

IF Ingegneria Ferroviaria

IFI COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

Anno LXXVIII

n. 7-8

Luglio-Agosto 2023



www.salcef.com



3 – 5 ottobre 2023 | Fiera Milano Rho

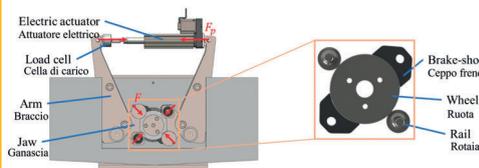
STAND B10

INGEGNERIA FERROVIARIA - Luglio-Agosto 2023

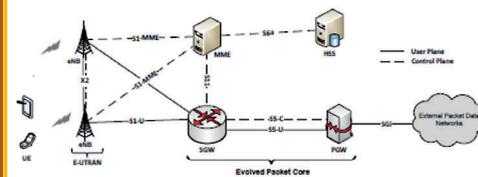
ISSN: 0020 - 0956

Poste Italiane S.p.A. - Spedizione in abbonamento postale - d.l. 353/2003 (conv. in l. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1 - DCB Roma

In questo numero
In this issue



Danneggiamento di ruote frenate a ceppi mediante test *small-scale*
Damage of for shoe-braked wheels by small-scale tests



Disponibilità di una rete radiomobile per applicazioni ferroviarie
Availability of a radio mobile network for railway applications



Le telecamere panoramiche FLEXIDOME 5100i

Migliorano la consapevolezza della situazione grazie all'Intelligent Audio Analytics



Consapevolezza della situazione 24 ore su 24, 7 giorni su 7

Le telecamere panoramiche FLEXIDOME 5100i, abilitate per Intelligent Audio Analytics, offrono immagini in alta qualità e una copertura a 360 gradi senza punti ciechi. La nuova funzione di Intelligent Audio Analytics, a bordo delle telecamere IP, permette di rilevare specifici eventi in qualsiasi momento, di giorno e di notte, ignorando i falsi positivi, così da supportare gli operatori a migliorare la consapevolezza della situazione.



Classificazione dei suoni

- L'Intelligent Audio Analytics, supportata dalle telecamere panoramiche FLEXIDOME 5100i, permette di rilevare e classificare con precisione i suoni, oltre a identificarne la direzione della fonte.
- L'Intelligent Audio Analytics aiuta l'operatore a vedere con il suono per rispondere in maniera tempestiva.



Rilevazione del suono



Rilevatore di suoni di spari



Rilevatore di allarmi di fumo (T3) e allarmi di monossido di carbonio (T4)



Sicurezza e protezione

Abbiamo adottato un approccio end-to-end per massimizzare la sicurezza dei dati, la cybersecurity e la sicurezza di persone e beni all'interno e fuori degli edifici. Nessuna informazione audio viene registrata o trasmessa dalla telecamera, garantendo la protezione della privacy.

EXPO 
Ferroviaria

Per maggiori informazioni, visita il nostro stand C161 presso EXPO Ferroviaria 2023



Contattaci
it.securitysystems@bosch.com



www.lucchinirs.com

GET CONNECTED



IMPROVEMENT PASSION
COURAGE GROUP SPIRIT
PEOPLE CUSTOMER SUCCESS



negrini+varetto

FORGING VALUES IN DATA

SMARTSET® SOLUTION

Our Condition Based Maintenance solution allows OEMs and train operators to identify the suitable NDT inspection intervals based on the unique characteristics of the service condition, bringing down unnecessary train maintenance stops.

- ⦿ Reduce maintenance cost
- ⦿ Improve railway safety
- ⦿ Boost ROI



SMARTSET®
| VALUE IN DATA

SMARTSET® is a brand of

LUCCHINI RS
GROUP



Visit us at EXPOFERROVIARIA | 03 - 05 OCTOBER 2023 IN MILAN | Booth #F60

I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.M.T. - GENOVA
 A.T.M. S.p.A. - MILANO
 A12 S.r.l. - APPLICAZIONI DI INGEGNERIA S.r.l. - BARI
 AIAS - ASS.NE ITALIANA AMBIENTE E SICUREZZA - SESTO SAN GIOVANNI (MI)
 AKKA ITALIA S.r.l. - BOLOGNA
 ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. - SAVIGLIANO (CN)
 ALSTOM TRANSPORTATION S.p.A. - ROMA
 ANCEFERR - ROMA
 ANIAF - ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO - ROMA
 ANSFISA - FIRENZE
 ANTFER - ASS.NE NAZIONALE TECNOLOGIE DEL SETTORE FERROVIARIO - ROMA
 ARMAFER S.r.l. - LECCE
 ARST S.p.A. TRASPORTI REGIONALI DELLA SARDEGNA - CAGLIARI
 ASS.TRA - ASSOCIAZIONE TRASPORTI - ROMA
 ASSIFER - ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE - MILANO
 ATAC S.p.A. - ROMA
 AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE - TRIESTE
 B. & C. PROJECT S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 BONOMI EUGENIO S.p.A. - MONTICHIARI (BS)
 BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. - MILANO
 BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. - BRESCIA
 BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. - MILANO
 C.E.M.E.S. S.p.A. - PISA
 C.L.F. COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.A. - BOLOGNA
 CAPTRAIN ITALIA S.r.l. - PIOSSASCO (TO)
 CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. - SALERNO
 CEIE CLAMPS S.r.l. - CHIETI
 CEMBRE S.p.A. - BRESCIA
 CEPAV DUE - MILANO
 CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. - ORVIETO (TR)
 CIRCET ITALIA S.p.A. - SAN GIOVANNI TEATINO (CH)
 Co.Me.F. S.r.l. - ROMA
 COET S.p.A. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 COLAS RAIL ITALIA S.p.A. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 COMESVIL S.p.A. - VILLARICCA (NA)
 COMMEL S.r.l. - ROMA
 CONSORZIO SATURNO - ROMA
 COSTRUIRE ENERGIE S.r.l. - GUIDONIA MONTECELIO (RM)
 CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. - CAIRO MONTENOTTE (SV)
 CZ LOKO ITALIA S.r.l. - PORTO MANTOVANO (MN)
 D&T S.r.l. - MILANO
 D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. UNIPERSONALE - MONTORIO AL VOMANO (TE)
 DINAZZANO PO - REGGIO NELL'EMILIA
 DITECFER S.p.A. DI EUGENIO DI GENNARO & CO - SENAGO (MI)
 DUCATI ENERGIA S.p.A. - BOLOGNA
 DYNASTES S.r.l. - ROMA
 EAV ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. - NAPOLI
 EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. - NAPOLI
 ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI - VENEZIA
 ETS SRL SOCIETÀ DI INGEGNERIA - LATINA
 FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. - PIOSSASCO (TO)
 FER S.r.l. - FERROVIE EMILIA ROMAGNA - FERRARA
 FERONE PIETRO & C. S.r.l. - NAPOLI
 FERROTRAMVIARIA S.p.A. - BARI
 FERROVIE DELLA CALABRIA S.r.l. - CATANZARO
 FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. - BARI
 FERROVIE DELLO STATO S.p.A. - ROMA
 FERROVIE NORD MILANO S.p.A. - MILANO
 FIDA S.r.l. - ROMA
 FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA
 FOR.FER S.r.l. - ROMA
 G.C.F. S.p.A. - ROMA
 G.I.T. - GRUPPO TRASPORTI TORINESE S.p.A. - TORINO
 GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE - BOLZANO
 GECO S.r.l. - GALLIATE (NO)
 GEOSINTESI S.p.A. - GOZZANO (NO)
 GESTIONE GOVERNATIVA FERROVIA CIRCUMETNEA - ROMA
 GILARDONI S.p.A. - MANDELLO DEL LARIO (LC)
 GRANDI STAZIONI RAIL S.p.A. - ROMA
 GROUND TRANSPORTATION SYSTEMS ITALIA S.r.l. - SESTO FIORENTINO (FI)
 HARPACEAS S.r.l. - MILANO
 HILTI ITALIA S.r.l. - SESTO SAN GIOVANNI (MI)
 HIMA ITALIA - MILANO
 HITACHI RAIL STS S.p.A. - NAPOLI
 HUPAC S.p.A. - BUSTO ARSIZIO (VA)
 IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. - MILANO
 IMATEQ ITALIA S.r.l. - RIVALTA SCRIVIA (AL)
 IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. - BELLUNO
 INFRARAIL FIRENZE S.r.l. - FIRENZE
 INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. - PIOVE DI SACCO (PD)
 INTECS S.p.A. - ROMA
 ITALCERTIFER S.p.A. - FIRENZE
 ITALFERR S.p.A. - ROMA
 ITALO - N.T.V. S.p.A. - MILANO
 IVECOS S.p.A. - COLLE UMBERTO (TV)
 KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. - CAMPI BISENZIO (FI)
 KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG - TITTMONING (GERMANIA)
 LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. - AREZZO
 LATERLITE S.p.A. - MILANO
 LEF S.r.l. - FIRENZE
 LOTRAS S.r.l. - FOGGIA
 LUCCHINI RS S.p.A. - LOVERE (BG)
 M2 RAILTECH S.r.l. - LA VALLE - BOLZANO
 M. PAVANI SEGNALAMENTO FERROVIARIO S.r.l. - CONCORDIA SULLA SECCHIA (MO)
 MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. - PONTE SAN GIOVANNI (PG)
 MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. - CISTERNA DI LATINA (LT)
 MATISA S.p.A. - SANTA PALOMBA (RM)
 MER MEC S.p.A. - MONOPOLI (BA)
 MICOS S.p.A. - LATINA
 MM METROPOLITANA MILANESE S.p.A. - MILANO
 MONT-ELE S.r.l. - GIUSSANO (MI)
 MOSDORFER RAIL S.r.l. - RHO (MI)
 NICCHERI TITO S.r.l. - AREZZO
 NIER INGEGNERIA S.p.A. - CASTEL MAGGIORE (BO)
 NORD.ING S.r.l. - MILANO
 OPTOTEC S.p.A. - GARBAGNATE MILANESE (MI)
 PANDROL ITALIA S.r.l. - AGRATE BRIANZA (MB)
 PLASSER ITALIANA S.r.l. - VELLETRI (RM)
 POLISTUDIO S.p.A. - MOSCHETTO (VE)
 PRATI ARMATI S.r.l. - OPERA (MI)
 PROGETTO BR S.r.l. - COSTA DI MEZZATE (BG)
 PROGRESS RAIL SIGNALING S.p.A. - SERRAVALLE PISTOIESE (PT)
 PROJECT AUTOMATION S.p.A. - MONZA (MI)
 PTF S.r.l. - CARINI (PA)
 RADIOLAN S.r.l. - ROMA
 RAIL TRACTION COMPANY - VERONA
 RAVA - REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA - POLLEIN (AO)
 R.F.I. S.p.A. - RETE FERROVIARIA ITALIANA - ROMA
 RINA CONSULTING S.p.A. - GENOVA
 S.I.C.E. DI ROCCHI ROBERTO & C. - CHIUSI (PI)
 S.T.A. S.p.A. - STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE - BOLZANO
 SADEL S.p.A. - CASTEL MAGGIORE (BO)
 SAGA S.r.l. - RAVENNA (RA)
 SALCEF GROUP S.p.A. - ROMA
 SATFERR S.r.l. - FIDENZA (PR)
 SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.A. - MONTEVARCHI (AR)
 SCHAEFFLER ITALIA SRL MOMO - NOVARA
 SENAF S.r.l. - CASTEL MAGGIORE (BO)
 SICURFERR S.r.l. - CASORIA (NA)
 SIELTE S.p.A. - ROMA
 SIEMENS S.p.A. SETTORE TRASPORTI - MILANO
 SILSUD S.r.l. - FERENTINO (FR)
 SIMPRO S.p.A. - TORINO
 SPEKTRA S.r.l. A TRIMBLE COMPANY - VIMERCATE (MB)
 SPII S.p.A. - SARONNO (MI)
 SPIITEK S.r.l. - PRATO
 SVECO S.p.A. - BORGIO PIAVE (LT)
 T&T S.r.l. - NAPOLI
 T.M.C. S.r.l. - TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT - POMPEI (NA)
 TE.SI.FER. S.r.l. - FIRENZE
 TEAM ENGINEERING S.p.A. - ROMA
 TECNOLOGIE MECCANICHE S.r.l. - ARICCIA (RM)
 TECNOTEAM ITALIA S.r.l.s. - MERCATALE DI OZZANO DELL'EMILIA (BO)
 TEKFER S.r.l. - BEINASCO (TO)
 TELEFIN S.p.A. - VERONA
 TEORESI S.p.A. - TORINO
 TERMINALI ITALIA - VERONA
 TESMEC S.p.A. - GRASSOBBIO (BG)
 THERMIT ITALIANA S.r.l. - RHO (MI)
 TITAGARH FIREMA S.p.A. - CASERTA
 TRAINING S.r.l. - VERONA
 TRASPORTO PASSEGGIERI EMILIA ROMAGNA - TPER - BOLOGNA
 TRENITALIA S.p.A. - ROMA
 TRENITALIA TPER - BOLOGNA
 TRENORD S.r.l. - MILANO
 TRENTINO TRASPORTI S.p.A. - TRENTO
 TUA - SOCIETÀ UNICA ABRUZZESE DI TRASPORTO S.p.A. - CHIETI
 URETEK ITALIA S.p.A. - BOSCO CHIESANUOVA (VR)
 VALTELLINA S.p.A. - GORLE (BE)
 VERICERT S.r.l. - FORNACE ZARATTINI (RA)
 VERTIV S.r.l. - ROMA
 VOITH TURBO S.r.l. - REGGIO EMILIA
 VOSSLOH SISTEMI S.r.l. - CESENA
 VTG RAIL EUROPE GmbH - SARONNO (VA)
 WEGH GROUP S.p.A. - FORNOVO DI TARO (PR)
 Z LAB S.r.l. - VERONA

INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

SALCEF GROUP S.p.A. – Roma	I copertina
ROBERT BOSCH S.p.A. – Milano	II copertina
LUCCHINI RS S.p.A. – Lovere (BG)	pagina 541
CIFI Servizi S.r.l. – Roma	pagina 544
KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. – Tittmoning (Germania)	pagina 559
HARPACEAS S.r.l. – Milano	pagina 560
CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	pagina 578
POSSANZINI – Jesi (AN)	pagina 591
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 595
ISOIL S.p.A. – Cinisello Balsamo (MI)	pagina 597
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	III copertina
WEGH GROUP – Fornovo di Taro (PR)	IV copertina

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2023

- Soci Ordinari e Aggregati (con entrambe le riviste periodiche da scegliere tra cartaceo e online)	€/anno 85,00
- Soci Ordinari e Aggregati under 35 (con entrambe le riviste periodiche da scegliere tra cartaceo e online)	€/anno 60,00
- Soci Junior (che hanno già maturato 3 anni di iscrizione e under 28 , con entrambe le riviste periodiche solo online)	€/anno 25,00
- Nuovi Associati (under 35 , per i primi 3 anni "considerati in modo retroattivo", con entrambe le riviste periodiche solo online)	€/anno 00,00
- Soci Collettivi (con entrambe le riviste periodiche: IF una copia online più una copia cartacea – TP una copia cartacea)	€/anno 600,00

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, conferenze, corsi) organizzati dal Collegio.

Il modulo di associazione è disponibile sul sito internet www.cifi.it alla voce "ASSOCIARSI" e l'iscrizione decorre dopo il versamento della quota tramite:

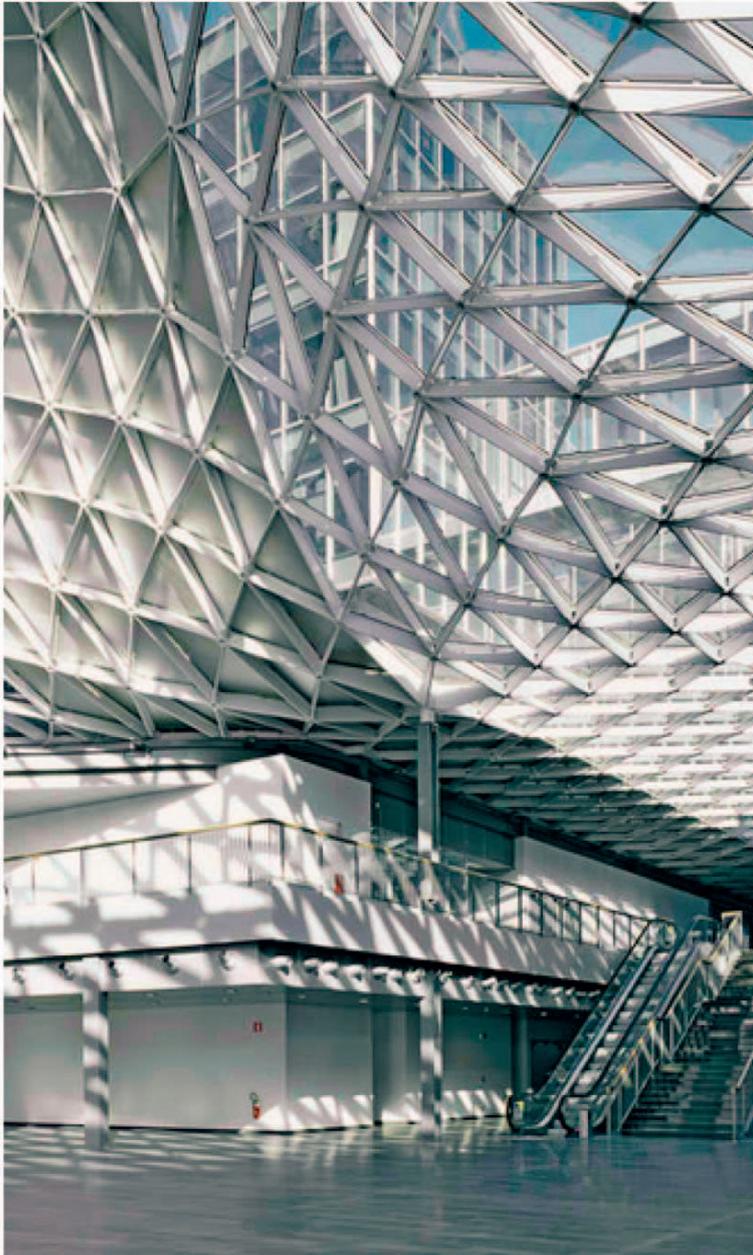
- c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti, 46 – 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 – Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma - IBAN IT29 U 02008 05203 000101180047 - BIC: UNCRITM 1704;
- pagamento online, collegandosi al sito www.cifi.it;
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

Per il personale FSI, RFI, TRENITALIA, FERSERVIZI e ITALFERR è possibile versare la quota annuale, con trattenuta a ruolo compilando il modulo per la delega disponibile sul sito.

Le associazioni, se non disdette, vengono rinnovate d'ufficio; le disdette debbono pervenire entro il 30 settembre di ciascun anno.

Le associazioni devono essere rinnovate entro il 31 dicembre.

Per ulteriori informazioni: Segreteria Generale – tel. 06/4882129 – FS 26825 – E mail: areasoci@cifi.it



PRESENTE
CON LO
STAND E 109



CONVEGNO
4 OTTOBRE
ORE 15.30



ESPOSIZIONE
NUOVE
PUBBLICAZIONI
CIFI



INFO SU
CIFI SERVIZI



FIERA MILANO RHO

3 - 5 OTTOBRE 2023



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
Maurizio CAVAGNARO
Giuseppe CAVALLERI
Federico CHELI
Maria Vittoria CORAZZA
Biagio COSTA
Bruno DALLA CHIARA
Massimo DEL PRETE
Salvatore DI TRAPANI
Anders EKBERG
Alessandro ELIA
Luigi EVANGELISTA
Carmen FORCINITI
Attilio GAETA
Federico GHERARDI
Ingo HANSEN
Simon David IWNIICKI
Marino LUPI
Adoardo LUZI
Gabriele MALAVASI
Giampaolo MANCINI
Vito MASTRODONATO
Enrico MINGOZZI
Elena MOLINARO
Francesco NATONI
Umberto PETRUCCELLI
Luca RIZZETTO
Stefano ROSSI
Francesco VITRANO
Dario ZANINELLI

Consulenti - Consultants

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

Redazione - Editorial Staff

Massimiliano BRUNER
Ivan CUFARI
Francesca PISANO
Federica THOLOSANO DI VALGRISANCHE



Associazione NO PROFIT con personalità giuridica (n. 645/2009)
iscritta al Registro Nazionale degli Operatori della Comunicazione
(ROC) n. 33553 - 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, 46 - 00185 Roma
E-mail: info@cifi.it - u.r.l.: www.cifi.it
Tel. 06.4742986
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 LXXVIII | **Luglio-Agosto 2023** | 7-8**Condizioni di Associazione al CIFI****543**

**STUDIO DEL DANNEGGIAMENTO TERMOMECCANICO
DI ACCIAI PER RUOTE FERROVIARIE FRENATE
A CEPPI MEDIANTE TEST INNOVATIVI SMALL-SCALE
STUDY OF THE THERMO-MECHANICAL DAMAGE
IN STEELS FOR SHOE-BRAKED RAILWAY WHEELS
USING INNOVATIVE SMALL-SCALE TESTS**

Lorenzo GHIDINI

Angelo MAZZÙ

Silvio BONOMETTI

Michela FACCOLI

547

**ANALISI DELLA DISPONIBILITÀ DI UNA RETE
DI COMUNICAZIONE RADIOMOBILE
CON RIFERIMENTO AD APPLICAZIONI FERROVIARIE
ANALYSIS OF A RADIO MOBILE COMMUNICATION
NETWORK AVAILABILITY WITH REFERENCE
TO RAILWAY APPLICATIONS**

Maria CATALDO

Giuseppe FAZIO

Mauro GIACONI

Diego SCHIAVONI

Fabio SENESI

561**Notizie dall'interno****569****Notizie dall'estero***News from foreign countries***579****IF Biblio****593****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria***Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria***594****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****598****Fornitori di prodotti e servizi****602**

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: +39.06.4742986 – e-mail: 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: +39.06.4742986 – e-mail: redazioneif@cifi.it



Studio del danneggiamento termomeccanico di acciai per ruote ferroviarie frenate a ceppi mediante test innovativi *small-scale*

Study of the thermo-mechanical damage in steels for shoe-braked railway wheels using innovative small-scale tests

Lorenzo GHIDINI (*)
Angelo MAZZÙ (*)
Silvio BONOMETTI (*)
Michela FACCOLI (*)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.0708.2023.ART.1>)

Sommario - Il comportamento di tre acciai per ruote ferroviarie (HYPERLOS®, ER-TEN e SUPERLOS®) accoppiati a due materiali per ceppi frenanti (ghisa e composito organico) e all'acciaio per rotaie R260 è stato studiato per mezzo di un innovativo banco di prova in scala ridotta, di seguito chiamato macchina a 4 contatti. Questo banco ha simulato i danneggiamenti termo-meccanici subiti da ruote ferroviarie reali durante la frenata. Sono stati condotti test comparativi per valutare la fatica da contatto ciclico e l'usura per ciascuna combinazione di materiali. I risultati sono comparabili ai danni operativi reali, rivelando differenze nelle prestazioni dei materiali. I campioni di ceppo in ghisa hanno mostrato un'usura maggiore e hanno generato uno strato di materiale di riporto su quelli di ruota, mentre i campioni in materiale composito hanno mostrato una bassa usura. Sebbene gli acciai per ruote testati abbiano mostrato un comportamento simile, l'entità dei danni osservati è differente, con alcuni materiali che hanno mostrato danneggiamenti più elevati di altri.

1. Introduzione

La frenatura nei veicoli ferroviari per il trasporto merci avviene principalmente mediante freni a ceppi, ovvero blocchi che applicano una certa pressione e generano una forza di attrito radente direttamente sulla superficie di rotolamento della ruota. Sebbene in alcuni casi sia preferibile l'applicazione di freni a disco, la frenatura a ceppi consente di rimuovere i dischi che, in quanto masse rotanti, caricano ulteriormente l'assale, aumentando il peso e

Summary - The behavior of three railway wheel steels (HYPERLOS®, ER-TEN, and SUPERLOS®) coupled with two brake block materials (cast iron and organic composite) and R260 rail steel was studied by means of an innovative small-scale test bench, hereafter called 4-contact machine. This bench simulated the thermal and mechanical damage experienced by real railway wheels during braking. Comparative tests were conducted to assess rolling contact fatigue and wear damage for each material combination. The results aligned with actual operational damage, revealing differences in material performance. Cast iron block samples exhibited higher wear and generated a carryover material layer on the wheel samples, while the composite brake block samples wore less. Although the tested wheel steels showed similar behaviour, the extent of observed damage varied, with some materials experiencing more damage than others.

