mainly on describing how the new north deck was to be moved over the A2 motorway. An appropriate area was set aside in a position overlooking the site for anyone interested in witnessing the structure being moved "live".

6. Description of the works

The pictures (Figs. 25 to 44) illustrate the sequence of the main phases of work carried out to prepare and execute the move of the north deck of the railway bridge over the A2



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 26 - Appoggio del manufatto: dettaglio dell'attacco provvisorio del dispositivo di traslazione. L'appoggio è ancora privo degli elementi di fissaggio necessari ad impedirne la deformazione durante la traslazione.

Fig. 26 - Structure support: a detailed view of the provisional attachment of the transfer device. The support has not yet been fitted with the securing elements required to prevent it from deforming during the move.



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 27 - Rimozione delle campate di binario del tracciato esistente: tale operazione avviene in concomitanza allo sbarramento totale della linea ferroviaria Nr. 630.

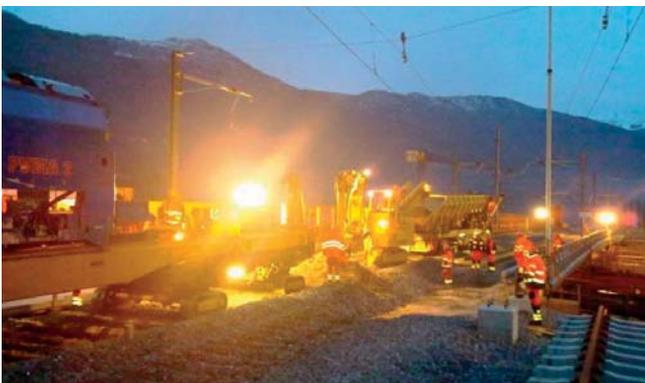
Fig. 27 - Removing the existing track sections while services on railway line 630 were suspended.



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 29 - Operazione di posa delle campate del binario 300 - LEM630 sull'impalcato.

Fig. 29 - Operation to install the sections of track 300 (EML630) on the deck.



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 31 - Le stesse attività di Figg. 20 e 21 sono state ripetute quasi nella stessa sequenza anche per il binario 400.

Fig. 31 - The same activities as in Figs. 20 and 21 were repeated for track 400 in almost the same sequence.



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 28 - Rimozione della massicciata in corrispondenza dei giunti trasversali del cavalcavia e preparazione del piano di posa del futuro binario sul manufatto alla quota di progetto prevista.

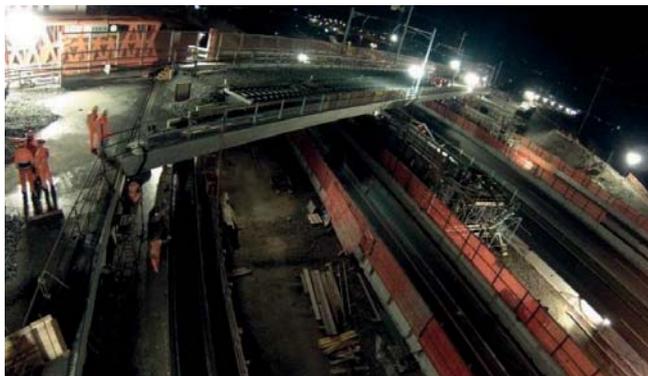
Fig. 28 - Removing the ballast adjacent to the transverse couplings of the railway bridge and preparing the ground for installing the future track on the structure at the planned project level.



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 30 - Contemporaneamente ai lavori di tecnica ferroviaria in corrispondenza del cavalcavia, si eseguono gli interventi di allaccio del nuovo tracciato a sud e a nord. Nella foto, da sinistra a destra, si osservano alcune attività in corso sul rilevato adiacente al cavalcavia: esecuzione del posizionamento plano-altimetrico del nuovo binario 300 LEM 630 con macchina rinalzatrice; stesa (a mezzo di escavatore a doppia via) del primo strato di massicciata sul tracciato del futuro binario 400 LEM630; movimentazione, a mezzo di treno di scavo, della massicciata non più necessaria e a servizio dei dismessi binari 300 e 400 LEM630 provvisoria.

Fig. 30 - While the railway technology works were ongoing adjacent to the railway bridge, operations were carried out to connect the new track in the south and north. The photo shows activities in progress on the embankment next to the railway bridge, from left to right: planimetric siting of new track 300 EML 630 using a ballast tamping machine; scattering the first layer of ballast on the route of the future track 400 EML630 (using a double track excavator); using an excavation train to remove ballast no longer required and servicing the decommissioned tracks 300 and 400 (provisional EML630).



(Fonte - Source: AlpTransit SA)

Fig. 32 - Alle ore 23.45 del 09.03.2013 le attività preliminari di tecnica ferroviaria e di opere civili sono concluse e può avere inizio, dopo le necessarie verifiche, la traslazione orizzontale dell'impalcato.

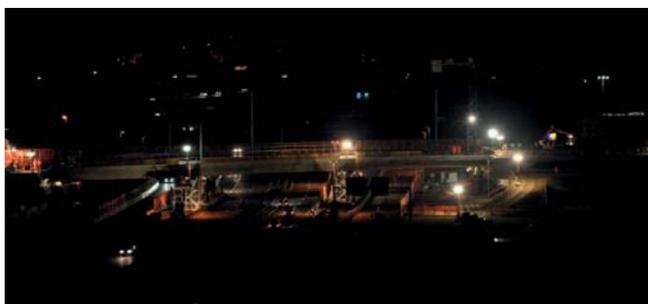
*Fig. 32 - The preliminary railway technology and civil engineering activities were completed at 11.45 p.m. on 9 March 2013 and the horizontal transfer of the deck could then start following the necessary checks.*



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 34 - Particolare di uno degli appoggi dell'impalcato mentre scorre al di sopra della piastra lubrificata.

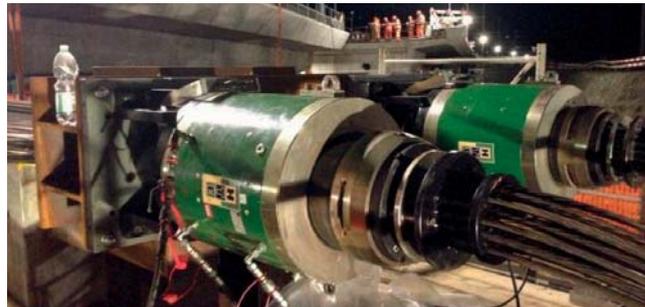
*Fig. 34 - Part of one of the deck supports as it slides over the lubricated plates.*



(Fonte - Source: AlpTransit SA)

Fig. 35 - Vista dell'impalcato durante la traslazione: la circolazione autostradale è consentita e non si sono rese necessarie misure di sicurezza supplementari.

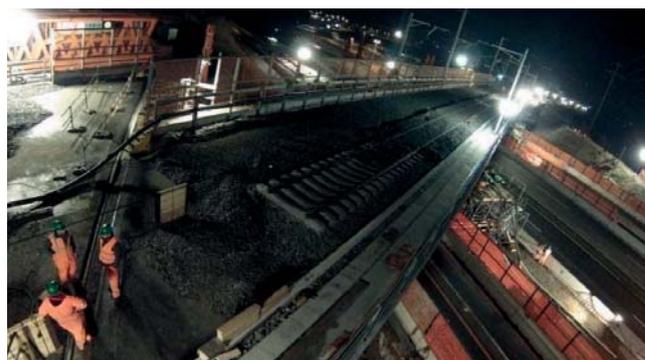
*Fig. 35 - View of the deck during the move: motorway traffic can flow and no additional safety measures are required.*



(Fonte - Source: AlpTransit SA)

Fig. 33 - Primo piano di una delle coppie di martinetti idraulici posizionati in corrispondenza degli appoggi dell'impalcato. I martinetti posti in corrispondenza delle pile avevano, ciascuno, una capacità di tiro pari a 2,5 MN (totale 5 MN), quelli in corrispondenza delle spalle ciascuno pari a 1 MN (totale 2 MN).

*Fig. 33 - Close-up of one of the couples of hydraulic jacks located adjacent to the deck supports. Each of the jacks adjacent to the piles had a catenary tension of 2.5 MN (total 5 MN) and those adjacent to the abutments 1 MN (total 2 MN).*



(Fonte - Source: AlpTransit SA)

Fig. 36 - La traslazione di 14,56 m dell'impalcato nord del cavalcavia A2, dalla sua posizione provvisoria sud alla sede definitiva, termina alle ore 05.45 del 10.03.2013, con un leggero e previsto ritardo conseguente ad un disassamento di circa 3 cm di uno degli appoggi rispetto al risparmio già predisposto nel pulvino della pila. Il controllo sull'esattezza del raggiungimento della posizione finale è stato automaticamente determinato dall'allineamento di ogni appoggio con il suo corrispondente risparmio nelle spalle e nelle pile, elementi che erano già stati realizzati in fase di costruzione delle rispettive parti d'opera. Il manufatto, della lunghezza di  $\approx 105$  m e del peso di  $\approx 4'000$  t, viene quindi fissato sui suoi alloggiamenti definitivi.

*Fig. 36 - The operation to move 14.56 m of the north deck of the A2 railway bridge from its temporary south position to its final site was completed at 5.45 a.m. on 10 March 2013, with a slight delay, as forecast, caused by the misalignment of one of the supports by approximately 3 cm in respect of the hollow already made in the pile pulvino. The precision of the final position was checked automatically by verifying the alignment of each support with its corresponding hollow in the abutments and piles, elements that had already been built during the construction of the respective structural parts. The structure,  $\approx 105$  m long and weighing  $\approx 4,000$  t, was then secured to its final housings.*



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 37 - Si eseguono i controlli di misura in corrispondenza dei giunti trasversali tra spalle ed impalcato prima di iniziare le attività di foratura della piastra per la costruzione dei giunti definitivi.

*Fig. 37 - Measurement checks are carried out on the transverse couplings between abutments and deck before initiating the plate drilling activities to construct the final couplings.*



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 39 - In netto anticipo rispetto alla programmazione definita, nella tarda serata del 10.03.2013 la prima metà di ciascun giunto trasversale è già completa e si attende la solidificazione del bitume posato in corrispondenza della seconda metà del giunto.

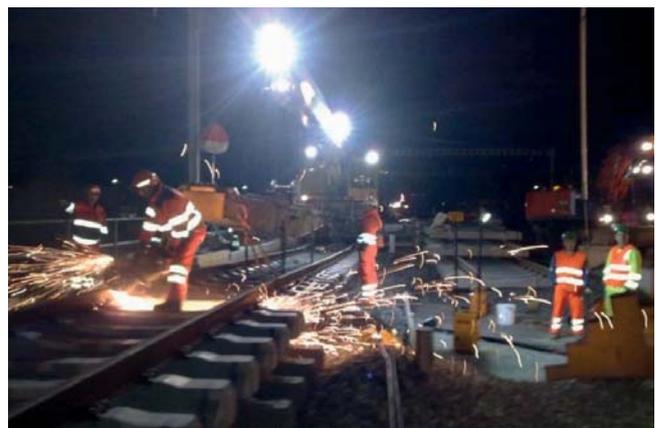
*Fig. 39 - Late in the evening on 10 March 2013, i.e. well ahead of schedule, the first half of each transverse coupling is already complete, and workers wait for the bitumen laid adjacent to the second half of the coupling to set.*



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 38 - 10.03.2013: le squadre specializzate eseguono la prima metà di ciascuno dei due giunti trasversali, ovvero, quella al di sotto del futuro binario 400 LEM630 (tale binario dovrà essere in esercizio per le ore 05.00 del 11.03.2013). Terminata la prima metà di ogni giunto, sfruttando l'apposita ritenuta ghiaia già realizzata in corrispondenza di ogni spalla ed estremità dell'impalcato (ben visibile nella foto in alto e nella Fig. 22), senza soluzione di continuità prosegue la costruzione dei due giunti trasversali anche al di sotto del futuro binario.

*Fig. 38 - 10 March 2013: specialist teams carry out the first half of each of the two transverse couplings, i.e. below future track 400 EML630 (this track would have to be ready by 5 a.m. on 11 March 2013). Once the first half of each coupling is completed, using the appropriate amount of gravel already withheld adjacent to each abutment and end of the deck (clearly visible in the photo at the top and in Fig. 22.), construction of the two transverse couplings continues seamlessly below future track 300 as well.*



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 40 - Attività di tecnica ferroviaria sull'impalcato nord già traslato nella sua posizione definitiva: posa delle campate di binario in corrispondenza dei giunti trasversali.

*Fig. 40 - Railway technology activity on the north deck, which has already been moved into its final position: installation of the track lengths adjacent to the transverse couplings.*



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 41 - Dopo il collegamento meccanico provvisorio dei vari spezzoni di binario a mezzo di ganasce e la posa di pietrisco hanno inizio le attività di rinalzata.

Fig. 41 - After establishing a temporary mechanical connection between the different track thicknesses using jaws and laying the gravel, the banking up activities began.



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 43 - La mattina del 11.03.2013 riprende la circolazione ferroviaria a 80 km/h sul binario 400 LEM630.

Fig. 43 - 80 km/h train service resumes on track 400 EML630 on the morning of 11 March 2013.

zione del manufatto è stata predisposta un'apposita area in posizione dominante sul cantiere.

## 6. Descrizione dei lavori

Le immagini (Figg. da 25 a 44) illustrano la sequenza delle principali fasi di lavorazione effettuate per preparare e attuare la traslazione dell'impalcato nord del cavalcavia sull'autostrada A2, dalla sua posizione provvisoria a quella definitiva.



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 42 - Parallelemente ai lavori sul binario si eseguono anche gli interventi di completamento della linea di contatto del binario 400 LEM630 e le altre attività sulla linea di contatto propedeutiche alla successiva messa in esercizio del binario 300 LEM630.

Fig. 42 - At the same time as the works being done on the track, operations are also carried out to complete the overhead line in preparation for putting track 300 EML630 into operation later.



(Fonte - Source: M. CORRADINI)

Fig. 44 - I giorni 11.03.2013 e 12.03.2013 si ripetono anche per il binario 300 LEM630 le attività già eseguite per il binario 400 LEM630 e rappresentate nelle figure da 39 a 42. L'immagine di sopra ritrae la squadra Linea di contatto mentre esegue il 12.03.2013 l'ultimo controllo alla catenaria prima dell'attivazione del binario 300 LEM630.

Fig. 44 - On 11 and 12 March 2013, the work already done on track 400 EML630 as illustrated in Figures 39 to 42 is repeated for track 300 EML630. The picture above shows the electrification system team making its final checks of the catenary before activating track 300 EML630 on 12 March 2013.

Alle ore 15.00 del 12.03.2013, come programmato, entrambi i binari della LEM630 Bellinzona-Locarno erano nuovamente in esercizio sul loro nuovo tracciato definitivo. Nei giorni successivi sono state svolte attività complementari e tutte le necessarie finiture che hanno concluso la Fase 2 di tecnica ferroviaria del nodo di Camorino [2].

### 7. Valutazione

Al termine della traslazione dell'impalcato nord del nuovo cavalcavia sull'autostrada A2 nella sua posizione definitiva (Figg. 45, 46 e 47), si è proceduto ad una valutazione delle attività esecutive condotte in rapporto al progetto sviluppato e agli obiettivi predefiniti.

L'obiettivo principale, ovvero la traslazione del nuovo impalcato dalla sua posizione provvisoria a quella definitiva, è stato completamente raggiunto: la nuova parte d'opera è stata infatti posizionata con successo non avendo subito danni di carattere strutturale, funzionale o estetico, durante le operazioni di traslazione. I controlli tecnici svolti da AlpTransit e dalle FFS hanno confermato la qualità di esecuzione di tutte le lavorazioni rispettivamente la piena disponibilità del nuovo manufatto per l'esercizio ferroviario.

Le differenti lavorazioni sono state condotte e concluse rispettando le tempistiche pianificate: questo ha reso possibile, prioritariamente, la riattivazione dell'esercizio ferroviario (su un binario) già nelle prime ore di lunedì 11.03.2013 (v. Fig. 43); è stato quindi assicurato il trasporto passeggeri e merci su una importante linea ferroviaria già alla ripresa settimanale delle attività commerciali e scolastiche minimizzando, di conseguenza, il disservizio per i clienti. Durante il periodo di interruzione totale della circolazione ferroviaria (da sabato 09.03.2013 - h. 12:10 a lunedì 11.03.2013 - h. 05:00 - v. Fig. 12), l'autoservizio sostitutivo ha garantito, con il supporto della Polizia Cantonale, un collegamento regolare tra le località di Cadenazzo e Giubiasco: i passeggeri che usufruivano dei collegamenti regionali viaggiavano con ritardi massimi di 30' mentre i passeggeri che usufruivano dei collegamenti nazionali viaggiavano con ritardi massimi di 60'.

Il traffico merci Gallarate-Basilea, dirottato via asse del Sempione, si è svolto in modo regolare e non sono state registrate instabilità di orario sull'asse interessato dal dirottamento.

Nell'esercizio dell'autostrada A2 non sono state rilevate perturbazioni alla circolazione veicolare.

Come dimostrato dal monitoraggio in corso d'opera e al termine delle attività esecutive, il personale stimato e impiegato si è rivelato giustamente dimensionato alle esigenze esecutive e non sono state registrate criticità nella disponibilità di mano d'opera in tutte le differenti fasi previste.



(Fonte - Source: AlpTransit SA)

Fig. 45 - Vista aerea del ponte A2 prima dell'inizio dei lavori di Alptransit (giugno 2008).

*Fig. 45 - Aerial view of the A2 bridge before the start of the AlpTransit works (June 2008).*

*motorway, starting from its temporary position and ending at its final site.*

*At 3 p.m. on 12 March 2013, both tracks of EML630 Bellinzona-Locarno were back in operation on their new final route on schedule. In the days that followed, additional activities and all the necessary finishing work were carried out to complete Railway Technology Phase 2 of the Camorino junction [2].*

### 7. Assessment

*After moving the north deck of the new railway bridge over the A2 motorway into its final position (Figs. 45, 46 and 47), the completed activities were assessed in relation to the overall project and its objectives.*

*The main objective, i.e. moving the new deck from its*



(Fonte - Source: AlpTransit SA)

Fig. 46 - Vista aerea del nuovo cavalcavia A2, sul quale è stato trasferito l'esercizio ferroviario, e del vecchio ponte A2 prima dell'inizio della sua demolizione (agosto 2012).

*Fig. 46 - Aerial view showing the new A2 railway bridge onto which the rail service was transferred and the old A2 bridge before the start of its demolition (August 2012).*



(Fonte - Source: AlpTransit SA)

Fig. 47 - Vista aerea del nuovo cavalcavia A2 con la seconda metà, a servizio della nuova linea di base del Ceneri, in costruzione (agosto 2013).

Fig. 47 - Aerial view of the new A2 railway bridge with the second half, serving the new Ceneri base line, under construction (August 2013).

## 8. Conclusioni

La traslazione dell'impalcato nord del nuovo cavalcavia sull'autostrada A2 (Figg. 45, 46 e 47) ha rappresentato, sicuramente, la più complessa, estesa e rappresentativa attività di coordinamento tra tutte quelle legate alla realizzazione del nodo ferroviario di Camorino.