1. Introduction

Braking in railway freight vehicles is mainly accomplished by block brakes, which are blocks that apply a certain amount of pressure and generate a sliding friction force directly on the tread of the wheel. Although the application of disc brakes is preferred in certain cases, block braking allows for the removal of the discs, which, as rotating masses, further load the axle, increasing weight and potentially generating vibrations. In fact, block braking has lately started to be used in high-speed situations for emergency braking [1]. Braking-related heat and mechanical

(*) Università degli Studi di Brescia, Brescia, Italia. Autore corrispondente: lorenzo.ghidini@unibs.it.

(*) Università degli Studi di Brescia, Brescia, Italy. Corresponding author: lorenzo.ghidini@unibs.it.

potenzialmente generando vibrazioni. Grazie ai vantaggi che comporta, ultimamente la frenatura a ceppi ha iniziato a essere utilizzata in situazioni di alta velocità per le frenate di emergenza [1]. Il calore e le sollecitazioni meccaniche legate alla frenata possono alterare la microstruttura del materiale nelle zone di contatto e portare allo sviluppo di fratture termomeccaniche, che possono portare a eventi di cedimento estremamente gravi o, in ogni caso, ridurre la durata di vita della ruota [2]. Dal punto di vista dei materiali frenanti, il passaggio dalla ghisa, che è stata il solo materiale utilizzato per molti anni, ai materiali sinterizzati e compositi per i ceppi dei freni ha comportato una serie di vantaggi in termini di prestazioni, ma anche nuove problematiche. Infatti, l'introduzione di materiali in grado di generare una maggiore potenza frenante e con scarse proprietà di dissipazione del calore ha comportato un aumento del flusso di energia termica sulla ruota, determinando una situazione più gravosa per la ruota ferroviaria [3]. I ceppi freno in ghisa sono noti per l'introduzione di elevati livelli di rugosità superficiale sul rotolamento della ruota. Queste irregolarità provocano vibrazioni nelle ruote e nelle rotaie, con conseguente emissione di rumore [4]. Le zone calde causate dal contatto termomeccanico tra i ceppi freno e il rotolamento della ruota sono una delle cause principali della rugosità superficiale. Quando impiegati, i ceppi freno in ghisa possono trasferire materiale ai punti caldi sul rotolamento della ruota. VERNERSSON [5] ha osservato per la prima volta questo fenomeno con prove di frenatura in scala reale. Più recentemente, FACCOLI *et al.* [6][7] e MAZZÙ *et al.* [8][9] hanno riprodotto il fenomeno con prove condotte su un banco bi-disc. Gli autori hanno osservato che il fenomeno consiste nella deposizione di materiale del ceppo freno sulla superficie di contatto del disco ruota e nel successivo distacco del materiale, che avviene ciclicamente. È, inoltre, importante notare che l'usura dei ceppi freno e la rimozione del materiale trasferito dalla superficie della ruota contribuiscono entrambi agli elevati costi di manutenzione dei ceppi freno in ghisa e alle emissioni di particelle nell'aria [10][11]. I ceppi freno in materiale organico composito e sinterizzato riducono la rugosità del rotolamento delle ruote e i livelli di rumorosità, e possono persino lucidarne la superficie [12]. Per questo motivo, sono stati compiuti molti sforzi per valutare la possibilità di sostituire i ceppi freno in ghisa con ceppi in materiali compositi o sinterizzati. Ci sono, però, molti aspetti da considerare. Rispetto ai ceppi in ghisa, il costo del materiale è più elevato, ma la durata del materiale è maggiore. Inoltre, è necessario modificare l'impianto frenante per ridurre al minimo il surriscaldamento termico delle ruote prodotto dai ceppi in materiale composito e sinterizzato, che sono più aggressivi sulla ruota rispetto ai ceppi in ghisa, poiché una parte maggiore del calore generato passa nella ruota [3]. Questo studio si propone di analizzare il comportamento di diversi accoppiamenti di acciai per ruote ferroviarie e materiali per ceppi freno utilizzando test innovativi in scala ridotta nelle stesse condizioni e di studiare i meccanismi di danneggiamento che si verificano durante la frenatura a ceppi.

*stresses may affect the material's microstructure in the contact zones and lead to development of thermo-mechanical fractures, which may result in extremely severe failure events or, in any case, shorten the lifespan of the wheel [2]. From the perspective of braking materials, the switch from cast iron, which had been the sole material used for many years, to sintered and composite brake block materials resulted in a range of performance benefits, but also in new issues. In fact, the introduction of materials capable of generating higher braking power and with poor heat dissipation properties resulted in an increased thermal energy flow on the wheel, leading to a more severe situation for the railway wheel [3]. Cast iron brake blocks are notorious for introducing high levels of tread roughness. These irregularities cause vibrations in the wheels and rails, which then cause noise to be emitted [4]. Hot spotting caused by thermomechanical contact between the brake blocks and the wheel tread is a major cause of wheel tread roughness. Cast iron brake blocks can transfer material to the hot spots on the wheel tread when they are used. VERNERSSON [5] made the first observation of this phenomenon with full-scale block braking testing. More recently, FACCOLI *et al.* [6][7] and MAZZÙ *et al.* [8][9] reproduced it with bi-disc tests. The authors observed that the phenomenon consists of brake block material deposition on the wheel disc contact surface and subsequent material detachment occurring cyclically. It is also important to note that the wear of the brake blocks and the removal of transferred material from the wheel surface both contribute to the high maintenance costs of cast iron brake blocks and the emissions of airborne particles [10][11]. Organic composite and sintered brake blocks reduce wheel tread roughness and noise levels, and they may even polish the tread [12]. Therefore, many efforts have been made to assess the possibility of replacing cast iron brake blocks with blocks made of composite or sintered materials. There are a lot of things to consider. Compared to cast iron brake blocks, the cost of the material is higher; however, the material lasts longer. Furthermore, a braking system change is necessary to minimize thermal overheating of the wheels produced by composite and sintered brake blocks, which are more aggressive on the wheel than cast iron brake blocks, since a greater portion of the generated heat enters the wheel [3]. This study aims to investigate the behavior of different couplings of railway wheel steels and brake block materials using innovative small-scale tests under the same conditions and investigate the damage mechanisms that occur during shoe braking.*

2. Experimental tests

2.1. Materials and methods

The wheel steels tested are HYPERLOS[®], ER-TEN and SUPERLOS[®], supplied by Lucchini RS. HYPERLOS[®] is an upgraded type EN ER7 steel, used in freight cars or passenger trains in Europe and permitted by the technical specification UIC 812-3 for shoe-braked wheels. HYPERLOS[®] steel

2. Prove sperimentali

2.1. Materiali e metodi

Gli acciai per ruote testati sono HYPERLOS®, ER-TEN e SUPERLOS®, forniti da Lucchini RS. HYPERLOS® è un acciaio di tipo EN ER7 migliorato, utilizzato nei vagoni merci o nei treni passeggeri in Europa e consentito dalla specifica tecnica UIC 812-3 per le ruote frenate a ceppi. L'acciaio HYPERLOS® presenta una calibrazione analitica migliorata rispetto all'acciaio EN ER7 per una migliore combinazione di resistenza e tenacità, nonché trattamenti termici progettati per ottenere una microstruttura prevalentemente perlitica e quindi valori più elevati di tenacità alla frattura [1]. L'ER-TEN deriva dall'acciaio Classe B AAR e dagli acciai J.Q3S/J.Q3R JIS, molto diffusi rispettivamente negli Stati Uniti per il trasporto di massa ed in Giappone per l'alta velocità. A causa del maggiore contenuto di carbonio, l'ER-TEN presenta una microstruttura prevalentemente perlitica dopo il trattamento termico di tempra differenziale; ciò consente una maggiore resistenza all'usura e alla RCF. Il SUPERLOS® è un acciaio al carbonio al silicio e manganese con una microstruttura prevalentemente perlitica. Garantisce un'elevata resistenza all'usura e alla RCF. Dopo un periodo di monitoraggio in servizio, il SUPERLOS® è stato approvato dalle normative ferroviarie BS 5892-3:1992+A2:2009 come RS8T ed EN 13262 come ERS8.

Questi acciai per ruote ferroviarie sono stati testati contro ghisa e materiale organico composito utilizzati per i ceppi freno e contro l'acciaio per rotaie R260. La composizione chimica e le proprietà meccaniche nominali degli acciai per ruote e rotaie sono riportate nella Tab. 1. Le proprietà di trazione sono state ottenute dal fornitore utilizzando campioni estratti dalla corona della ruota secondo la norma EN ISO 6892-1, mentre la durezza Brinell è stata misurata sulla sezione radiale della corona della ruota secondo la norma EN ISO 6506-1. La composizione chimica dei materiali dei ceppi dei freni è riportata nella Tab. 2.

I test sono stati eseguiti utilizzando una macchina innovativa in scala ridotta. Questa macchina, chiamata "macchina a 4 contatti" [13], è in grado di alternare sulla superficie di un provino di ruota contatti di tipo ceppo freno e contatti di tipo rotaia (vedi Fig. 1). Ciò consente di riprodurre il danneggiamento termico e meccanico combinato che si verifica su una ruota ferroviaria reale durante la frenata. Un disco di 120 mm prelevato dalla corona della ruota viene messo in rotazione con un motore elettrico che,

has an improved analytical calibration compared to EN ER7 steel for a better combination of strength and toughness, as well as heat treatment methods designed to achieve a predominantly pearlitic microstructure and thus higher fracture toughness values [1]. ER-TEN is derived from CLASS B AAR steel and from J.Q3S/J.Q3R JIS steels, which are very common in USA for mass transit transportation and in Japan for high speed, respectively. Due to the higher carbon content, ER-TEN has a prevalently pearlitic microstructure after rim-chilling heat treatment; this allows higher resistance to wear and RCF. SUPERLOS® is a Silicon and Manganese Carbon steel with peculiar pearlitic microstructure. It provides high wear and RCF resistance. After a period of in-service monitoring, SUPERLOS® has been approved by specific railways, i.e. BS 5892-3:1992+A2:2009 as RS8T and EN 13262 as ERS8.

These railway wheel steels were tested against cast iron and organic composite brake block materials and R260 rail steel. The chemical composition and the nominal mechanical properties of the rail and wheel steels are shown in Tab. 1. The tensile properties were obtained by the supplier using specimens extracted from the wheel rim according to the EN ISO 6892-1 Standard, and the Brinell hardness was measured on the radial section of the wheel rim according to the EN ISO 6506-1 Standard. The chemical composition of the brake block materials is shown in Tab. 2.

The tests were carried out using an innovative small-scale machine. This machine, called "4-contact machine" [13], is capable of alternating brake block type and rail type contacts on the surface of a wheel specimen (see Fig. 1).

Tabella 1 – Table 1

Principali elementi chimici [wt%] e proprietà meccaniche degli acciai per ruote e rotaie
Main chemical elements [wt%] and mechanical properties of the wheel and rail steels

		HYPERLOS®	ER-TEN	SUPERLOS®	R260
Composizione chimica [wt%] Chemical composition [wt%]	C	0.51	0.64	0.52	0.77
	Mn	0.78	0.64	0.93	1.02
	Si	0.38	0.26	0.92	0.33
	S	0.002	0.002	0.002	0.015
	P	0.015	0.009	0.010	0.019
Carico di rottura [MPa] Ultimate Tensile Strength [MPa]		885	995	940	910
Resistenza allo snervamento [MPa] Yield Strength [MPa]		568	670	590	475
Allungamento [%] Elongation [%]		19	16	20	15
Durezza Brinell [HB] Brinell Hardness [HB]		280	320	300	271

attraverso un riduttore, permette di regolare la velocità e la coppia erogata. Su questo campione, che rappresenta la ruota, vengono premuti altri quattro campioni, che rappresentano le rotaie e i ceppi freno. Prima di ogni prova, il campione di ruota e il campione di ceppo freno sono stati puliti in una vaschetta ad ultrasuoni con etanolo e asciugati con aria calda per rimuovere grasso e altre impurità, quindi sono stati pesati con una risoluzione di 0,1 g. Sono state effettuate tre misurazioni per ogni campione e poi è stata calcolata la media. I test sono stati eseguiti a 25°C e sono durati circa 5 minuti ciascuno. Sono state applicate le seguenti condizioni:

- 600 MPa di pressione di contatto tra i campioni di ruota e rotaia [14];
- 1 MPa di pressione di contatto tra i provini ceppo freno e ruota [15];
- 1 kW di potenza termica dissipata sul provino della ruota, in conformità alla norma UIC 510-5.

Al termine di ogni prova, sia il campione di ruota che quelli di ceppi freno sono stati puliti con la procedura precedentemente descritta ed è stata misurata la perdita di peso. La superficie del campione di ruota è stata attentamente esaminata e documentata al microscopio per individuare l'area più rappresentativa del danneggiamento. Una volta identificata, il disco è stato tagliato lungo la sezione longitudinale al centro del disco in modo da ricavare un campione che avesse dimensioni adeguate a essere maneggiato al microscopio. Quindi, questa sezione trasversale è stata rettificata, lucidata meccanicamente fino a una finitura di 1 μ m e sulla zona lucidata è stato effettuato un attacco chimico usando una soluzione di Nital al 2% (nello specifico alcol etilico assoluto al 98% + acido nitrico al 2%) per circa 15 secondi così da poter osservare la microstruttura del campione e la deformazione plastica. Particolare attenzione è stata rivolta alla comprensione degli strati alterati presenti sotto la superficie nell'area di contatto del campione di ruota. Le misure della profondi-

Tabella 2 – Table 2

Principali elementi chimici [wt%] dei materiali dei ceppi freno

Main chemical elements [wt%] of the brake block materials

	Ghisa Cast Iron	Composito organico Organic composite material
C	3.23	35.16
Mn	0.69	1.28
Si	1.57	4.72
S	0.093	4.223
P	1.632	0.126
Fe	92.20	17.383
Cr	0.156	0.196
Cu	0.136	0.155
Al	0.052	6.902

This makes it possible to reproduce the combined thermal and mechanical damage that occurs on a real railway wheel during braking. A 120 mm disc taken from the wheel rim is put in rotation with an electric motor which, through a gearbox, makes it possible to regulate the speed and the torque supplied. On this specimen, which represents the wheel, four other specimens, representing the rails and the brakes, are pressed. Before each test, the wheel sample and the brake block samples were cleaned ultrasonically with ethanol and dried with warm air to remove grease and other impurities and then weighed with a resolution of 0.1 g. Three measurements for each sample were taken and then averaged. The tests were carried out at 25°C and lasted about 5 minutes each. The following conditions were applied:

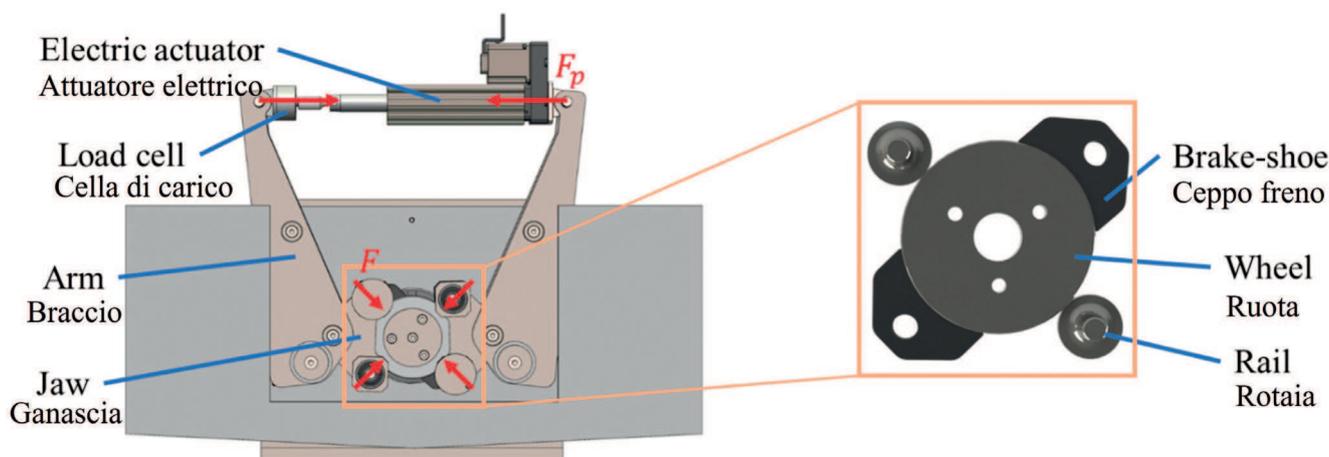


Figura 1 – Schema della macchina a 4 contatti.

Figure 1 – Schematic of the 4-contact machine.

tà dei diversi strati osservati sono state effettuate in tre aree prese a uguale distanza dalla superficie del provino per ogni ruota campione, e il valore medio è stato calcolato. Prove di durezza Vickers con un carico di 500 g e un tempo di permanenza di 15 s sono state eseguite sulla sezione trasversale dei campioni di ruota secondo la norma ASTM E384-17 per studiare la capacità di incrudimento dell'acciaio. Sono state effettuate tre misurazioni e calcolate le medie in tutte le diverse aree osservate.

2.2. Risultati sperimentali

La Fig. 2 mostra la superficie della pista di rotolamento dei campioni di ruota testati con campioni di ceppi in ghisa e in materiale composito. La riga superiore mostra la superficie di rotolamento dei campioni di ruota testati con i campioni in ghisa, rivelando una superficie fortemente alterata e rugosa. La riga inferiore mostra la superficie di rotolamento dei campioni di ruota testati con i campioni in materiale composito, rivelando una superficie più liscia e lucida.

La Fig. 3 mostra la perdita di peso misurata sui campioni di ruota e di ceppo freno per ogni accoppiamento di materiale ruota-freno. I campioni in HYPERLOS®, essendo quelli in acciaio più tenero, hanno presentato la maggiore perdita di peso, mentre i campioni in ER-TEN hanno avuto la minore perdita di peso, grazie alla maggiore durezza del materiale. Per quanto riguarda i ceppi freno, quelli in ghisa hanno mostrato una maggiore usura per ogni singolo accoppiamento rispetto a quelli in materiale composito. Infine, i campioni in SUPERLOS® hanno mo-

- 600 MPa contact pressure between wheel and rail specimens [14];
- 1 MPa contact pressure between brake shoe and wheel specimens [15];
- 1 kW thermal power dissipated on the wheel specimen, in accordance with UIC 510-5 Standard.

At the end of each test, both the wheel disc and the brake blocks samples were cleaned using the procedure previously described and the weight loss was measured. The surface of the wheel sample was carefully examined and documented under the magnifier to find the area most representative of the damage. Once identified, it was cut along the longitudinal section at the middle of the disc so that it had adequate size to be handled under the microscope. Then, this cross-section was ground, mechanically polished to a 1 μm finish and a chemical etching was carried out on the polished area through a 2% Nital solution (specifically 98% absolute ethyl alcohol + 2% nitric acid) for about 15 seconds to observe the microstructure of the sample and the plastic deformation. Particular attention was paid to understand the altered layers under the contact surface in the contact area of the wheel specimen. Measurements of the depth of the different observed layers were made in three areas taken at equal distance from the sample surface for each sample wheel, and the average value was calculated. Vickers hardness tests with a load of 500 g and dwell time of 15 s were performed on the cross-section of the wheel specimens according to ASTM E384-17 to investigate the steel work-hardening. Three measurements were taken and averaged in all different areas observed.

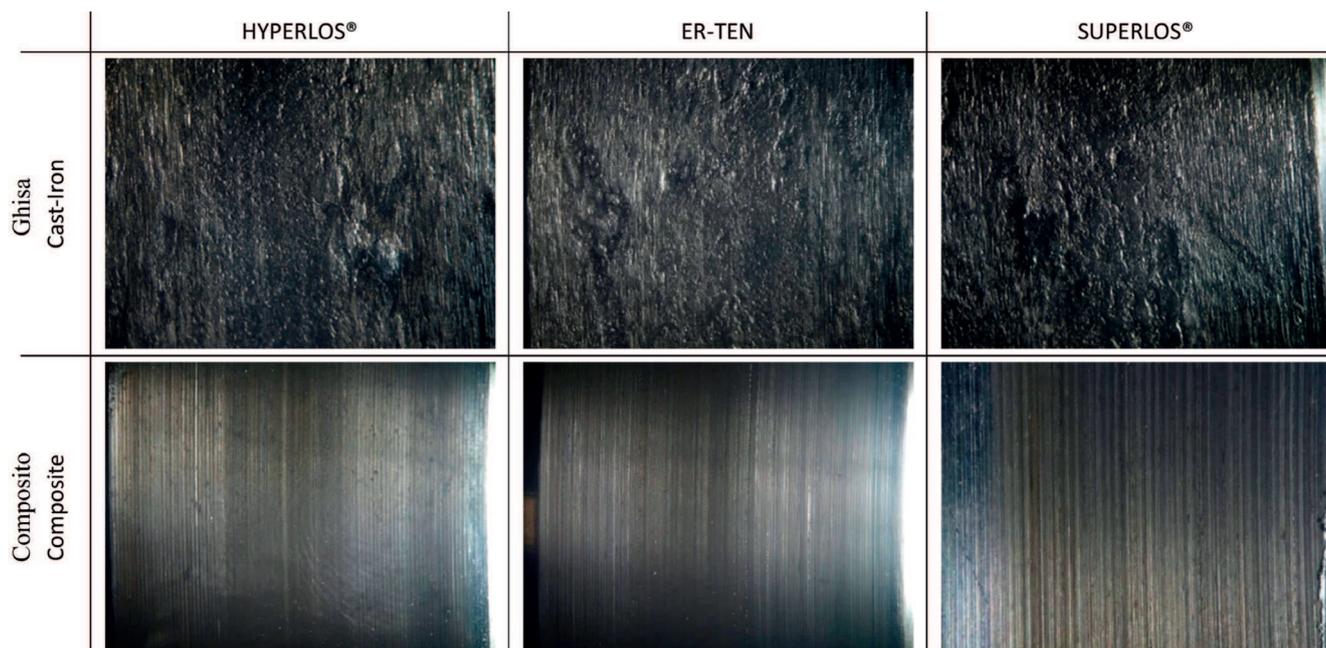


Figura 2 – Confronto tra le superfici dei campioni di ruota dopo il test.
Figure 2 – Comparison of the Wheel surface at the end of the test.

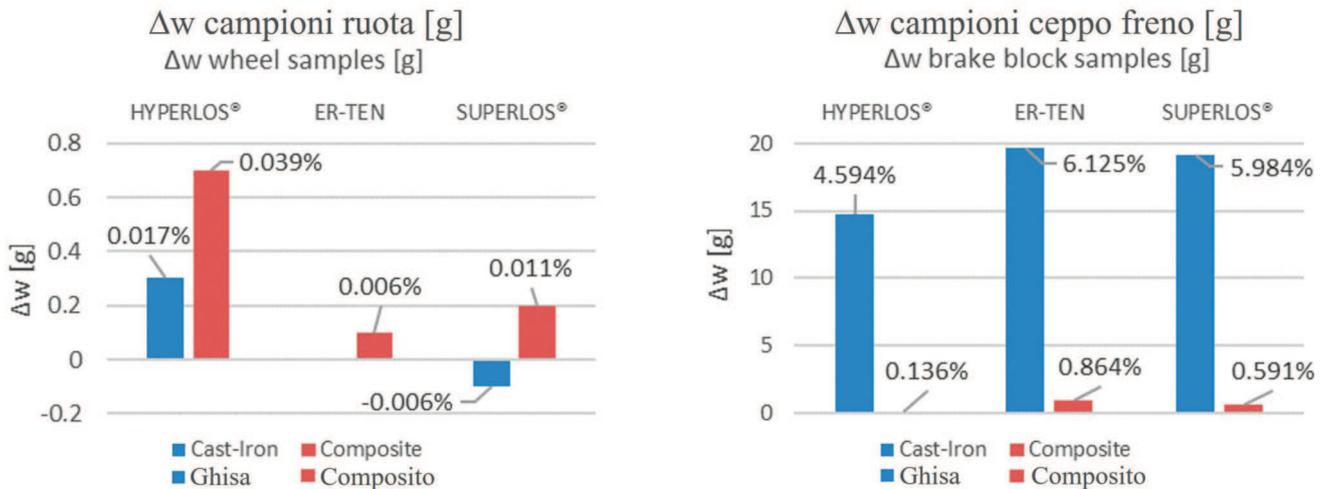


Figura 3 – Perdita di peso media dei campioni di ruote e ceppi freno e percentuale sul peso dei campioni nuovi.
 Figure 3 – Average weight loss of the wheel and brake block samples and percentage on new sample weight.

strato comportamenti opposti: con la ghisa hanno guadagnato peso, mentre con il composito lo hanno perso.

Sono stati osservati i seguenti strati alterati sotto la superficie di contatto del provino della ruota, in alcuni casi composti da due parti (Fig. 4):

- il materiale di riporto proveniente dal blocco freno con microstruttura martensitica, chiamato “Thermal White Etching Layer” (T-WEL);
- lo strato deformato plasticamente, dovuto a carichi ciclici e ratcheting.

Tutti i campioni di ruota accoppiati con i campioni in ghisa hanno formato T-WEL, mentre quelli accoppiati con i campioni in composito non hanno registrato alcuna formazione di T-WEL. Inoltre, per quanto riguarda lo strato plasticamente alterato, i campioni di ruota accoppiati con ceppi freno in ghisa hanno mostrato uno spessore maggiore rispetto a quelli accoppiati con ceppi freno in composito. L'acciaio per ruote che ha mostrato la maggiore plasticizzazione con i ceppi in ghisa è stato l'HYPERLOS®, mentre con i ceppi in composito ha mostrato, anche se di poco, la minore plasticizzazione, probabilmente a causa di una maggiore usura rispetto agli altri acciai testati con i ceppi in composito. L'acciaio per ruote che ha mostrato la minore plasticizzazione con i campioni in ghisa è il SUPERLOS®, nonostante sia anche quello che ha mostrato la maggiore formazione di T-WEL con lo stesso accoppiamento. Questi risultati sono riassunti nella Fig. 5, dove vengono mostrati e confrontati il T-WEL e lo spessore dello strato plasticizzato dei dischi ruota dopo il test con diversi ceppi freno. I campioni di ruota accoppiati con campioni in materiale composito hanno mostrato un sottilissimo strato di ossidazione formatosi sulla superficie del disco, meglio visibile sul campione di ruota ER-TEN. La Tab. 3 mostra i valori di microdurezza Vickers dello strato di T-WEL (dove presente) e del materiale non deformato osservati nei campioni di ruote. La microdurezza misurata nella T-WEL è più del doppio di quella del

2.2. Experimental results

Fig. 2 displays the surface of the rolling track of wheel samples tested with cast iron and composite specimens. The top row shows the surface of the rolling track of the wheel samples tested with cast iron specimens, revealing a heavily altered and rough surface. The bottom row displays the surface of the rolling track of the wheel samples tested with composite specimens, revealing a smoother and shinier surface.

Fig. 3 shows the weight loss measured on the wheel and the brake block samples for each wheel-brake material coupling. HYPERLOS® specimens, being the softest steel, had the greatest weight loss, while ER-TEN specimens had the least weight loss, thanks to the highest hardness of the material. Regarding the brake block specimens, cast iron blocks showed significantly higher wear per coupling than composite ones. SUPERLOS® showed opposite behaviors: with cast iron it gained weight, while with composite it lost it.

The following altered layers, in some cases consisting of 2 parts, were observed under the contact surface of the wheel specimen (Fig. 4):

- the carry-over material derived from the brake block with a martensitic microstructure, called “Thermal White Etching Layer” (T-WEL);
- the plastically deformed layer, due to cyclic loads and ratcheting.

All wheel specimens coupled with cast iron brake block specimens formed T-WEL, while those coupled with composite brake blocks reported no T-WEL formation. Also, for the plastically altered layer, wheel specimens coupled with cast iron brake blocks showed greater thickness than those coupled with composite brake blocks. The wheel steel that showed the most plasticization with cast iron brake blocks was HYPERLOS®, while with composite brake blocks it

materiale non deformato, ciò fa concludere che l'acciaio sia andato incontro ad una trasformazione martensitica.

3. Discussione

L'usura osservata nei dischi di ruota è dovuta a un effetto complesso, originato dall'interazione di diversi corpi e meccanismi di danneggiamento. Il fenomeno è causato dalla sovrapposizione di due effetti: l'usura dovuta al contatto ruota-rotai e quella relativa al contatto ruota-freno. I principali meccanismi di danneggiamento nel contatto

showed, albeit slightly, the least plasticization, probably due to a higher wear when compared with other steels tested with composite brake. The wheel steel that showed the least plasticization with cast iron blocks is SUPERLOS®, despite also being the one that showed the greatest T-WEL formation with the same coupling. These results are summarized in Fig. 5, where T-WEL and plasticized layer thickness of the wheel discs after testing with various brake blocks are shown and can be compared. Wheel samples coupled with composite brake block showed a very thin layer of oxidation formed on the surface of the

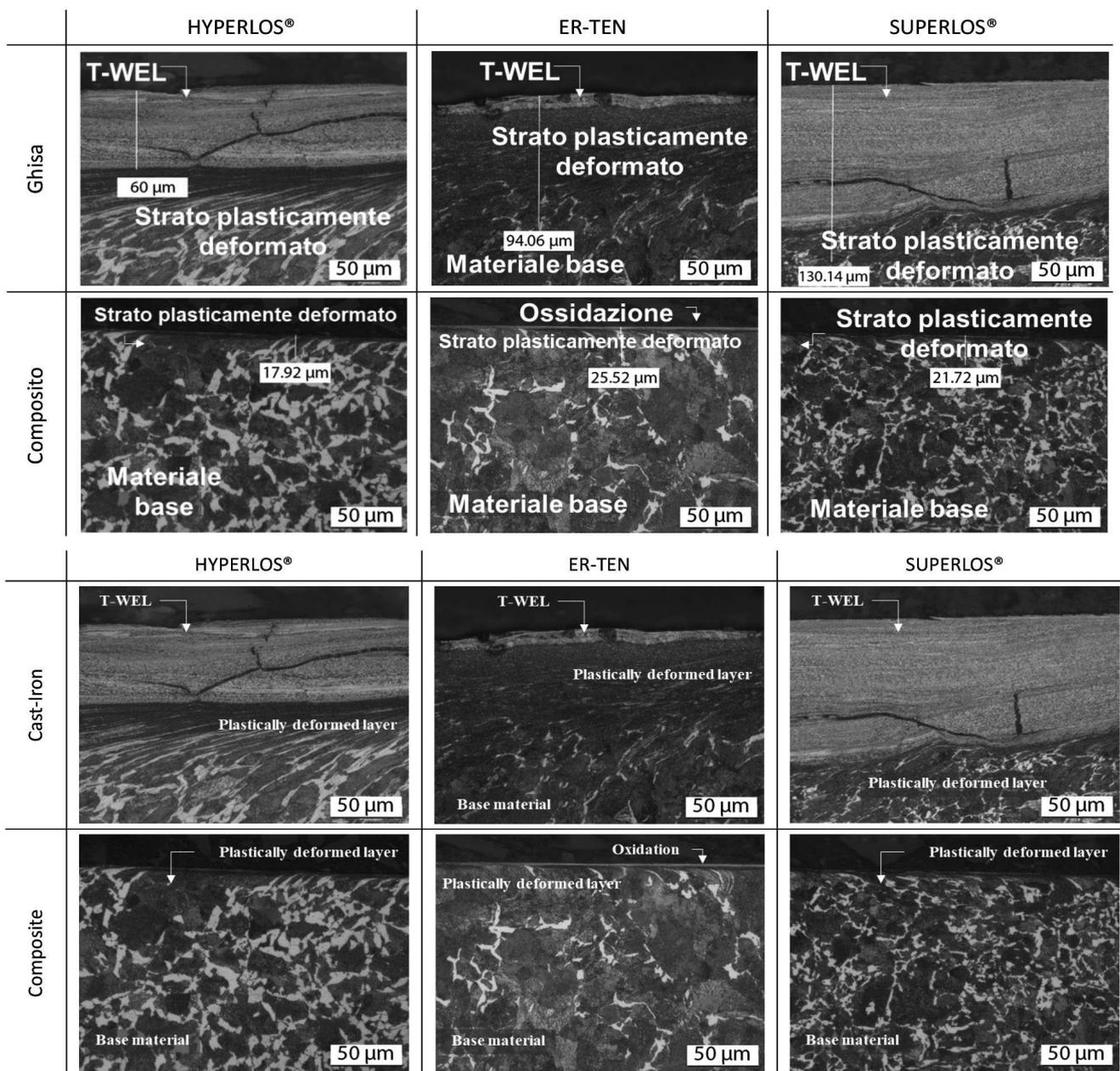


Figura 4 – Aspetto microstrutturale delle sezioni trasversali dei campioni di ruota dopo le prove.
 Figure 4 – Microstructural appearance of the wheel specimen cross-sections after tests.

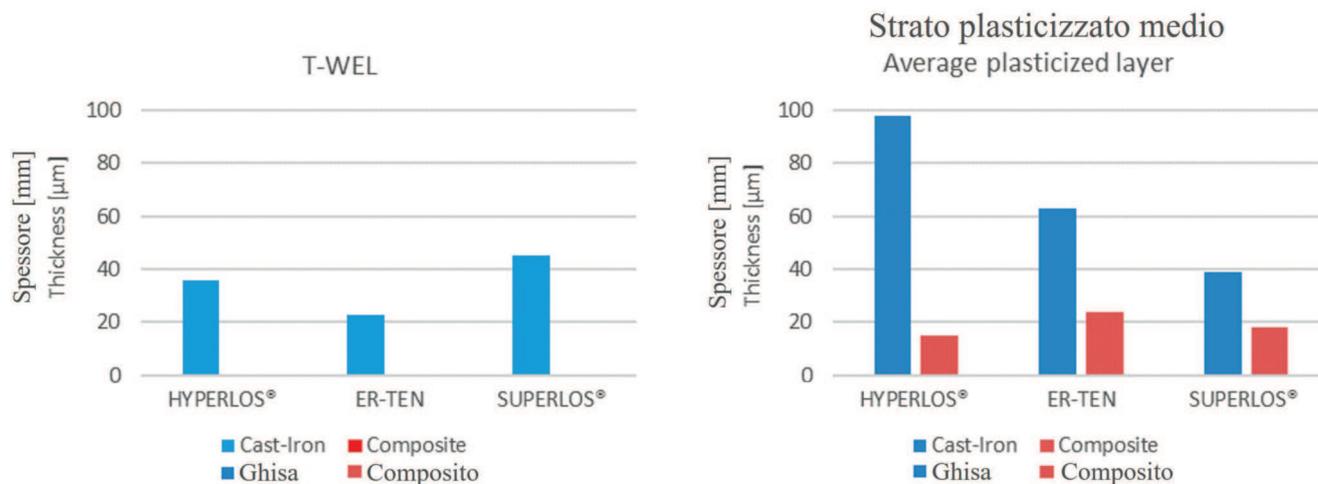


Figura 5 – T-WEL e spessore dello strato plasticizzato dei dischi di ruota.
 Figure 5 – T-WEL and plasticized layer thickness of the wheel discs.

ruota-rotaia sono l'usura e la fatica da contatto ciclico (RCF). Negli acciai per ruote ferroviarie, la cui microstruttura è prevalentemente perlitica, l'usura è generalmente inversamente proporzionale alla durezza [16]. Pertanto, si può ipotizzare che l'usura causata dall'interazione con i campioni di rotaia sui campioni di ruota in HYPERLOS® sia maggiore, mentre sui campioni ER-TEN sia minore (essendo il primo acciaio meno duro del secondo). Per quanto riguarda il contatto ruota-freno, i meccanismi di danneggiamento sono più complessi. La pista di rotolamento del campione di ruota subisce un ciclo termico caratterizzato dal riscaldamento dovuto all'attrito con il campione di ceppo freno e dal raffreddamento dovuto al contatto con il campione di rotaia. Inoltre, nella prova con i ceppi freno in ghisa è presente il fenomeno del riporto di materiale dai ceppi freno al disco ruota.

Come mostrato nella Fig. 2, il ceppo freno in materiale composito è risultato meno invasivo, producendo una superficie più liscia e lucidando la superficie di rotolamento della ruota [12]; al contrario, il ceppo freno in ghisa ha causato una significativa rugosità superficiale. Si tratta di

disc, which can be better seen on the ER-TEN wheel sample. Tab. 3 shows the Vickers microhardness values of T-WEL (where possible) and undeformed material in the wheel samples. The microhardness measured in T-WEL is more than twice the hardness of the undeformed material and is in agreement with a martensitic transformation of the steel.

3. Discussion

The wear observed in the wheel discs is due to a complex effect, originating from the interaction of different bodies and damage mechanisms. The phenomenon is caused by the superposition of two effects: the wear due to the wheel-rail contact and the wear related to the wheel-brake contact. The main mechanisms of damage in the wheel-rail contact are wear and rolling contact fatigue (RCF). For railway wheel steels, whose structure is prevalently pearlitic, wear is generally inversely proportional to hardness [16]. Therefore, it can be assumed that the wear caused by interaction with the rail samples is the greatest on wheel specimens in the

Tabella 3 – Table 3

Valori di microdurezza in T-WEL e nel materiale non deformato dei campioni ruota
 Microhardness values in T-WEL and undeformed material of the wheel samples

[HV 500g]	HYPERLOS®		ER-TEN		SUPERLOS®	
	Materiale non alterato Undeformed steel	T-WEL	Materiale non alterato Undeformed steel	T-WEL	Materiale non alterato Undeformed steel	T-WEL
Ghisa Cast-iron	247	659	279	674	263	696
Composito Composite	255	n.a.	281	n.a.	271	n.a.

un fenomeno ben documentato [5], che la macchina a 4 contatti è stata in grado di riprodurre e dimostrare.

Inoltre, i danneggiamenti osservati nel campione di ruota sono di entità comparabile a quelli osservati in una ruota reale alla fine della sua vita, come mostrato in Fig. 6. Questa osservazione sottolinea l'accuratezza e l'affidabilità dei metodi di prova *small-scale* utilizzati in questo studio. La comparabilità dei danneggiamenti e della loro gravità tra il campione di ruota e la ruota reale dimostra che la metodologia di prova e i parametri scelti sono stati efficaci nella simulazione del complesso meccanismo di danneggiamento che le ruote reali subiscono nel corso della loro vita operativa. L'approccio di prova scelto riproduce efficacemente i processi ai quali le ruote sono sottoposte durante lunghi periodi di utilizzo, poiché i danni risultanti raggiungono un alto grado di somiglianza in un periodo di tempo relativamente breve, appena cinque minuti.

HYPERLOS®, while on it is the least the ER-TEN specimens (due to the lower hardness of the former compared to the latter). As for the wheel-brake contact, the damage mechanisms are more complex. The wheel specimen tread experiences a thermal cycle characterized by the heating due to friction with the brake block specimen and by the cooling due to the rail specimen chilling. In addition, in the test with cast iron specimens the phenomenon of material carryover from the brake block specimens to the wheel disc is present.

As shown in Fig. 2, the composite-material appeared less intrusive, producing a smoother surface and polishing the tread of the wheel specimen [12]. By contrast, the cast iron caused significant surface roughness. This is a well-documented phenomenon [5], and the 4-contact machine was able to reproduce and demonstrate it.

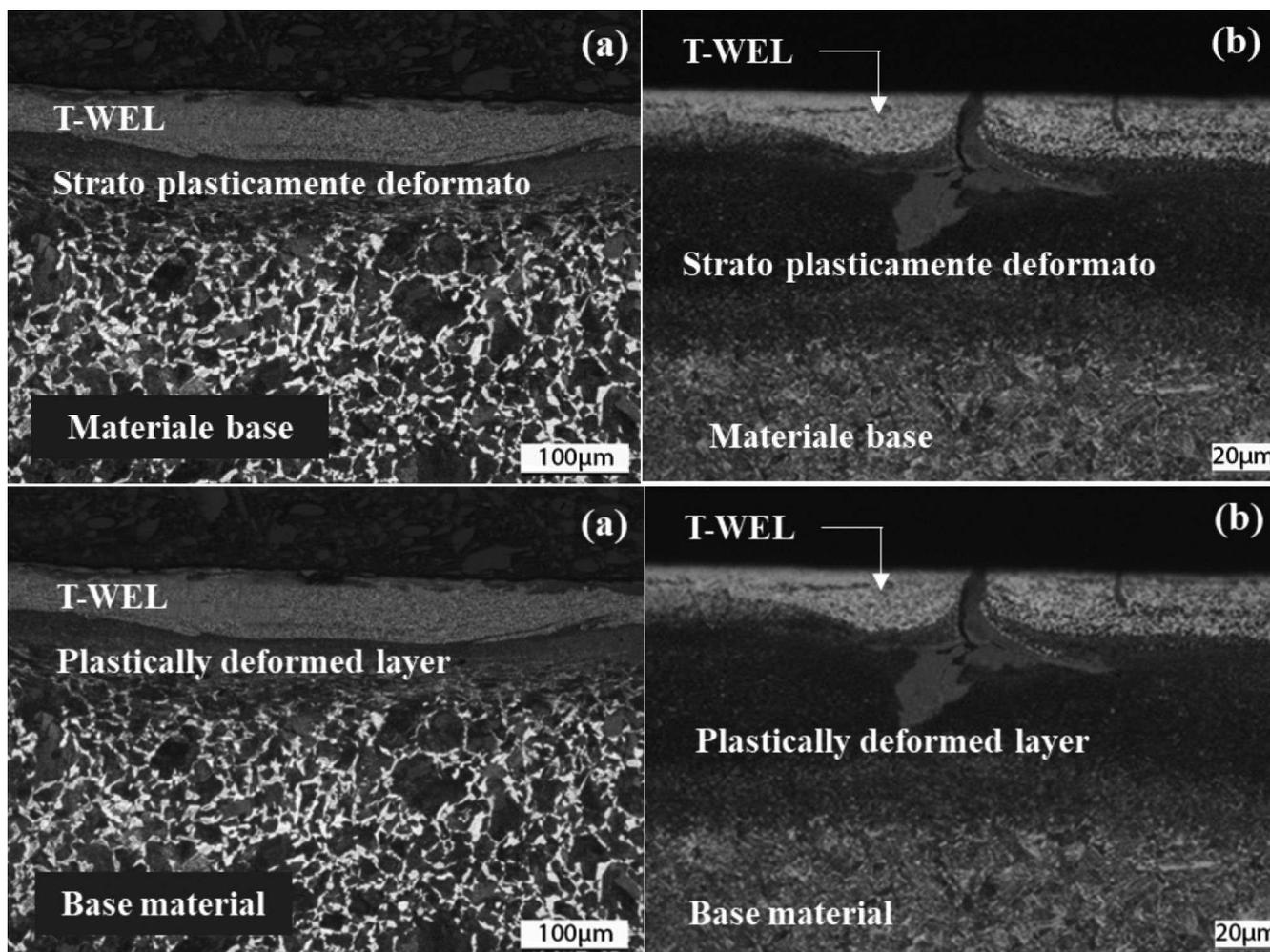


Figura 6 – Confronto delle sezioni trasversali di un campione di ruota (a) testato contro un campione di ghisa con una ruota reale (b) frenata con un freno in ghisa a fine vita.

Figure 6 – Comparison of the cross-sections of a wheel specimen (a) tested against a cast iron specimen with a real wheel (b) braked with cast iron brake at the end of its life.

La Fig. 3 mostra che la maggiore usura dei campioni di ruota è dovuta ai ceppi in materiale composito, come atteso [3]. È interessante notare che l'usura dei campioni di ruota testati con ceppi in ghisa ha mostrato risultati contrastanti, in cui si è verificata un'usura lieve, nessuna usura o, addirittura, un aumento di peso. Questo comportamento è strettamente correlato al T-WEL che si può osservare in Fig. 5.

Nei campioni di ruota testati con ceppi freno in ghisa si nota un T-WEL elevato. In particolare, il T-WEL mostrato è materiale di riporto dai ceppi freno in ghisa che si è indurito e trasformato in martensite, come testimoniato dalla durezza (Tab. 3). Lo sviluppo di questo strato provoca una notevole deformazione, plasticizzando ulteriormente il materiale della ruota sottostante. Questo fenomeno non solo provoca un aumento del peso del disco ruota, ma contribuisce anche ad un'elevata rugosità della superficie di contatto del campione di ruota e quindi alla generazione di rumore. Dalle micrografie della Fig. 4 è evidente che i ceppi freno in materiale composito non causano il riporto di materiale sulla ruota. Tuttavia, i campioni di ruota presentano uno strato superficiale ossidato.

La Tab. 3 mostra che il T-WEL formatosi sulla superficie dei campioni di ruota, quando presente, ha valori di microdurezza più che doppi rispetto al materiale di base. Questa microstruttura molto dura e fragile può causare l'insorgere di cricche superficiali sul provino della ruota, in fase di contatto con la rotaia, che possono propagarsi e provocare il distacco di piccoli pezzi di materiale, come documentato in precedenti test bi-disc condotti dagli Autori [8]. Per evitare la rottura fragile della ruota, è essenziale prendere in considerazione la tenacità alla frattura per la progettazione del materiale della ruota, oltre ai parametri descritti in questo lavoro.

Dal punto di vista dei ceppi freno, si nota chiaramente una minore usura sui campioni freno in composito, un risultato coerente con la letteratura [10], che li rende più ecologici grazie a una minore emissione di particelle. Inoltre, quanto più duri sono gli acciai delle ruote su cui sono stati testati, tanto maggiore è stata l'usura, sia per la ghisa che per il composito.

4. Conclusioni

Per studiare il comportamento di tre acciai per ruote ferroviarie (HYPERLOS®, ER-TEN e SUPERLOS®) accoppiati a due materiali per ceppi frenanti (ghisa e composito organico) e ad un acciaio per rotaia (R260) è stato utilizzato un innovativo banco di prova in scala ridotta, chiamato macchina a 4 contatti. Questo banco prova è in grado di alternare contatti di tipo freno e di tipo rotaia sulla superficie di un provino di ruota e permette di riprodurre il danneggiamento termico e meccanico combinato che si verifica su una ruota ferroviaria reale durante la frenata. Il danneggiamento dei provini è stato investigato per ogni

Furthermore, the damages seen in the wheel sample are of comparable magnitude to those seen in a full-sized wheel at the end of its life, as shown in Fig. 6. This observation emphasizes the accuracy and reliability of the small-scale testing methods used in the present study. The comparability of the damage patterns and severity between the wheel sample and the real wheel shows that the testing methodology and parameters were successful in simulating the complex damage mechanism that full-sized wheels experience throughout the course of their operational lifetime. The chosen testing approach effectively reproduces the processes that wheels undergo over long periods of application since the resulting damages achieve a high degree of similarity in a relatively short amount of time—just five minutes.

Fig. 3 shows that the greatest wear of the wheel specimens was due to the composite block material, as expected [3]. Interestingly, the wear of wheel specimens tested with cast iron brake blocks showed mixed results, in which there was a little wear, no wear or, even, an increase in weight. This behavior is closely related to the T-WEL that can be seen in Fig. 5.

A high T-WEL can be noticed on the wheel samples tested with cast iron brake blocks. In particular, the T-WEL shown is carryover material from the cast iron specimens that has been hardened and turned into martensite, as can be seen from the hardness (Tab. 3). This layer's development causes considerable deformation by further plasticizing the underlying wheel material. This phenomenon not only causes an increase in the wheel disc's weight, but also contributes to high roughness on the wheel sample contact surface and thus to the generation of noise. It is clear from the micrographs in Fig. 4 that the composite brake blocks do not cause material carryover on the wheel. However, the wheel samples produce an oxidized surface layer.

Tab. 3 showed that the T-WEL formed on the surface of the wheel specimens, where present, had microhardness values of more than twice that of the base material. This very hard and brittle microstructure can cause the initiation of surface cracks on the wheel specimen, during contact with rail, which can propagate and result in the detachment of small pieces of material, as documented in previous bi-disc tests carried out by the Authors [8]. In order to avoid a brittle fracture of the wheel, it is essential to take fracture toughness into consideration for wheel material design, in addition to the parameters described in this paper.