Tale attività era temporalmente collocata tra due fasi esecutive altrettanto importanti, ovvero quella della preliminare demolizione dell'esistente ponte sulla A2 e quella, successiva, di costruzione del nuovo impalcato sud.

Con l'obiettivo di minimizzare gli effetti negativi delle attività menzionate sull'esercizio della linea ferroviaria Bellinzona-Locarno, sull'autostrada A2 e sulla linea elettrica di trasporto FFS 70L, è stata condotta una intensa attività di coordinamento tra tutti i partner di progetto coinvolti allo scopo di individuare, in modo dettagliato, tutte le principali problematiche e trovare le migliori soluzioni esecutive. In particolare:

- a) lo studio accurato delle fasi esecutive ha permesso di ridurre al minimo possibile l'interruzione totale dell'esercizio ferroviario sulla linea ferroviaria Bellinzona-Locarno (41 ore);
- b) il coordinamento con le FFS ha permesso di identificare la finestra temporale migliore per interrompere l'esercizio ferroviario e definire le migliori strategie di mitigazione del disservizio (progetto dell'autoservizio sostitutivo, gestione ottimale dei flussi dei passeggeri nelle stazioni di trasbordo, dirottamento delle tracce merci su percorsi alternativi e coordinamento dell'integrazione sulla rete ferroviaria delle tracce dirottate con quelle normalmente pianificate);

temporary position to its final site, was achieved in full: the new element was successfully positioned with no structural, functional or aesthetic damage during the move. The technical checks performed by AlpTransit and SBB confirmed the quality of all the works and the full availability of the new structure for railway operation.

The various works were carried out and completed on schedule: this made it possible to resume rail services as a priority (on one track) by the early hours of Monday, 11 March 2013 (see Fig. 43). Therefore, passenger and goods transport was ensured on an important railway line by the time weekday business and school activities resumed, minimising disruption for customers. During the suspension of rail services (from 12.10 p.m. on Saturday, 9 March 2013 to 5 a.m. on Monday, 11 March 2013 (see Fig. 12), the replacement bus service provided a regular link to Cadenazzo and Giubiasco with the support of the cantonal police: passengers who used regional services were able to travel with at most a 30-minute delay, while those using national services experienced delays of no more than 60 minutes.

Gallarate-Basel goods traffic, which was diverted along the Simplon corridor, operated regularly and no timetable instability was recorded on the corridor affected by the diversion.

No disruptions to vehicular traffic were identified in the use of the A2 motorway.

As demonstrated by the monitoring activities during and after the works, the estimated staff proved appropriate for the works and no critical issues were recorded in terms of available labour throughout the various phases.

## 8. Conclusions

Moving the north deck of the new railway bridge over the A2 railway (Figs. 45, 46 and 47) was undoubtedly the most complex, extensive and significant coordination task undertaken by all parties associated with the construction of the Camorino railway junction.

This operation took place between two equally important phases: the preliminary demolition of the existing bridge over the A2 and the construction of the new south deck.

To minimise the negative impact of these activities on the operation of the Bellinzona-Locarno railway line, A2 motorway and SBB transmission line 70L, a close coordination was required between all the project partners involved in order to identify all the main problems in detail and find the best solutions. In particular:

- a) an accurate study of the working phases enabled the suspension of rail services on the Bellinzona-Locarno railway line to be kept to a minimum (41 hours);
- b) coordination with SBB made it possible to identify the best window for suspending rail services and define the best strategies for mitigating the disruption (replacement bus service schedule, optimum management of passenger flows in the transfer stations, diversion of

c) le analisi di sicurezza del cantiere e del lavoro hanno permesso di evidenziare i conflitti dell'utilizzo di mezzi meccanici di sollevamento con bracci di lunghezza elevata con importanti impianti FFS sotto tensione; ciò ha permesso di adottare i mezzi di cantiere più adatti al raggiungimento degli obiettivi di progetto.

Sono stati coinvolti, coordinati ed informati tutti gli enti che, a vario titolo, si occupano della gestione di infrastrutture in Svizzera, vale a dire AlpTransit (committeente e responsabile del coordinamento e dell'esecuzione dell'intero intervento); FFS (in particolare i servizi di Pianificazione dell'orario, Progetti, Manutenzione, Sorveglianza, Sicurezza, Esercizio); USTRA; Cantone Ticino; Polizia Cantonale; La Posta (per il servizio relativo agli autobus sostitutivi); tutte le imprese e consorzi operanti su mandato di AlpTransit sugli altri lotti in costruzione e interessati dai lavori presentati; mezzi di comunicazione; SUVA e tutti i servizi di soccorso e sicurezza (servizio ambulanza e vigili del fuoco).

Dunque, il punto focale è rappresentato dal fatto che prima di iniziare il complesso coordinamento dei lavori si è svolta una oltremodo approfondita e accurata fase di studio e riflessione di tutte le possibili e plausibili problematiche che si sarebbero potute presentare e, di fatto, sviluppando di conseguenza una accurata e stabile pianificazione che ha permesso il raggiungimento di tutti gli obiettivi predefiniti.

*goods routes to alternative lines and coordination of the integration of the diverted routes with the regular services already planned on the railway network);*

c) *the construction site and work safety analyses made it possible to highlight conflicts between the use of long-arm mechanical lifting equipment and major SBB live plant; this allowed site equipment that was better aligned with achieving the project objectives to be used.*

*All entities responsible for infrastructure management in Switzerland in various capacities were involved, coordinated and informed. These were: AlpTransit (client responsible for the coordination and performance of the entire project); SBB (in particular the Timetable Planning, Projects, Maintenance, Surveillance, Safety and Operation Departments); FEDRO; the canton of Ticino; the cantonal police; Swiss Post (for the replacement bus service); all companies and consortia operating on behalf of AlpTransit on the other sets of construction work that were affected by the works presented here; the media; SUVA; and all the emergency and safety services (ambulance and fire service).*

*In conclusion, therefore, the crucial factor in play here was the fact that an extremely in-depth and accurate phase of study and reflection was completed before the complex process of coordinating the various tasks began. This covered all the possible and plausible problems that might arise and resulted in the production of an accurate and robust plan that enabled all the objectives set to be achieved.*

### BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Lotto 771, Cavalcavia A2 - Progetto esecutivo CIPM (Consorzio Ingegneri Piano di Magadino), Studio d'Ingegneria G. Dazio & Associati SA.
- [2] MONTINI M., CORRADINI, M., "L'assetto funzionale del nodo AlpTransit di Camorino e la previsione del comportamento della sovrastruttura ferroviaria", Ingegneria Ferroviaria, Luglio 2013 – Numero 8, Pag. 661 - Video completo della traslazione: <http://www.youtube.com/watch?v=ZS2gsljSgUg&feature=youtu.be>.

## Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

### TRASPORTI SU ROTAIA

#### **Piemonte, Lombardia, Veneto: Italo debutta sulla Torino-Milano-Venezia**

Dal 1° maggio, Italo ha fatto il suo ingresso sulla trasversale del Nord Est: Torino – Milano – Venezia.

L'ingresso di Italo su questa tratta rappresenta una grande opportunità di crescita per il mercato Alta Velocità, essendo la direttrice Torino – Milano – Venezia una delle tratte a più grande potenzialità nel panorama italiano.

Lungo l'intera linea i treni Italo effettuano le fermate intermedie nelle città di: Brescia, Desenzano, Peschiera, Verona, Vicenza, Padova e Mestre. Fra queste spiccano Vicenza, Desenzano e Peschiera in quanto "new entry" nel network della società.

Italo è partito con 10 servizi giornalieri lungo questa linea, avendo già in programma di potenziare le corse quotidiane che diventeranno 14 a partire dal 1° luglio. Tutto questo grazie ai recenti investimenti della società, che ha acquistato 17 nuovi treni prodotti da Alstom, gli Italo EVO. Questi treni, i più moderni d'Europa, di cui 10 sono già in flotta ed altri 2 entreranno in servizio entro l'estate (gli ultimi 5 arriveranno nel 2019), hanno permesso a Italo di pianificare nuovi collegamenti e maggiori frequenze fra le città servite.

L'approdo di Italo sulla Trasversale va a soddisfare le esigenze delle diverse tipologie di viaggiatori: dal business man che in massimo comfort viaggia fra Milano e Venezia in meno di 2 ore e mezza, al viaggiatore leisure che può andare a visitare le diver-

se bellezze offerte dalle città lungo la tratta. Si può spaziare dai musei torinesi alla movida di Milano, dalla natura incantevole del Lago di Garda a Vicenza (patrimonio dell'UNESCO), fino ad arrivare alle teatro romano di Brescia ed ai monumenti rinomati in tutto il mondo di Padova, Verona e Venezia!

Per festeggiare insieme ai suoi viaggiatori questo nuovo traguardo raggiunto, Italo ha lanciato una promozione dedicata con biglietti a soli 9,90€ validi per l'intera tratta: a prescindere dalla città di partenza e dalla destinazione finale, il prezzo rimane invariato (*Comunicato Stampa NTV*, 2 maggio 2018).

#### **Puglia: più treni e bus FSE in Salento e in Valle d'Itria**

Più treni e bus nel Salento e nella Valle d'Itria quest'estate.

La nuova offerta di Ferrovie del Sud Est è partita lunedì 18 giugno e sarà valida fino a domenica 9 settembre.

Tra le novità di quest'anno otto treni no stop Lecce – Maglie - Otranto (tempo di percorrenza un'ora e dieci minuti) e sette treni no stop Lecce – Zollino – Nardò - Gallipoli (tempo di percorrenza un'ora e venti minuti), in servizio dal lunedì al sabato.

Quest'estate la città di Gallipoli avrà un servizio metropolitano pari a 76 corse al giorno Gallipoli – Baia Verde, attivo tutti i giorni, da lunedì a domenica, con treni ogni venti minuti, dalle 8.00 alle 14.00 e dalle 16.00 alle 22.00.

Previsti tutti i giorni anche otto collegamenti veloci in bus, in connessione con i treni a lunga percor-

renza da e per Bari, tra Bari, Alberobello, Locorotondo, Cisternino e Martina Franca (tempi di viaggio compresi tra un'ora per Alberobello e un'ora e quaranta minuti per Martina Franca).

Sul versante adriatico, dal lunedì al sabato, ci saranno venti collegamenti in bus con fermate intermedie tra Maglie e Otranto e la domenica sei corse bus no stop Maglie – Otranto.

Sul versante jonico, dal lunedì al sabato, ci saranno sedici collegamenti in bus con fermate intermedie tra Gallipoli e Casarano.

È possibile acquistare un biglietto integrato (Frecce, InterCity e treni regionali di Trenitalia + treni e bus FSE) attraverso i canali di vendita fseonline.it e trenitalia.com, le agenzie di viaggio e le biglietterie.

Da fine maggio la rete di vendita dei biglietti FSE è diventata più capillare: i titoli di viaggio sono acquistabili, oltre che nelle biglietterie e emittitrici automatiche di Trenitalia, anche presso le ricevitorie Lottomatica, SISAL e presso le tabaccherie.

Gli orari dell'offerta estiva sono consultabili sui siti web fseonline.it e trenitalia.com. e nelle bacheche delle stazioni.

L'offerta estiva rappresenta un ulteriore passo nel percorso di rilancio di Ferrovie del Sud Est, in attesa dell'omologazione del piano concordatario da parte del Tribunale di Bari (*Comunicato Stampa FSI*, 5 giugno 2018)

### TRASPORTI URBANI

#### **Lazio: Atac, prosegue con decisione la trasformazione digitale dell'azienda**

B+, il ticket sul telefonino fa boom. Sempre più utenti usano lo smartphone per acquistare titoli di viaggio per il trasporto pubblico. I primi dati, raccolti a due mesi dall'upgrade dell'aprile scorso che ha introdotto la possibilità di acquistare in un'unica transazione e utilizza-

re contemporaneamente fino a 20 BIT anche in modalità multiutente, confermano il notevole gradimento del nuovo servizio da parte dei clienti Atac.

Nel bimestre aprile/maggio 2018, infatti, c'è stato un incremento complessivo del 143% di titoli venduti attraverso la nuova piattaforma rispetto allo stesso periodo del 2017.

In pratica, le vendite sono più che raddoppiate. Nel dettaglio, i Bit venduti via smartphone sono aumentati del +142%, mentre gli acquisti di abbonamenti mensili del 122%. Il successo di B+ si può osservare anche nel notevole aumento registrato per le validazioni effettuate nelle stazioni metroferroviarie utilizzando lo smartphone. Nel bimestre aprile/ maggio 2018, grazie anche all'upgrade di aprile scorso che ha consentito di completare l'intera rete di accesso e raddoppiare i lettori nelle stazioni a maggior flusso, si è infatti registrato un aumento del 233% rispetto alle validazioni registrate durante gli stessi mesi del 2017, ossia più del triplo.

Pay&GO: conclusa prima fase di upgrade. Si è conclusa nei tempi previsti la prima fase di aggiornamento dei nuovi 1000 parcometri Pay&GO presentati lo scorso aprile. Grazie a questa innovazione sarà possibile pagare la sosta anche con carta di credito e sarà molto più facile gestire il servizio. Una volta effettuato il pagamento e inserito il numero di targa, infatti, non sarà più necessario tornare nell'auto per esporre il tagliando. Inoltre, sarà anche possibile gestire la sosta da un qualsiasi altro parcometro Pay&Go per riattivare il tempo di sosta scaduto qualora fosse necessario.

Atac sta lavorando per completare la seconda fase dell'upgrade, che vedrà, nel corso del 2018, la progressiva trasformazione dei parcometri in veri e propri strumenti polifunzionali di vendita, attraverso i quali sarà possibile acquistare gli abbonamenti per la sosta, pagare le sanzioni del trasporto e ricaricare le card con tutta l'offerta Atac (*Comunicato Stampa ATAC*, 6 Giugno 2018)

## TRASPORTI INTERMODALI

### Sicilia: nuovo hub intermodale a Messina Centrale

Rendere la stazione di Messina Centrale un hub nevralgico dell'intermodalità di area vasta e potenziare la connettività con la città, in coerenza con gli indirizzi del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile, attualmente in fase di redazione.

Questi gli obiettivi del protocollo d'intesa siglato da S. VENTURONI, Direttore Stazioni di Rete Ferroviaria Italiana, R. ACCORINTI, Sindaco di Messina e G. CACCIOLA, Vice Sindaco e Assessore alla Mobilità del Comune.

L'accordo prevede lo sviluppo di un progetto condiviso che definisca gli interventi di upgrading infrastrutturale e tecnologico, per l'incremento dell'offerta intermodale della stazione di Messina Centrale, una delle più importanti della Sicilia, che collega la città con i principali assi ferroviari dell'Isola.

L'intesa, della durata di tre anni, ambisce a far esprimere al meglio il potenziale di nodo trasportistico e polo di servizi della stazione di Messina Centrale, partendo dalle connessioni che già offre tra i servizi ferroviari e quelli di traghettamento veloce nella stazione di Messina Marittima, oltre che l'accessibilità dei sistemi di trasporto pubblico e privato. Il protocollo mira a rafforzare lo scambio modale, attraverso un nuovo terminal per il trasporto su gomma, parcheggi dedicati e nuovi percorsi ciclopedonali.

Contestualmente alla firma dell'accordo è stato istituito un tavolo tecnico congiunto, che avrà il compito di monitorare le fasi di avanzamento del progetto.

Il protocollo d'intesa rientra nel più ampio orizzonte delineato dal Piano industriale 2017-2026 di FS Italiane, che vede tra i suoi pilastri la centralità delle stazioni ferroviarie come hub urbani della mobilità integrata e sostenibile (*Comunicato Stampa RFI*, 31 maggio 2018)

### Liguria: per LocoItalia acquisto di 8 locomotive elettriche

La prima ROSCO (Rolling Stock Company) italiana lancerà i propri servizi con un mix di locomotive - 4 Siemens E191 "Vectron" e 4 Bombardier E494 "TRAXX" - coerentemente con il proprio piano industriale e con la scelta di diversificare la propria offerta per rispondere alle variegate esigenze del mercato ferroviario.

LocoItalia, la prima ROSCO italiana dedicata all'acquisto e al noleggio del materiale rotabile controllata da FNM S.p.A. (51%) e partecipata da FuoriMuro Servizi Portuali e Ferroviari S.r.l. (24,5%) e Tenor S.r.l. (24,5%), ha siglato gli ordini per l'acquisto di 8 locomotive elettriche in corrente continua per il mercato italiano.

Si tratterà, nello specifico, di 4 locomotive Siemens E191 "Vectron" e di 4 locomotive Bombardier E494 "TRAXX" (queste ultime, prodotte in Italia nello stabilimento di Vado Ligure, Savona).

I contratti prevedono altresì opzioni fino ad ulteriori 15 unità, oltre alla possibilità di acquistare contratti di full service, così da proporre ai clienti di LocoItalia un'offerta completa.

Tale mix risponde alla scelta di fornire tipologie di rotabili diversi differenziando l'offerta della Società rispetto ai principali competitor, e soddisfacendo così le esigenze di maggiore flessibilità degli operatori ferroviari italiani.

"LocoItalia si propone come vero asset manager per lo sviluppo del trasporto ferroviario merci in Italia; potendo contare su un gruppo solido come FNM e al contempo beneficiando dell'esperienza operativa di FuoriMuro siamo in grado di proporre le migliori soluzioni per supportare la crescita delle Imprese Ferroviarie Nazionali - ha dichiarato A. LACCHINI, Amministratore Delegato di LocoItalia -".

Tutte le 8 locomotive acquistate da LocoItalia saranno consegnate nel primo semestre del 2019.

L'operazione si colloca all'interno della più ampia alleanza tra FNM e FuoriMuro, che aveva visto a marzo dello scorso anno l'ingresso di FNM nell'azionariato di FuoriMuro, sancendo così l'impegno delle due Società a cooperare per lo sviluppo del trasporto ferroviario merci, in particolare tra i porti liguri e l'area Padana (Nota Stampa FuoriMuro, 29 maggio 2018)

INDUSTRIA

Nazionale: OICE/Informatel  
anticipazione dati di maggio 2018

Andamento altalenante del mercato dei bandi di sola progettazione da inizio 2018, a maggio forte calo: sono state bandite 199 gare, per un valore di 20,8 milioni di euro.

Rispetto al precedente mese di aprile la discesa è del 27,1% in numero e del 64,0% in valore. Anche il confronto con maggio 2017 è negativo: -32,8% in numero e -62,1% in valore (Fig. 1).

Rimane in campo positivo il valore messo in gara nei primi cinque mesi del 2018, mentre cala il numero, complessivamente sono stati pubblicati 1.323 bandi di sola progettazione per un valore di 203,2 milioni di euro: -3,1% in numero e +7,8% in valore sui primi cinque mesi del 2017.

Il complesso di tutti i servizi di ingegneria e architettura in maggio ha un andamento molto positivo: il numero delle gare è stato di 686 per un importo 106,3 milioni di euro, rispetto al precedente mese di aprile il numero cresce del 71,5% e il valore del 43,5%. Rispetto al mese di maggio 2017 si rileva una crescita del 32,4% in numero e del 50,4% in valore.

Positivo anche l'andamento dei primi cinque mesi del 2018: sono stati rilevati 2.479 bandi per un valore di 383.5 milioni di euro, +3,1% in numero e +11,7% in valore rispetto ai primi cinque mesi del 2017 (Fig. 2).

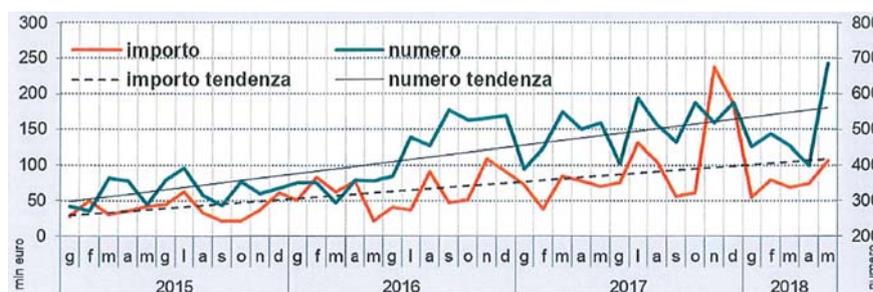
I bandi per appalti rilevati a maggio sono stati 28 con valore complessivo dei lavori di 207,9 milioni di euro e con un importo di servizi stimato in 3,8 milioni di euro. Dei 28 bandi, 20 hanno riguardato i settori ordinari, per un importo dei lavori di 80,4 milioni di euro, e 8 i settori speciali, per un importo dei lavori di 127,5 milioni di euro. Rispetto al precedente mese di aprile si è passati da 11 a 28 bandi e da 47,9 ai 207,9 milio di euro in valore.

Sempre troppo alti i ribassi medi con cui le gare vengono aggiudicate (si tratta di dati relativi a tutti i servizi di ingegneria e architettura e non soltanto alle progettazioni): a fine maggio il ribasso medio sul prezzo a base d'asta per la gare nel 2015 è del 40%; le gare pubbliche nel 2016 danno un ribasso del 42,9%, quelle pubblicate nel 2017 danno un ribasso medio del 40,8% (Fig. 3). (Comunicato Stampa OICE/Informatel, 5 giugno 2018)



(Fonte: OICE/Informatel)

Fig. 1 - Andamento mensile del valore e del numero dei bandi di sola progettazione



(Fonte: OICE/Informatel)

Fig. 2 - Andamento del valore e del numero dei bandi di ingegneria e di architettura in Italia



(Fonte: OICE/Informatel)

Fig. 3 - Storiografico dei ribassi per gare di ingegneria e di architettura in Italia

### Emilia Romagna: crescita a doppia cifra nel bilancio 2017 della Wegh

Approvato all'unanimità dai soci il bilancio 2017 di WEGH Group Spa che evidenzia una crescita a doppia cifra di tutti i principali parametri economici rispetto all'esercizio precedente.

Una conferma della bontà del piano triennale appena concluso, della solidità dell'azienda e della sua capacità di interpretare al meglio le complesse dinamiche del settore.

In particolare il raffronto con l'esercizio precedente evidenzia:

- Ricavi e proventi netti: + 28,7%
- Ebitda: + 46,9%
- Risultato operativo: + 87,2%
- Risultato netto: + 76,8%

Nel corso del 2017, in coerenza con il piano triennale, WEGH Group si è concentrata su tre obiettivi strategici: la preparazione del cambio generazionale e la riduzione della linea decisionale, la crescita all'estero e il completamento della costruzione delle cinque Business Unit (BU). Per quanto riguarda la crescita all'estero, nel corso dello scorso anno WEGH ha provveduto ad aumentare lo staff dedicato alla gestione delle consociate estere e, più in generale, si è impegnata sui mercati esteri in stretta sinergia con le altre BU. Come di consueto è stata dedicata la massima attenzione all'attività di ricerca e sviluppo con il potenziamento dei Centri di R&D di Romito e Bergamo, anche con l'incremento del personale dedicato.

Analizzando più nel dettaglio l'attività delle singole BU, per la BU Manifatturi è stato varato un significativo piano d'investimenti per realizzare un nuovo impianto produttivo in linea con i concetti dell'industria 4.0 mentre la BU Armamento, ha sviluppato un importante progetto, supportato da analisi RAMS, di costruzione di un complesso tratto di armamento con il sistema "Ballastless Arianna". La BU Impianti ha avviato la realizzazione di un impianto per la produ-

zione di traverse fortemente robotizzate, e infine la BU Apparatari per Segnalamento si è focalizzata sulla realizzazione completa dell'apparato per Passaggi a Livello (*Comunicato Stampa Wegh Group*, 5 giugno 2018)

### VARIE

#### Nazionale: frena a maggio il mercato italiano dell'auto (-2,8%)

Secondo i dati pubblicati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, a maggio il mercato italiano dell'auto totalizza 199.113 immatricolazioni, con un calo del 2,8% rispetto allo stesso mese del 2017.

I volumi immatricolati nei primi cinque mesi del 2018 ammontano, così, a 945.677 unità, lo 0,3% in meno rispetto ai volumi dello stesso periodo del 2017.

"Dopo la ripresa di aprile, a maggio 2018 il mercato dell'auto rallenta nuovamente (-2,8%), mentre nei primi cinque mesi dell'anno i volumi risultano allineati a quelli dello stesso periodo del 2017", commenta Aurelio Nervo, Presidente di ANFIA.

L'incertezza della situazione politica italiana può aver influito su questa frenata della domanda creando un clima di attesa nel mercato. Prosegue nel mese il trend di decrescita delle alimentazioni diesel, un fenomeno ancora più accentuato in Paesi europei come Germania, Regno Unito e Spagna. Le vetture ad alimentazione alternativa, al contrario, conquistano a maggio 2017 il 13% del mercato, grazie ad un aumento delle vendite del 16%, determinato dal buon andamento di ibride, elettriche e vetture a metano. Nei primi cinque mesi, le registrazioni di auto ad alimentazione alternativa crescono del 15% e detengono il 12,3% di quota.

Analizzando le immatricolazioni per alimentazione a maggio risultano in crescita le immatricolazioni di autovetture di tutte le alimentazioni, tranne Gpl e diesel; queste ultime registrano un calo tendenziale del 10% e rappresentano nel mese il 51,5%

del mercato. Le autovetture diesel non avevano una quota di mercato così bassa da ottobre 2012, quando la quota era del 51,2%. A gennaio-maggio, il mercato delle auto diesel risulta in calo del 4,3% con il 54% di quota. Le autovetture alimentate a benzina, sono cresciute a maggio del 3% e raggiungono una quota del 35,4%, la più alta degli ultimi 25 mesi. Da inizio anno le auto a benzina sono di poco superiori ai livelli del 2017 (+1,3%).

Le autovetture ibride crescono, nel mese, del 12%, mentre le autovetture elettriche quadruplicano rispetto a maggio 2017. Insieme, ibride ed elettriche rappresentano il 4,2% del mercato auto di maggio (il 4% da inizio anno, un punto percentuale in più rispetto ai primi 5 mesi del 2017). Le autovetture Gpl calano del 3,5% nel mese e del 3,9% nel cumulato, mentre le autovetture alimentate a metano crescono più del doppio (+106%) e ottengono il 2,8% di quota (era l'1,3% a maggio 2017), nel cumulato le auto bifuel a metano crescono del 56%.

In riferimento al mercato per segmenti, nel mese di maggio Fiat Panda e Fiat 500 rappresentano il 54% del segmento delle superutilitarie e sono i due modelli più venduti di questo segmento. Fiat Tipo è il modello più venduto del segmento delle medie inferiori e, insieme a Alfa Romeo Giulietta (al terzo posto), rappresenta il 26% di quota del segmento.

A maggio 2018, Jeep Renegade (primo posto) e Fiat 500X (secondo posto) sono i due SUV piccoli più venduti e rappresentano il 34% di questo comparto, mentre Jeep Compass è il SUV compatto più venduto (il secondo SUV in assoluto) e Alfa Romeo Stelvio è il SUV medio più venduto. La gamma FCA rappresenta il 23% del mercato totale di SUV. Fiat 500L è il monovolume più venduto e rappresenta quasi un terzo di tutti i monovolumi (il 49% se contiamo solo i monovolumi piccoli, di cui fa parte).

Secondo l'indagine ISTAT, a maggio l'indice del clima di fiducia dei consumatori (base 2010=100) dimi-

nuisce da 116,9 a 113,7. Anche l'indice composito del clima di fiducia delle imprese (Iesi) peggiora lievemente, passando 105,0 a 104,7. In riferimento al clima di fiducia dei consumatori, inoltre, per quanto riguarda l'acquisto di beni durevoli, tra cui l'automobile, il saldo relativo all'opportunità attuale risulta in calo (da -48,5 a -50,0).

Secondo le stime preliminari ISTAT, a maggio l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un aumento dello 0,4% su base mensile e dell'1,1% su base annua (in significativa accelerazione rispetto al +0,5% di aprile). La marcata ripresa dell'inflazione si deve prevalentemente ai prezzi dei Beni alimentari non lavorati e dei Beni energetici non regolamentati (da +2,7% a +5,3%), ai quali si aggiunge l'inversione di tendenza della dinamica dei prezzi dei Servizi relativi ai trasporti (da -0,7% a +1,7%).

I prezzi dei Beni energetici non regolamentati registrano una variazione positiva pari a +2,1% rispetto al mese precedente e pari a +5,3% rispetto allo stesso mese del 2017 (da +2,7% di aprile). Questa dinamica è dovuta all'aumento dei prezzi delle principali componenti di questa tipologia di prodotto: Gasolio (+2,8% su base congiunturale, +7,2% su base annua, in accelerazione da +3,8% di aprile), Benzina (+2,4% rispetto ad aprile 2018, +5,2% in termini tendenziali, da +2,1% del mese precedente) e Altri carburanti (rispettivamente +0,2% e +3,2%).

Le marche nazionali, nel complesso, totalizzano nel mese 55.495 immatricolazioni (-8%), con una quota di mercato del 27,9%. Nei primi cinque mesi del 2018, le immatricolazioni complessive ammontano a 261.397 unità (-7%), con una quota di mercato del 27,6%.

I marchi di FCA (escludendo Ferrari e Maserati) totalizzano nel complesso 55.071 immatricolazioni nel mese (-8%), con una quota di mercato del 27,7%. Andamento positivo per i brand Alfa Romeo (+3,8%) e Jeep (+129,6%). Bene anche Ferrari (+15,4%). Nel periodo gennaio-mag-

gio, i marchi di FCA totalizzano 259.423 autovetture immatricolate, con un calo del 7,1% e una quota di mercato del 27,6%. Nel cumulato da inizio anno, presentano risultati positivi i brand Alfa Romeo (+15,2%) e Jeep (+102,6%), ai quali si affiancano Ferrari (+3,5%) e Lamborghini (+5,6%).

Sono nuovamente sette, a maggio, i modelli italiani nella top ten delle vendite, con Fiat Panda sempre in testa alla classifica (13.671 unità), seguita, al terzo posto, da Jeep Renegade (5.099), che sale di quattro posizioni, e, al quarto, da Lancia Ypsilon (5.068). Al quinto posto troviamo Fiat 500L (4.620), seguita, in settima posizione, da Jeep Compass (4.493) e, in ottava, da Fiat Tipo (4.410). Chiude la top ten, al nono posto, Fiat 500X (4.357).

Il mercato dell'usato totalizza 403.987 trasferimenti di proprietà al lordo delle minivolture a concessionari a maggio 2018, registrando un calo del 2,2% rispetto a maggio 2017. Nei primi cinque mesi del 2018, i trasferimenti di proprietà sono 1.947.473, il 3,3% in meno rispetto allo stesso periodo del 2017 (*Comunicato Stampa ANFIA*, 1 giugno 2018)

### **Sardegna: "Binari d'Italia, la grande bellezza"**

La Conferenza nazionale sulle ferrovie storico-turistiche è diventato un appuntamento annuale imperdibile per gli operatori del settore, per le amministrazioni locali che hanno la cura dei territori e per tutta la filiera del turismo. Stiamo parlando di un patrimonio di linee ferroviarie storiche ad altissimo valore turistico e culturale che attraversano l'Italia da Nord al Sud, Isole comprese. Un patrimonio in parte riscoperto, in parte ancora da recuperare e sfruttare nel senso migliore del termine a tutto vantaggio dell'ambiente e delle economie locali.

"Dopo anni di attesa, finalmente l'anno scorso è arrivata la prima legge che getta le basi per sviluppare questa fetta di imprenditoria che co-

niuga bellezza dei territori italiani, rispetto delle tradizioni, creazione di posti di lavoro. Ma sappiamo bene che nel nostro Paese avere una legge ad hoc non basta. Rimangono aperti molti punti interrogativi su come salvaguardare questo patrimonio, esaltandone le grandi potenzialità. Ne parleremo ad Olbia in un confronto aperto tra operatori e istituzioni"

Così M. RONCUCCI, il presidente di ASSTRA, mette in evidenza le aspettative del settore rispetto alla seconda edizione della conferenza nazionale sulle ferrovie turistiche, che quest'anno è ospitata dall'ARST, l'azienda regionale sarda del trasporto pubblico che gestisce una delle perle più belle tra le linee ferroviarie storiche d'Italia.

La Sardegna con i suoi 437 Km di linee ferroviarie turistiche, conosciuto come Trenino Verde, ha la rete più estesa d'Italia che attraversa luoghi e località amene di una bellezza incomparabile e con un patrimonio di manufatti, ponti, opera d'arte, gallerie unica in Europa", sostiene C. PORCU Presidente di ARST, "ma la gestione di questa rete e di questo patrimonio è assai onerosa oggi ancor di più per effetto di norme e prescrizioni che appaiono, troppo spesso, calate dall'alto. Se si vuole combattere il degrado e l'abbandono" conclude PORCU "questa conferenza deve contribuire a individuare obiettivi, strategie e risorse utili per salvaguardare un sistema, quello delle ferrovie turistiche, capace di attrarre migliaia di persone da tutto il mondo e di generare ricadute economiche fondamentali per le zone interne altrimenti tagliate fuori dalle tradizionali rotte turistiche" (*Comunicato Stampa ASSTRA*, 16 maggio 2018)

### **Nazionale: protocollo d'intesa tra Autorità di Regolazione Dei Trasporti e ANSF**

Il Presidente dell'Autorità di regolazione dei trasporti (ART), A. CAMANZI, ed il Direttore dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie (ANSF), A. GARGIULO, hanno sottoscritto, in data 24 maggio a Firenze, un protocollo d'intesa.

Sulla base del protocollo, la cooperazione e lo scambio di informazioni tra le due istituzioni, come previsto dalle norme, sono inseriti in un quadro articolato di collaborazione che, nel rispetto delle specifiche competenze e prerogative di ciascuna, disciplina le modalità di reciproche raccomandazioni in merito a questioni che abbiano ad oggetto, rispettivamente, la concorrenza nel mercato ferroviario e la sicurezza delle ferrovie.

In particolare, l'ART fornirà all'ANSF pareri e segnalazioni sui provvedimenti che possono avere un impatto sulla concorrenza tra operatori del settore, sulle tariffe e sull'accesso alle infrastrutture. Nel protocollo è evidenziato che resta ferma la facoltà per l'ANSF di impartire le più opportune misure di sicurezza temporanee ai gestori dell'infrastruttura e alle imprese ferroviarie, anche a carattere immediato, qualora nell'esercizio delle proprie funzioni individui un rischio grave per la sicurezza.

Le due istituzioni potranno, inoltre, segnalarsi reciprocamente casi in cui, nell'ambito di procedimenti di rispettiva competenza, emergano ipotesi di violazione, da parte degli operatori, di norme alla cui applicazione è preposta l'altra parte, e scambiarsi contributi scritti e dati utili allo svolgimento delle rispettive funzioni.

Il protocollo, entrato in vigore con la sua sottoscrizione, ha una durata di tre anni (*Comunicato Stampa ANSF*, 5 giugno 2018).

**Toscana: 150 anni di eccellenza ingegneristica e ferroviaria per "Pontassieve"**

Un'eccellenza ingegneristica da 150 anni al servizio delle ferrovie e del Paese. È questo il traguardo raggiunto dall'Officina Nazionale Armamento di Pontassieve, celebrato da R. MAZZONCINI, Amministratore Delegato di Ferrovie dello Stato Italiane, C. CATTANI e M. GENTILE, Presidente e Amministratore Delegato di Rete Ferroviaria Italiana, insieme a V. CECCARELLI, Assessore alle Infrastrutture e alla Mobilità della Regione To-



(Fonte: FSI)

Fig. 4 - L'evento di Pontassieve: un'eccellenza ingegneristica da 150 anni al servizio delle ferrovie e del Paese.

scana, e M. MARINI, Sindaco di Pontassieve (Fig. 4).

Nata nel 1868 per iniziativa della Società per le strade ferrate romane e acquisita nel 1905 dalle FS, l'Officina diviene nel corso degli anni un vero e proprio punto di riferimento per la produzione, la manutenzione e la riparazione dell'infrastruttura ferroviaria nazionale e degli elementi fondamentali per il suo funzionamento, in particolar modo scambi e apparecchiature per i binari.

Oggi l'Officina di Pontassieve costituisce un polo tecnologicamente avanzato, leader nella produzione di componenti dei binari, sia standard sia speciali, con un organico di circa 100 lavoratori e un fatturato annuo di oltre 67 milioni di euro. Nel 2017 sono stati realizzati circa 1.200 deviatori e 4.000 giunti.

Un sito produttivo che rappresenta appieno l'anima delle FS Italiane, coniugando allo stesso tempo esperienza e tradizione ma anche innovazione e sviluppo tecnologico. L'Officina Nazionale Armamento di Pontassieve fa infatti parte dei vari siti produttivi attraverso i quali Rete Ferroviaria Italiana supporta i processi manutentivi e, quindi, le performance dell'infrastruttura. Una storia industriale di successo, destinata a continuare grazie ai progetti di ampliamento attualmente in corso, che consentiranno di introdurre nel ciclo produttivo nuove lavorazioni.

"Celebrare i 150 anni di quest'Officina - ha dichiarato R. MAZZONCINI

- ci aiuta a ripercorrere la storia delle ferrovie e, quindi, del Paese. Una lunga e prestigiosa sequenza di innovazioni, sperimentazioni, record, grandi investimenti infrastrutturali e quindi di sviluppo, modernità, know how e soprattutto professionalità degli uomini e delle donne che hanno nei secoli tenuto alto il nome di questa officina e che oggi ne rappresentano il vero valore. Il bagaglio di cultura tecnica e di esperienza custodito qui è un requisito imprescindibile per immaginare il futuro delle Ferrovie dello Stato Italiane e per proiettarci nelle sfide della mobilità che ci attendono".