From the perspective of brake blocks, less wear can clearly be seen on the composite brake samples, this result is coherent with the literature [10], making them friendlier for the environment thanks to a decreased particle emission. Furthermore, the harder the wheel steels on which they were tested, the higher the wear was, for both cast iron and composite.

accoppiamento di materiale dopo prove comparative di breve durata (5 minuti) nelle stesse condizioni. I meccanismi di danneggiamento riscontrati sono coerenti con quelli reali, riuscendo ad evidenziare bene la diversa natura dei 3 tipi di acciaio studiati.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

- lo strato di T-WEL è stato osservato solo sui campioni di ruota testati contro i ceppi freno in ghisa ed è stato identificato come materiale di riporto trasferito dai campioni di ceppo;
- lo strato di materiale plasticizzato presente nei campioni di ruota è risultato maggiore sui campioni testati contro la ghisa, in quanto lo sviluppo del T-WEL provoca una notevole deformazione plasticizzando ulteriormente il materiale di ruota sottostante;
- è stata rilevata una maggiore usura sui campioni in ghisa rispetto a quelli in materiale composito, confermando questi ultimi come più ecologici;
- l'usura dei campioni di ceppo freno è stata tanto più elevata quanto più duri erano gli acciai delle ruote contro i quali sono stati testati, sia per la ghisa che per il materiale composito.

È importante notare che, per la progettazione dei materiali delle ruote, è essenziale prendere in considerazione la tenacità alla frattura, oltre ai parametri descritti in questo documento, al fine di evitare la frattura fragile della ruota. Gli aspetti relativi alla formazione del T-WEL sulla ruota e alla sua evoluzione nel tempo devono essere ulteriormente studiati; si tratta di un fenomeno piuttosto complesso, poiché dipende dalle velocità di riscaldamento e raffreddamento coinvolte. I test dovrebbero essere eseguiti studiando la formazione e l'evoluzione del T-WEL in diverse fasi temporali e ricavando una curva caratteristica completa nel tempo per ogni accoppiamento di ruota e materiale del ceppo del freno. Questi aspetti saranno oggetto di studi futuri con la macchina a 4 contatti.

Per questo motivo, recentemente sono stati apportati significativi aggiornamenti alla macchina a 4 contatti. In particolare, la macchina è stata dotata di vari sensori che consentono di raccogliere grandi quantità di dati durante le prove, fornendo una maggiore comprensione degli eventi che si verificano durante il processo. I sensori comprendono un misuratore di coppia sull'albero di trasmissione, che consente di misurare la rotazione del campione di ruota e di calcolare il coefficiente di attrito, nonché un encoder sull'albero di trasmissione per misurarne la velocità. Inoltre, è stata aggiunta una termocoppia a contatto strisciante per misurare la temperatura della superficie di rotolamento del campione di ruota e una termocoppia per misurare la temperatura del campione di ceppo freno. Per garantire prove uniformi e affidabili, sono stati compiuti notevoli sforzi per automatizzare il processo di prova, compreso lo sviluppo di un software per raccogliere i dati dai sensori e azionare gli

4. Conclusions

The behavior of three railway wheel steels (HYPERLOS®, ER-TEN, and SUPERLOS®) coupled with two brake block materials (cast iron and organic composite) and R260 steel rail was studied by means of an innovative small-scale test bench, called 4-contact machine. This test bench is capable of alternating brake block type and rail type contacts on the surface of a wheel specimen and makes it possible to reproduce the combined thermal and mechanical damage that occurs on a real railway wheel during braking. The damage of the specimens was evaluated for each material coupling after comparative tests of short duration (5 min) under the same conditions. The detected damage mechanisms are consistent with the real ones, managing to highlight well the different nature of the 3 steel grades studied. The following results were obtained:

- *T-WEL was recorded only on wheel specimens tested against cast iron specimens as carryover material;*
- *the plasticized layer on the wheel samples was also found to be higher on wheel tested against cast-iron, as T-WEL development causes considerable deformation by further plasticizing the underlying wheel material;*
- *greater wear was detected on the cast iron specimens than on composite ones, making the latter friendlier for the environment;*
- *brake block specimens' wear was higher the harder the wheel steels against which they were tested, for both cast iron and composite material.*

It is important to note that, for wheel material design, it is essential to take fracture toughness into consideration, in addition to the parameters described in this paper, in order to avoid brittle fracture of the wheel. The aspects concerning the formation of T-WEL on the wheel and its evolution over time have to be further investigated; it is quite complex, since it depends on heating and cooling rates. Tests should be done by studying the T-WEL formation and evolution at different time steps and deriving a complete characteristic curve over time for each coupling of wheel and brake block material. These aspects will be the subject of future studies with the 4-contact machine.

For this reason, recently significant upgrades have been made to the 4-contact machine. Specifically, the machine has been equipped with various sensors that allow for the collection of large amounts of data during testing, providing greater insight into the events that occur during the process. The sensors include a torque meter on the transmission shaft, which enables the rotation of the wheel specimen to be measured and the coefficient of friction to be calculated, as well as an encoder on the drive shaft to measure its speed. In addition, a sliding contact thermocouple has been added to measure the temperature of the rolling surface of the wheel sample, and a thermocouple to measure the temperature of the brake block specimen. To ensure consistent and reliable testing, significant efforts

attuatori della macchina. Inoltre, per mantenere costanti le condizioni di prova, è stato installato un controllore proporzionale-integrale-derivativo (PID) per controllare la velocità della macchina, assicurando che rimanga costante anche quando vengono azionati i freni. Questi miglioramenti offrono un ambiente di prova più affidabile e preciso, consentendo di comprendere meglio il complesso fenomeno dei danneggiamenti termo-meccanici su una ruota frenata a ceppi. I metodi di prova aggiornati e l'avanzato allestimento sperimentale non solo hanno migliorato la nostra comprensione degli effetti sui materiali e sulle combinazioni attuali, ma forniscono anche un quadro verificato per future ricerche su materiali alternativi e le loro combinazioni. Ora è possibile espandere la ricerca per esaminare materiali alternativi, valutarne le prestazioni e ottenere informazioni dettagliate sulle loro potenziali applicazioni nei sistemi di ruote frenate a ceppi utilizzando i comprovati metodi di prova e l'allestimento sperimentale.

Ringraziamenti

Questo studio è stato finanziato da Lucchini RS. Si ringraziano Michele NODARI, Ivan MELONI e il personale del reparto di metallurgia per aver messo a disposizione i laboratori e le loro competenze.

have been made to automate the testing process, including the development of software to collect data from the sensors and operate the machine actuators. Furthermore, to maintain consistent test conditions, a proportional-integral-derivative (PID) controller has been installed to control the speed of the machine, ensuring that it remains constant even when brakes are applied. These improvements offer a more reliable and precise testing environment, allowing us to understand the intricate phenomenon of thermal-mechanical damages on a tread-braked wheel. The upgraded test methods and advanced bench setup not only improved our understanding of the effects on present materials and combinations, but also provide a verified framework for future research into alternative materials and their combinations. It is now possible to expand the research to evaluate alternative materials, assess their performance, and acquire insightful information about their prospective uses in tread-braked wheel systems by utilizing the proven test methods and bench.

Acknowledgment

This study was funded by Lucchini RS. We thank Michele NODARI, Ivan MELONI, and the staff of the metallurgy department for providing the laboratories and their expertise.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] M. FACCOLI, A. GHIDINI, A. MAZZÙ (2018), "Experimental and Numerical Investigation of the Thermal Effects on Railway Wheels for Shoe-Braked High-Speed Train Applications", Metallurgical and Materials Transactions A, vol. 49, no. 10, pp. 4544-4554, doi: 10.1007/s11661-018-4749-2.
- [2] M. FACCOLI, A. GHIDINI, A. MAZZÙ (2019), "Changes in the Microstructure and Mechanical Properties of Railway Wheel Steels as a Result of the Thermal Load Caused by Shoe Braking", Metallurgical and Materials Transactions A, vol. 50, no. 4, pp. 1701-1714, doi: 10.1007/s11661-019-05135-x.
- [3] C. FERRER, M. PASCUAL, D. BUSQUETS, E. RAYÓN (2019), "Tribological study of Fe-Cu-Cr-graphite alloy and cast iron railway brake shoes by pin-on-disc technique", Wear, vol. 268, no. 5-6, pp. 784-789, Feb., doi: 10.1016/J.WEAR.2009.12.014.
- [4] M. FACCOLI, N. ZANI, A. GHIDINI, C. PETROGALLI (2021), "Tribological Behavior of Two High Performance Railway Wheel Steels Paired with a Brake Block Cast Iron", Tribology Transactions, pp. 1-12, Nov., doi: 10.1080/10402004.2021.2011997.
- [5] T. VERNERSSON (1999), "Thermally induced roughness of tread-braked railway wheels: Part 1: brake rig experiments", Wear, vol. 236, no. 1-2, pp. 96-105, Dec., doi: 10.1016/S0043-1648(99)00260-4.
- [6] M. FACCOLI, L. PROVEZZA, C. PETROGALLI, A. GHIDINI, A. MAZZÙ (2019), "Effects of full-stops on shoe-braked railway wheel wear damage," Wear, vol. 428-429, pp. 64-75, Jun., doi: 10.1016/J.WEAR.2019.03.006.
- [7] M. FACCOLI, L. PROVEZZA, C. PETROGALLI, A. GHIDINI, A. MAZZÙ (2020), "A Small-Scale Experimental Study of the Damage Due to Intermittent Shoe Braking on the Tread of High-Speed Train Wheels", Tribology Transactions, vol. 63, no. 6, pp. 1041-1050, Nov., doi: 10.1080/10402004.2020.1787568.
- [8] A. MAZZÙ, L. PROVEZZA, N. ZANI, C. PETROGALLI, A. GHIDINI, M. FACCOLI (2019), "Effect of shoe braking on wear and fatigue damage of various railway wheel steels for high speed applications", Wear, vol. 434-435, p. 203005, Sep. 2019, doi: 10.1016/J.WEAR.203005.
- [9] A. MAZZÙ, A. GHIDINI, L. PROVEZZA, C. PETROGALLI, M. FACCOLI (2019), "Study of the damage induced by thermomechanical load in ER7 tread braked railway wheels", Procedia Structural Integrity, vol. 18, pp. 170-182, Jan. 2019, doi: 10.1016/J.PROSTR..08.151.

- [10] B.D. GARG, S.H. CADLE, P.A. MULAWA, P.J. GROBLICKI, C. LAROO, G.A. PARR (2000), "Brake Wear Particulate Matter Emissions", Environ Sci Technol, vol. 34, no. 21, pp. 4463-4469, Nov., doi: 10.1021/es001108h.
- [11] G. PERRICONE, M. ALEMANI, I. METINÖZ, V. MAT JKA, J. WAHLSTRÖM, U. OLOFSSON (2016), "Towards the ranking of airborne particle emissions from car brakes – a system approach", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, vol. 231, no. 6, pp. 781-797, Aug., doi: 10.1177/0954407016662800.
- [12] R. LEWIS, U. OLOFSSON (2009), "Basic tribology of the wheel-rail contact", Wheel-Rail Interface Handbook, pp. 34-57, Jan., doi: 10.1533/9781845696788.1.34.
- [13] L. GHIDINI, M. FACCOLI, N. ZANI, C. PETROGALLI, S. BONOMETTI, A. MAZZÙ (2023), "An innovative small-scale testing procedure to study damage in shoe-braked wheels", Proc Inst Mech Eng F J Rail Rapid Transit, May 2023, doi: 10.1177/09544097231173738.
- [14] M. PAU, F. AYMERICH, F. GINESU (2002), "Distribution of contact pressure in wheel-rail contact area", Wear, vol. 253, no. 1-2, pp. 265-274, Jul. 2002, doi: 10.1016/S0043-1648(02)00112-6.
- [15] D. THURESSON (2004), "Influence of material properties on sliding contact braking applications", Wear, vol. 257, no. 5-6, pp. 451-460, Sep., doi: 10.1016/J.WEAR.2004.01.009.
- [16] M.A. MOORE (1974), "The relationship between the abrasive wear resistance, hardness and microstructure of ferritic materials", Wear, vol. 28, no. 1, pp. 59-68, doi: [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(74\)90101-X](https://doi.org/10.1016/0043-1648(74)90101-X).

The logo for STRAIL, featuring the word "STRAIL" in a bold, black, sans-serif font with a registered trademark symbol (®) to the upper right.The logo for STRAILastic, featuring the word "STRAIL" in a bold, black, sans-serif font, followed by "astic" in a smaller, purple, sans-serif font, with a registered trademark symbol (®) to the upper right.The logo for STRAILWAY, featuring the word "STRAIL" in a bold, black, sans-serif font, followed by "WAY" in a green, sans-serif font, with a registered trademark symbol (®) to the upper right.

STRAIL sarà presente a
Expo Ferroviaria, Milano

3 - 5 Ottobre // STAND B100

Vi aspettiamo!

KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG // 84529 Tittmoning, Germany // Goellstraße 8
STRAIL® in Italy // Tommaso Savi // mobile +39 392 9 50 38 94 // tommaso.savi@strail.it



Trimble XR10

WITH HOLOLENS 2

La **Mixed e
Advanced Reality**
per la **sicurezza**
in cantiere



Il dispositivo più avanzato
di **Mixed Reality** per
il settore delle costruzioni

- è un dispositivo completamente autonomo dotato di sistema operativo Windows Holographics e di certificazione di protezione elettrica e da impatto (EN 397:2012, A1:2012)
- ha un visore trasparente ed un campo visivo di 43° che garantisce la miglior esperienza possibile di Mixed Reality mantenendo le mani libere ed in totale sicurezza
- incorpora diversi sensori per il rilevamento oculare e camere a luce diurna per il rilevamento delle superfici
- garantisce un'ottima qualità audio anche in contesti rumorosi grazie a microfoni appositamente pensati per l'abbattimento del rumore e un dispositivo di trasmissione audio a conduzione ossea

Rivenditore unico per l'Italia

since 1990
HARPACEAS
Your digital partner

Viale Richard 3A 20143 Milano
02891741 - harpaceas.it





Analisi della disponibilità di una rete di comunicazione radiomobile con riferimento ad applicazioni ferroviarie

Analysis of a radio mobile communication network availability with reference to railway applications

Maria CATALDO ^(*)
 Giuseppe FAZIO ^(**)
 Mauro GIACONI ^(**)
 Diego SCHIAVONI ^(***)
 Fabio SENESI ^(***)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.0708.2023.ART.2>)

Sommario - RFI e l'Università di Roma Tor Vergata hanno avviato nel 2018 una ricerca sul sistema radiomobile che potrebbe sostituire il GSM-R. All'inizio dello studio, LTE era un ottimo candidato per questo ruolo; tuttavia, il proseguimento della ricerca e la rapida maturazione del 5G hanno modificato la prospettiva applicativa a favore di quest'ultima tecnologia. Segnaliamo che il risultato di questo studio può essere utilizzato, per l'utilità metodologica, come base per le valutazioni RAMS del sistema 5G. L'obiettivo di questo lavoro di ricerca è quello di eseguire un'analisi di affidabilità e selezionare il modello LTE (*Long term Evolution*) più adatto in base alle esigenze del Gestore dell'infrastruttura italiana (RFI-Rete Ferroviaria Italiana). Attraverso lo strumento Isograph, questo lavoro di ricerca ha progettato 6 modelli di rete LTE. Il Modello 5 consente alla rete LTE di avere un'architettura ridondante nelle parti centrali, di essere distribuita su diversi nodi (geografici) e di lavorare nell'area del *pool*. In conclusione, questo lavoro di ricerca mostra che il Modello 5 è un equilibrio adeguato che unisce, oltre al valore del *down-time* totale, l'elevata disponibilità e la possibilità di avere un'architettura di rete ridondante. Tali vantaggi consentono a RFI (Rete Ferroviaria Italiana) di soddisfare i requisiti di sicurezza dell'ERTMS.

1. Introduzione

La principale letteratura si è ampiamente occupata dell'affidabilità e della disponibilità dei sistemi sin dagli anni '50, tuttavia l'analisi dell'affidabilità per le reti di comunicazione non è stata studiata a fondo [8]. L'obiettivo di questo lavoro di ricerca è quello di colmare questa la-

Summary - RFI and the University of Rome Tor Vergata launched in 2018 a research on the mobile radio system that could replace the GSM-R. At the start of the study, LTE was a strong candidate for this role; however, the continuation of research and the rapid maturation of 5G have changed the application perspective in favour of the latter technology. We point out that the result of this study can be used for the methodological utility as basis for RAMS evaluations of the 5G system. The goal of this research work is to perform a reliability analysis and select the most suitable LTE (*Long term Evolution*) model according to Italian Infrastructure Manager's (RFI-Rete Ferroviaria Italiana) needs. Through the Isograph tool, this research work has designed 6 LTE network models. Model 5 allows the LTE network to have a redundant architecture in the core parts, to be deployed to different (geographical) nodes and to work in the pool area. In conclusion, this research work shows that Model 5 is an adequate balance that combines, besides the value of total down-time, the high availability and the possibility to have a redundant network architecture. Those advantages enable RFI (Rete Ferroviaria Italiana) to satisfy the safety requirements of ERTMS.

1. Introduction

The mainstream literature has widely dealt with the reliability and availability of systems since 1950s, however the reliability and availability analysis for communication network for railways has not been thoroughly investigated [8]. The goal of this research work is to bridge this gap relative to mobile radio network by investigating reliability analyses for an LTE network applied to a railway system

^(*) Dottore di ricerca, Facoltà di Ingegneria, Università di Roma "Tor Vergata" e RFI Inc.

^(**) Facoltà di Ingegneria, Università di Roma "Tor Vergata".

^(***) Direzione Tecnica Rete Ferroviaria Italiana.

^(*) PhD, Faculty of Engineering, University of Rome "Tor Vergata" and RFI Inc.

^(**) Faculty of Engineering, University of Rome "Tor Vergata".

^(***) Technical Direction Rete Ferroviaria Italiana.

cuna relativa alla rete radio mobile indagando analisi di affidabilità per una rete LTE applicata a un sistema ferroviario e selezionare il modello LTE più adatto in base alle esigenze del Gestore dell'infrastruttura italiano, con particolare importanza alla disponibilità dell'intera rete.

In questa prospettiva, l'affidabilità dei singoli componenti è solo il punto di partenza per realizzare un'architettura di rete ridondante che garantisca la disponibilità desiderata.

Le analisi di affidabilità sono state presentate e discusse con un team di ingegneri di RFI coinvolti nella tecnologia dei sistemi di telecomunicazione.

Dal 2004, la ferrovia ha adottato il GSM-R come standard mobile internazionale per la comunicazione ferroviaria europea. La rete GSM-R si interfaccia con il sistema di segnalamento ferroviario, che è l'ETCS, ed entrambi fanno parte dell'ERTMS. Lo sviluppo della tecnologia ferroviaria porterà all'implementazione dell'ERTMS sull'intera infrastruttura europea. Il sistema europeo di controllo dei treni (ETCS) è il principale sistema di segnalamento per la funzionalità di controllo dei treni. In futuro, ETCS sarà fornito sulla rete mobile di nuova generazione (FRMCS) [3]. Il sistema globale per le comunicazioni mobili-ferrovie (GSM-R) fornisce attualmente la comunicazione tra gli elementi ETCS. Il GSM-R, attualmente in vigore, è stato sviluppato appositamente per la comunicazione ferroviaria, ma è ormai una tecnologia obsoleta con limiti noti, soprattutto nelle prestazioni dei meccanismi di trasmissione dati e video [4].

L'uso inefficiente delle risorse di rete, la mancanza di capacità e il supporto limitato per la comunicazione dati a banda larga sono i principali problemi del GSM-R, principalmente perché il GSM-R è stato progettato per la comunicazione vocale, la capacità di comunicazione dati è molto limitata tramite GPRS. Le tecnologie alternative orientate ai pacchetti offrono una straordinaria flessibilità in termini di applicazioni, grandi capacità per considerevoli risorse radio e per l'incremento delle tecnologie trasmissive. Le nuove tecnologie di rete sono allo studio per sostituire il GSM-R in futuro, soprattutto perché si ritiene che il supporto per il GSM-R terminerà nel 2030 (come indicato dal GSM-R Industry Group) [2][12][13][14]. È importante che le ferrovie gestiscano la fine del GSM-R e riducano la possibilità che il sistema radio non sia disponibile per il funzionamento dei treni dopo questo appuntamento. La scelta del nuovo standard per le telecomunicazioni (FRMCS) deve basarsi su uno studio di fattibilità esaustivo in grado di garantire l'efficacia del sistema di comunicazione mobile ferroviario [4].

Sono stati condotti diversi studi sui FRMCS. Una delle possibilità era l'LTE [3]. Il successore del GSM-R sarà il 5G. All'inizio di questo lavoro di ricerca, l'LTE era considerata la tecnologia più aggiornata [1][10]. Questo lavoro di ricerca è rilevante perché non solo ha approfondito l'analisi di affidabilità per la rete LTE [9] ma ha anche posto le basi per l'analisi di affidabilità del 5G, per la quale

Acronimi Acronyms

Acronimo Acronym	Significato Meaning
E-UTRAN	Evolved UTRAN
EPC	Evolved Packet Core
FRMCS	Future Railway Mobile Communication System
FT	Fault Tree
LTE	Long Term Evolution
MTBF	Mean Time Between Failure
MTTF	Mean Time To Failure
MTTR	Mean Time To Repair
MTBR	Mean Time Between Repair
MME	Mobile Management Entity
NE	Network Element
NW	Network
PDN	Packet Data Network
PDN-GW	Packet Data Network
RBD	Reliability Block Diagrams
RFI	Rete Ferroviaria Italiana (Italian Railway Infrastructure Manager)
UE	User Equipment

and select the most suitable LTE model according to Italian Infrastructure Manager's needs, with particular importance to the availability of the all network. In this perspective, the reliability of the individual components is only the starting point for creating a redundant network architecture that ensures the desired availability. The analyses have been presented to and discussed with a RFI's team of engineers involved in Telecommunication system technology. Since 2004, the railway has adopted the GSM-R as the international mobile standard for European railway communication. The GSM-R network interfaces with the railway signalling system, which is the ETCS, and both are parts of the ERTMS. The railway technology development will lead to the implementation of the ERTMS on the entire European infrastructure. The European Train Control System (ETCS) is the leading signaling system for train control functionality. In the future, ETCS will be provided over new generation (FRMCS) mobile network [3]. The Global System for Mobile Communications-Railways (GSM-R) currently provides communication between the ETCS elements. GSM-R, which is currently in place, was developed specifically for railway communication, but is now an outdated technology with known limitations, es-

devono ancora essere effettuati i test sul campo. L'architettura e le funzioni del modello di rete 5G sono molto simili a LTE, pertanto questo lavoro di ricerca può essere facilmente e rapidamente adattato al 5G perché le due reti sono una naturale evoluzione dell'altra. Le caratteristiche e le funzioni di questa rete (5G) sono architettonicamente molto simili a quelle del LTE, per il quale esistono dati operativi in campo e le cui performance di disponibilità sono sicuramente paragonabili a quelle del 5G.

Per questo motivo, questa analisi della disponibilità del LTE è una premessa naturale per una corrispondente analisi per il 5G, probabilmente con caratteristiche migliori, quando saranno disponibili i dati operativi di questo sistema.

2. Modelli

Questo lavoro di ricerca ha analizzato diversi strumenti e alla fine ha deciso di utilizzare il tool Isograph [6], perché Isograph fornisce un sistema che è modellato in un formato grafico di facile comprensione e consente l'analisi per l'affidabilità, manutenibilità, classe di disponibilità e sicurezza, utilizzando un pacchetto software, come Availability Workbench, HAZOP +, NAP e AttackTree [6][5]. Utilizzano modelli di affidabilità, come FT e RBD, per prevedere l'affidabilità e il costo del ciclo di vita del sistema. In questo lavoro di ricerca è stato utilizzato il Network Block Diagram.

La rete LTE è stata progettata per l'ambito ferroviario. Sono state individuate le componenti ferroviarie e la rete è stata caratterizzata per architettura e design. I dati per ogni componente sono stati forniti da un fornitore internazionale, selezionando i valori caratteristici per ogni elemento ferroviario. I collegamenti ottici si trovano tra eNodeB e MME, tra eNodeB e SGW e tra MME e SGW.

Il primo modello Fig. 1 è stato progettato con un'archi-

pecially in the performance of data transmission mechanisms and video [4].