"Rete Ferroviaria Italiana - ha dichiarato M. GENTILE - è oggi una delle principali realtà industriali per la complessità dei propri processi produttivi. L'Officina di Pontassieve è infatti parte di un sistema più ampio di poli produttivi che comprende anche l'Officina Nazionale Armamento Fonderia di Bari e l'Officina Nazionale Apparecchiature Elettriche di Bologna, oltre ai siti per i mezzi d'opera di Catanzaro e di Carini. Poter disporre di tali asset ci consente di avere strategie produttive di visione più ampia e di essere quindi più competitivi" (*Comunicato Stampa FSI*, 4 giugno 2018)

**Piemonte: GTT, una rete ecologica sempre più estesa**

Venerdì 25 maggio GTT ha presentato, in occasione del convegno "Flotte elettriche nel Tpl: l'esperienza di Tori-

no”, i primi risultati ambientali e di gradimento della clientela dei nuovi autobus elettrici (la prima flotta di bus 12 metri in Italia senza motore a scoppio) e i programmi per il futuro.

L'entrata in servizio di questi mezzi è solo l'ultimo tassello di una rete ecologica con linee a trazione elettrica: la linea 1 della metropolitana, 7 linee tranviarie e 7 linee gestite con bus elettrici.

A Torino oltre il 50% dei passeggeri dei mezzi pubblici viaggia su mezzi elettrici: autobus, tram o metropolitana. Se si considera anche la flotta di bus a metano, i viaggi su veicoli a basso impatto ambientale diventano il 70%.

La flotta attuale di autobus elettrici comprende 43 mezzi: i 20 nuovi veicoli acquistati l'anno scorso si aggiungono ai 23 veicoli di 7,5 metri di lunghezza che dal 2003 fanno servizio nel centro di Torino. Entro la fine del 2018 entreranno in servizio altri 8 autobus elettrici di dimensioni 8,7 metri, e capacità di trasporto 50 passeggeri, arrivando pertanto ad una flotta complessiva di ben 51 veicoli a trazione esclusivamente elettrica, la più grande in circolazione in Italia. Parallelamente all'acquisto dei veicoli sono state realizzate anche 16 stazioni di ricarica al deposito Tortona e 12 al deposito Gerbido. Per i veicoli di lunghezza 8,7 metri, oltre agli impianti in deposito, verranno anche realizzate due stazioni di ricarica al capolinea.

Questi i primi risultati della nuova flotta di 20 bus elettrici, entrati in servizio a partire da ottobre 2017: dopo sette mesi sono stati percorsi più di 400 mila chilometri, con un risparmio di emissioni in atmosfera di oltre 33 chilogrammi di PM10 e di circa 450 tonnellate di CO<sub>2</sub> (equivalente alla CO<sub>2</sub> assorbita da 2500 alberi in 15 anni) rispetto ad un bus diesel di nuova generazione (con motorizzazione EEV). Nelle scorse settimane gli assistenti alla clientela GTT hanno fatto un sondaggio a bordo dei bus elettrici sulle linee 6 e 19.

È stato chiesto qual è il gradimento e la percezione dei nuovi mez-

zi e quali sono le aspettative sulla mobilità elettrica a Torino. Fra gli aspetti positivi prevale l'assenza di emissioni inquinanti seguito dalla silenziosità. Il 78% degli intervistati risponde che non ci sono aspetti negativi. Inoltre la percezione di trasporto elettrico a Torino è minore di quanto è in realtà: la maggioranza degli intervistati pensa che sia il 20% mentre in realtà è maggiore (il 28% del trasporto urbano è effettuato con mezzi elettrici e oltre il 50% dei passeggeri viaggia su veicoli elettrici).

Oltre agli autobus elettrici, Torino ha una importante tradizione in merito alla mobilità elettrica. Infatti ha una rete tranviaria di 200 chilometri di lunghezza con circa 200 tram in circolazione su 7 linee. La principale linea tranviaria è la 4 che collega la zona nord con quella sud di Torino per 18 chilometri, principalmente in corsia riservata: i tram in servizio di 34 metri di lunghezza possono trasportare fino a 200 passeggeri.

GTT gestisce la linea 1 della metropolitana automatica (13,5 km di lunghezza per 21 stazioni da Fermi a Lingotto) che permette ogni anno lo spostamento di 42 milioni di passeggeri, un dato sempre in crescita dall'inaugurazione nel 2006 ad oggi. È in corso la realizzazione del prolungamento da Lingotto a Bengasi di 1,9 km e 2 stazioni.

Anche sul fronte del fabbisogno energetico sono stati fatti numerosi passi avanti: dal 2018, grazie al nuovo contratto stipulato con la società Nova AEG, l'intera fornitura di energia elettrica di GTT deriva da fonti energetiche certificate e rinnovabili al 100%. Al Gerbido è inoltre in funzione un impianto fotovoltaico che autoproduce il 25% dell'energia occorrente al deposito, mentre il 63% dell'elettricità utilizzata è proveniente da fonti rinnovabili.

GTT ha infine delineato gli scenari futuri della mobilità pubblica a Torino. L'obiettivo che l'azienda ha per il 2027 è quello di un parco veicoli composto dal 100% di autobus 12 metri elettrici e autobus 18 metri a metano. Per raggiungere questo obiettivo sono necessari nuovi inve-

stimenti per il potenziamento dell'infrastruttura di carica elettrica in deposito (ed eventualmente al capolinea) e una disponibilità energetica adeguata per la ricarica dei veicoli (*Comunicato Stampa GTT*, 25 maggio 2018).

### **Lombardia: “Sebino Express”, itinerari turistici con treni a vapore e “Littorine” per il Lago d’Iseo**

In viaggio in Lombardia con i treni storici di Fondazione FS Italiane sulle linee Palazzolo - Paratico (RFI) e Brescia-Iseo-Edolo (FERROVIE - NORD) per raggiungere le sponde del Lago d’Iseo. Sono previsti venti appuntamenti domenicali, da maggio a settembre con partenze da Milano per Paratico Sarnico e da Brescia per Pisogne.

Dalla stazione Centrale di Milano, alle 8.25 con due automotrici diesel (ALn 668) sarà raggiunta la stazione di Paratico (arrivo alle 11.10). Da Brescia, alle 8.14, si muoverà in direzione Pisogne (arrivo alle ore 11.10) un treno a vapore composto con carrozze Centoporte.

I viaggi dei treni storici, complessivamente 20, programmati nelle giornate di domenica, sono in calendario a maggio il 20; a giugno nei giorni 3, 17 e 24; a luglio domenica 1; ad agosto il 26; e a settembre il 9 e 30.

I treni partiranno quasi contemporaneamente da Milano e Brescia e prevedono per ciascuna domenica, l'alternarsi di treni con trazione a vapore alle classiche littorine in livrea d'epoca. Un battello, inoltre, collegherà le due sponde del lago d’Iseo consentendo di visitare le principali mete turistiche del territorio.

I biglietti sono in vendita presso le biglietterie e self service di stazione, agenzie di viaggio abilitate, su [www.trenitalia.com](http://www.trenitalia.com) e con l'app Trenitalia per dispositivi mobili. Sarà possibile acquistare i titoli di viaggio anche a bordo treno, senza alcuna maggiorazione di prezzo, e in relazione alla disponibilità dei posti a sedere (*Comunicato Stampa Trenord*, 22 maggio 2018).

## Nazionale: Italferr premiata alla Conferenza Esri per l'Innovazione

Importante riconoscimento per Italferr che, nell'ambito della Conferenza annuale Esri (Environmental Systems Research Institute) dedicata al GIS, Geographic Information System, ha ricevuto il premio "Smart Infrastructure 2018" per il progetto "Flusso di lavoro tra il Portale GIS e il modello informativo dell'opera".

Il lavoro, realizzato dalla struttura di "Sistemi Informativi" in collaborazione con la struttura di "Architettura, Ambiente e Territorio" e "Geologia, Gestione Terre e Bonifiche", è stato presentato dal Demand Manager ICT di Italferr che ha così raccontato subito dopo la

premiazione: "Il lavoro presentato è frutto di una sperimentazione avviata a settembre 2017 in partnership con le due società ESRI e Autodesk, che si è conclusa positivamente dal punto di vista tecnologico, confermando i vantaggi attesi dall'integrazione tra dati GIS e modello informativo dell'opera. Mi preme sottolineare il coraggio con cui si è affrontato la sfida, permettendo di portare avanti questa avvincente sperimentazione!".

Il Portale GIS, utile strumento di accesso alla conoscenza del patrimonio cartografico in possesso della nostra Società, si colloca nell'ambito del progetto di implementazione della Piattaforma GIS all'interno della quale verranno centralizzati, contestualizzati e analizzati i dati utili alla Progettazione, Direzione e Supervisione Lavori.

Presente all'evento anche il Direttore Strategie Innovazione e Sistemi che ha così commentato il prestigioso riconoscimento: "Il premio è stato conferito soprattutto per aver colto l'aspetto innovativo dell'integrazione dei mondi GIS e BIM: tema davvero d'interesse su cui la stessa Esri in un primo momento aveva mostrato incertezze circa l'effettiva percorribilità. Un'altro risultato della squadra Italferr".

Con questo riconoscimento l'Azienda, in linea con gli asset di innovazione e digitalizzazione del nuovo piano industriale del Gruppo 2017-2026, dimostra ancora una volta la straordinaria apertura verso nuove opportunità di sviluppo tecnologico, in un'ottica di crescente competitività sia in Italia che all'estero (*Comunicato Stampa Italferr*, 16 maggio 2018).

### 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 – 20124 Milano  
Tel. 339-1220777 – 02.63712002 – Fax 02.63712538 – E-mail: [segreteria@cifimilano.it](mailto:segreteria@cifimilano.it)

## Notizie dall'estero *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

### TRASPORTI SU ROTAIA *RAILWAY TRANSPORTATION*

#### Internazionale: la nuova locomotiva TRAXX DC3

Bombardier Transportation ha presentato ufficialmente la sua nuova locomotiva TRAXX DC3 (Fig. 1) nel suo stabilimento di Vado Ligure. L'evento ha offerto ad alcuni dei principali operatori di trasporto italiani ed internazionali uno sguardo da vicino su una delle locomotive più innovative per entrare nel mercato del trasporto merci su rotaia.

Durante l'evento, P. AMMAN, Responsabile di Global Ecosystem Freight di Bombardier Transportation, ha commentato: "Siamo lieti di presentare questa innovativa locomotiva al mercato del trasporto merci italiano e globale. La sua flessibilità e la nostra forte offerta di manutenzione non solo ridurranno il costo totale di proprietà, ma consentiranno anche agli operatori merci italiani di espandere la propria attività".

L. CORRADI, CEO e Managing Director di Bombardier Transportation Italy, ha commentato: "Il nuovo TRAXX DC3 rappresenta un salto generazionale nel mercato, una locomotiva all'avanguardia, in grado di massimizzare l'efficienza energetica, garantendo maggiore carico, capacità di trazione e minor consumo di energia. Una delle caratteristiche più interessanti della locomotiva è la funzione Last Mile che offre nuovi concetti logistici consentendo alla locomotiva di collegare facilmente sezioni di binari non elettrificate spesso presenti nei porti o nei terminali merci. Questa funzionalità opzionale

può anche essere installata come aggiornamento post-consegna."

Per una maggiore efficienza e minori costi operativi, la TRAXX DC3 è stata progettata anche per le più recenti soluzioni di manutenzione digitale del settore merci. Piattaforme intelligenti basate su tecnologia Conditional Based Maintenance, Big Data e IoT mettono in correlazione i dati provenienti dal veicolo e dall'infrastruttura ferroviaria per monitorare la salute del veicolo in tempo reale, predire gli interventi di manutenzione, garantendo al contempo le massime prestazioni e disponibilità della flotta.

Gli operatori ferroviari italiani, Mercitalia Rail, Captrain Italia e GTS sono i primi ad aver migliorato il loro servizio di trasporto merci acquistando la nuova TRAXX DC3. Oltre alle 190 locomotive TRAXX DC consegnate, sono attualmente in corso di assemblaggio 50 locomotive nel sito di produzione ligure.

Dal 1908, il sito ha ricevuto l'ordine di produrre oltre 2000 locomotive per il mercato del trasporto merci italiano e globale, confermando la reputazione di Bombardier per l'eccellenza del servizio, dalla costruzione alla manutenzione post-vendita, garantendo continuità ed efficienza per tutta la durata del prodotto (*Comunicato Stampa Bombardier*, 28 maggio 2018)



(Fonte - Source: Bombardier)

Fig. 1 - La nuova locomotiva della serie TRAXX presentata a Vado Ligure.  
Fig. 1 - The new locomotive of the TRAXX series presented at Vado Ligure.

#### Internazionale: the new TRAXX DC3 Locomotive

Bombardier Transportation officially presented its new BOMBARDIER TRAXX DC3 locomotive (Fig. 1) at their Vado Ligure site in Italy. The event gave some of Italy's leading transport operators an up-close look at one of the most innovative locomotives to enter the rail freight transportation market.

At the event, P. AMMAN, Head of Global Ecosystem Freight at Bombardier Transportation commented, "We are happy to present this innovative locomotive to the Italian and global freight market. Its flexibility and our strong maintenance offering will not only reduce total cost of own-

ership, but also enable Italian freight operators to expand their business.”

L. CORRADI, CEO and Managing Director of Bombardier Transportation Italy, commented “The new TRAXX DC3 represents a generational leap in the market, a state-of-the-art locomotive, able to maximize energy efficiency, ensuring greater load, traction capacity and lower energy consumption. One of the locomotive’s most interesting features is its Last Mile function that offers new logistical concepts by enabling the locomotive to easily bridge non-electrified track sections often found in ports or freight terminals. This optional feature can even be installed as a post-delivery upgrade.”

For greater efficiency and lower operation costs, the TRAXX DC3 has also been designed around the freight industry’s latest digital maintenance solutions. Intelligent platforms based on Conditional Based Maintenance, Big Data and IoT technology correlate data coming from the vehicle and the rail infrastructure to monitor the vehicle’s health in real-time, predicting maintenance interventions, while guaranteeing maximum fleet performance and availability.

Italian rail operators, Mercitalia Rail, Captrain Italy and GTS are the first to have enhanced their freight service by purchasing the new TRAXX DC3. In addition to the 190 BOMBARDIER TRAXX DC locomotives delivered, there are currently 50 locomotives in the pipeline at Bombardier’s Vado Ligure production site.

Since 1908, the site has received orders to produce more than 2,000 locomotives for the Italian and global freight market, confirming Bombardier’s leadership and reputation for service excellence, from construction to post-sales maintenance, guaranteeing continuity and efficiency throughout product life (Bombardier Press Release, May 28<sup>th</sup>, 2018)

### **Svizzera: Galleria di base del Monte Ceneri, terminata la posa del binario**

Sono tinta oro i blocchetti LVT, gli ultimi di una serie di 98.000, e il

loro fissaggio definitivo nel calcestruzzo avviene sotto lo sguardo di politici, personalità del mondo imprenditoriale e giornalisti. L’evento ufficiale “Goldene Schwelle”, mercoledì 30 maggio a Camorino, con il getto del “blocchetto d’oro” segna una tappa fondamentale per la Galleria di base del Monte Ceneri: il completamento dei binari.

Una cerimonia ed una festa corale: oltre questa “soglia d’oro” si intravede, ormai prossimo, il completamento della NFTA, la Nuova Ferrovia Transalpina che dal 2020, in un ininterrotto nastro ferroviario di pianura, attraverserà le Alpi collegando in Alta Velocità/Capacità il Nord e il Sud d’Europa.

“È una grande gioia per tutti noi – ha commentato con soddisfazione D. SCHWANK, presidente della Direzione del committente AlpTransit San Gottardo SA – ed una festa per tutti coloro che hanno lavorato alla posa dei binari, realizzandola nei tempi previsti e con i requisiti di alta qualità richiesti”.

I lavori di armamento ferroviario – prima fase del lotto Tecnica Ferroviaria affidata al Consorzio Mons Ceneris (Marti Tunnelbau, Mancini & Marti, Pizzarotti e Generale Costruzioni Ferroviarie) – erano stati avviati da GCF il 27 luglio 2017, dopo circa 10 mesi di attività preparatorie per la cantierizzazione.

“In quella occasione – ricorda con soddisfazione Edoardo Rossi, Presidente GCF - avevamo fatto una promessa: dare il meglio della nostra esperienza e garantire la massima responsabilità e impegno. La Galleria di base del Ceneri è un’opera strategica nel quadro delle infrastrutture ferroviarie europee. Oggi siamo orgogliosi di aver contribuito alla realizzazione di questa importante tessera del puzzle, soddisfacendo le aspettative sui tempi e sulla qualità d’esecuzione”.

- I numeri dell’armamento ferroviario al Ceneri

In questi 10 mesi, sul difficile campo dell’armamento ferroviario in

galleria, GCF ha giocato le carte dell’innovazione - in macchinari e attrezzature ma, anche, in metodi e tecniche d’intervento - della capacità organizzativa, della flessibilità operativa. Così, a ritmo battente, nella doppia canna della Galleria del Ceneri a partire dall’agosto scorso 140 operai coordinati dal capo cantiere R. GARILLI hanno costruito 30 chilometri di binario su cemento al ritmo medio di oltre 270 mt al giorno; inoltre si sono varati due deviatori tra i più grandi oggi esistenti in Svizzera, si sono fabbricati e movimentati circa 35mila metri cubi di calcestruzzo e si è rifinita alla perfezione e tallocciata a mano, con costanza, pazienza e perizia un’estensione di calcestruzzo pari a 20 campi da calcio.

Insomma, una “scheda tecnica”, quella della galleria del Ceneri, di numeri importanti: 98.000 blocchetti LVT, 600 rotaie tipo 60E2 in barre da 120 m, circa 8.500 traversine in CAP, 230.000 attacchi elastici Sk114, 16.000 m<sup>3</sup> di ballast, 35.000 m<sup>3</sup> di calcestruzzo movimentati dai sei innovativi miscelatori MX08 e relativi portali ideati per l’occasione e premiati dal Ditecfer Railway Contest come migliore innovazione 2017 in campo ferroviario.

“Il 23 febbraio, con 19 giorni d’anticipo, avevamo consegnato la canna est – spiega R. FORCELLA, Direttore Operativo del cantiere – e per la canna ovest la consegna ha potuto essere fatta con 30 giorni anticipati. È il frutto di un grande lavoro di squadra e della sinergia tra le équipes della progettazione e le squadre della gestione tecnica ed esecutiva. Da sottolineare, inoltre, gli ottimi risultati in termini di sicurezza e, grazie all’impiego di macchinari assolutamente nuovi ed innovativi, di rispetto dell’ambiente”.

- Prossime tappe e benefici attesi dalla NFTA

Ora, entro l’agosto 2019, si provvederà alla fase di installazione della linea di contatto, del sistema di comunicazione, degli impianti di sicurezza e della tecnica di guida, si completerà l’armamento su ballast per le

previste bretelle di servizio e le tratte a cielo aperto sui due viadotti e sul raccordo con la Lugano Locarno e, infine, sarà varato l'ultimo dei tre deviatoti. Quindi, dopo prove, test e controlli, nel marzo 2020 inizierà l'esercizio di prova e, a settembre, la galleria sarà ufficialmente consegnata alle ferrovie Svizzere per essere integrata nella rete ferroviaria FFS nel dicembre 2020.