Inefficient use of network resources, a lack of capacity and limited support for broadband data communication are the main problems of GSM-R, mainly because the GSM-R was designed for voice communication, there is very limited capacity data packed communication using GPRS. Alternative packet-oriented technologies offer extraordinary flexibility in terms of applications, large capacities for considerable radio resources and for the increase of transmission technologies. The new network technologies are under consideration to replace GSM-R in the future, especially because support for GSM-R is deemed to come to an end in 2030 (as indicated by the GSM-R Industry Group) [2][12][13][14]. It is important for railways to manage the end of GSM-R and mitigate the possibility of the radio system being unavailable for train operation after this appointment. The choice of the new standard for telecommunications must be based on an exhaustive feasibility study capable of guaranteeing the effectiveness of the railway mobile communication system [4]. Several studies investigating FRMCS have been carried out. One of the possibilities was the LTE [3]. The successor of GSM-R shall be the 5G. When this research work began, the LTE was regarded as the most updated technology [1][10]. This research work is relevant because it has not only analyzed in depth the reliability analysis for the LTE network [9] but it has also laid the groundwork for the reliability analysis of the 5G, for which the on-field tests are still to be carried out. The architecture and the functions of the 5G network model are very similar to LTE therefore this research work can be easily and quickly adapted to 5G because the two networks are a natural evolution of the other.

The characteristics and functions of this network (5G) are architecturally very similar to those of LTE, for which there are operational data in the field and whose availability performance is certainly comparable with those of 5G.

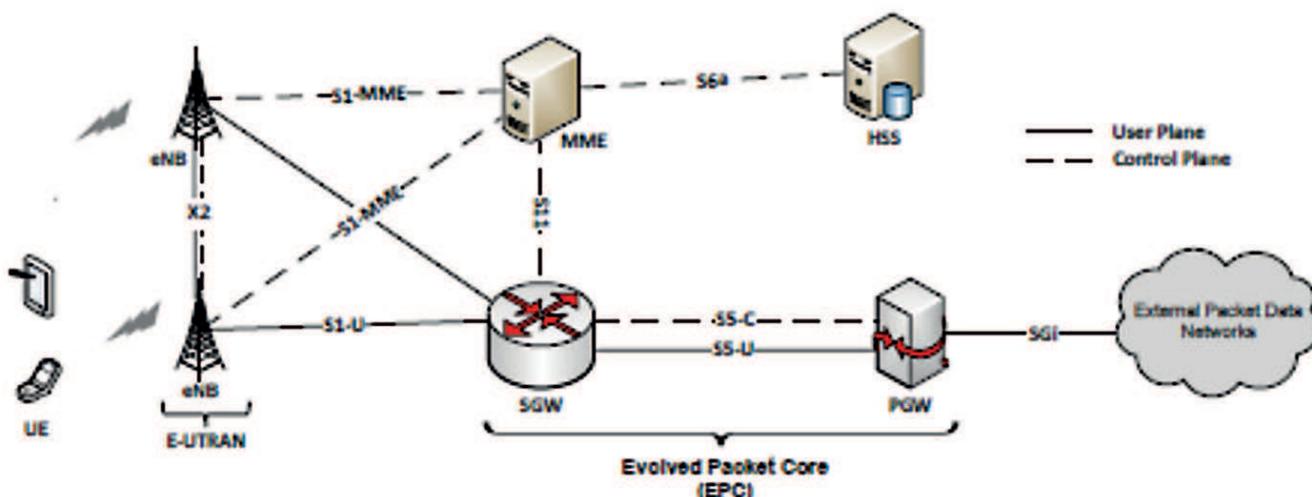


Figura 1 – Architettura LTE Modello 1.
Figure 1 – Model 1 LTE Architecture.

tettura LTE standard. Le parti della rete che compongono l'EPC sono *Serving Gateway* (SGW), *PDN Gateway* (PGW), *Mobility Management Entity* (MME). L'UE si collega all'eNB e i dati vengono instradati all'SGW e al PGW mentre il controllo del traffico viene eseguito dall'MME. Il ruolo dell'MME è molto importante perché gestisce la connessione di rete. In particolare, MME è il principale nodo di segnalazione nell'EPC. L'MME è coinvolto nell'autenticazione e autorizzazione dell'UE, nella configurazione della sessione UE e per la mobilità. SGW e PGW sono coinvolti nell'inoltro dei dati, nella mobilità IP e nel controllo QoS sui dati.

Le misurazioni sono state effettuate utilizzando modelli appositamente costruiti come segue:

- Il Modello 1 include 1 eNodeB, 1 MME, 1 S-GW, 1 PDN-GW.
- Il Modello 2 include 1 eNodeB, 1 MME, 2 S-GW, 1 PDN-GW.
- Il Modello 3 include 1 eNodeB, 2 MME, 2 S-GW, 1 PDN-GW.
- Il Modello 4 include 1 eNodeB, 2 MME, 1 S-GW, 1 PDN-GW.
- Il Modello 5 include 1 eNodeB, 2 MME, 2 S-GW, 2 PDN-GW.
- Il Modello 6 include 1 eNodeB, 2 MME, 1 S-GW, 2 PDN-GW.

LTE è il primo esempio di rete che introduce, in modo sistematico, un'area *pool*. Non è solo un problema di ridondanza ma un problema più "filosofico", legato alla distribuzione delle risorse. LTE applica un approccio condiviso di *pool* di risorse ed è quindi adatto per la distribuzione delle risorse nell'area del *pool*. Il primo modello è stato progettato partendo da un modello caratterizzato da un'architettura standard LTE. Gli altri modelli sono stati progettati duplicando alcuni specifici elementi di rete seguendo la "filosofia" LTE, ovvero mettendo alcuni dispositivi di rete in *hot standby* e successivamente i risultati sono stati confrontati. Di seguito alcune ipotesi e considerazioni sulla rete LTE per il sistema ferroviario:

Il sistema di telecomunicazioni ferroviarie (attualmente è il GSM-R, mentre per il futuro consideriamo FRMCS) deve interfacciarsi con il segnalamento ferroviario (ETCS) e il valore del tempo totale di inattività del modello LTE non deve pregiudicare l'intero sistema ERTMS, perché deve rimanere in un determinato intervallo come spiegato nei paragrafi seguenti.

I modelli che questo lavoro di ricerca propone, come dettagliato nei paragrafi seguenti, hanno una classe di disponibilità pari a 4 (99.99) [7].

Questo lavoro di ricerca ha analizzato, con un team di ingegneri RFI, la possibilità di avere una rete ferroviaria LTE con una classe di disponibilità pari a 5 (99.999). Dopo un'analisi più approfondita questo lavoro di ricerca è giunto alla conclusione che per il Gestore dell'Infrastruttura italiana è sufficiente disporre di un sistema *fault tol-*

For this reason, this analysis of LTE availability is a natural premise for a corresponding analysis for 5G, probably with better characteristics, when the operational data of this system will be available.

2. Models

This research work has analysed different tools and it has finally decided to use the Isograph tool [6], because Isograph provides a system that is modelled in an easy-to-understand graphical format and it allows analysis for reliability, maintainability, availability class and security, using a software package, such as Availability Workbench, HAZOP+, NAP and AttackTree [5][6]. They utilize the reliability models, such as FT and RBD, to predict the reliability, and life cycle cost of the system. In this research work Network Block Diagram has been used. The LTE network for railway scope has been designed.

The Railway components have been identified, the network has been characterized for architecture and design.

Optical links are located between eNodeB and MME, between eNodeB and SGW and between MME and SGW.

The first model Fig. 1 has been designed with a standard LTE architecture. The parts of the network that make up the EPC are Serving Gateway (SGW), PDN Gateway (PGW), Mobility Management Entity (MME). The UE connects to the eNB, and the data is routed to the SGW and the PGW while the traffic control is done by the MME. The role of the MME is very important because it manages the network connection. Notably, MME is the main signalling node in the EPC. The MME is involved in authenticating and authorizing the UE, configuring the UE session and for mobility. SGW and PGW are involved in data forwarding, IP mobility and QoS control on the data.

Measurements were taken using purpose-built models as following:

- *Model 1 includes 1 eNodeB, 1 MME, 1 S-GW, 1 PDN-GW.*
- *Model 2 includes 1 eNodeB, 1 MME, 2 S-GW, 1 PDN-GW.*
- *Model 3 includes 1 eNodeB, 2 MME, 2 S-GW, 1 PDN-GW.*
- *Model 4 includes 1 eNodeB, 2 MME, 1 S-GW, 1 PDN-GW.*
- *Model 5 includes 1 eNodeB, 2 MME, 2 S-GW, 2 PDN-GW.*
- *Model 6 includes 1 eNodeB, 2 MME, 1 S-GW, 2 PDN-GW.*

LTE is the first example of a network that introduces, in a systematic way, a pool area. It is not only an issue of redundancy but a more "philosophical" issue, related to resources deployment. The LTE applies a shared pool of resources approach, and it is therefore suitable for the distribution of resources in the pool area. The first model has been designed starting from a model characterized by an LTE standard architecture. The other models have been de-

rant, che è un equilibrio adeguato che unisce l'elevata disponibilità e la possibilità di avere un'architettura di rete ridondante (*core parts*).

2.1. Risultati

Prima di confrontare i parametri risultanti dei diversi modelli con gli ingegneri di RFI, questo lavoro di ricerca trae le seguenti considerazioni:

1. I modelli sono stati progettati tenendo in considerazione una Classe di Disponibilità 4, ovvero "4 nove". Il primo parametro che questo lavoro di ricerca ha considerato è la Classe di disponibilità.
2. La classe di disponibilità è un parametro importante, ma non è molto sensibile a piccoli cambiamenti. Il parametro più sensibile è invece il *down time* totale.
3. Considereremo dapprima il contesto del lavoro di ricerca in cui i modelli sono stati progettati e sviluppati. La rete di telecomunicazioni, oggetto di questo lavoro di ricerca, si applica ad una rete ferroviaria.
4. In questo studio di ricerca abbiamo tenuto conto delle esperienze fatte da altri paesi adattandole alle esigenze delle ferrovie italiane [15].

La rete LTE (attualmente la rete GSM-R, e in futuro il FRMCS) si interfaccia con il sistema di segnalamento ferroviario, che è l'ETCS, entrambi fanno parte dell'ERTMS. Esiste, quindi, il probabile rischio che un guasto alla rete possa comportare un'interruzione dell'intero traffico ferroviario limitato al territorio servito.

Per il sistema ETCS è accettabile avere un *down time* totale di 8 minuti all'anno per *blocking faults*, cioè guasti che impediscono il traffico ferroviario limitatamente all'area servita. Pertanto, il tempo di inattività totale dell'intera rete deve tenere conto di tale valore.

Dopo aver effettuato un'analisi di affidabilità con lo strumento Isograph, i risultati ottenuti sono riportati di seguito nella Tab. 1, i dati per ogni componente sono stati forniti da un fornitore internazionale, selezionando i valori caratteristici per ogni elemento ferroviario in assenza di specifiche internazionali.

Confrontando i diversi modelli, il tempo di inattività totale diminuisce da 1.016 ore all'anno (Modello 1) a 0,1457 ore all'anno (Modello 5). Nel Modello 1 il tempo di inattività totale è di 1.016 ore all'anno, se aggiungiamo un altro componente nella rete principale (SG-GW), il valore del tempo di inattività totale diminuisce. Nel Modello 2, il progetto fornisce 2 S-GW e il tempo di inattività totale scende a 0,6458 ore all'anno. Aggiungendo un ulteriore MME, come nel Modello 3, il valore totale del tempo di inattività migliora ulteriormente, scendendo a un valore totale di 0,2254 ore all'anno. Rispetto al Modello 4, nel Modello 6 è stato aggiunto un ulteriore PDN-GW, tuttavia il tempo di inattività totale è ancora superiore al requisito obbligatorio di 8 minuti all'anno. Il modello che presenta il valore di *down time* totale più basso è il Modello 5, dove il tempo scende a 0,1457 ore all'anno (8 minuti all'anno).

signed by duplicating some specific network elements following LTE "philosophy", meaning putting some network devices in hot standby and later the results have been compared. The following are some assumptions and considerations about the LTE network for railway system:

The railway telecommunication system (currently it is the GSM-R, whereas for the future we consider the FRMCS) has to interface with the railway signaling (ETCS) and the total down time value of the LTE model shall not jeopardize the entire ERTMS system, because it shall remain in a given range as explained in the following paragraphs.

The models that this research work study proposes, as detailed in the following paragraphs, have a availability class equal to 4 (99.99) [7].

*This research work has analyzed, with a RFI team of engineers, the possibility to have an LTE railway network with an availability class equal to 5 (99.999). After a deeper analysis this research work has come to the conclusion that for the Italian Infrastructure Manager it is sufficient to have a fault tolerant system, which is an adequate balance that combines the high availability and the possibility to have a redundant network architecture (*core parts*).*

2.1. Numerical results

Before comparing the resulting parameters of the different models with RFI engineers, this research work draws the following considerations:

1. *The models have been designed taking into consideration an Availability class 4, meaning "4 nines". The first parameter that this research work has considered is the availability Class.*
2. *Availability Class is an important parameter, but it is not very sensitive to small changes. The most sensitive parameter is instead the total down time.*
3. *We shall at first consider the research work context in which models have been designed and developed. The telecommunication network, considered by this research work, applies to a railway network.*
4. *In this research study we have taken into account the experiences of other countries [15], adapting them to the needs of the Italian railways.*

The LTE network (currently the GSM-R network, and in the future the FRMCS) interfaces with the railway signaling system, which is the ETCS, both are parts of the ERTMS. Therefore, there is the likely risk that a fault in the network may bring to a disruption of the entire rail traffic limited to the area served.

For the system ETCS it is acceptable to have a total down time of 8 minutes per year for blocking faults, meaning faults that impede rail traffic limited to the area served. Therefore, the total down time of the entire network has to take that value into account.

After carrying out a reliability analysis with the Isograph Tool, the results obtained are shown below in Tab. 1, the data

Tabella 1 – Table 1

Comparazione dei sei modelli sulla base dei parametri dell’analisi di affidabilità
The six models compared on the bases of the reliability analysis parameters

Parametro <i>Parameter</i>	Modello 1 <i>Model 1</i>	Modello 2 <i>Model 2</i>	Modello 3 <i>Model 3</i>	Modello 4 <i>Model 4</i>	Modello 5 <i>Model 5</i>	Modello 6 <i>Model 6</i>
Indisponibilità <i>Unavailability</i>	0,000116	7,372E-05	2,573E-05	4,227E-05	1,663E-05	4,288E-05
Numero previsto di guasti (FITS) <i>Number expected failures (FITS)</i>	0,2921	0,1724	0,1549	0,2746	0,07516	2,439E+04
Inaffidabilità <i>Unreliability</i>	0,2533	0,1584	0,1435	0,2402	0,07241	0,1923
MTBF (hrs) <i>MTBF (hrs)</i>	2,999E+04	5,08E+04	5,654E+04	3,19E+04	1,165E+05	4,101E+04
MTTR (hrs) <i>MTTR (hrs)</i>	3,48	3,745	1,455	1,348	1,938	1,759
Total down time (hrs) <i>Total down time (hrs)</i>	1,016	0,6458	0,2254	0,3703	0,1457	0,3757
Affidabilità <i>Reliability</i>	0,7467	0,8416	0,8565	0,7598	0,9276	0,8077
Classe di disponibilità <i>Availability Class</i>	4	4	4	4	4	4

Confrontando i diversi modelli, il Modello 5 ha il miglior design: due MME, due S-GW e due PDN-GW. Il modello 5 ha un’architettura ridondante nelle parti principali e può essere distribuito a diversi nodi di rete (geografici) che possono funzionare nell’area del *pool*.

Se si verifica un guasto in uno dei nodi dell’area *pool*, quell’architettura consente al nodo ancora operativo di continuare a garantire il servizio. Il valore del tempo di fermo totale del Modello 5 è coerente con il valore massimo del tempo di fermo totale consentito da ETCS.

Se un elemento di rete, come MME, si guasta, è necessario che l’altro elemento della coppia ancora funzionante, in questo caso l’altro MME, sopporti non solo il proprio carico di traffico ma anche quello dell’MME danneggiato. È quindi fondamentale disporre di un modello di affidabilità che garantisca che l’elemento rimanente sia in grado di elaborare da solo l’intero carico di traffico. Nel modello questo principio è stato applicato. L’architettura standard di LTE consente la distribuzione delle risorse; tuttavia, non considera il problema del carico di traffico. Per questi motivi, questo studio di ricerca ha analizzato e progettato una rete LTE che considera entrambi i due aspetti fondamentali della distribuzione delle risorse e del carico di traffico, che è la “filosofia” alla base di questo progetto. Questo può essere fatto da un accurato dimensionamento della rete LTE.

Dopo aver confrontato i diversi modelli in base all’architettura più adatta per il sistema ferroviario, è stata fatta un’ulteriore analisi sul rapporto costi-benefici degli stessi modelli. Il fornitore internazionale ha fornito i prezzi dei diversi componenti della rete e abbiamo confrontato ogni

for each component have been provided by an international supplier, selecting the characteristic values for each railway element in the absence of international specification.

Comparing the different models, the total down time decreases from 1,016 hrs per year (Model 1) to 0,1457 hrs per year (Model 5). In Model 1 the total down time is 1,016 hrs per year, if we add another component in the core network (SG-GW), the value of total down time decreases. In Model 2, the design provides 2 S-GW and the total down time drops to 0,6458 hrs per year. Adding an additional MME, as in Model 3, the total down time value further improves, dropping to a total value of 0,2254 hrs per year. In comparison with Model 4, an additional PDN-GW has been added in Model 6, however the total down time is still higher than the mandatory requirement of 8 minutes per year. The model that presents the lowest total down time value is Model 5, where time decreases to 0,1457 hrs per year (8 minutes per year).

Comparing the different models, Model 5 has the best design: two MME, two S-GW and two PDN-GW. Model 5 has a redundant architecture in the core parts and can be deployed to different (geographical) network nodes that can work in the pool area.

If a fault occurs in one of the nodes of the pool area, that architecture allows the node that is still operating to continue guaranteeing the service. The total down time value of the Model 5 is coherent with the maximum total down time value allowed by ETCS.

If a network element, such as MME, becomes faulty, it is necessary that the other pair element that is still func-

Tabella 2 – Table 2

Prezzi relativi
Relative prices

	M1
M1	M1/M1=1
M2	M2/M1=1,15
M3	M3/M1=1,31
M4	M4/M1=1,15
M5	M5/M1=1,47
M6	M6/M1=1,31

modello considerando i relativi prezzi. Questo lavoro di ricerca è partito dal Modello 1 e per ogni modello abbiamo fatto un rapporto tra il prezzo del Modello X (X da 2 a 6) sul Modello 1 e così via, come mostrato nella Tab. 2.

M2/M1, M4/M1 e M6/M1, M3/M1 hanno lo stesso prezzo relativo perché i prezzi degli elementi di rete SG-W, MME e PDN-GW sono gli stessi. Il prezzo relativo più alto è quello di M5/M1, che è 1,47. Dal punto di vista tecnico, il Modello 5 è il modello che meglio soddisfa la richiesta di avere un *down time* totale annuo massimo di 8 minuti.

Abbiamo analizzato i risultati ottenuti non solo in relazione ai relativi prezzi ma anche considerando la migliore architettura di rete, e abbiamo successivamente discusso questi risultati con un team di ingegneri di RFI. Abbiamo riscontrato che anche a fronte di un rialzo del prezzo relativo scegliendo il modello 5, RFI preferisce il Modello 5 perché, dal punto di vista tecnico, è più in linea con le esigenze ferroviarie.

Riassumiamo i vantaggi del Modello 5 e perché è stato scelto come candidato più adatto come FRMCS.

- La Model 5 ha un'architettura ridondante nelle parti principali e può essere distribuita a diversi nodi di rete (geografici) che possono lavorare nell'area del *pool*.
- Il tempo di inattività totale è di 0,1457 ore all'anno (8 minuti all'anno).
- Il valore del tempo di fermo totale è coerente con il valore massimo del tempo di fermo totale consentito da ETCS, che è di 8 minuti all'anno per i guasti bloccanti.

3. Conclusione

Questo lavoro di ricerca servirà come base per studi futuri per estendere l'analisi alla rete 5G per la ferrovia. Da un punto di vista funzionale, 5G e LTE sono simili, ma al momento non sappiamo fino a che punto condividano somiglianze con riferimento all'analisi dell'affidabilità. Mentre l'analisi dell'affidabilità in LTE fa riferimento a un HW specifico, nel caso del 5G opera anche tramite il cloud

tioning, in this case the other MME, do not only bears its own traffic load but also that of the damaged MME. It is therefore crucial to have a reliability model that guarantees that the remaining element is able to process the whole traffic load alone. In the model this principle has been applied. The standard architecture of LTE allows the resource distribution; however, it does not consider the traffic load issue. For these reasons, this research work study has analysed and designed an LTE network that considers both the two fundamental issues of resources distribution and traffic load, which is the "philosophy" behind this project. This can be made by an accurate dimensioning of the LTE network.

After comparing the different models based on the most suitable architecture for the railway system, a further analysis has been made about the cost-benefit of the same models. The international supplier has provided the prices of the different components of the network and we have compared each model by considering the relative prices. This research work started from the Model 1 and for each model we have made a ratio of the price of the Model X (X from 2 to 6) on Model 1 and so on, as shown in Tab. 2.

M2/M1, M4/M1 and M6/M1, M3/M1 have the same relative price because the prices of the network elements SG-W, MME and PDN-GW are the same. The highest relative price is that of M5/M1, which is 1,47. From a technical point of view, Model 5 is the model that best satisfies the request of having a maximum total down time per year of 8 minutes.

We have analysed the results obtained not only in relation to the relative prices but also considering the best network architecture, and we have after discussed these results with a team of RFI engineers. We have found that even if there is a rise in the relative price by choosing the model 5, RFI prefers the Model 5 because, from the technical point of view, it is more in line with the railway needs.

We summarize the advantages of Model 5 and why it was chosen as the most suitable candidate as FRMCS.

- Model 5 has a redundant architecture in the core parts and can be deployed to different (geographical) network nodes that can work in the *pool* area.
- The total down time is 0,1457 hrs per year (8 minutes per year).
- The total down time value is coherent with the maximum total down time value allowed by ETCS, which is 8 minutes per year for blocking faults.

3. Conclusions

This research work will serve as a base for future studies for extending the analysis to 5G network for the railway. From a functional point of view, 5G and LTE are similar, but we are currently not aware to what extent they share similarities with reference to the reliability analysis. While the reliability analysis in LTE refers to a specific HW, in the

[11]. In questo caso, l'analisi dell'affidabilità si sposta sul SW e per questo motivo potrebbe avere diversi modelli di guasto dopo LTE. Pertanto, uno sviluppo futuro di questo lavoro di ricerca in campo ferroviario può essere il confronto dell'analisi di affidabilità di questo modello, che si basa su LTE, con un'analisi di affidabilità del 5G che opera con la virtualizzazione, tecnica di *networking* definito dal software e *cloud computing*.

case of 5G, it operates also via the cloud [11]. In this case, the reliability analysis shift to the SW and for this reason it might have different fault models following LTE. Therefore, a future development of this research work in the railway field may be the comparison of the reliability analysis of this model, which is based on LTE, with a reliability analysis of the 5G that operates with virtualization, technique of software-defined networking and cloud computing.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Evaluation of ETCS performance with LTE as alternative railway communication network using OPNET, Sniady, Aleksander; Soler, José, DTU, 2013.
- [2] ETSI TR 103 333 V1.1.1 System Reference document (SRDoc); GSM-R networks evolution, ETSI, (2017-02).
- [3] J. CALLE-SANCHEZ, M. MOLINA-GARCIA, J.I. ALONSO (2012), "*Top Challenges of LTE to become Next Generation Railway Communication System*", Department of Signal, Systems and Radiocommunications, ETSIT, Technical University of Madrid, Spain, COMPRAIL.
- [4] Study on the Architecture of On-Board Radio Communication Equipment, Conference ERA 2017.
- [5] W. AHMEDA, O. HASANA, U. PERVEZA, J. QADIRB (2016), "*Reliability Modeling and Analysis of Communication Networks*", December, Journal of Network and Computer Applications.
- [6] Isograph, <http://www.isograph.com/>.
- [7] M. CABARKAPA, D. MIJATOVIC, N. KRAJNOVIC (2011), "*Network Topology Availability Analysis*", Telfor Journal.
- [8] L. MIRTSKHULAVA, N. ANANIASHVILI, R. KAKUBAVA, G. GUGUNASHVILI (2014), "*Internet Reliability and Availability Analysis Using Markov Method*", International Conference on Computer Modeling and Simulation.
- [9] S. SESIA, I. TOUFIK, M. BAKER (2009), "*LTE – The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice*", (eds), Wiley.
- [10] H.R. CHAYON, H. RAMIAH (2018), "*Key challenges and potential application of LTE advanced*, Department of Electrical Engineering", Faculty of Engineering, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia, 2018, Conference Paper Radio resource management by CoMP.
- [11] M. CATALDO, L. DI DIO LA LEGGIA, G. FAZIO, M. GIACONI, D. SCHIAVONI, F. SENESI (2021), "*Radio communication System in railways: development scenario*", March 2021, Ingegneria Ferroviaria.
- [12] EN 50126 Railway Applications (2000), "*The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety*", (RAMS), CEI.
- [13] EN50129 Railway applications (2004), "*Communication, signalling and processing systems– Safety related electronic systems for signalling*", CEI.
- [14] EN50128 Railway applications (2002), "*Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems*", CEI.
- [15] Development of KRTCS (Korean Radio Based Train Control System) for Conventional & High Speed Railway, Key-seo, Lee, Chairman, Railway Signal Research Association Kyung-hwan, Hwang, Senior Engineer, Railway Signal Research Association Hak-sun, Yun, Director, Korea Rail Network Authority Kang-gyoo, Lee, General manager, Korea Rail Network Authority Dong-il, Sung, Senior manager, Korea Rail Network Authority Yeon-hwa, Kim, Asst. Engineer, Railway Signal Research Association, 2017, IRSE.

Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Nazionale: passaggi a livello, nel 2022 eliminati 83 incroci fra strada e ferrovia

Sono 250 gli incidenti che si verificano in media ogni anno ai passaggi a livello, con conseguenze gravi o mortali nel 10% dei casi, e oltre 2.600 i casi di presenze di persone sui binari o lungo la linea, con un bilancio di circa 200 decessi o feriti gravi.

Per quanto riguarda i passaggi a livello in Italia, sulla rete ferroviaria nazionale ne sono presenti 4.135, di cui 455 di competenza di utenti privati. Nel corso del 2022, Rete Ferroviaria Italiana ha eliminato 83 passaggi a livello, di cui 37 di competenza privata, investendo oltre 54 milioni di euro. Nel 2023 è prevista l'eliminazione di altri 87 passaggi a livello, dei quali 37 in gestione privata, con la realizzazione di opere di viabilità alternativa per un valore di oltre 67 milioni di euro.

Sono questi i principali numeri resi noti da RFI, società capofila del Polo Infrastrutture FS, nella Giornata Mondiale per la Sensibilizzazione sui Passaggi a Livello, il cui obiettivo è informare l'opinione pubblica sui pericoli legati all'attraversamento improprio dei binari e promuovere comportamenti sicuri e responsabili.

Numeri e informazioni sono state oggetto di discussione a Varsavia nella conferenza di lancio della 15ª edizione del progetto ILCAD (*International Level Crossing Awareness Day*). Nata nel 2009, è un'iniziativa promossa dall'*Union Internationale Des Chemins De Fer* (UIC), l'organizzazione

mondiale delle ferrovie, di cui fa parte anche il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane e in particolar modo Rete Ferroviaria Italiana, Gestore dell'infrastruttura nazionale.

Il Polo Infrastrutture FS e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti hanno lanciato ad aprile 2023 la campagna Regole. Una sicurezza per la tua sicurezza, realizzata in collaborazione con RFI e ANAS, due società che insieme gestiscono circa 50 mila km di arterie, tra linee ferroviarie e strade, su cui circolano giornalmente circa 10 mila treni e 8 milioni di veicoli.

La consapevolezza dei pericoli connessi all'attraversamento dei binari serve a evitare gli incidenti gravi che possono mettere a repentaglio la vita delle persone. Distrazione, eccesso di senso di sicurezza e l'uso improprio di dispositivi elettronici come smartphone e auricolari sono senz'altro fattori di rischio.

La campagna promossa da RFI e ANAS ha previsto una serie di azioni mirate per educare l'opinione pubblica. Oltre all'affissione di manifesti informativi nelle principali stazioni italiane, sono stati diffusi contenuti digitali su canali web e social media, rivolti a cittadini, viaggiatori, stakeholder, istituzioni e al personale di Ferrovie dello Stato Italiane.

La filosofia dell'iniziativa è quella di promuovere il valore della vita attraverso messaggi che richiamano situazioni familiari, mettendo così in evidenza la necessità di tenere comportamenti virtuosi. Il rispetto delle regole e l'adozione di condotte consapevoli sono fondamentali per garantire la sicurezza di tutti coloro che usu-

fruiscono delle infrastrutture ferroviarie e stradali.

La sicurezza dei passaggi a livello si basa sul rispetto di semplici regole. Da evitare – in ogni caso – comportamenti rischiosi come stazionare a lungo sulle banchine affollate, oltrepassare la linea gialla prima dell'arrivo del treno o attraversare i binari senza utilizzare i sottopassaggi o i sovrappassi disponibili. Automobilisti, motociclisti, ciclisti e pedoni devono essere consapevoli dei rischi legati all'attraversamento di un passaggio a livello, rispettando scrupolosamente le norme del Codice della Strada (e in particolare l'articolo 147).

Sul sito web fsitaliane.it è online un prezioso vademecum di regole da rispettare in stazione e nelle vicinanze dei binari. L'obiettivo è azzerare progressivamente incidenti e morti e accrescere la sicurezza del sistema ferroviario. Il Polo Infrastrutture, per questo, rafforza la cooperazione tra RFI e ANAS grazie all'impegno di entrambe nelle attività finalizzate a eliminare i passaggi a livello, realizzando attraversamenti con sottopassi e cavalcavia di nuova costruzione (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI – FS News*, 15 giugno 2023).

Lombardia: in servizio la metà dei nuovi convogli acquistati per Trenord da FNM e FERROVIENORD

Da febbraio 2020 sono 111 i nuovi treni entrati in servizio sulle linee lombarde: è giunto a metà il piano di rinnovo della flotta di Trenord che vedrà entro il 2025 l'immissione di 222 convogli, acquistati da FNM e FERROVIENORD grazie a un investimento di 1,7 miliardi da parte di Regione Lombardia.

Dove circolano, i nuovi convogli Caravaggio, Donizetti e Colleoni migliorano le performance di servizio, come evidenziato dai dati presentati oggi a Milano Cadorna, alla presenza del Presidente di Regione Lombardia A. FONTANA, dell'Assessore ai Trasporti e Mobilità sostenibile di Regione Lombardia F. LUCENTE, dell'Assessore alle Infrastrutture e Opere pubbliche

C.M. TERZI, del Presidente di FNM A. GIBELLI, dell'Amministratore Delegato di Trenord e Direttore Generale di FNM M. PIURI, del Presidente di FERROVIENORD F. CARADONNA e del Direttore Generale di FERROVIENORD E. BELLAVITA.

Caravaggio, Donizetti e Colleoni oggi circolano su 27 linee servite da Trenord; su 9 di queste la flotta è interamente composta dai nuovi convogli. Nei prossimi mesi, proseguiranno la consegna e l'immissione in servizio di ulteriori treni, che saranno destinati alle direttrici verso Piacenza, Domodossola, al bacino cremonese e alle linee non elettrificate del Pavese. Complessivamente, nel 2023 è previsto l'ingresso in servizio di 63 nuovi treni.

“Il radicale rinnovamento della flotta di Trenord, reso possibile grazie al piano straordinario promosso e finanziato da Regione Lombardia, ha una forte valenza sul fronte della sostenibilità sociale, perché influisce positivamente sull'esperienza delle persone che ogni giorno accedono al servizio ferroviario regionale. Il miglioramento del servizio, insieme all'alto livello di comfort offerto dai nuovi treni – con spazi e sedute ampie, ambienti luminosi, climatizzazione migliorata, prese elettriche, porte usb, ecc. – trasforma il trasporto in viaggio, un'esperienza dove è possibile iniziare o proseguire le proprie attività personali e quotidiane. Inoltre, i nuovi convogli garantiscono un risparmio dei consumi energetici mediamente del 30% e sono realizzati con materiali riciclabili per oltre il 90%, secondo il principio dell'economia circolare”, dichiara il Presidente di FNM A. GIBELLI.

“Nei primi cinque mesi del 2023 abbiamo trasportato 78,8 milioni di viaggiatori ed effettuato 306 mila corse. Dopo gli anni difficili della pandemia, siamo un'azienda che vuole consolidarsi, crescere e innovare. Infatti, il piano di rinnovo della flotta ci permette di migliorare continuamente il servizio che offriamo ai nostri clienti – ha commentato M. PIURI, Amministratore Delegato di Trenord e Direttore Generale di FNM – Questi 111

treni e quelli che arriveranno sono una rivoluzione non solo per i clienti, ma anche per l'azienda e i lavoratori di Trenord. Stiamo innovando spazi e processi; stiamo ampliando e modernizzando gli impianti di manutenzione di Milano Fiorenza, Novate Milanese, Lecco con interventi del valore complessivo di oltre 25 milioni di euro; intanto, mentre garantiscono la programmazione ordinaria, capitreno e macchinisti stanno conseguendo le abilitazioni necessarie per operare sulla nuova flotta. Una grande sfida per tutti noi”.

“Grazie al continuo impegno profuso da FERROVIENORD per garantire la corretta ed efficiente gestione delle forniture, è possibile continuare a garantire una puntuale e costante consegna dei nuovi convogli – sottolinea il Presidente di FERROVIENORD F. CARADONNA – Le nostre strutture dedicate verificano la conformità di ogni treno consegnato secondo quanto previsto dalla commessa, controllando la qualità del prodotto e intervenendo per far sistemare preventivamente i difetti riscontrati, in modo da offrire alle persone la miglior esperienza d'uso possibile”.

- Il miglioramento delle performance

I nuovi convogli hanno migliorato le performance di servizio su dorsali fondamentali per il servizio ferroviario lombardo: sulla linea S8 Milano-Carnate-Lecco, utilizzata ogni giorno da 31 mila passeggeri, grazie ai convogli Caravaggio che effettuano il 100% del servizio oggi il 90% delle corse arriva a destinazione puntuale, con una crescita di 19 punti percentuali rispetto al 2019, quando il dato era del 71%.

Sulla Milano-Treviglio-Brescia-Verona (35.700 passeggeri/giorno), le cui performance sono fortemente condizionate dal transito su un'infrastruttura molto trafficata, l'ingresso in servizio dei Caravaggio ha portato la puntualità a crescere di 21 punti percentuali: era del 62% nel 2019, ora è dell'83%. La Milano-Pavia-Voghera-Alessandria (9.100 passeggeri/giorno)

dall'81% all'85%. Sono dati destinati a crescere: dall'11 giugno, l'intero servizio sulle due linee è effettuato dai Caravaggio.

Sulla linea Milano-Domodossola (9.800 passeggeri/giorno), l'84% dei treni è puntuale; erano il 63% nel 2019. Sulla Milano Cadorna-Varese Nord-Laveno Mombello Lago (30.700 passeggeri/giorno), l'unica linea che corre su rete FERROVIENORD ad aver dato il benvenuto ai nuovi convogli, dal 2019 a oggi la puntualità è cresciuta di 13 punti rispetto al 2019, dal 72% all'85%.

Grazie ai convogli Donizetti, sulla Bergamo-Brescia (8 mila passeggeri/giorno), linea che collega le due città Capitale italiana della Cultura 2023, oggi l'89% delle corse è puntuale. Il dato è cresciuto di 36 punti percentuale rispetto al 2019, quando era del 53%.

Sulla Brescia-Cremona (2.500 passeggeri/giorno), servita al 100% dai Donizetti, il 91% dei treni arriva a destinazione puntuale, in crescita di 7 punti rispetto al 2019, quando il dato era dell'84%. I nuovi Donizetti consentono di raggiungere costantemente sulla Colico-Chiavenna (1.400 passeggeri/giorno) e sulla Bergamo-Treviglio (4.800 passeggeri/giorno), linee su cui effettuano tutte le corse, rispettivamente il 95% e il 98% di puntualità (Da: *Comunicato Stampa Trenord*, 16 giugno 2023).

Nazionale: con RFI gare per 600 milioni di euro

Non conosce rallentamenti il piano di investimenti del Gruppo FS guidato da L. FERRARIS. RFI, capofila del Polo Infrastrutture del Gruppo FS, ha aggiudicato quattro gare pubblicandone una quinta, per un valore complessivo di circa 600 milioni di euro. Investimenti finalizzati a potenziare la rete ferroviaria italiana, in parte provenienti dai fondi del PNRR che prosegue la sua marcia, considerato che circa l'80% dei fondi assegnati a RFI sono destinati a opere già in fase realizzativa. Il Gruppo FS è anche il principale affidatario

dei fondi del PNRR che, uniti a quelli del Fondo Complementare, sommano circa 26 miliardi di euro, più di 24 in capo a RFI.

Le gare riguardano diverse regioni italiane, dal nord al Sud della Penisola, dal Piemonte, alla Lombardia, dal Lazio, alla Sardegna, sino alla Sicilia. Più volte l'amministratore delegato di FS L. FERRARIS ha ricordato come le infrastrutture ferroviarie abbiano un'età media di circa 60-70 anni e la rete necessita quindi, oltre che di una costante manutenzione, di importanti investimenti (nel Piano di FS ammontano a circa 180 miliardi tra binari e strade) per rilanciare una mobilità collettiva e ferroviaria, sia lato passeggeri che merci, efficiente e integrata. Solo le aggiudicazioni di oggi fanno salire a 10,4 miliardi di euro il valore delle gare assegnate in questi primi mesi del 2023. E, se si prendono in considerazione i lavori aggiudicati e i cantieri in corso, si sale a 34,5 miliardi.

Nel dettaglio, è stata aggiudicata la gara per la progettazione esecutiva e la realizzazione dei lavori per l'interramento della linea tra Catania Acquicella e Bicocca, nel nodo di Catania, al raggruppamento di imprese composto da Eteria Consorzio Stabile Scarl (Capofila), Euro Ferroviaria e Salcef. Parte integrante dell'itinerario Palermo-Catania-Messina il suo valore è di 370 milioni di euro.

Anche nel Lazio è stata aggiudicata la gara per la progettazione esecutiva e la realizzazione dei lavori per il raddoppio della linea Campoleone-Aprilia al raggruppamento di imprese composto da Zappa Benedetto (Capogruppo) e Codimar per un valore di oltre 45 milioni di euro, finanziati anche con fondi PNRR e dal Fondo per lo sviluppo e la coesione.

In Piemonte, invece, ad essere aggiudicata è stata la gara per la progettazione esecutiva e la realizzazione della fermata ferroviaria Torino San Paolo, sulla linea S. Paolo-Orbassano, al raggruppamento di imprese costituito da Rete Imaf 21 (capogruppo), SE.GE.CO e Cronos Sistemi Ferroviari. L'appalto torinese ha un valo-

re di oltre 8 milioni di euro, finanziati anche con fondi PNRR. L'attivazione è prevista entro il 2026.

Infine, in Sardegna è stata aggiudicata la gara per la progettazione esecutiva e la realizzazione dei lavori di velocizzazione della linea San Gavino-Sassari-Olbia con la variante di Bauladu a Manelli Impresa. La gara ha un valore oltre 82 milioni di euro, finanziati anche con il Fondo per lo Sviluppo e Coesione (FSC).

Oltre alle quattro aggiudicazioni, da sottolineare anche la pubblicazione di un nuovo bando di gara per la realizzazione del nuovo Apparato Centrale Computerizzato (ACC) per la regolazione della circolazione ferroviaria nella stazione di Milano Centrale. L'appalto ha un valore di oltre 74 milioni di euro, finanziati anche con fondi PNRR. Il nuovo impianto, uno dei sistemi di massimo livello tecnologico nel settore della gestione del traffico ferroviario, è una vera e propria "cabina di regia" che rende ancora più efficiente l'utilizzo dell'infrastruttura incrementando gli standard di regolarità della circolazione dei treni (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 16 giugno 2023).

TRASPORTI URBANI

Nazionale: trasporto pubblico locale, oltre 400 mln a favore delle Regioni

È online il provvedimento che ripartisce 404 milioni di euro quale anticipazione dell'80% delle risorse destinate al concorso finanziario dello Stato agli oneri del trasporto pubblico locale, anche ferroviario.

Le predette risorse – ripartite come da Decreto – rappresentano la quota relativa al mese di giugno 2023 del totale di oltre 5 miliardi di euro destinati alle Regioni a statuto ordinario, per l'anno 2023, dal Decreto n° 25 del 15/02/2023 del vicepresidente del Consiglio e ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti M. SALVINI, di concerto con il ministro dell'Economia e delle Finanze G. GIORGETTI (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 15 giugno 2023).

TRASPORTI INTERMODALI

Veneto: FLC e Università LIUC, Bando Premi di studio e progetti di tesi in materia di Environmental, Social and Governance ESG nel settore della logistica e dei trasporti

Dopo la firma avvenuta lo scorso ottobre del protocollo di intesa tra *Freight Leaders Council* (FLC) e Liuc – Università Cattaneo di Castellanza per accrescere la cultura logistica in Italia, sono in arrivo per gli studenti dell'Ateneo tre borse di studio, ciascuna del valore di 1.500,00 euro, messe a disposizione dall'Associazione per sostenere progetti di studio e tesi in materia di ESG nel settore della logistica e dei trasporti.

La sostenibilità è infatti al centro dell'accordo siglato tra le due realtà che mira a mettere a disposizione strumenti concreti per diffondere tra gli operatori del comparto informazioni e buone pratiche e sostenere la ricerca tramite la promozione di apposite borse di studio.

I premi sono riservati a studenti laureandi iscritti regolarmente per l'a.a. 2022/2023 in LIUC al 2° anno del corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale o in Economia aziendale, che svolgano un progetto di ricerca ai fini della tesi di laurea su argomenti attinenti a quanto indicato dal Bando. Il concorso è rivolto a coloro che hanno conseguito entro il termine convenzionale del 28 febbraio 2023 un numero minimo di crediti previsti dal proprio piano studio pari a 70, con una media voti ponderata complessiva non inferiore a 27/30 e che abbiano definito con i docenti di riferimento il progetto di tesi di laurea sulle tematiche indicate.

La selezione dei candidati verrà effettuata a giudizio insindacabile di una commissione composta dal Direttore Generale o da suo delegato, dal prof. A. CREAZZA, docente della Scuola di Ingegneria Gestionale della LIUC e dalla responsabile dell'Ufficio per il Diritto allo studio. A tal fine verrà formulata una graduatoria, attribuendo i seguenti punteggi:

- 3 punti per ciascun credito acquisito oltre il numero minimo previsto;
- fino a 30 punti per la media voti ponderata complessiva, da 270 punti per media voti ponderata pari a 27/30 a 300 punti per media voti ponderata pari a 30/30;
- fino a 100 punti per il progetto di tesi presentato.

I risultati delle assegnazioni verranno pubblicizzati sul sito web dell'Università Carlo Cattaneo – LIUC e comunicati agli interessati entro 30 giorni dalla scadenza del bando.

La consegna dei premi di tesi potrà avvenire durante una cerimonia presso l'Università Carlo Cattaneo – LIUC, in data che sarà successivamente concordata e comunicata (Da: *News, Comunicazione Stampa FLC*, 8 giugno 2023).

Toscana: Consorzio Florentia e Polo Logistica (Gruppo FS Italiane), accordo per lo smaltimento delle terre di scavo

Anche le attività di cantiere diventano sostenibili grazie ad alcune misure di mitigazione dell'impatto sull'ambiente. Ripartono i treni per lo smaltimento delle terre di scavo, legati ai lavori nel cantiere per la realizzazione della stazione AV e del passante di Firenze. I primi convogli, partiti dal cantiere della futura stazione di Belfiore, porteranno le terre di scavo verso l'ex area mineraria ENEL di S. Barbara nel comune di Cavriglia, dove saranno riutilizzate per la realizzazione di una collina schermo, nell'ambito di un progetto di riqualificazione ambientale e valorizzazione paesaggistica di un'ex area mineraria, da cui fino al 1994 veniva estratta lignite.

Questo è reso possibile dall'accordo finalizzato tra il Consorzio Florentia (formato da Impresa Pizzarotti capofila al 51% e da Saipem al 49%) e Mercitalia Rail, società del Polo Logistica del Gruppo FS Italiane. Nell'arco temporale dei prossimi tre anni i treni trasporteranno oltre 3 milioni di tonnellate di terre, provenienti dai

cantieri di Belfiore e Campo Marte. Per le prime settimane lo smaltimento avverrà con un treno al giorno, per incrementare poi nei mesi successivi quando saranno avviati anche i lavori di scavo meccanizzato con la fresa denominata Iris (TBM, *Tunnel Boring Machine*).

L'impiego del trasporto via treno anziché su gomma permette di evitare, su tutto il periodo, un volume stimabile in oltre 100.000 viaggi di mezzi pesanti stradali, contribuendo alla sostanziale riduzione dell'impatto ambientale e sociale sulla comunità di Firenze, dovuto al traffico in un contesto urbano fortemente congestionato. Si tratta di 24.500 tonnellate di CO₂ equivalente risparmiate, corrispondenti al 90% in meno di CO₂ rispetto allo stesso trasporto via tir.

Si conferma pertanto l'attenzione strategica del progetto verso la sostenibilità e l'introduzione di modalità nuove di gestione e trasporto delle terre e rocce da scavo.

Il Passante e la Stazione AV di Firenze, interventi attuati da RFI, società Capofila del Polo Infrastrutture del Gruppo FS, consentiranno una separazione dei flussi tra i treni regionali e quelli ad alta velocità, aumentando la regolarità di esercizio e la capacità della rete di superficie a beneficio del traffico locale. Una volta terminati i lavori, non ci saranno interferenze tra le due differenti tipologie di servizio.

Il sottoattraversamento prevede la realizzazione di due gallerie parallele, a 20 m di profondità, una per ogni senso di marcia, ciascuna lunga circa 7 km e collegate tra loro con *by pass* di sicurezza ogni 500 m, tra la stazione di Firenze Campo di Marte e la zona del viale XI Agosto, situata fra le stazioni di Firenze Rifredi e di Firenze Castello (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FS*, 15 giugno 2023).

Emilia Romagna: nel porto di Ravenna servizio ferroviario per le merci 24 ore al giorno, 7 giorni su 7

La manovra ferroviaria nel Porto di Ravenna sarà gestita per i prossimi

5 anni dall'Associazione Temporanea di Imprese composta dalle società *Mercitalia Shunting & Terminal* del Gruppo FS Italiane (Polo Logistica) e "Dinazzano Po".

È stato siglato il contratto di concessione del servizio di manovra.

Questo consentirà allo scalo portuale di disporre di migliori collegamenti con la rete ferroviaria nazionale e soprattutto di potenziare un servizio strategico anche alla luce degli interventi di sviluppo infrastrutturale che si stanno realizzando, legati al Progetto Hub Portuale di Ravenna e ai Progetti di RFI per il potenziamento degli scali merci in sinistra e destra Canale Candiano.

Con la firma del contratto non solo si amplia la flessibilità delle operazioni di manovra ferroviaria e l'orario di servizio (disponibile 24 ore al giorno e sette giorni su sette) ma aumenta anche l'interoperabilità dei sistemi digitali attraverso l'implementazione del modulo "RAIL" all'interno del *Port Community System* di Ravenna (il sistema informatico utilizzato dalla comunità portuale per la condivisione di dati e documenti e la digitalizzazione dei processi logistici), ai fini dello sviluppo di servizi digitali per l'efficiamento della logistica portuale tra il gestore della manovra, i terminalisti e le imprese ferroviarie

La nuova concessione ha un valore complessivo pari a 38 milioni di euro una durata di 5 anni (+3 di rinnovo opzionali).

Il servizio, impiegherà un totale di 42 lavoratori, affiancati da personale di coordinamento e da istruttori, e un parco mezzi composto da 8 locomotive.