Apprezzabili sono i benefici che ci si attende dalla NFTA quando anche la Galleria del Ceneri entrerà in servizio a regime: il dimezzamento del traffico merci stradale in Svizzera grazie al potenziamento dei treni merci che potranno muoversi finalmente in pianura, più lunghi (fino a 750 metri) e capaci di trasportare fino a 2.000 tonnellate. Non da meno sarà l'impatto sul traffico passeggeri: 80 treni al giorno consentiranno di spostarsi da Milano a Zurigo alla velocità di 250 km/ora, riducendo a 3 ore (-25%) il tempo di percorrenza. Il progetto NFTA conta di creare 44 mila posti di lavoro e un valore aggiunto per l'economia di 4,6 miliardi di euro l'anno. Ma a trarne i maggiori benefici sarà l'ambiente: la riduzione di CO<sub>2</sub> in atmosfera è calcolata in 6 milioni di tonnellate l'anno.

- Nota per il lettore: la Galleria di base del Ceneri

A sud della Galleria di base del Gottardo, lungo la linea di transito sulle Alpi svizzere, la Galleria di Base del Monte Ceneri, in Canton Ticino tra Bellinzona e Lugano, si estende per 15,4 chilometri dal portale Nord di Vigana (Camorino) al portale Sud di Vezia.

E' realizzata dalla AlpTransit SA - società detenuta al 100% dalle FFS, committente dell'opera ai sensi di un contratto con il Governo Federale Svizzero.

Come quella del San Gottardo e costituita da due canne a binario unico, del diametro di 7,5 m, distanti tra loro fino a circa 40 mt e collegate l'una all'altra ogni 325 metri tramite cunicoli trasversali. L'intero sistema di gallerie del Ceneri ha uno sviluppo di 39,8 chilometri.

Ha una pendenza longitudinale massima di circa l'8 ‰: dal punto più basso di Camorino fino a Vezia bisogna superare un dislivello di 110 m.

Parte integrante della Nuova Ferrovia Transalpina (NFTA), permetterà anche il collegamento diretto da Lugano a Locarno con la riduzione ad un terzo dei tempi di viaggio (dagli attuali 55 minuti a soli 22 minuti).

Il progetto preliminare è stato approvato nel 1999 dal Consiglio Federale

I lavori di scavo sono iniziati il 2 giugno 2006, con avanzamento simultaneo dai portali di Vigana e Vezia e dall'attacco intermedio di Sigirino.

Il 21 gennaio 2016 è caduto il diaframma principale della Galleria

La profondità massima della roccia è pari a 900 m, quella minima a solo qualche metro.

- Nota per il lettore: la Nuova Ferrovia Transalpina (NFTA)

Tra Bellinzona e Lugano la Galleria di base del Ceneri è la seconda grande opera della NFTA (Nuova Ferrovia Transalpina). Con la galleria del San Gottardo, la più lunga galleria ferroviaria al mondo, costituisce il fulcro di una linea ininterrotta di pianura che attraverserà le Alpi con pendenze minime e grandi raggi di curvatura e diventerà l'asse portante Nord-Sud della rete europea dell'Alta Velocità.

I treni viaggiatori, con una velocità fino a 250 km/h, potranno accorciare il viaggio tra Milano e Zurigo a meno di tre ore.

I Treni merci ad Alta Capacità potranno trasportare oltre 2.000 tonnellate di peso rimorchiato senza fermate a Erstfeld o a Bellinzona e senza locomotive intermedie e/o di spinta, oggi necessarie per poter affrontare le salite del San Gottardo e del Ceneri che presentano, sulle linee attuali, pendenze fino al 27‰.

L'importanza strategica delle gallerie di base del San Gottardo e del Ceneri della Nuova ferrovia trasversale alpina (NFTA) consiste nelle ripercussioni che riguarderanno lo svi-

luppo industriale e turistico indotti, i movimenti demografici, gli effetti economici e le trasformazioni urbanistiche e territoriali, lo sviluppo economico di un'area che va ben oltre i confini della Svizzera.

Il progetto complessivo, in effetti, è di realizzare il più efficiente collegamento ferroviario al mondo in quella fascia europea conosciuta come "blue banana", ossia l'area che va dal Mediterraneo (Genova) al Mare del Nord, passando per la Manica: una delle zone più ricche e popolate al mondo che, con 111 milioni di persone, coinvolge l'intero Nord Italia, la Svizzera, parte di Germania e Francia, l'Olanda e il Regno Unito.

Oggi, per essere pienamente operativa, la linea transalpina del San Gottardo attende l'ultimazione della galleria di base del Ceneri (2020) e l'adeguamento dell'Italia al progetto con il Terzo valico dei Giovi Genova-Milano (2021), che permetterà la piena realizzazione del corridoio ad alta velocità Genova-Rotterdam, verso l'Europa del Nord da un lato e i porti del Mediterraneo dall'altro (progetto Lu-Mi-Med) (*Comunicato Stampa GFC*, 31 maggio 2018)

### **Switzerland: Monte Ceneri base tunnel, after the installation of the track**

*The LVT blocks, the latest in a series of 98,000, are gold in color, and their final fixation in concrete takes place under the gaze of politicians, entrepreneurial figures and journalists. The official event "Goldene Schwelle", on Wednesday 30 May in Camorino, with the jet of the "gold block" marks a fundamental stage for the Monte Ceneri Base Tunnel: the completion of the tracks.*

*A ceremony and a choral party: beyond this "golden threshold" we can see, by now, the completion of the NFTA, the New Transalpine Railway which, from an uninterrupted flat railway belt, will cross the Alps by connecting in High Speed/Capacity the North and the South of Europe.*

*"It is a great joy for all of us - commented with satisfaction D.*

SCHWANK, chairman of the management of the client AlpTransit San Gottardo SA - and a party for all those who have worked on the laying of the tracks, realizing it on time and with the requirements of high quality required”.

The railway infrastructure works - the first phase of the Railway Technique lot entrusted to the Mons Ceneri Consortium (Marti Tunnelbau, Mancini & Marti, Pizzarotti and Generale Costruzioni Ferroviarie) - were started by GCF on 27<sup>th</sup> July 2017, after about 10 months of preparatory activities for shipbuilding.

“On that occasion - recalls with satisfaction E. ROSSI, President of GCF - we had made a promise: give the best of our experience and guarantee maximum responsibility and commitment. The Ceneri Base Tunnel is a strategic work within the framework of European railway infrastructures. Today we are proud to have contributed to the realization of this important piece of the puzzle, satisfying the expectations on the times and on the quality of execution”.

- The numbers of the Ceneri railway track

In these 10 months, on the difficult field of railway tunnel infrastructure, GCF has played the cards of innovation - in machinery and equipment, but also in methods and techniques of intervention - of organizational capacity and operational flexibility. So, at a beating pace, in the double barrel of the Galleria del Ceneri starting from last August 140 workers coordinated by the site manager R. GARILLI built 30 kilometers of track on cement at an average pace of over 270 meters per day; in addition, two major deviators have been launched, which today exist in Switzerland, about 35 thousand cubic meters of concrete were manufactured and moved, and a concrete extension of concrete, patience and skill was perfected and hand-polished. 20 soccer fields.

In short, a “technical card”, that of the Ceneri tunnel, of important numbers: 98,000 LVT blocks, 600

60E2 rails in 120-meter bars, about 8,500 CAP sleepers, 230,000 Sk114 elastic connections, 16,000 cubic meters of ballast, 35,000 cubic meters of concrete moved by the six innovative mixers MX08 and related portals designed for the occasion and rewarded by the Ditecfer Railway Contest as the best innovation in 2017 in the railway field.

“On February 23<sup>rd</sup>, 19 days in advance, we had delivered the east reed - explains R. FORCELLA, Operations Manager of the shipyard - and for the west reed delivery could be done with 30 days in advance. It is the result of great teamwork and synergy between the design teams and the technical and executive management teams. Furthermore, the excellent results in terms of safety and, thanks to the use of absolutely new and innovative machinery, respect for the environment”.

- Next steps and benefits expected by the NFTA

Now, by August 2019, the installation phase of the contact line, of the communication system, of the security systems and of the driving technique will be completed, the track on ballast will be completed for the planned service risers and the sections in the open air on the two viaducts and on the link with the Lugano Locarno and, finally, the last of the three deviators will be launched. Then, after tests, tests and checks, the test run will start in March 2020 and, in September, the tunnel will be officially delivered to the Swiss railways to be integrated into the SBB railway network in December 2020.

The benefits expected from the NFTA are also appreciable when the Ceneri Tunnel will also be in full service: the halving of road freight traffic in Switzerland thanks to the upgrading of freight trains that can finally move to the plains, longer (up to 750 meters) and capable of transporting up to 2,000 tons. The impact on passenger traffic will not be less: 80 trains a day will allow you to move from Milan to Zurich at a speed of 250 km / h, reducing travel time to 3

hours (-25%). The NFTA project plans to create 44,000 jobs and added value for the economy of 4.6 billion euros a year. But the environment will benefit the most: the reduction of CO<sub>2</sub> in the atmosphere is estimated at 6 million tons per year.

- Note to the reader: the Ceneri Base Tunnel

To the south of the Gotthard Base Tunnel, along the Swiss Alps transit line, the Monte Ceneri Base Tunnel, in the Canton of Ticino between Bellinzona and Lugano, extends for 15.4 kilometers from the north portal of Vigana (Camorino) to South portal of Vezia.

It is carried out by AlpTransit SA - a company 100% owned by SBB, which commissioned the work under a contract with the Swiss Federal Government.

Like that of the San Gottardo and consisting of two single-track pipes, 7.5 meters in diameter, distant from each other up to about 40 meters and connected to each other every 325 meters through transverse tunnels. The entire Ceneri tunnel system has a development of 39.8 kilometers.

It has a maximum longitudinal slope of about 8 ‰: from the lowest point of Camorino up to Vezia it is necessary to overcome a difference in height of 110 m.

An integral part of the New Transalpine Railway (NFTA), it will also allow direct connection from Lugano to Locarno with a reduction of one-third of travel time (from the current 55 minutes to just 22 minutes).

The preliminary project was approved in 1999 by the Federal Council.

The excavation work began on 2 June 2006, with simultaneous progress from the portals of Vigana and Vezia and from the intermediate attack by Sigirino.

On January 21st 2016 the main diaphragm of the Gallery fell

The maximum depth of the rock is 900 m, the minimum depth of only a few meters.

- Note to the reader: the New Transalpine Railway (NFTA)

*Between Bellinzona and Lugano the Ceneri Base Tunnel is the second major work of the NFTA (New Transalpine Railway). With the Gotthard tunnel, the longest railway tunnel in the world, it is the fulcrum of an unbroken line of plains that will cross the Alps with minimal slopes and large radiuses of curvature and will become the North-South axis of the European network of High speed.*

*The passenger trains, with a speed up to 250 km / h, will shorten the journey between Milan and Zurich in less than three hours.*

*High-Capacity Freight Trains will be able to transport over 2,000 tons of towed weight without stops in Erstfeld or Bellinzona and without intermediate and / or thrust locomotives, which are now necessary to tackle the climbs of the Gotthard and Ceneri which present, on current lines, slopes up to 27 ‰.*

*The strategic importance of the Gotthard and Ceneri base tunnels of the New Alpine Cross Railway (NFTA) consists of the repercussions affecting industrial and tourist development, demographic movements, economic effects and urban and territorial transformations, development of an area that goes far beyond the borders of Switzerland.*

*The overall project, in effect, is to create the most efficient railway connection in the world in the European area known as "blue banana", ie the area that goes from the Mediterranean (Genoa) to the North Sea, passing through the Channel: a of the richest and most populous areas in the world which, with 111 million people, involves the whole of Northern Italy, Switzerland, parts of Germany and France, the Netherlands and the United Kingdom.*

*Today, to be fully operational, the trans-alpine line of the San Gottardo awaits the completion of the Ceneri base tunnel (2020) and the adaptation of Italy to the project with the third crossing of the Giovi Genova-Milano (2021), which will allow the full realization of the Genoa-Rotterdam high-*

*speed corridor, towards Northern Europe on one side and the Mediterranean ports on the other (Lu-Mi-Med project) (GFC Press Release, 31<sup>st</sup>, May 2018).*

### **TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION**

#### **Arabia Saudita: test dinamici iniziali per la metropolitana di Riyadh**

Nelle ultime settimane Alstom ha condotto test dinamici iniziali per il "Riyadh Metro Project" presso il consorzio FAST Line 4 Depot Test Track a Riyadh, nel Regno dell'Arabia Saudita. Il "Riyadh Metro Project", di proprietà della Arriyadh Development Authority (ADA), è composto da 6 linee per un totale di 176 km e 85 stazioni della metropolitana.

La campagna di test include la dimostrazione delle prestazioni del sistema ferroviario, dalla alimentazione ai sistemi di segnalazione, utilizzando i treni che sono già stati consegnati.

Alstom, come parte del consorzio FAST, fornisce un sistema metropolitano completamente integrato per le linee 4, 5 e 6, che comprende: 69 treni metropolitani basati sulla serie Metropolis (Fig. 2), il sistema di segnalazione Urbalis, la stazione di recupero energetico Hesop ed i binari.

La serie Metropolis per Riyadh è composta da due moduli per convoglio ed è lunga 36 metri. Ogni treno presenta tre classi: la prima classe, la classe familiare e la classe per single. I treni offriranno ai passeggeri un elevato livello di comfort, posti a sedere ergonomici, illuminazione a LED, climatizzazione e sistema di informazione per i passeggeri.

"Questa prova è una pietra miliare significativa per Alstom e per il progetto. Siamo orgogliosi di condurre i test a Riyadh per consegnare una metropolitana all'avanguardia alla nostra Arriyadh Development Authority (ADA) dei clienti e agli abitanti e ai visitatori di Riyadh", ha dichiarato D. PFLEGER, Vicepresidente senior per Middle Oriente e Africa. I treni sono senza macchinista. I movimenti del treno sono protetti da un sistema di segnalazione all'avanguardia che controlla la velocità dei treni, garantendo esercizio regolare e sicuro, compresa l'apertura automatica delle porte del treno. Le stazioni dotate di aria condizionata sono dotate di porte di banchina che impediscono alle persone di accedere alla sede ferroviaria. I treni sono inoltre dotati di un avanzato sistema di informazione per i passeggeri che fornisce informazioni in tempo reale ai passeggeri attraverso schermi e altoparlanti a bordo del treno e sulle banchine della stazione (*Comunicato Stampa Alstom*, 7 giugno 2018).



(Fonte - Source: Alstom)

Fig. 2 - I convogli Alstom per la metro di Riyadh.  
Fig. 2 - The Alstom trains of the Metropolis series for the Riyadh metro.

## **Saudi Arabia: initial dynamic tests for Riyadh Metro**

*Alstom has, for the past few weeks, been conducting initial dynamic tests for the Riyadh Metro Project at the FAST consortium Line 4 Depot Test Track in Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia. The Riyadh Metro Project, owned by Arriyadh Development Authority (ADA), consists of 6 lines totalling 176 km and 85 metro stations.*

*The test campaign includes the demonstration of the performance of the railway system, from power supply to signalling systems, using the trains which have already been delivered.*

*Alstom, as part of FAST consortium is supplying a fully integrated metro system for lines 4, 5 and 6, which includes: 69 Metropolis-based Riyadh Metro trains (Fig. 2), Urbalis signalling system, Hesop energy recovery station as well as tracks.*

*The Metropolis-based train for Riyadh is composed of two cars per set and is 36 metres long. Each train features three classes: first class, family class and singles class. The trains will offer passengers a high level of comfort, ergonomic seating, LED lighting, air conditioning and passenger information system.*

*"This test run is a significant milestone for Alstom and for the project. We are proud to conduct the tests in Riyadh in order to deliver a state-of-the-art metro to our customer Arriyadh Development Authority (ADA) and the inhabitants and the visitors of Riyadh", said D. PFLEGER, Senior Vice President for Middle East and Africa.*

*The trains are driverless. The train movements are protected by a state of the art signalling system controlling the speed of the trains, ensuring smooth and safe operations including automatic opening of the train doors. The fully air-conditioned stations are equipped with platform screen doors also preventing people to access the track. The trains are also equipped with an advanced passenger information system delivering real time information to the passengers through screens and loudspeakers on board the*

*train and on the station platforms (Alstom Press Release, June 7<sup>th</sup>, 2018).*

## **TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION**

### **Messico, Cile: l'impegno di Astaldi**

Il Gruppo Astaldi è risultato aggiudicatario di due nuovi contratti di costruzione, per complessivi 193 milioni di euro in quota Astaldi, riferiti a progetti in Cile e Messico.

I due nuovi contratti di costruzione si riferiscono ai seguenti progetti:

Messico, Centro Intermodale del Trasporto Terrestre (CITT), a servizio del nuovo Aeroporto Internazionale di Città del Messico: contratto EPC da 350 milioni di dollari, di cui 120 milioni di euro di competenza del Gruppo Astaldi. Il contratto rappresenta il primo passo del Gruppo Astaldi in un nuovo mercato, il Messico, che s'inserisce nella strategia di diversificazione geografica di Astaldi e che offre grandi opportunità di sviluppo nel settore di riferimento. Come da strategia, anche in questa occasione l'ingresso nel nuovo paese fa leva sulla partnership con un Contractor locale: le opere saranno realizzate in raggruppamento di imprese con il Gruppo Arendal, uno degli operatori del mercato messicano delle infrastrutture. Il contratto prevede, tra l'altro, la realizzazione di una struttura a 5 piani, su progetto dell'Arch. N. FOSTER, che sarà destinata ad hub dei trasporti terrestri che raggrupperanno il nuovo aeroporto internazionale della città, attualmente in costruzione. Il fabbricato avrà una superficie complessiva di 450.000 metri quadrati. Il tetto sarà destinato ad area a verde. I lavori avranno una durata stimata di 32 mesi, con avvio nel prossimo mese di giugno. Il Committente è Grupo Aeroportuario Ciudad México (GMCM), la società responsabile della costruzione e della gestione del nuovo aeroporto internazionale di Città del Messico.

Cile, Progetto Minerario Recuros Norte (Divisione El Teniente):

contratto di costruzione pari a 73 milioni di euro (CLP 53,4 miliardi, lavori di prima fase), con la possibilità di incrementare fino ad un massimo di ulteriori 85 milioni di euro.

I lavori, commissionati da CODELCO e da eseguirsi in più fasi entro il 2022, sono parte del progetto di sviluppo in sotterraneo della miniera di rame El Teniente, che si estende tra i 1.500 e i 1.900 metri di altitudine sulle Ande, 80 chilometri a sud di Santiago del Cile. I lavori di prima fase, del valore pari a 73 milioni di euro, prevedono la progettazione e realizzazione di 2 tunnel – uno di accesso, l'altro per il trasporto dei materiali – per un totale di 5 chilometri di lunghezza; sono inoltre previste opere addizionali per 42 milioni di euro, da attivare su richiesta del Cliente. I lavori di seconda fase, del valore pari a 43 milioni di euro, si riferiscono alla realizzazione di ulteriori 2,6 chilometri di tunnel di accesso. L'avvio delle attività è previsto entro il primo semestre 2018.

CODELCO (Corporacion Nacional del Cobre de Chile) è il primo produttore al mondo di rame e cliente oramai consolidato del Gruppo Astaldi nel settore minerario cileno. El Teniente rappresenta una delle sue miniere più produttive e genera l'8% della produzione totale di rame del Paese (*Comunicato Stampa Astaldi*, 14 maggio 2018).

### **Mexico, Chile: the commitment of Astaldi**

*The Astaldi Group was the winner of two new construction contracts, for a total of 193 million euros at Astaldi stake, referring to projects in Chile and Mexico.*

*The two new construction contracts refer to the following projects:*

*Mexico, Intermodal Center of Terrestrial Transportation (CITT), serving the new International Airport of Mexico City: 350 million dollar EPC contract, of which 120 million euro is the responsibility of Astaldi Group. The contract is the first step of the Astaldi Group in a new market, Mexico, which is part of Astaldi's strategy of*

geographic diversification and offers great opportunities for development in the reference sector. As per strategy, also on this occasion the entry into the new country leverage the partnership with a local Contractor: the works will be carried out in a grouping of companies with the Arendal Group, one of the operators in the Mexican infrastructure market.

The contract includes, among other things, the construction of a 5-storey structure, based on a project by Arch. N. FOSTER, which will be destined to land transport hubs that will reach the new international airport of the city, currently under construction. The building will have a total area of 450,000 square meters. The roof will be used as a green area. The works will have an estimated duration of 32 months, starting in June. The Client is Grupo Aeroportuario Ciudad México (GMCM), the company responsible for the construction and management of the new international airport of Mexico City.

Chile, Recursos Norte Mining Project (El Teniente Division): construction contract amounting to 73 million euros (CLP 53.4 billion, first phase works), with the possibility of increasing up to a maximum of another 85 million euros. The works, commissioned by CODELCO and to be carried out in several phases by 2022, are part of the underground development project of the El Teniente copper mine, which extends between 1,500 and 1,900 meters above sea level in the Andes, 80 kilometers south of Santiago de Chile.

The first phase works, worth € 73 million, envisage the design and construction of 2 tunnels - one for access, the other for the transport of materials - for a total of 5 kilometers in length; additional works are planned for € 42 million, to be activated at the request of the customer. The second phase works, worth 43 million euros, refer to the construction of a further 2.6 kilometers of access tunnels. The start-up of activities is expected by the end of the first half of 2018. CODELCO (Corporación Nacional del Cobre de Chile) is the world's first copper producer and now consolidated customer of the Astaldi Group in the Chilean mining sector. El

Teniente represents one of its most productive mines and generates 8% of the country's total copper production (Astaldi Press Release, May 14<sup>th</sup>, 2018).

### INDUSTRIA MANUFACTURES

#### Germania: batteria agli ioni di litio di nuova generazione

Siemens e Northvolt hanno annunciato una partnership per lo sviluppo della tecnologia di classe Bestin per produrre batterie "verdi" agli ioni di litio di alta qualità. La partnership, che sarà supportata da Siemens attraverso un investimento di 10 milioni di euro, include anche la fornitura di batterie agli ioni di litio.

Per mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici, l'Europa sta accelerando la transizione verso le energie rinnovabili. L'elettrificazione e un maggiore utilizzo delle batterie è uno dei capisaldi di questa transizione, che consente la conversione su larga scala del trasporto sostenibile e una profonda integrazione delle fonti rinnovabili nel mix energetico. Con limitate capacità attuali e pianificate, l'Europa sta per affrontare un forte deficit di batterie entro i prossimi anni.

"Siamo felici di supportare Northvolt nella costruzione della fabbrica per le batterie del futuro. Con il nostro portfolio Digital Enterprise, contribuiamo così alla produzione di batterie competitive in Europa che sfruttino appieno i vantaggi del software e dell'automazione: maggiore flessibilità, efficienza e qualità con un tempo di marcatura più breve di immissione sul mercato", ha affermato J. MROSIK, CEO della divisione Digital Factory di Siemens (Comunicato Stampa Siemens, 25 maggio 2018).

#### Germany: next generation lithium-ion battery cell production

Siemens and Northvolt announced a partnership for the development of best-in-class technology to produce high-quality, green lithium-ion batter-

ies. The partnership, which will be supported by Siemens through an investment of EUR 10 million, also includes the supply of lithium-ion batteries.

To mitigate the effects of climate change, Europe is accelerating its transition to renewable energies. Electrification and an increased use of batteries is one of the cornerstones of this transition, enabling the large-scale conversion to sustainable transportation as well as a deep integration of renewable sources in the energy mix. With limited current and planned capacity in place, Europe is now facing a major battery deficit of within the next few years.

"We are happy to support Northvolt in building the battery factory of the future. With our Digital Enterprise portfolio, we contribute to a competitive battery cell production in Europe that fully exploits the benefits of software and automation: greater flexibility, efficiency and quality with shorter time to market", said J. MROSIK, CEO of Siemens Digital Factory Division (Siemens Press Release, May 25<sup>th</sup>, 2018).

### VARIE OTHERS

#### Emirati Arabi Uniti: Emirates lancia un collegamento con l'A380 per Osaka, Giappone

Emirates introdurrà voli regolari con l'Airbus A380 per Osaka (KIX), in Giappone, dal 28 ottobre 2018. L'impiego dell'aereo a due piani rappresenta un aumento della capacità del 38%, e significa che i viaggiatori potranno usufruire dell'impareggiabile comfort dell'A380 da e verso i due aeroporti giapponesi, poiché questo velivolo raggiunge già quotidianamente l'aeroporto internazionale di Narita.

L'A380 sostituirà il 777-300ER attualmente operativo sul servizio EK316 / EK317 da Dubai per Osaka.

L'Airbus A380 di Emirates che serve la rotta Dubai-Osaka offrirà un totale di 489 posti in una configurazione a tre classi, con 399 posti a se-

dere in Economy Class, 76 posti in Business Class e 14 suite private di First Class. I voli Emirates, da e per il Giappone, soddisfano le esigenze dei viaggiatori giapponesi con un equipaggio di bordo di lingua giapponese. Il premiato sistema di intrattenimento di Emirates, Ice, offre fino a 3.500 canali di intrattenimento audio e video, tra cui la TV in diretta e oltre 100 canali di contenuti, film, programmi TV e musica giapponesi. I clienti Emirates possono godere di una generosa franchigia bagaglio, con 50 kg per la First Class, 40 kg per la Business Class e fino a 35 kg per i passeggeri della classe Economy.

Sui voli Emirates i clienti di First Class possono provare la tradizionale cucina Kaiseki (un menu a più portate), mentre i clienti della Business Class hanno l'opzione di un tradizionale bento box. Emirates è la prima compagnia aerea del Medio Oriente a servire a bordo pasti ispirati al Kaiseki. L'A380 di Emirates è anche famoso per le sue First Class Shower Spas e per la Onboard Lounge per i passeggeri di First e Business Class, il 'luogo sociale' più popolare a 40.000 piedi di altezza.

Quest'anno si celebrano i dieci anni di attività dell'A380 di Emirates. Con una flotta di 103 A380 e ulteriori 59 aeromobili di questo tipo in ordinativo, Emirates è il più grande operatore Airbus 380 al mondo.

Osaka diventerà un'ulteriore destinazione del network globale di Emirates a essere servita dall' A380, e questo significa che i passeggeri che viaggiano dalla regione di Kansai possono usufruire di viaggi 'full A380' verso destinazioni popolari tra cui Londra, Mosca, Mauritius, Parigi, e molti altri, via Dubai.

Ricca di storia, la regione del Kansai (parte occidentale) ospita numerose attrazioni famose come Arima Onsen, una delle più note e antiche sorgenti termali e Nara, l'ex capitale storica. I visitatori possono anche ammirare monumenti storici, tra cui i siti del patrimonio mondiale dell'UNESCO come il Castello di Himeji, che può essere raggiunto in circa 20 minuti dal famoso treno

proiettile giapponese Shinkansen. La regione è anche conosciuta come la culla di molte forme d'arte tradizionali, come l'arte della disposizione dei fiori, Ikebana.

Osaka è una delle sette prefetture della regione del Kansai che costituisce la regione centrale del Giappone occidentale. Osaka è anche la porta di accesso per Kyoto, antica capitale del Giappone. Dall'aeroporto di Osaka, Kyoto è a soli 75 minuti di treno e l'International Port City Kobe, da cui proviene la famosa carne di Kobe, è raggiungibile in poco più di un'ora con l'autobus limousine dall'aeroporto di Osaka. L'orario di arrivo del servizio consente inoltre ai passeggeri di usufruire di voli interni verso destinazioni come Fukuoka, Chitose e Okinawa.

Dal 28 ottobre, il volo operato dall' A380 (l'EK316) partirà da Dubai ogni giorno alle 03:05 e arriverà a Osaka alle 16:55. Il volo di ritorno, l'EK317, partirà da Osaka alle 23:35, atterrando a Dubai alle 05:45 del mattino successivo (tutti gli orari sono locali).

Japan Airlines (JAL) è una compagnia aerea partner di Emirates e i soci Emirates Skywards (il programma fedeltà di Emirates) possono guadagnare e spendere Miglia su voli attraverso la sua rete. Le miglia Skywards possono anche essere riscattate per una vasta gamma di premi, inclusi i biglietti su Emirates e altre compagnie aeree partner di Emirates Skywards, aggiornamenti dei voli, sistemazione in albergo, escursioni e shopping esclusivo.

Emirates ha iniziato le operazioni in Giappone nel 2002 e attualmente gestisce un volo giornaliero dagli aeroporti di Narita, Haneda e Osaka a Dubai (*Comunicato Stampa Emirates*, 4 giugno 2018)

### **United Arab Emirates: Emirates launches a connection to the A380 for Osaka, Japan**

*Emirates will introduce regular flights with the Airbus A380 to Osaka (KIX), Japan, from October 28, 2018. The use of the double-decker aircraft*

*represents a 38% capacity increase, meaning that travelers can take advantage of the Unparalleled comfort of the A380 to and from the two Japanese airports, as this aircraft already reaches the Narita international airport on a daily basis.*

*The A380 will replace the 777-300ER currently operating on the EK316 / EK317 service from Dubai to Osaka.*

*The Emirates Airbus A380 serving the Dubai-Osaka route will offer a total of 489 seats in a three-class configuration, with 399 seats in Economy Class, 76 seats in Business Class and 14 private First Class suites. Emirates flights to and from Japan meet the needs of Japanese travelers with a Japanese-speaking on-board crew. Emirates' award-winning entertainment system, Ice, offers up to 3,500 channels of audio and video entertainment, including live TV and over 100 channels of Japanese content, movies, TV shows and music. Emirates customers can enjoy a generous baggage allowance, with 50 kg for the First Class, 40 kg for the Business Class and up to 35 kg for passengers in the Economy class. On Emirates flights, First Class customers can try traditional Kaiseki cuisine (a multi-course menu), while Business Class customers have the option of a traditional bento box. Emirates is the first airline in the Middle East to serve meals inspired by the Kaiseki. Emirates' A380 is also famous for its First Class Shower Spas and the Onboard Lounge for First and Business Class passengers, the most popular 'social location' at 40,000 feet.*

*This year, the ten year anniversary of Emirates A380 is celebrated. With a fleet of 103 A380s and an additional 59 aircraft of this type in order, Emirates is the world's largest Airbus 380 operator.*

*Osaka will become a further destination of Emirates' global network to be served by the A380, meaning that passengers traveling from the Kansai region can take full 'A380' trips to popular destinations including London, Moscow, Mauritius, Paris, and many others, via Dubai.*

Rich in history, the Kansai region (western part) is home to many famous attractions such as Arima Onsen, one of the most famous and ancient thermal springs and Nara, the former historical capital. Visitors can also admire historical monuments, including UNESCO World Heritage sites such as Himeji Castle, which can be reached in about 20 minutes from the famous Japanese Shinkansen bullet train. The region is also known as the cradle of many traditional art forms, such as the art of flower arrangement, Ikebana.

Osaka is one of the seven prefectures of the Kansai region which is the central region of western Japan. Osaka is also the gateway to Kyoto, the ancient capital of Japan. From Osaka Airport, Kyoto is just a 75-minute train ride away and International Port City Kobe, from where the famous Kobe meat comes, can be reached in just over an hour by limousine bus from Osaka Airport. . The arrival time of the service also allows passengers to take advantage of domestic flights to destinations such as Fukuoka, Chitose and Okinawa. From October 28th, the flight operated by the A380 (EK316) will leave Dubai every day at 03:05 and will arrive in Osaka at 4.55pm. The return flight, the EK317, will leave Osaka at 11:35 pm, landing in Dubai at 5:45 am the next morning (all times are local).

Japan Airlines (JAL) is a partner airline of Emirates and Emirates Skywards members (Emirates Loyalty Program) can earn and spend Miles on flights through its network. Skywards Miles can also be redeemed for a wide range of prizes, including tickets to Emirates and other Emirates Skywards partner airlines, flight upgrades, hotel accommodation, excursions

and exclusive shopping. Emirates began operations in Japan in 2002 and currently operates a daily flight from Narita, Haneda and Osaka airports to Dubai (Emirates Press Release, June 4<sup>th</sup>, 2018).

### **Francia: Delegazione Coreana presso l'Agenzia dell'Unione Europea per le ferrovie**

Il 15 maggio 2018 una delegazione di alto livello della Repubblica di Corea ha visitato l'Agenzia dell'Unione europea per le ferrovie nella sua sede di Valenciennes (Fig. 3). Sotto la guida della sig.ra E. KIM, direttrice della Divisione Sicurezza delle installazioni ferroviarie presso il Ministero del territorio, delle infrastrutture e dei trasporti, la delegazione comprendeva alti funzionari, esperti tecnici, personale di ricerca e dirigenti dell'impresa ferroviaria statale Korail.

Oggetto dell'incontro sono stati lo sviluppo dello spazio ferroviario europeo unico e il potenziale per la futura cooperazione tra l'Europa e la Repubblica di Corea. Un tema di particolare interesse è stato il sistema europeo di segnalamento ETCS, che è già stato installato con successo nella Repubblica di Corea già da alcuni anni. Il direttore esecutivo dell'Agenzia dell'Unione europea per le ferrovie, il dott. J. DOPPELBAUER, ha espresso la sua disponibilità a proseguire il dialogo con la Repubblica di Corea in futuro (ERA News, 16 maggio 2018).

### **France: Korean Delegation at the European Union Agency for Railways**

On 15 May 2018, a high-level delegation from the Republic of Korea

visited the European Union Agency for Railways at its headquarters in Valenciennes (Fig. 3). Under the leadership of Ms. E. KIM, Director of the Railway Facilities Safety Division at the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, the delegation comprised senior officials, technical experts, research staff and managers of the State's railway undertaking Korail.

Subject of the meeting were the development of the Single European Railway area and potential for future cooperation between Europe and the Republic of Korea.

A topic of special interest has been the European signaling system ETCS, which has successfully been in operation in the Republic of Korea for some years already.

The Executive Director of the European Union Agency for Railways Dr. J. DOPPELBAUER expressed his openness to continue the dialogue with the Republic of Korea in future (ERA News, May 16<sup>th</sup>, 2018).



(Fonte - Source: ERA)

Fig. 3 - La "Foto di gruppo" per memoria della visita della delegazione Coreana all'Agenzia Ferroviaria Europea.

Fig. 3 - The "Group photo" for the memory of the visit of the Korean delegation to the European Railway Agency.

## CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2018

(Gli Abbonati possono decidere di ricevere *IF - Ingegneria Ferroviaria online*)

Prezzi IVA inclusa [€/anno]	Cartaceo	Online
- <b>Ordinari</b>	60,00	50,00
- Per il personale <b>non ingegnere</b> del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	45,00	35,00
- <b>Studenti</b> (allegare certificato di frequenza Università) <sup>(*)</sup>	25,00	20,00
- <b>Estero</b>	180,00	50,00

<sup>(\*)</sup> *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 (specificando la causale del versamento) tramite:

- CCP **31569007** intestato al CIFI – Via G. Giolitti, 48 – 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 – Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma. IBAN IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- pagamento online, collegandosi al sito [www.cifi.it](http://www.cifi.it);
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

**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.**

**Per gli abbonamenti sottoscritti dopo tale data, le spese postali per la spedizione dei numeri arretrati saranno a carico del richiedente.**

Per ulteriori informazioni: Redazione Ingegneria Ferroviaria – tel. 06.4742987 –E mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)

### RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI ED ESTRATTI

#### Prezzi IVA inclusa

Un fascicolo € **8,00**; doppio o speciale € **16,00**; un fascicolo arretrato: *Italia* € **16,00**; *Estero* € **20,00**.

Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato € **9,50**.

*I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.*

## TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2018

(The subscribers can decide to receive *IF - Ingegneria Ferroviaria online*)

Price including VAT [€/year]	Paper	Online
- <b>Normal (Italy)</b>	60.00	50.00
- Infrastructure and Transport Ministry staff, local railways staff, retired FS staff	45.00	35.00
- <b>Students</b> (University attesting documentation required) <sup>(*)</sup>	25.00	20.00
- <b>Foreign countries</b>	180.00	50.00

<sup>(\*)</sup> *Students younger than 28 can enroll as CIFI Junior Associates with a yearly rate of € 17.00, which includes the IF- Ingegneria Ferroviaria subscription.*

The payment can be performed (specifying the motivation) by:

- CCP **31569007** to CIFI – Via G. Giolitti, 48 – 00185 Roma;
- Bank transfer on account n. 000101180047 – UNICREDIT Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma. IBAN: IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- Online, on the website [www.cifi.it](http://www.cifi.it);
- Cash or by Debit Card.

**The renewal of the subscription must be performed within March 31<sup>st</sup> of the concerned year. In case of lack of renewal after this date, the subscription will be suspended.**

For further information you can contact: Redazione Ingegneria Ferroviaria – Ph: +39.06.4742987 – E mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)

### PURCHASE OF OLD ISSUES AND ARTICLES

#### Price including VAT

Single Issue € **8.00**; Double or Special Issue € **16.00**; Old Issue: *Italy* € **16.00**; *Foreign Countries* € **20.00**.

Single article € **9.50**.

*The payment, anticipated, may be performed according to the same procedures applied for subscriptions.*

# IF Biblio

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.