Nel porto di Ravenna (Fig. 1) transitano già diecimila treni ogni anno. I lavori dell'Hub stanno procedendo secondo la programmazione stabilita, è fondamentale farsi trovare pronti anche con collegamenti ferroviari adeguati a sostenere l'aumento dei volumi di traffico che arriverà nei prossimi anni. In questa ottica si continua a lavorare con il Gruppo FS per realizzare al più presto anche i due nuovi scali merci con binari da 750 m.

Vale la pena ricordare come nel comprensorio portuale di Ravenna, che conta oggi 35 km totali di binari e dieci società raccordate alla ferrovia, siano state trasportate via treno nel corso del 2022 circa quattro milioni di tonnellate di merce (corrispondenti a circa 10.000 treni), con una incidenza del traffico ferroviario sul traffico totale del Porto pari al 13,5% (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 6 giugno 2023).

INDUSTRIA

Nazionale: gare pubbliche di ingegneria e architettura, aggiornamento di maggio 2023

Tendenza leggermente negativa per i primi 5 mesi 2023: 8,6% in numero e 3,6% in valore sul 2022. In forte ripresa la progettazione a maggio: in numero +46,8% e in valore +62,2% su aprile '23. Sempre in aumento il numero degli appalti integrati: nei primi 5 mesi affidati 243,8 milioni di progettazione esecutiva, per 6,1 mld di lavori. LUPOI: "Forte ripresa a maggio per le progettazioni spinte dalle scadenze PNRR, ma la P.A. non chiede supporti di project management che sarebbero fondamentali per rispettare i tempi e costi del Piano".

Il totale dei bandi di servizi di ingegneria e architettura a maggio, su aprile, cresce del 15,6% e il valore del 16,2%. Se si guarda però ai primi mesi del 2023, il confronto con l'analogo periodo del 2022 delinea una domanda di servizi tecnici in leggero calo: 8,6% in numero e 3,6% in valore sul 2022, sono stati pubblicati infatti solo 1.760 bandi per un valore di 1.383,2 milioni di euro.

Dati in recupero a maggio per le gare di progettazione rispetto al precedente mese di aprile: +46,8% e in valore +62,2% su aprile '23.

Nel mese di maggio in calo la quota raccolta dai bandi per accordi quadro per servizi di architettura e ingegneria: sono 19 (46 ad aprile) per 17,0 milioni di euro di servizi (87,3 ad aprile), pari al 6,8% del numero e



(Fonte: Gruppo FSI)

Figura 1 – Una veduta del porto di Ravenna.

all'8,6% del valore sul totale dei bandi del mese. Da segnalare il bando di Giubileo 2025 spa con un valore di 7,5 milioni, e il bando in due lotti del Consorzio per le Autostrade Siciliane (ME) con un valore complessivo di 4,0 milioni. Sono procedure che dovrebbero tradursi in contratti attuativi nei prossimi anni.

In maggio sono 83 le gare PNRR per servizi di architettura e ingegneria con 41,1 milioni di euro di servizi e 1.939,2 milioni di euro di lavori. "I primi 5 mesi del 2023 di domanda pubblica per servizi tecnici, nonostante la mini ripresa di aprile, certificano il raffreddamento delle gare dopo il boom del primo trimestre – ha dichiarato G. LUPOI, a commento dei dati dell'osservatorio. Si tratta di un dato giustificato dalla conferma dello spostamento, anche a maggio, di grandi quote del mercato dei servizi di architettura e ingegneria verso gli appalti integrati, che continuano a crescere con ritmi altissimi, visto che il valore dei cinque mesi del 2023 è 3 volte e mezzo maggiore di quello raggiunto nei primi cinque mesi del 2022 e, con la liberalizzazione del nuovo codice appalti difficilmente si ridurranno in futuro.

Bene invece l'aumento dei bandi di progettazione, spinti dalle scadenze PNRR e dall'imminente cambio di regole del codice appalti; vedremo in futuro cosa accadrà quando la domanda PNRR calerà. Proprio con ri-

ferimento al PNRR e ai ritardi imputabili da molti alla farraginosità delle Amministrazioni, rimaniamo molto colpiti che non si riesca a comprendere l'utilità di affiancare ai tecnici delle stazioni appaltanti, supporti di project management che potrebbero far recuperare, nella fase di messa a terra degli interventi, i ritardi fino ad oggi accumulati nelle fasi approvative. Noi come settore dell'ingegneria organizzata abbiamo consegnato e stiamo consegnando i progetti richiesti in tempi brevissimi; dalla consegna in poi maturano i ritardi. Bisogna aiutare le amministrazioni, soprattutto di piccole dimensioni, con strutture di supporto per assicurare il rispetto dei tempi e dei costi programmati. Infine, avremo fra meno di un mese il nuovo Codice in vigore e l'OICE supporterà le stazioni appaltanti nell'applicazione delle nuove regole nelle gare di SIA".

Anche se in calo nel mese di maggio gli accordi quadro confermano il forte contributo al valore totale messo in gara nei cinque mesi del 2023: per tutti i servizi di architettura e ingegneria sono state rilevate 195 gare per 501,5 milioni di euro, sul totale dei cinque mesi sono l'11,1% del numero e il 36,3% del valore. Come tutto il mercato dei servizi di architettura e ingegneria, anche gli accordi quadro sono in forte calo rispetto ai primi cinque mesi del 2022: 31,1% in numero e 35,8% in valore.

In controtendenza (Fig. 2) il valore della quota del mercato delle gare di sola progettazione: a maggio le gare sono state 138 con un valore di 53,0 milioni, +46,8% in numero e +62,2% in valore su aprile, ma su maggio 2022 torna il segno negativo: il numero cala del 49,6% e il valore del 64,3%. Per la progettazione i cinque mesi si chiudono con 1.053 bandi per 696,3 milioni, il confronto con lo stesso periodo del 2022 vede il numero calare del 10,2% ma il valore continuare a crescere del 16,2%.

Continua la crescita impetuosa dei bandi per appalti integrati: nel mese di maggio rilevati 219 bandi, con valore complessivo dei lavori di 6.065,7 milioni e con un importo di progettazione stimato in 243,8 milioni. Rispetto al mese di maggio 2022 il numero cresce del 242,2%, il valore dei lavori del 1803,8% e quello della progettazione compresa nei bandi del 1035,7%. L'altissimo valore raggiunto nel mese è in gran parte dovuto al maxi bando in quattro lotti di Consip s.r.l. per la realizzazione di insediamenti con soluzioni abitative in emergenza con un valore dei lavori di 4.665,6 milioni di euro. Senza il maxi bando si registrerebbe infatti un calo del valore della progettazione del 78,4% e dei lavori del 62,9% su aprile 2023.

Nei primi cinque mesi del 2023 (Fig. 2) le gare rilevate per appalti integrati sono state 871, +282,0% sui

primi cinque mesi del 2022, con un valore di 14.832,1 milioni di lavori (+233,7%) e 601,5 milioni di progettazione esecutiva (+185,7%). Senza il bando Consip, a fronte dello stesso aumento del numero (280%), il valore dei primi 5 mesi del 2023 invece aumenterebbe "soltanto" dell'86,9% per la progettazione esecutiva e del 128,7% per i lavori (Da: *Comunicato Stampa OICE*, 7 giugno 2023).

Nazionale: ancora una crescita a doppia cifra per il mercato auto, +23,1% a maggio

Secondo i dati pubblicati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, a maggio 2023 il mercato italiano dell'auto totalizza 149.411 immatricolazioni (+23,1%) contro le 121.349 unità registrate a maggio 2022.

Nei primi cinque mesi del 2023 i volumi complessivi si attestano a 702.339 unità, con una crescita del 26,1% rispetto a gennaio-maggio 2022. "A maggio 2023, il mercato auto italiano cresce per il quinto mese consecutivo da inizio anno (+23,1%), beneficiando ancora una volta del confronto con un maggio 2022 in flessione (-15%) - afferma P. SCUDIERI, Presidente di ANFIA.

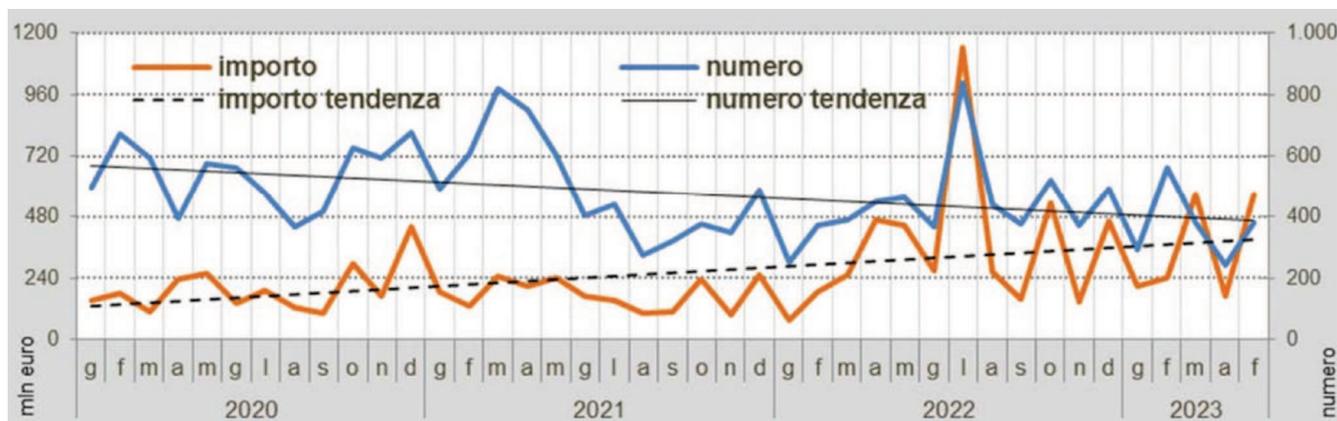
Per mantenere le buone performance di questi primi mesi del 2023 e, soprattutto, favorire ulteriormente il rinnovo del parco in chiave ecologica, è tuttavia importante evitare l'ef-

fetto attesa' legato all'annunciata rimodulazione degli incentivi attualmente in vigore per l'acquisto di vetture a bassissime e zero emissioni, accelerando l'entrata in vigore dei correttivi più volte richiesti, anche in considerazione del fatto che dal prossimo mese entreremo nel periodo estivo, di solito caratterizzato da volumi più bassi. Ribadiamo l'utilità di riallocare gli oltre 250 milioni di euro avanzati dall'ecobonus 2022.

Guardando alle alimentazioni alternative, bene le immatricolazioni di auto elettriche (BEV), che crescono del 38,2% nel mese di maggio e del 41,1% da inizio anno, ma con una quota sul totale del mercato ancora bassa (4,1% nel mese e del 3,8% nei primi cinque mesi). Calano, invece, le ibride *plug-in* (PHEV), -11,1% a maggio, ma con una variazione positiva nel cumulato (+5,3%)".

Analizzando nel dettaglio le immatricolazioni per alimentazione, le autovetture a benzina aumentano a maggio del 23,9%, con quota di mercato al 28,7%, mentre le diesel crescono del 24,4% rispetto allo stesso mese del 2022, con una quota del 19,4%. Nei primi cinque mesi del 2023, le immatricolazioni di auto a benzina aumentano del 28,4% e quelle delle auto diesel del 21,5%, rispettivamente con quote di mercato del 28% e del 19,3%.

Le auto ad alimentazione alternativa rappresentano, nel solo mese di



(Fonte: OICE)

Figura 2 – Andamento del valore e del numero di tutti i bandi di ingegneria e di architetture.

maggio, oltre la metà del mercato (51,8%), con volumi in crescita del 22,2% rispetto a quelli di maggio 2022. Nel cumulato, crescono del 26,5% con una quota del 52,6%. Tra queste, le autovetture elettrificate rappresentano il 43,2% del mercato di maggio e il 43,6% del cumulato, in aumento del 23,1% nel mese e del 28,6% nel cumulato gennaio-maggio.

Nel dettaglio, le ibride non ricaricabili (HEV) aumentano del 27,7% nel mese con una quota del 34,7%; nel cumulato crescono del 31,0% con una quota del 35,4%. Le immatricolazioni di autovetture ricaricabili (BEV e PHEV) aumentano del 7,4% a maggio e rappresentano l'8,6% del mercato del mese (in calo di poco più di un punto percentuale rispetto allo stesso mese del 2022); nel periodo gennaio-maggio crescono del 19,1% ed hanno una quota dell'8,3%.

Come già evidenziato, le auto elettriche (BEV) hanno una quota del 4,1% nel mese (+38,2%) e del 3,8% nei primi cinque mesi (+41,1%). Le ibride *plug-in* (PHEV), al contrario, calano dell'11,1% a maggio (4,4% di quota), ma mantengono una variazione positiva nel cumulato (+5,3% e 4,5% di quota).

Infine, le autovetture a gas sono l'8,5% dell'immatricolato di maggio, quasi interamente rappresentato da autovetture Gpl (+31,9%). Un marginale 0,07% è da ascrivere alle autovetture a metano, che nel mese diminuiscono del 92,1%. Nel cumulato, il metano cala dell'85,3% e il GPL cresce del 31,2%; insieme, da inizio anno le due alimentazioni costituiscono il 9% circa del mercato (di cui solo lo 0,1% è metano).

Nel mese, Fiat Panda, Lancia Ypsilon e Fiat 500 ibride occupano, rispettivamente, la prima, seconda e quarta posizione tra le autovetture *mild/full hybrid* (HEV). Tra le PHEV, Jeep Compass è il modello più venduto, mentre Jeep Renegade è al quarto posto.

Alfa Romeo Tonale, che era entrata nella Top 10 *plug-in* già nel mese di febbraio, a maggio si trova al settimo posto. Tra le elettriche, Fiat

500 risulta, nel mese, il secondo modello più venduto dopo Tesla Model Y, mentre Peugeot 208 occupa la nona posizione.

Ancora in crescita il mercato di DR Automobiles, che raddoppia le immatricolazioni rispetto a maggio 2022 e che fa registrare un incremento a doppia cifra nel cumulato (+87,1%). Il Costruttore molisano ottiene l'1,5% di market share nel mese e l'1,4% nel cumulato.

In riferimento al mercato per segmenti, nel mese di maggio (Fig. 3) le autovetture utilitarie e superutilitarie rappresentano il 30,6% del mercato, in aumento dell'1,6%. Il modello più venduto rimane Fiat Panda, seguito, al terzo posto, da Lancia Ypsilon e da Fiat 500 al quinto.

Le auto dei segmenti medi hanno una quota di mercato del 12% a maggio, con un mercato in crescita del 60,6% rispetto al quinto mese del 2022. I SUV hanno una quota di mercato pari al 55,2%, in aumento del 33,2%. Nel dettaglio, i SUV piccoli rappresentano il 24,3% del mercato del mese (+22% rispetto a maggio 2022), i SUV compatti il 21,5% (+33,9%) e i SUV medi il 7,9%, (+86,5%), mentre le vendite di SUV grandi sono l'1,5% del totale (+21,4%). Il 29,9% dei SUV venduti è di un brand del Gruppo Stellantis.

Da inizio 2023, utilitarie e superutilitarie hanno una quota del 31,5% (+8,9% rispetto ai primi cinque mesi del 2022), le medie dell'11,3% (+47,2%) e i SUV del 55% (+35,7%). Secondo l'indagine ISTAT, a maggio si stima una flessione sia dell'indice del clima di fiducia dei consumatori (base 2010=100), che passa da 105,5 a 105,1, sia dell'indice composito del clima di fiducia delle imprese (Iesi), da 110,4 a 108,7. In riferimento al clima di fiducia dei consumatori, tuttavia, l'indice relativo all'opportunità attuale all'acquisto di beni durevoli, tra cui l'automobile, risulta in recupero rispetto ad aprile 2023 (da -87,3 a -81,6).

Secondo le stime preliminari ISTAT, a maggio l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un au-

mento dello 0,3% su base mensile e del 7,6% su base annua (da +8,2% del mese precedente). La decelerazione del tasso di inflazione si deve al rallentamento su base tendenziale dei prezzi dei Beni energetici non regolamentati (da +26,6% a +20,5%) e, in misura minore, degli Alimenti lavorati, degli Altri beni e dei Servizi relativi ai trasporti (da +6% a +5,5%).

Nell'ambito degli Energetici non regolamentati, decelerano i prezzi dell'Energia elettrica mercato libero (da +53,6% a +41,4%), del Gasolio per mezzi di trasporto (da -1,8% a -8,7%; -4,8% rispetto al mese precedente) e quelli della Benzina (da +4,1% a -1,3%; -2,5% su aprile); a questi si aggiungono il rallentamento più contenuto dei prezzi del Gas di città e gas naturale mercato libero (da +51,5% a +50,8%), di Altri combustibili solidi (da +20,3% a +18,6%; -0,5% su aprile) e la marcata flessione del Gasolio per riscaldamento (da -11,2% a -16,4%).

Il Gruppo Stellantis, nel complesso, totalizza nel mese 49.493 immatricolazioni (+4%), con una quota di mercato del 33,1%. Nei primi cinque mesi del 2023, le immatricolazioni complessive ammontano a 237.759 unità (+15,2%), con una quota di mercato del 33,9%.

Sono cinque i modelli del Gruppo Stellantis nella *top ten* di maggio (Fig. 1), con Fiat Panda sempre stabile in testa alla classifica (7.811 unità), seguita, al terzo posto, da Lancia Ypsilon (4.701) e, al quarto, da Peugeot 3008 (3.518), che guadagna tre posizioni rispetto alla classifica del mese precedente. All'ottavo posto troviamo Fiat 500X (3.032), seguita, al decimo, da Peugeot 208 (2.980).

Per finire, il mercato dell'usato totalizza 448.397 trasferimenti di proprietà al lordo delle minivolture a concessionari a maggio 2023, l'11% in più rispetto a maggio 2022. Nei primi cinque mesi del 2023, i trasferimenti di proprietà sono 2.114.134, in crescita del 7,5% rispetto allo stesso periodo del 2022 (Da: *Comunicato Stampa ANFIA*, 1 giugno 2023).

N.	MARCA <i>Make</i>	MODELLO <i>Model</i>	MAGGIO 2023 <i>MAY 2023</i>	N.	MARCA <i>Make</i>	MODELLO <i>Model</i>	GEN/MAG 2023 <i>JAN/MAY 2023</i>
1	FIAT	PANDA	7.811	1	FIAT	PANDA	43.446
2	DACIA	SANDERO	5.248	2	DACIA	SANDERO	21.383
3	LANCIA	YPSILON	4.701	3	LANCIA	YPSILON	19.514
4	PEUGEOT	3008	3.518	4	FIAT	500	18.271
5	TOYOTA	TOYOTA YARIS CROSS	3.433	5	TOYOTA	YARIS CROSS	16.626
6	FORD	PUMA	3.385	6	JEEP	RENEGADE	16.570
7	TOYOTA	TOYOTA YARIS	3.227	7	VOLKSWAGEN	T-ROC	14.963
8	FIAT	500X	3.032	8	FIAT	500X	13.784
9	VOLKSWAGEN	T-ROC	3.021	9	RENAULT	CAPTUR	13.419
10	PEUGEOT	2008	2.980	10	DACIA	DUSTER	13.407

(Fonte: ANFIA)

Figura 3 – Immatricolazioni delle autovetture, dati provvisori – Top 10.

VARIE

Nazionale: infrastrutture, 500 mln per implementazione Statale Salaria

I lavori sulla Salaria a Roma sono in dirittura d’arrivo: il bando di gara per l’affidamento dei lavori di adeguamento a 4 corsie della piattaforma stradale e messa in sicurezza della Strada Statale Salaria è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale.

Si tratta di un appalto da mezzo miliardo di euro che permetterà l’ampliamento della sede stradale, l’implementazione della rete viaria di accesso e la razionalizzazione degli svincoli.

Un intervento, richiesto da oltre 20 anni dal territorio e su cui il Vicepresidente del Consiglio e ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, M. SALVINI, è sempre stato attento, su un’arteria stradale critica e caratterizzata da elevati flussi di traffico e significativa incidentalità. L’investimento, finanziato con le risorse della Legge di Stabilità 2023 per migliorare l’accessibilità al cratere sismico 2016 e sostenere il rilancio sociale ed economico dei territori interni dell’Appennino centrale, sarà distinto in due lotti: da Ponte Buitta ad Ornaro, dal km 56+000 al km 64+000, per un investimento di € 299.136.060 e da Ornaro a San Giovanni Reatino dal km 64+000 al km 70+800, per un investimento di € 200.524.082.

Si tratta di un intervento prioritario,

ricompreso nel Piano degli interventi infrastrutturali sulla S.S. 4 Salaria e ricompreso nel programma prioritario nazionale per l’adeguamento tecnico-funzionale delle strade di accesso e di collegamento alle aree dei crateri sismici 2009 e 2016.

Questa è la prima fase dell’opera. Il Piano per la S.S. 4 Salaria prevede, infatti, interventi di adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo con l’eliminazione del passaggio a livello ferroviario e sul tratto Trisungo-Acquasanta Terme nelle Marche, un adeguamento, quest’ultimo, in territorio marchigiano, avviato negli anni ’80 (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 14 giugno 2023).

Calabria-Sicilia: Ponte sullo Stretto, nominato il nuovo CdA

L’assemblea dei soci della Società Stretto di Messina, si è riunita e ha nominato il nuovo CdA e approvato il nuovo Statuto. Sono stati designati amministratore delegato P. CIUCCI e presidente G. RECCHI. Compongono il CdA E. MARIANI, I. NICOTRA e G.F. SACCOMANNO.

È la prima riunione della società, tornata in bonis dopo la gestione liquidatoria, che si presenta totalmente rinnovata. Si tratta di una società in house, integralmente pubblica, che vedrà la partecipazione di RFI, ANAS, Regione Siciliana e Regione Calabria e per una quota non inferiore al 51% di MEF e MIT, il cui CdA estremamente snello è teso a garanti-

re maggiore efficacia, velocità decisionale e operatività.

Molto soddisfatto il vicepresidente del Consiglio e ministro M. SALVINI: “Si tratta di un passaggio di importanza fondamentale, per realizzare dopo decenni un’opera straordinaria a livello mondiale. La nuova società è un mix di esperienza, novità e competenza” (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 6 giugno 2023).

Piemonte: avviati i lavori di riqualificazione della rimessa circolare di Torino Smistamento

La Fondazione FS Italiane, tramite Rete Ferroviaria Italiana, ha avviato i cantieri per la riqualificazione finalizzata al suo riutilizzo, della storica Rimessa circolare di Torino Smistamento.

In particolare (Fig. 4), si sta procedendo al rinforzo strutturale e, successivamente, al rifacimento degli impianti e al restauro filologico conservativo degli interni e degli esterni.

La Rimessa di Torino Smistamento, realizzata nei primi del ’900, costa di una serie di telai a tre campate disposti a raggiera, realizzando un emiciclo caratterizzato da uno sviluppo totale di 127 m di circonferenza esterna e 73 interna. Le campate laterali dei telai raggiungono una altezza di 6 m, arrivando a 8.650 per quella centrale.

La Rimessa è sostenuta da una struttura di pilastri in cemento armato ed è dotata di grandi finestre e

aperture, atte all'ingresso e all'uscita dei mezzi verso la piattaforma girevole elettrica di 21 m posta al centro dell'intera struttura.

Dei 32 binari confluenti nella piattaforma girevole, 2 attraversano a raso la rimessa; gli altri 30 erano destinati al ricovero dei mezzi. Alcuni di questi sono attrezzati con fosse da visita di oltre 20 m di lunghezza per uno di profondità, e constano della presenza, alle estremità lato interno rotonda, sotto le scalette metalliche per l'accesso, di collettori con ghisa delle acque piovane e di spurgo. Tre delle fosse sono inoltre attrezzate con cala assi a martinetti idraulici comandati da una pompa collegata ad un motore elettrico.

Terminati i lavori, la rimessa storica sarà utilizzata per il rimessaggio e la manutenzione dei treni storici e turistici e aperta al pubblico per eventi. Al suo interno sarà ricavata inoltre una zona espositiva per i rotabili, una zona conferenze e uno spazio da destinare ad archivio (*News, Comunicato Stampa Gruppo FSI, 9 giugno 2023*).

Nazionale: ANSFISA autorizza il primo treno a GNL

La Direzione generale per la sicurezza delle ferrovie di ANSFISA ha rilasciato la prima autorizzazione in Italia, a un veicolo denominato ALn 668 e alimentato a GNL, costruito negli anni 80 e già in circolazione nella versione diesel. Il nulla osta è stato richiesto per l'intera rete gestita da RFI, ma il treno verrà utilizzato sulla tratta ferroviaria ad uso turistico Sulmona-Carpinone.