**L. Franceschini, A. Garofalo, R. Marini e V. Rizzo**  
**ELEMENTI GENERALI DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO**  
***Tradizione, evoluzione, sviluppi***  
Seconda edizione

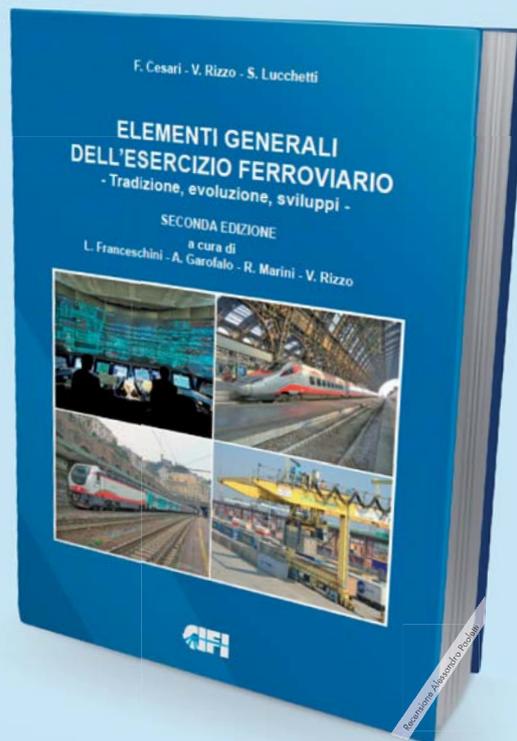
Il CIFI ha pubblicato la seconda edizione del libro "Elementi generali dell'esercizio ferroviario". La prima edizione era stata data alle stampe nel 1999. Andata esaurita anche la ristampa, il CIFI ha giustamente ritenuto opportuno, anziché procedere ad un'ulteriore ristampa, di pubblicare una nuova edizione, aggiornando ed integrando i contenuti del testo originario, in base agli sviluppi intervenuti nel frattempo. In effetti gli ultimi quindici anni hanno visto realizzarsi tali e tanti cambiamenti nell'organizzazione, nelle infrastrutture, nelle tecnologie ferroviarie che una semplice rilettura non era sufficiente.

Partendo da tali considerazioni, gli autori di questa seconda edizione, una squadra affiatata ed eterogenea di tre generazioni di ferrovieri, lasciando traccia dell'evoluzione storica, hanno svolto un completo lavoro di revisione ed aggiornamento ma anche di integrazione ed aggiunta di nuove parti. Nella prima edizione il sistema ad Alta Velocità era in fase di progetto, ora è in fase di consolidato esercizio. Il modello di esercizio prevalente era quello in cui le stazioni erano affidate ai "dirigenti movimento", ora sono ampiamente diffusi evoluti sistemi di comando e controllo delle linee che interessano nodi ferroviari e direttrici di traffico.

Per quanto riguarda il materiale rotabile, l'elettronica di potenza e di comando ha definitivamente sostituito la regolazione reostatica e consentito l'adozione generalizzata di motori asincroni trifasi. I sistemi per la ripetizione dei segnali in macchina erano facoltativi, ora i sistemi per la protezione della marcia dei treni sono obbligatori. Inoltre, le Ferrovie italiane si stanno proiettando sempre di più all'estero e non mancano riferimenti e confronti con le ferrovie straniere. Infine l'interoperabilità è anch'essa nel pieno della applicazione pratica, mentre era prima solo accennata come intenzione.

Il volume espone quindi in un quadro ordinato e logicamente articolato gli elementi essenziali, i concetti e le informazioni di base dell'esercizio ferroviario considerato nel suo complesso e nei diversi settori in cui si differenzia.

Nel volume sono inserite, quando opportune, notizie storiche e di costume dell'esercizio ferroviario. Questo consente al lettore di comprendere il perché di certe scelte tecnologiche e normative, quasi sempre dettate dalla necessità di risolvere problematiche magari oggi considerate banali,



ma all'epoca di elevato spessore e sfidanti per coloro che le hanno dovute affrontare e risolvere.

Il volume ha intenti formativi e si indirizza ad una estesa platea di lettori: operatori dell'esercizio ferroviario, professionisti, tecnici, studenti e cultori della materia, rappresentando un'introduzione di base al sistema ferroviario. Il testo comprende tutte le diverse discipline della ferrovia, riportando l'evoluzione e la descrizione degli attuali sviluppi relativi all'infrastruttura, alle tecnologie, al materiale rotabile ed alla normativa.

Il volume costituisce un "classico" del CIFI, in edizione completamente aggiornata e rinnovata, indispensabile per ogni percorso di inquadramento e aggiornamento della materia.

Formato 17x24 cm, 640 pagine, 157 figure in bianco e nero, 120 figure a colori, 42 tabelle.  
Prezzo di copertina Euro 40,00 (Sconto del 20% ai Soci CIFI).

- 229 Mettere al sicuro le ferrovie dai cyber-attacchi (DAVIES)  
*Securing the railway against cyber threats*  
*Railway Gazette*, settembre 2016, pag. 107.  
Commentario sulla vulnerabilità dei sistemi ferroviari digitalizzati, come sistemi di blocco e controllo della circolazione con supporto satellitare.
- 
- 230 Valutazione della pericolosità derivante da sovraccarico psichico: Esperienze pratiche e suggerimenti (WOLF - NEBEL-TOPFER - ZWINGMANN)  
*Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung: Praktische Erfahrungen und Umsetzungsempfehlung*  
*ETR*, ottobre 2016, pagg. 32-34, figg. 2. Biblio 13 titoli.
- 
- 231 L'applicazione delle direttive europee alle ferrovie regionali non isolate (LUSI - MARGARITA)  
*La Tecnica Professionale*, gennaio 2017, pagg. 4-10, figg. 6. Biblio 1 titolo.
- 
- 232 La sicurezza del tunnel di base del Gottardo. Un punto di riferimento per la sicurezza nelle gallerie (SCHERE - POLONI - RANDE)  
*Sicherheit im Gotthard-Basistunnel. Stellenwert der tunnelspezifischen Anlagen*  
*ZEVrail*, gennaio-febbraio 2017, pagg. 25-33, figg. 6. Biblio 3 titoli.
- 
- 233 Lo EPSF e la sicurezza ferroviaria nel 2015  
*L'EPSF et la sécurité ferroviaire en 2015*  
*Revue Générale des Chemins de Fer*, febbraio 2017, pagg. 47-57, figg. 13.  
Statistiche su prestazioni ed incidentalità nelle ferrovie francesi dal 2007 al 2015.
- 
- 234 Determinazione del livello di sicurezza dei passaggi a livello ubicati in zone fredde e fortemente innevate (HATAKAYACHI - MIYACHI - KURIHARA)  
*Safety assessment of level crossing in cold and snowy regions*  
*Quarterly Report of RTRI*, vol. 56, maggio 2015, pagg. 66-71, figg. 10. Biblio 7 titoli.
- 
- 235 Il sistema di gestione per la sicurezza delle informazioni (SiGSI) di RFI (SARRICA - BONONCINI - CARELLA - PISCITELLO - VITALI - BELLAVITE - SCAFATI - CIMMINO)  
*La Tecnica Professionale*, febbraio 2017, pagg. 34-43, figg. 26.
- 
- 236 La relazione preliminare sulla sicurezza ferroviaria relativa al 2016 (GUERRIZIO - BIAVA)  
*La Tecnica Professionale*, giugno 2017, pagg. 4-8, figg. 12.  
La relazione preliminare sulla sicurezza ferroviaria ANSF nel primo trimestre dell'anno per delineare l'andamento della sicurezza ferroviaria sull'infrastruttura di propria giurisdizione, evidenziando le maggiori aree di criticità, analizzando le cause e identificando le azioni necessarie per rimuoverle.
- 
- 237 L'applicativo informatico gestione emergenze (GEM) (SARRICA - VITALI - PIETRACCINI - URBINELLI)  
*La Tecnica Professionale*, giugno 2017, pagg. 16-24, figg. 15.
- 
- 238 Il quarto pacchetto ferroviario è completo (ALBERICI - VIVALDI)  
*La Tecnica Professionale*, settembre 2017, pagg. 16-18, tab 1.
- 
- 239 Gli obblighi dell'impresa affidataria e dell'impresa esecutrice dei lavori (BERCHI)  
*La Tecnica Professionale*, ottobre 2017, pagg. 42-44.  
Si descrive il componente ruota, le funzionalità, le sollecitazioni, la difettologia tipica in esercizio e si forniscono inoltre alcuni cenni sul processo produttivo.
- 
- 240 Analisi e valutazione delle strategie di guida ecologica dei treni per la formazione del personale di condotta (MIGLIORINI - RICCI - TOMBESI)  
*Analysis and assessment of eco-driving strategies for train drivers training*  
*Ingegneria Ferroviaria*, ottobre 2017, pagg. 727-758, figg. 35, tabb. 9. Biblio 16 titoli.  
Lo studio si articola in due macro attività: 1) analisi e valutazione dei profili di guida autonomamente adottati del personale di condotta, sulla base di cicli di guida reali e simulati; 2) analisi e valutazione dei profili di guida adottati in risposta ad un generico input di guida "energeticamente efficiente".

## CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2018

- Soci <b>Ordinari e Aggregati</b>	€/anno	65,00
- Soci <b>Ordinari e Aggregati</b> abbonati anche 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 anche 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 anche a "La Tecnica Professionale"	€/anno	27,00
- Soci <b>Collettivi</b>	€/anno	550,00

La quota di Associazione, include l'invio gratuito della Rivista Ingegneria Ferroviaria.

### I Soci possono decidere di ricevere la rivista "Ingegneria Ferroviaria" e "La Tecnica Professionale" online a pari quota annuale

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 tramite:

- c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti, 48 – 00185 Roma;
- 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: UNCRITM 1704;
- pagamento online, collegandosi al sito [www.cifi.it](http://www.cifi.it);
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

Per il personale FSI, RFI, TRENITALIA, FERSERVIZI e ITALFERR 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** dovrà 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 devono pervenire entro il 30 settembre di ciascun anno.**

Per ulteriori informazioni: Segreteria Generale – tel. 06/4882129 – FS 26825 – E mail: [areasoci@cifi.it](mailto:areasoci@cifi.it)

Augusto Carpinano

### LA LOCOMOTIVA A VAPORE

Viaggio tra tecnica e condotta  
di un mezzo di ieri

Presentazione di Tommaso Paoletti  
Editrice L'Artistica di Savigliano (CN),  
2ª Edizione Settembre 2014

Anche nella 2ª Edizione di questo Libro l'Autore ha trattato la materia della locomozione a vapore sotto una visuale tutta centrata sul ruolo svolto dal 'Macchinista' e dal 'Fuochista' con particolare attenzione, rispettivamente, alle difficoltà, a volte estreme, di condotta del mezzo di trazione nelle gallerie ed alla complessa questione della condotta del fuoco.

Sono stati messi in evidenza i vari aspetti tecnico-funzionali dei molteplici meccanismi (come ad esempio la dinamica assolutamente complessa del carrello italiano, che ha equipaggiato varie tipologie di vaporiere e non solo) e lo straordinariamente complicato sistema di bielle della Locomotiva Fell, che permise alla manovella al punto morto di ricevere coppia dalle altre manovelle, e quindi di poter 'sfruttare' pienamente l'aderenza.

Dal punto di vista lessicale la semplificazione dei concetti teorici, che si incontrano nei vari Capitoli, di cui è composta l'opera, unita all'estrema chiarezza degli schemi d'insieme e dei disegni costruttivi prodotti esclusivamente dall'A. in for-

ma strettamente schematica, rende l'opera stessa un 'unicum', anche sotto l'aspetto di costituire un indispensabile strumento conoscitivo per tutti coloro, i quali vogliano avvicinarsi allo studio della tecnica ferroviaria della trazione a vapore, soprattutto per gli 'amanti della ferrovia' per completare le loro conoscenze sulle caratteristiche dei suddetti mezzi di locomozione.

Infine, l'A. ha voluto inserire due nuovi Capitoli, quello sulla già citata Locomotiva Fell e quello sulla Locomotiva Shay. Quest'ultima era di produzione americana, completamente fuori dagli schemi tradizionali, e fu utilizzata per il trasporto del legname su linee a forte tortuosità nello stato del West Virginia. In buona sostanza l'A. ha saputo egregiamente implementare un'opera, che per il futuro potrà essere presa a riferimento da parte di tutti i cultori della tecnica ferroviaria della locomozione a vapore.



Formato 20x29 cm, copertina cartonata a colori, 348 pagine, 112 foto, 202 disegni. Prezzo di copertina € 70,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità d'acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella rivista.

	IF Biblio	<b>Impianti di stazione, nodali e loro esercizio</b>	<b>21</b>
	<p>100 Le stelle ferroviarie: uno strumento al servizio dello sviluppo metropolitano sostenibile? (FICAT-ANDRIEU - CHEVRE) <i>Les étoiles ferroviaires: un outil au service d'un développement métropolitain durable?</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, febbraio 2016, pagg. 38-50, figg. 9.</p> <p>Le "stelle" sono i grandi sistemi nodali di una rete ferroviaria, che vengono investigati in vari esempi sotto il profilo della capacità di traffico e della sua tipologia.</p>	<p>104 Il presidio e la gestione delle stazioni (D'ALÒ) <i>La Tecnica Professionale</i>, marzo 2017, pagg. 40-49, figg. 12.</p>	
	<p>101 La semplificazione dei grandi nodi ferroviari (ETROUKANG - DUFRESNE) <i>La simplification des grands nœuds ferroviaires</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, maggio 2016, pagg.42-53, figg. 11.</p> <p>La concezione dei grandi nodi ferroviari risale a più di cento anni fa in base ad esigenze oggi non più valide e successive modifiche via via introdotte. Il metodo della Pagina Bianca consiste nel definire le esigenze di capacità del nodo e nel realizzarle seguendo il criterio della massima semplicità. Il metodo, sviluppato congiuntamente da SNCF e Arcadis, rassomiglia a quello di Müller.</p>	<p>105 La gestione di grandi quantità di dati al servizio delle grandi stazioni viaggiatori (BENZET) <i>Le big data au service de la gestion des gares voyageurs</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, marzo 2017, pagg. 15-18, figg. 5.</p>	
	<p>102 Il concetto base di un Editor informatico per la produzione automatica dei dati di infrastrutture (MEINZ - KÜMMLIG - WEIB) <i>Konzept eines Editors für die Erzeugung von Infrastrukturdaten</i> <i>ETR</i>, dicembre 2016, pagg. 32-41, figg. 5. Biblio 8 titoli.</p>	<p>106 Cosa significa veramente innovare? (SYMS) <i>What does innovation really mean?</i> <i>Railway Gazette</i>, novembre 2017, pagg. 41-42.</p> <p>Riflessioni del presidente dell'IRSE in occasione del congresso di Singapore. Le regole e le tecniche in uso impediscono l'introduzione di innovazioni.</p>	
<p>103 Binari principali e binari di servizio <i>Voies Principales et voies de service</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, gennaio 2017, pagg. 40-41.</p> <p>Nota di carattere normativo con definizione dei vari tipi di binario in un impianto di stazione e loro funzionalità.</p>	<p>107 La protezione dei PL nel sistema ETCS (COEHENRAD - BARTHOLOMEUS) <i>Protecting crossings with ETCS Level</i> <i>Railway Gazette</i>, novembre 2017, pagg. 44-46, figg. 5.</p>		
	<p>108 La tele gestione degli impianti civili di stazione (PASSAROTTI - DI MELLA - VETRONE - APICE) <i>La Tecnica Professionale</i>, marzo 2018, pagg. 34-41, figg. 8, tabb. 3.</p> <p>Con il nuovo Piano Industriale 2017-2026 RFI SpA ha avviato un percorso di digitalizzazione dell'infrastruttura fisica di 620 stazioni presenti sulla rete.</p>		

# 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

1.3.4.	P.E. DEBARBIERI - F. VALDAMBRINI - E. ANTONELLI - “A.C.E.I. telecomandati per linee a semplice binario” (Quaderno 12) .....	esaurito
1.3.5	V. FINZI – G. CERULLO - B. COSTA - E. ANTONELLI - N. FORMICOLA - “A.C.E.I. nuova serie” (Quaderno 13) .....	esaurito
1.3.10	V. FINZI – “Impianti di sicurezza: Apparecchiature” (Vol. 4° - parte I) .....	esaurito
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” (in attesa di nuova edizione) .....	
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” (in attesa di nuova edizione).....	
2.6	G. Bonora-L. FOCACCI – “Funzionalità e Progettazione degli Impianti Ferroviari” .....	€ 50,00
2.7.	L. Franceschini - A. Garofalo - R. Marini - V. Rizzo – “Elementi generali dell’esercizio ferroviario” 2° Edizione .....	€ 40,00

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. SENESE-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 – “Infortuni: 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
2.22	G. ACQUARO – “I Sistemi di Gestione della Sicurezza Ferroviaria” .....	€ 25,00

## 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 .....	€ 12,00
3.6	Ristampa a cura del CIFI del Volume “La Stazione Centrale di Milano ed. 1931 .....	€ 120,00
3.7	M. Gerlini – P. Mori – R. Paiella – “Architettura e progetti delle Stazioni Italiane dall’Ottocento all’Alta Velocità” .....	€ 60,00

## 4 – ATTI CONVEGNI

4.4.	ROMA – “Next Station”, bilingue italo inglese (3-4 febbraio 2005).....	€ 40,00
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.	Annuario Ferroviario 2017 (spese postali gratuite).....	€ 20,00
------	---	---------

## 6 – TESTI ALTRI EDITORI

6.1.	V. FINZI (ed. Coedit) – “Impianti di sicurezza” parte II.....	esaurito	6.8.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani ETR 500 Frecciarossa”.....	€ 30,00
6.2.	V. FINZI (ed. Coedit) – “Trazione elettrica. Le linee primarie e sottostazioni”.....	esaurito	6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia”.....	€ 20,00
6.3.	V. FINZI (ed. Coedit) – “Trazione elettrica. Linee di contatto”.....	esaurito	6.62.	C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) “In treno sui luoghi della grande guerra”.....	€ 14,00
6.4.	C. ZENATO (ed. Etr) – “Segnali alti FS permanentemente luminosi”.....	€ 29,90	6.63.	PL. GUIDA (ed. Franco Angeli) “Il Project Management - la Norma UNI ISO 21500”.....	€ 45,00
6.5.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a media distanza”.....	€ 28,00	6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) “L’Italia in treno”.....	€ 29,00
6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani”.....	€ 28,00	6.65.	A. CARPIGNANO “La Locomotiva a vapore (Viaggio tra tecnica e condotta di un Mezzo di ieri)” 2° Edizione – L’Artistica Editrice Savigliano (CN).....	€ 70,00
6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia”.....	€ 35,00	6.66.	A. CARPIGNANO “Meccanica dei trasporti ferroviari e Tecnica delle Locomotive” 3° Edizione.....	€ 60,00
			6.67.	C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) “In treno sui luoghi della Seconda Guerra Mondiale”.....	€ 15,00

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 sottoindicato. 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: 25%**  
**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)

## NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

La prima vera opera sulle Stazioni ferroviarie italiane

Massimo Gerlini, Paolo Mori e Raffaello Paiella

### ARCHITETTURA E PROGETTI DELLE STAZIONI ITALIANE ... DALL'OTTOCENTO ALL'ALTA VELOCITÀ

Il volume condensa, in 675 pagine, 175 anni di storia delle stazioni ferroviarie italiane, in particolare dei Fabbricati Viaggiatori, raccontandone l'evoluzione e lo sviluppo dal 1830 ad oggi.

Gli autori, architetti che hanno operato a lungo nella struttura erede dello storico Ufficio Architettura e Fabbricati di Ferrovie dello Stato Italiane, dopo aver illustrato sinteticamente questo lungo percorso, anche attraverso esempi internazionali, scandito nei vari passaggi evolutivi in termini tipologici e architettonici (dai semplici imbarcaderi del primo periodo ai magnificenti edifici di fine '800, dagli esempi ispirati al movimento moderno e al pragmatismo della ricostruzione sino agli attuali poli d'interscambio e centralità urbana), ne condensano in 135 schede alcuni significativi esempi, selezionati tra le circa 2.200 stazioni che caratterizzano il panorama nazionale, rivisitati dalle fasi progettuali iniziali alle loro attuali configurazioni.

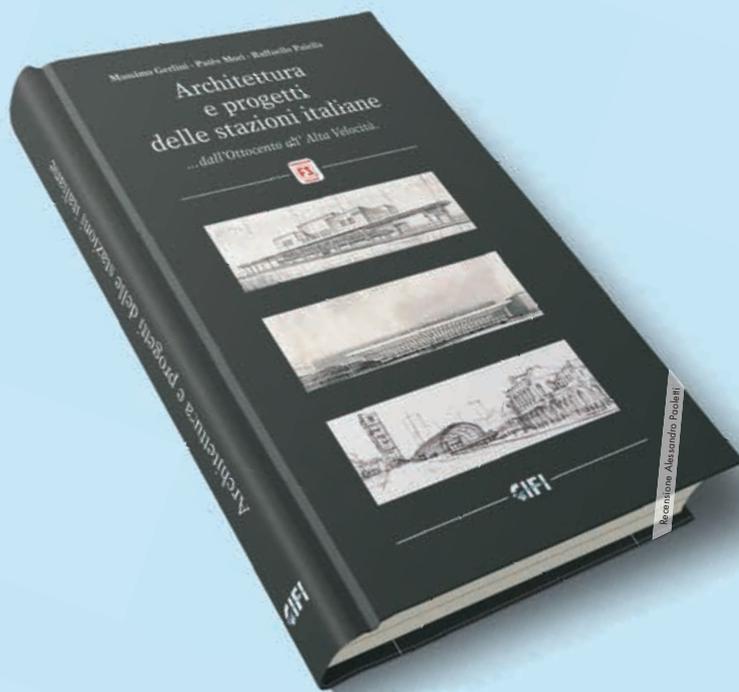
Dalla stazione di Lucca, del 1848, fino a quella di Vesuvio Est per l'Alta Velocità, in fase di progettazione, le schede, presentate in ordine cronologico, contrassegnano i Fabbricati Viaggiatori in base al prevalente interesse culturale, architettonico, funzionale e/o territoriale.

Per ciascuna stazione sono esposti sinteticamente i dati territoriali, tipologici e di progetto dell'impianto, illustrandone poi i cenni storici e le caratteristiche architettoniche salienti con numerose fotografie e la riproduzione di elaborati progettuali in larga parte inediti, resa possibile da un lungo lavoro di ricerca, svolto anche nella cura e nella organizzazione dell'Archivio Architettura che gli autori hanno contribuito a costituire negli anni recenti, presso la Fondazione delle Ferrovie dello Stato Italiane.

Il lavoro risultante, oltre che colmare una lacuna editoriale in questo campo, pur oggetto di tante pubblicazioni, ha il merito di costituire il primo compendio di "oggetti



Esempio dei contenuti del volume:  
Stazione ferroviaria di Albenga - 1937: progetto  
Arch. Roberto Narducci (FS)



architettonici" che sarà particolarmente utile a studiosi, ricercatori e cultori oltre che a tutti gli appassionati dell'affascinante mondo delle ferrovie.

"La rassegna cronologicamente ordinata delle architetture e dei progetti di stazioni ferroviarie - scrive la Prof. Arch. Elisabetta Colonna nella presentazione del volume - ritenute maggiormente significative a livello storico, tipologico, architettonico e urbano aderisce alla logica del "manuale" tesa a raccogliere e organizzare il "materiale" prodotto sino ad oggi sul tema per permetterne un'agevole conoscenza soprattutto nella formazione scientifica e professionale dello studente e per la formulazione di nuove proposte progettuali.

La stazione ferroviaria appartiene a quella categoria di edifici che rivestono un ruolo istituzionale nella società e che attraverso l'evolversi dei fattori storici, culturali, funzionali, sintetizzati nel "tipo edilizio", sono nella costante ricerca di un'identità consona al contesto storico e territoriale in continua trasformazione. È per questo un tema "aperto" a nuovi approfondimenti: lo dimostrano, infatti, le numerose pubblicazioni su riviste di architettura, i libri e le ricerche condotte in ambito universitario che hanno svolto un'efficace azione divulgativa delle più interessanti opere di architettura ferroviaria realizzate dalla metà circa del XIX secolo sino ai nostri giorni.

## 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.



## L'ALTA VELOCITÀ 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.



*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.



# 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

legno e legno impregnato – Trattamenti preservanti del legno.

## **D** Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici:

**ALPIQ ENERTRANS S.p.A. – Via Lampedusa, 13/F – 20141 MILANO** – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – e-mail: info.enertrans.it@alpiq.com – www.alpiq-enertrans.it – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tramvie – Studi di fattibilità, progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane – Sottostazioni elettriche per alimentazione in c.c. e c.a. – Linee primarie; impianti di telecomando – Impianti luce e forza motrice.

**AMRA S.p.A. – CHAUVIN ARNOUX GROUP - Via Sant'Amrogio, 23/25 – 20846 MACHERIO (MONZA BRIANZA)** – Tel.: +39 039 2457545 – Fax: +39 039 481561 – E-mail: info@amra-chauvin-arnoux.it – Sito web: www.amra-chauvin-arnoux.it – Progettazione e produzione di relè elettromeccanici per settori *Energia, Ferrovia* impianti fissi, *Ferrovia* impianti rotabili, *Industria Pesante* - Relè omologati RFI secondo la specifica RFI DPRIM STF IFS TE 143 A, Relè elettrici a tutto o niente per Impianti di Energia e Trazione elettrica - Relè conformi alle normative applicabili per uso su materiale rotabile EN60077, EN50155, EN61373, EN45545-2 - Relè con contatti a guida forzata per uso su impianti di sicurezza conformi a EN61810-3 - Strumenti di misura portatili e da laboratorio CHAUVIN ARNOUX Group, per la manutenzione di impianti TE, IS, TLC, SSE, e per materiale rotabile.

**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.

**BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS)** – Tel. 030.9650304 – Fax

**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:

**MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – Via Adriatica, 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 precompresso,

030.962349 – e-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tramviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Dispositivi di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, morsetteria e connettori, attrezzatura ed utensili meccanici ed oleodinamici (prodotti per linee da 1,5 kV a 25 kV).

**EBRebosio S.r.l. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS)** – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – e-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tramviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Isolatori in silicone d'ormeggio, di sospensione, di sezione – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità - Isolatori in resina epossidica per interno, scaricatori, sezionatori, interruttori (prodotti per linee da 1,5 kV a 500 kV).

**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 tranciacuni 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 controrotaie 33C1, giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giunzione, blocchi, caviglie, chiavarde, 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 ELETTRONICHE 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.

**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. 080.5328425 – Fax +39.080.5368733 – E-mail: info@esim-group.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 – Pantomografi – 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.

**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: kbrsitalia@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 - Videocamere - 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 – Attività di logistica, consulenza tecnica, formazione, supporto per l'integrazione, assistenza post-vendita di Apparati e Sistemi per la Trasmissione Dati ed il Controllo su IP (cablati e wireless) conformi alle normative di settore per le Infrastrutture Ferroviarie ed i Treni - Le applicazioni che vengono supportate sono: Video sorveglianza su IP (CCTV), Passenger Infotainment Systems (PIS), Communication Based Train Control (CBTC), TCMS (Train Control Management Systems) - I fornitori principali commercializzati sono: ANTONICS per le Antenne planari a Banda Multipla di bordo per la comunicazione wireless bordo-terra; MOXA per la comunicazione Ethernet (cablata e wireless) di bordo, lungo linea, di stazione e lo scambio dati bordo-terra in movimento; MOXA per i Sistemi di I/O per il controllo tecnologico (non "mission critical") di bordo e delle infrastrutture di terra; MOXA per i PC di bordo a bassa dissipazione (Low Power) e senza ventole (Fanless) come On Board Control Unit (OBCU) o Network Video Recorder (NVR) capaci di operare in presenza di vibrazioni ed escursioni

di temperatura; PILZ per i Sistemi di I/O fino a SIL4 (Safety Integrity Level) per controlli "mission critical" di bordo di terra; VIVOTEK per la Video sorveglianza di bordo, lungo linea e di stazione.

**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: rollingstock@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.p.A. – Via A. Chiarucci, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA** – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – e-mail: info@mariniimpianti.it – Sito web: www.mariniimpianti.it – 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.

**MECNO SERVICE S.r.l. – Via Terraglio, 212 – 30174 VENEZIA MESTRE** – Tel. +39 0415745203 – Fax +39 0415020256 – E-mail: info@mecnoservice.com – Web: www.mecnoservice.com – Progettazione, costruzione ed esercizio di macchine molatrici per la molatura e riprofilatura di scambi e rotaie di linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie – Progettazione, costruzione di deviatori e incroci monorotaie tipo Translhor.

**MERSEN ITALIA S.p.A. - Via dei Missaglia, 97/B2 - 20142 MILANO (ITALIA)** – Tel. 02/826813.1 - E-mail: ep.italia@mersen.com – Web: www.mersen.com – Fusibili e portafusibili MERSEN (Ferraz Shawmut) in BT e MT, in c.a. e c.c. e per semi-conduttori – Sezionatori, commutatori e corto circuitatori di potenza – Dissipatori di calore vacuum brazed, heat pipes, aria per componenti IGBT e press-pack – Ritorni di corrente per Messa a terra di rotabili ferrotramviari – Prese di corrente per 3<sup>a</sup> rotaia – Laminated Busbar – Resistenze industriali "Silohm"

(lineari), "Carbohm" – Spazzole e portaspazzole per macchine elettriche rotanti – Striscianti per pantografi, smiatrici e rettifiche per collettori – Grafiti per applicazioni meccaniche (guarnizioni, cuscinetti, ecc.).

**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.

**ORA ELETTRICA S.r.l. a socio unico - Sede legale: Corso XXII Marzo, 4 - 20135 Milano - Sede operativa: Via Filanda, 12 – 20010 Cornaredo (MI)** – Tel. +39 02.93563308 – Fax +39 02.93560033 – e-mail: info@ora-elettrica.com – www.ora-elettrica.com - Progettazione, produzione, commercializzazione, installazione e manutenzione di apparecchiature elettroniche specifiche per la gestione del tempo: centrali orarie controllate via DCF e GPS, NTP server, sistemi di supervisione, orologi analogici e digitali (per interni ed esterni), orologi da pensilina, orologi monumentali da facciata, RCE Registratori Cronologici di Eventi, sistemi integrati per il controllo degli accessi veicolari e pedonali, sistemi TVPL, TVCC, sistemi di rilevamento presenze certificati SAP.

**PISANI DI PISANI MATTEO – Via Vilfredo Pareto, 20 – 27058 VOGHERA (PV)** – e-mail: giorgio@pisani.eu – Sistemi informatizzati, non invasivi di monitoraggio e certificazione dei processi di realizzazione e controllo in esercizio della lunga rotaia saldata e della posizione piano altimetrica del binario.

**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 – Commercializzazione, riparazione e manutenzione di macchine per la costruzione e la manutenzione del binario ferroviario - Risanatrici, rinalzatrici, profilatrici, stabilizzatrici dinamiche, vetture di rilevamento e sistemi per la diagnostica del binario e della linea di contatto, saldatrici mobili per rotaie, autocarrelli con gru e piattaforme, autocarrelli per tesatura frenata linee di contatto, carrelli portabobine, dispositivi per video-ispezione linee ferroviarie e binario, rappresentanza attrezzature Robel.

**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.

**POWER MISURE S.r.l. – Via Balossa, 25 – 20032 COR-  
MANO (MI)** – Tel. 02.25060990 - Fax 02.2506091 – E-  
mail: romano@powermeasure.it – Sito internet:  
www.powermeasure.it – Produzione e vendita di strumenti  
di verifica impianti elettrici e macchine elettriche in  
bassa-media e alta tensione – Misuratori di resistenza  
isolamento – Misuratori di terra – Misuratori passo e  
contatto – Misuratori di Tan Delta – Rigidimetri in  
c.c./c.a. fino a 300 kV – Alimentatori c.c./c.a. –  
Analizzatori di gas – Multimetri digitali e pinze ampero-  
metriche.

**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@qsd sistemi.it –  
www.qsd sistemi.it – Elettronica per ferroviario a norme  
EN50155 – Passenger Information System – Interfoni –  
Cruscotti – 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 calcestruz-  
zo armato e precompresso.

**RAND ELECTRIC s.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILA-  
NO** – 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 speci-  
fica 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 (stazio-  
ni); subracks 19" per elettronica omologati e testati (loco-  
motori-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 inter-  
net: www.schaeffler.it – Cuscinetti volventi a marchio FAG  
e INA, standard e speciali, boccole ferroviarie, snodi sferi-  
ci, 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, dispositi-  
vi di messa a terra.

**S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CAS-  
SOLNOVO (PV)** – Tel. 0381/92197 – Fax 0381/928414 –  
e-mail: sidonio@sidonio.it – Impianti di sicurezza e se-  
gnalamento ferroviario – Impianti di elettrificazione ed  
illuminazione (linee BT/MT) – Opere stradali e ferrovia-  
rie – 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 ferrotramviario 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.sp ii.it – info@sp ii.it – Temporizzatori elettromeccanici,  
multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici,  
multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di  
contatto di potenza – Elettromagneti – Relè di potenza e au-  
siliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Te-  
leruttori per c.a. e per c.c., per bassa ed alta tensione – Sezio-  
natori – Motori e motoriduttori frazionari in c.c. – Connet-  
tori – Dispositivi di interblocco multiplo a chiave – Combina-  
tori e manipolatori – Equipaggiamenti integrati completi  
per la trazione pesante e leggera.

**SPITEK S.r.l. – Via Franco Vannetti Donnini, 80 – 59100  
PRATO** – Tel. 0574.593252 – Fax 0574.593251 – E-mail:  
info@spiteck.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 fornita-  
tura 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, uten-  
sili, 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.tecnelsy-  
stem.it – E-mail: tecnel@tecnelsystem.it – Pulsanti – Inter-  
ruttori – Selettori – Segnalatori serie T04 per banchi coman-  
do – 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 ot-  
tici ed acustici – Sirene – Temporizzatori – Sensori presenza  
e apertura porte.

**TEKFER S.r.l. – Via Gorizia, 43 – 10092 BEINASCO (TO)** –  
Tel. 011.0712426 – Fax 011.0620580 – E-mail:  
segreteria@tekfer.com – Sito internet: www.tekfer.com – Si-  
stemi per impianti di sicurezza e segnalamento – Apparec-  
chiature 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.

**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 rincalzatura 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 - Rappresentanza Voestalpine Schienen GmbH per tutti i tipi di rotaie (vignole, a gola, barre per aghi) nonché servizi tecnici e logistici.

**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 gratuite – 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.

**KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG – Goellstrasse, 8 – D-84529 TITTMONING (Germania)** – Tel. +49(8683)701-151 - Fax +49(8683)701-45151 - Sito web: www.strail.com - STRAIL sistemi di attraversamenti a raso & STRAILastic sistemi di isolamento per rotaie - Goellstrasse, 8 - D 84529 TITTMONING - Tel. +39 392.9503894 - Fax +39 02.87151370 - E-mail: tommaso.sa vi@strail.it - 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.

**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.colbaccini@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 ferroviario – Completa gamma di guarnizioni per tenuta fluidi – Certificata ISO 9001:2008 e AS/EN 9120:2010 – 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.

**SPITEK S.r.l. – Via Franco Vannetti Donnini, 80 – 59100 PRATO** - Tel. 0574.593252 – Fax 0574.593251 - E-mail: info@spitek.it – Posta Certificata: spiteksrl@pec.it – www.spitek.it – Articoli stampati in materiali termoisolanti e termoplastici – Caminetti spegniarco in Dearn 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.

## **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 – 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.

**ARMAMENTO FERROVIARIO – Ing. Marino CINQUEPALMI** – Tel. 3476766033 - E-mail: info@armamentoferroviario.com – www.armamentoferroviario.com – Rilievo dello stato dei luoghi con restituzione cartografica in coordinate rettilinee assolute e relative – Progettazione preliminare, definitiva, esecutiva, costruttiva dell'armamento in coordinate rettilinee assolute e relative – Redazione, valutazione computi metrici stimativi armamento – Redazione, valutazione fabbisogno materiali armamento – Redazione piani di manutenzione armamento – Redazione piani della qualità per lavori d'armamento – Correzione delle curve su base relativa con il metodo Hallade – Analisi di adeguamento delle infrastrutture ferroviarie alle STI "Infrastruttura" – Analisi di velocizzazione delle linee ferroviarie – Studi di fattibilità per nuove linee ferroviarie e stazioni – Project Management nei progetti di infrastrutture ferroviarie.

**ISiFer S.r.l. – Sede legale: Via Mazzini, 15 – 80053 CASTELLAMMARE DI STABIA (NA) – Sede operativa: Via Gorizia, 1 – CICCIANO (NA)** – Tel. 081.5741055 – Fax 081.5746835 – E-mail: segreteria@isifer.com – info@isifer.com – 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:

## **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 – Sito: 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 – www.tacksystem.it – Pellicole 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

## **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. 055.2988811 - Fax 055.264279 – [www.italcertifer.it](http://www.italcertifer.it) – 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:

**INTERLANGUAGE S.r.l. – Strada Scaglia Est 134 – 41126 MODENA** - Tel. 059/344720 - Fax 059/344300 - E-mail: [info@interlanguage.it](mailto:info@interlanguage.it) – Sito internet: [www.interlanguage.it](http://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 S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV)** – Tel. 019.2160203 – Cell. +39.3402736228 – Fax 019.2042708 - E-mail: [alessandroferrentino@gmail.com](mailto:alessandroferrentino@gmail.com) – [www.ferrentinoconsulship.com](http://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 Luglio 2018*



## Rincalzatura scambi semplificata

**Unimat 09-4x4/4S Dynamic:** la nuova macchina a ciclo continuo per tutte le classi di binario. Prosegue con successo la serie delle nostre rincalzatrici universali efficienti, affidabili, versatili e rispettose delle esigenze dei ns. clienti. Il nuovo sistema di comando Plasser Intelligent Control P-IC 2.0 permette un design ergonomico delle cabine di comando; il registratore dati elettronico DRP consente la precisa documentazione dei risultati di lavorazione, ottenuti anche con l'impiego dello stabilizzatore dinamico integrato. La possibilità di variare le impostazioni di macchina (ad es. la frequenza delle vibrazioni dell'aggregato di rincalzatura) aumenta il rendimento e riduce i tempi di impegno del binario.



# Costruzioni Linee Ferroviarie



# il futuro viaggia su binari sicuri



**Strukton**  
Rail