Vista la novità dell'applicazione di questo sistema di alimentazione nel trasporto ferroviario, sono stati condotti diversi approfondimenti e studi specifici in collaborazione con altri enti, tra cui CNR, Vigili del Fuoco e lo stesso gestore dell'infrastruttura.



(Fonte: Gruppo FSI)

Figura 4 – Vista sulla Rimessa Circolare di Torino Smistamento.

La validità dell'autorizzazione è sottoposta al buon esito di un pre-esercizio che dovrà essere opportunamente attestato da un Organismo di Valutazione mediante emissione di un report con l'obiettivo di monitorare tutti i possibili eventi in relazione a quanto già definito nell'analisi del rischio. Inoltre, l'esercizio del treno sull'infrastruttura è stato subordinato a diverse misure, tra cui un piano di monitoraggio da parte del gestore che dovrà essere informato costantemente dall'impresa ferroviaria sull'attività del convoglio, in particolare riguardo alle soste prolungate.

Sulla scia del settore stradale, nel quale il GNL è in costante crescita come carburante dei mezzi pesanti, questa alimentazione comincia a comparire anche per i treni: in Europa sono in corso le prime conversioni di mezzi ferroviari da diesel a GNL, come già avvenuto in Spagna (sperimentazione di un veicolo sulla rete a scartamento metrico) e in Estonia, per quest'ultimo paese sono già stati

autorizzati 2 tipi da manovra e trazione.

“Si tratta delle prime due automotrici ALn668, progettate e costruite per quasi 40 anni, e in numerose unità, dalla allora italiana Fiat Ferroviaria di Torino. Preservate nel parco rotabili storici, questi esemplari vedono la innovativa conversione dei motori dalla tradizione alimentazione a nafta a quella a GNL – gas naturale liquefatto. Un progetto ambizioso nato da un memorandum d'intesa tra FS Italiane, Fondazione FS, Snam e Hitachi Rail che ha come obiettivo la promozione di un modello di turismo sostenibile, eliminando quasi completamente le emissioni di particolato e riducendo di circa il 20% quelle di anidride carbonica. A breve queste belle automotrici con l'originale ed elegante livrea storica torneranno ad essere presenze abituali sulle nostre ferrovie turistiche”, è il commento del Direttore Generale della Fondazione FS L. CANTAMESSA (Da: *News, Comunicato Stampa Gruppo FSI, 15 maggio 2023*).



Costruzioni
Linee
Ferroviarie



Promofer
Safety Services

UNIFERR



dal 1945
il futuro viaggia
su binari sicuri



Strukton
Rail

Notizie dall'estero *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA RAILWAY TRANSPORTATION

Francia: test riusciti per il primo treno ibrido regionale sulle linee Toulouse-Mazamet e Toulouse-Rodez

Il primo treno regionale ibrido elettrico-diesel-batteria è stato sottoposto agli iniziali test all'inizio di aprile sulle linee Toulouse-Mazamet e Toulouse-Rodez (nel sud della Francia). L'obiettivo era osservare come si comporta il treno ibrido su profili di linea reali e in condizioni reali (secondo l'orario di un servizio commerciale). Al termine di questa fase di test, il 14 giugno, questo treno innovativo (Fig. 1) è stato presentato all'*Occitanie Technicentre* da J.L. GIBELIN, vicepresidente della regione *Occitanie* con delega alla mobilità e alle infrastrutture di trasporto, P. BRU, direttore regionale di *SNCF Voyageurs Occitanie* e K. ALBOUCHI, direttore dei progetti *Régiolis Hybrid* e *Hydrogen* presso Alstom. Il servizio commerciale inizierà tra pochi mesi, non appena l'*Etablissement Public de Sécurité Ferroviaire* (EPSF) avrà rilasciato le necessarie autorizzazioni per il trasporto passeggeri.

Questo treno regionale elettrico-diesel-batteria è il primo progetto di ibridazione per un treno *Régiolis* in Francia. È stato lanciato nel 2018 dal Gruppo SNCF e Alstom, con la mobilitazione e la partecipazione finanziaria di 4 Regioni francesi (*Occitanie*, *Grand Est*, *Nouvelle-Aquitaine* e *Centre-Val de Loire*) e la fornitura da parte della Regione *Occitanie* di un convoglio dalla sua flotta. Gli obiettivi sono

la riduzione dei consumi energetici e l'abbattimento delle emissioni di gas serra, grazie a una soluzione che consente di modificare il parco termico esistente senza dover modificare l'infrastruttura esistente.

Insieme al treno a batteria e al treno a idrogeno, il treno ibrido è una delle tre tecnologie di decarbonizzazione che il Gruppo SNCF sta sviluppando con i partner Alstom, CAF e le Regioni francesi per il trasporto passeggeri su mezzi non elettrificati (o parzialmente elettrificati) linee regionali.

- Il primo treno regionale francese a utilizzare le batterie per la trazione

L'ibridazione del convoglio *Régiolis* ha comportato la sostituzione della metà dei motori termici con sistemi di accumulo di energia costituiti da batterie agli ioni di litio. Questa operazione è stata realizzata all'inizio del 2021 presso il sito CAF di Reichshoffen, dopo una prima fase di validazione dei nuovi sistemi di accumulo di energia a fine 2020 presso il sito Alstom di Tarbes, centro di eccellenza per i sistemi di "trazione verde".

- Una carrozza del treno è stata anche dotata temporaneamente di un laboratorio e di più sensori per misurare i flussi di energia del treno.

Dotato dei suoi due sistemi di accumulo di energia e della sua carrozza laboratorio, il convoglio ha iniziato i suoi test nella seconda metà del 2021. A Reichshoffen si è svolta una fase di messa a punto statica e dinamica fino a 60 km/h per verificare il funzionamento del treno e prova la modalità di trazione ibrida. I test so-

no poi proseguiti sulla pista di prova di Vélím (in Repubblica Ceca), con prove di validazione e certificazione fino a 160 km/h. Ciò ha consentito di testare tutte le nuove modalità di trazione del treno alla loro velocità operativa e di convalidare i modelli di simulazione del percorso.

- Primi feedback positivi

I test hanno dimostrato che il treno ha funzionato come previsto. Il tasso di recupero dell'energia in frenata, utilizzata per ricaricare le batterie, è molto elevato, superiore al 90%, consentendo un risparmio energetico fino al 20%, a seconda del percorso. La modalità a batteria a emissioni zero è pensata per alimentare il treno per pochi chilometri senza la necessità di utilizzare motori a combustione interna, caratteristica che potrebbe essere utile per spostamenti a basse emissioni di carbonio nei centri abitati. Sulle linee non elettriche, il treno regionale ibrido mantiene l'autonomia del modello iniziale fino a 1.000 chilometri.

- Prossimi passi

Con i test finali sulla rete ferroviaria nazionale che si sono svolti nel mese di aprile, *SNCF Voyageurs* deve presentare il dossier di ammissione all'*Etablissement public de sécurité ferroviaire* (EPSF) al fine di ottenere le necessarie autorizzazioni per il suo esercizio commerciale. *SNCF Voyageurs* utilizzerà questo periodo anche per preparare il lancio del convoglio nelle varie regioni (piano del traffico, formazione del personale, ecc.).

L'avvio del servizio commerciale sperimentale è previsto per la fine del 2023 in *Occitanie*, in particolare sulle linee Mazamet – Toulouse e Rodez – Toulouse. Il convoglio modificato circolerà quindi per tutto il 2024 nelle regioni *Nouvelle-Aquitaine*, *Grand Est* e *Centre-Val de Loire*.

L'implementazione industriale della soluzione di ibridazione su altri convogli *dual-mode* *Régiolis* deve ancora essere specificata e potrebbe iniziare non appena le Regioni, gli enti organizzatori del trasporto passeggeri regionale, decideranno in tal senso.

- Finanziamento

SNCF e Alstom contribuiscono ciascuna con 3,8 milioni di euro, le regioni *Occitanie*, *Nouvelle-Aquitaine* e *Grand Est*, ciascuna con un contributo di 3 milioni di euro, 250.000 euro dalla regione *Centre Val de Loire*, per un budget totale di 16,85 milioni di euro.

C. FANICHET, Presidente e Amministratore Delegato di SNCF *Voyageurs* ha dichiarato: “Nella battaglia che stiamo conducendo per conto delle Regioni per la decarbonizzazione dei Treni Regionali, abbiamo scelto di investire sui treni ibridi, che rappresentano una soluzione utile per ridurre le emissioni di CO₂ in modo rapido ed efficace. Insieme all'idrogeno e ai biocarburanti, i treni ibridi sono una parte fondamentale della gamma di tecnologie in cui stiamo investendo nell'ambito del nostro programma PLANETER per allontanarci dal diesel”.

P. BRU, direttore regionale di SNCF *Voyageurs Occitanie* ha commentato: “Siamo molto orgogliosi di dare il benvenuto in *Occitanie* al primo treno ibrido della flotta LiO che circola sulle linee Toulouse-Mazamet e Toulouse-Rodez. Le competenze dei team tecnici di SNCF e Alstom hanno permesso di raccogliere la sfida di integrare un sistema di trazione innovativo in un materiale rotabile esistente, aprendo così la strada alla decarbonizzazione dei treni regionali. Nell'ambito dell'accordo 2023-2032, SNCF *Voyageurs* e la Regione Occitania si sono poste l'ambizioso obiettivo di ridurre del 40% le emissioni di CO₂ per passeggero-chilometro. Con il primo treno regionale ibrido, l'Occitania è l'unica regione coinvolta in tutte le sperimentazioni di materiale rotabile innovativo per ridurre le emissioni di CO₂, in modo efficiente e rapido”.

B. CARNIEL, amministratore delegato del sito Alstom di Tarbes, ha dichiarato: “I test sul primo treno ibrido Régiolis dimostrano che l'ibridazione dei treni diesel è una soluzione realistica, sia tecnicamente che economicamente, per ridurre il consumo di energia e le emissioni di gas serra.

Alstom è particolarmente orgogliosa di vedere il treno ibrido nella regione dell'Occitania, poiché il sistema di trazione è stato progettato a Tarbes, sapendo che questa è la più grande innovazione di questo treno”.

A. PICARD, amministratore delegato di CAF in Francia, ha dichiarato: “I risultati di questi primi test della versione ibrida del Régiolis sono il frutto del lavoro congiunto tra i team Alstom e quelli del sito CAF di Reichshoffen. Siamo orgogliosi di partecipare allo sviluppo di una versione ibrida dei treni Régiolis, che rappresenta una soluzione alla sfida della decarbonizzazione del trasporto ferroviario”.

C. DELGA, Presidente della Regione *Occitanie / Pyrénées-Méditerranée*, Presidente di “*Régions de France*” ha dichiarato: “Siamo molto orgogliosi di ospitare l'ultima fase delle prove sui treni ibridi nella regione *Occitanie*! È il momento clou di una fantastica partnership che coinvolge 4 regioni francesi insieme ad Alstom e SNCF. Ora compiamo un altro passo decisivo verso il servizio commerciale. Fare dell'Occitania una regione pioniera ed esemplare in termini di innovazione e trasporti a basse emissioni di carbonio passa naturalmente attraverso il treno. Già nel 2018 ho impegnato la Regione, insieme ai nostri partner, in questo esperimento di treno ibrido, che offre prospettive reali in termini di risparmio energetico e riduzione delle emissioni di gas serra.

Nel futuro andremo ancora oltre, poiché Montréjeau-Luchon sarà la prima linea a viaggiare interamente su treni alimentati a idrogeno entro il 2025/26. E attraverso il nostro nuovo accordo adottato quest'anno, stiamo perseguendo il nostro obiettivo di raggiungere una riduzione del 40% delle emissioni di carbonio sulla rete ferroviaria regionale entro il 2032. Sono convinto che il treno rimanga la nostra migliore risorsa nella battaglia per ridurre l'impronta di carbonio dei nostri viaggi. Questo è il nostro Patto verde per l'Occitania”.

A. ROUSSET, Presidente della Regione *Nouvelle-Aquitaine* ha com-

mentato: “L'ecologizzazione della flotta dei treni TER è una delle principali ambizioni stabilite in *Néo Terra*, la tabella di marcia della Regione *Nouvelle-Aquitaine* per accelerare la transizione ecologica, uno degli obiettivi essendo decarbonizzare i trasporti e togliere il diesel dai treni regionali entro il 2030. Per raggiungere questo obiettivo, nella Regione sono allo studio diverse tecnologie e innovazioni: batterie ricaricabili, bioGNV, biodiesel (B100), idrogeno e, naturalmente, l'ibridazione, che sono lieto di presente, e posso assicurarvi che non vediamo l'ora di vedere questo treno circolare sulle linee ferroviarie *Nouvelle-Aquitaine* nel 2023. Un TER ibrido sarà presto sui binari, il che è un'ottima notizia per i nostri utenti, per l'industria e per il pianeta”.

F. LEROY, Presidente della Regione *Grand Est*, ha evidenziato: “Per garantire il successo della transizione energetica, la Regione *Grand Est* ha il dovere di sviluppare un trasporto di massa privo di emissioni di carbonio. Già pioniere con il *Réseau Express Métropolitain Européen* (REME) di Strasburgo, è determinato ad andare ancora oltre rendendo più ecologici i treni che gestisce attualmente. Il successo del test del treno ibrido è il primo passo verso il raggiungimento degli obiettivi di questa strategia. Questa strategia, attualmente in fase di sviluppo da parte della Regione e di *SPL Grand Est Mobilités*, si baserà su una gamma di soluzioni basate sull'elettrificazione delle linee, sulle batterie ricaricabili di bordo, sul BioGNV, sull'idrogeno, sui biocarburanti, sull'ibridazione e sui relativi ecosistemi. Queste azioni, che la Regione ha già intrapreso da diversi anni con l'acquisizione di materiale rotabile elettrico o dual-mode, stanno proseguendo con l'elettrificazione in corso della linea Parigi – Troyes, la sperimentazione di treni leggeri a batteria e l'introduzione di treni a idrogeno, tra i primi in Francia, prodotti a Reichshoffen, che funzioneranno con idrogeno verde sviluppato dalla regione del *Grand Est* e dai suoi partner, una scelta unica in Francia”.

F. BONNEAU, Presidente della Regione *Centre Val de Loire*, ha concluso: “Il tema della mobilità in tutta la regione *Centre Val de Loire* è la nostra priorità. Si tratta di salvare e rinnovare le linee locali, per le quali abbiamo assunto un impegno importante con il governo francese, nonché la questione vitale del rinnovo del materiale rotabile. Ecco perché abbiamo deciso di lavorare insieme ad altre regioni per promuovere l’ibridazione del materiale rotabile esistente. Saremo quindi orgogliosi di accogliere molto presto questo prototipo di convoglio, in particolare sulla linea Bourges – Montluçon, attualmente in fase di ristrutturazione. Il successivo passaggio alla fase di produzione di questo programma di ibridazione dimostra la rilevanza di questo progetto multi-partner e offre uno sguardo, nel prossimo futuro, a treni più puliti e il più vicino possibile alle regioni e ai loro abitanti” (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 14 giugno 2023).

France: successful tests for the first regional hybrid train on the Toulouse-Mazamet and Toulouse-Rodez lines

The first hybrid electric-diesel-battery regional train underwent its first tests at the beginning of April on the Toulouse-Mazamet and Toulouse-Rodez lines (in the South of France). The aim was to observe how the hybrid train performs on real line profiles and in real conditions (according to the timetable of a commercial service). At the end of this test phase, on 14 June, this innovative train (Fig. 1) was presented at the Occitanie Technicentre by J. GIBELIN, Vice-President of the Occitanie Region with responsibility for Mobility and Transport Infrastructure, P. BRU, Regional Director of SNCF Voyageurs Occitanie, and K. ALBOUCHI, Director of the Régiolis Hybrid and Hydrogen Projects at Alstom. Commercial service will begin in a few months, as soon as the Etablissement Public de Sécurité Ferroviaire (EPSF) has issued the necessary authorisations for passenger transport.

This electric-diesel-battery regional train is the first hybridisation project



(Fonte – Source: Alstom)

Figura 1 – Il primo treno regionale francese a utilizzare le batterie per la trazione.
Figure 1 – France’s first regional train to use batteries for propulsion.

for a Régiolis train in France. It was launched in 2018 by the SNCF Group and Alstom, with the mobilisation and financial participation of 4 French Regions (Occitanie, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine, and Centre-Val de Loire), and the provision by the Occitanie Region of a trainset from its fleet. The objectives are to reduce energy consumption and cut greenhouse gas emissions, thanks to a solution that allows the existing thermal fleet to be modified without having to modify the existing infrastructure.

Along with the battery-powered train and the hydrogen train, the hybrid train is one of the three decarbonisation technologies that the SNCF Group is developing with its partners Alstom, CAF, and the French Regions for passenger transport on non-electrified (or partially electrified) regional lines.

- France’s first regional train to use batteries for propulsion

Hybridization of the Régiolis trainset involved replacing half of the thermal engines with energy storage systems consisting of lithium-ion batteries. This operation was carried out at the beginning of 2021 at the CAF site in Reichshoffen, following an initial validation phase for the new energy storage systems at the end of

2020 at the Alstom site in Tarbes, centre of excellence for “green traction” systems.

- One car of the train has also been temporarily fitted with a laboratory and multiple sensors to measure the train’s energy flows.

Equipped with its two energy storage systems and its laboratory car, the trainset has started its tests in the second half of 2021. A static and dynamic fine-tuning phase at up to 60 km/h took place at Reichshoffen to check the train’s operation and test the hybrid traction mode. Tests then continued on the Vélím test track (in the Czech Republic), with validation and certification tests at up to 160 km/h. This enabled all the train’s new traction modes to be tested at their operating speed, and the route simulation models to be validated.

- First positive feedbacks

The tests showed that the train performed as expected. The braking energy recovery rate, used to recharge the batteries, is very high, at over 90%, enabling energy savings of up to 20%, depending on the route. The zero-emission battery-powered mode is designed to power the train for a few km without the need to use internal combustion engines, a feature that could

be useful for low-carbon journeys in built-up areas. On non-electric lines, the hybrid regional train retains the range of the initial model for up to 1,000 km.

- **Next steps**

With the final tests on the national rail network having taken place in April, SNCF Voyageurs has now to submit the admission file to the Etablissement public de sécurité ferroviaire (EPSF) with a view to obtaining the necessary authorisations for its commercial operation. SNCF Voyageurs will also use this period to prepare for the launch of the trainset in the various regions (traffic plan, staff training, etc.).

The start of the experimental commercial service is scheduled for the end of 2023 in Occitanie, particularly on the Mazamet – Toulouse and Rodez – Toulouse lines. The modified trainset will then run throughout 2024 in the Nouvelle-Aquitaine, Grand Est, and Centre-Val de Loire regions.

The industrial deployment of the hybridisation solution on other dual-mode Régiolis trainsets still needs to be specified, and could begin as soon as the Regions, the organising authorities for regional passenger transport, decide to do so.

- **Funding**

SNCF and Alstom each contributing 3.8 million euro, The Occitanie, Nouvelle-Aquitaine and Grand Est regions, each contributing 3 million euro, 250,000 euro from the Centre Val de Loire Region, giving a total budget of 16,85 million euro.

C. FANICHET, Chairman and CEO of SNCF Voyageurs said: “In the battle we are waging on behalf of the Regions to decarbonise Regional Trains, we have chosen to invest in hybrid trains, which are a useful solution for reducing CO₂ emissions quickly and effectively. Alongside hydrogen and bio-fuels, hybrid trains are a key part of the range of technologies we are investing in as part of our PLANETER programme to move away from diesel”.

P. BRU, Regional Director of SNCF

Voyageurs Occitanie commented “We are very proud to welcome to Occitanie the first hybrid train from the fleet to run on the Toulouse-Mazamet and Toulouse-Rodez lines. The skills of the SNCF and Alstom technical teams have made it possible to meet the challenge of integrating an innovative traction system into an existing rolling stock, thus paving the way for the decarbonisation of regional trains. As part of the 2023-2032 agreement, SNCF Voyageurs and the Occitanie Region have set themselves the ambitious target of reducing CO₂ emissions per passenger kilometre by 40%. With the first hybrid regional train, Occitanie is the only region involved in all the trials of innovative rolling stock to reduce CO₂ emissions, efficiently and quickly”.

B. CARNIEL, Managing Director of Alstom's Tarbes site appointed: “The tests on the first Régiolis hybrid train show that hybridisation of diesel trains is a realistic solution, both technically and economically, for reducing energy consumption and greenhouse gas emissions. Alstom is particularly proud to see the hybrid train in the Occitanie region, since the traction system was designed in Tarbes, knowing that this is the greatest innovation of this train”.

A. PICARD, Managing Director of CAF in France said: “The results of these initial tests of the hybrid version of the Régiolis are the fruit of joint work between the Alstom teams and those at the CAF site in Reichshoffen. We are proud to be taking part in the development of a hybrid version of the Régiolis trains, which represents a solution to the challenge of decarbonising rail transport”.

C. DELGA, President of the Occitanie / Pyrénées-Méditerranée Region, President of ‘Régions de France’ told: “We're very proud to host the latest phase of the hybrid train trials in the Occitanie region! It's the highlight of a fantastic partnership involving 4 French Regions alongside Alstom and SNCF. Now, we are taking another decisive step towards commercial service. Making Occitanie a pioneering and exemplary region in terms of inno-

vation and low-carbon transport naturally involves the train. As early as 2018, I committed the Region, alongside our partners, to this hybrid train experiment, which offers real perspectives in terms of energy savings and reducing greenhouse gas emissions.

In the future, we'll be going even further, as Montréjeau – Luchon will be the first line to run entirely on hydrogen-powered trains by 2025/26. And through our new agreement adopted this year, we are pursuing our objective of achieving a 40% reduction in carbon emissions on the liO regional train network by 2032. I am convinced that the train remains our best asset in the battle to reduce the carbon footprint of our journeys. That's what our Green Pact for Occitanie is all about”.

A. ROUSSET, President of the Nouvelle-Aquitaine Region commented: “The greening of the TER train fleet is one of the major ambitions set out in Néo Terra, the Nouvelle-Aquitaine Region's roadmap for accelerating the ecological transition, one of the objectives being to decarbonise transport and get regional trains off diesel by 2030. To achieve this, several technologies and innovations are being considered in the Region: rechargeable batteries, bioGNV, biodiesel (B100), hydrogen, and of course hybridisation, which I'm delighted to be presenting here, and I can assure you that we can't wait to see this train running on Nouvelle-Aquitaine rail lines in 2023. A hybrid TER will very soon be on the rails, which is excellent news for our users, for the industry and for the planet”.

F. LEROY, President of the Grand Est Region, highlighted: “To make a success of the energy transition, the Grand Est Region has a duty to develop carbon-free mass transport. Already a pioneer with Strasbourg's Réseau Express Métropolitain Européen (REME), it is determined to go even further by greening the trains it currently operates. Successful test of the hybrid train is the first step towards achieving the objectives of this strategy. This strategy, currently being developed by the Region and SPL

Grand Est Mobilités, will be based on a range of solutions based on the electrification of lines, on-board rechargeable batteries, BioGNV, hydrogen, bio-fuels, hybridisation, and their associated ecosystems. These actions, which the Region has already been taking for several years with the acquisition of electric or dual-mode rolling stock, are being continued with the ongoing electrification of the Paris – Troyes line, the trials of battery-powered light trains and the introduction of hydrogen trains, among the first in France, produced in Reichshoffen, which will run on green hydrogen developed by the Grand Est region and its partners, a choice that is unique in France”.

F. BONNEAU, President of the Centre Val de Loire Region, concluded: “The issue of mobility throughout the Centre-Val de Loire region is our priority. It involves saving and renovating local lines, to which we have made a major commitment with the French government, as well as the vital issue of renewing rolling stock. That’s why we’ve decided to work alongside other regions to promote the hybridisation of existing rolling stock. We will therefore be proud to welcome this prototype trainset very soon, particularly on the Bourges – Montluçon line, which is currently being renovated. The subsequent transition to the production phase of this hybridisation programme demonstrates the relevance of this multi-partner project, and offers a glimpse, in the near future, of cleaner trains that are as close as possible to the regions and their inhabitants” (From: Alstom Press Release, June 14th, 2023).

Svizzera: best-seller internazionale, vendita del 2500° Flirt Multiple Unit

L’ultimo ordine ricevuto da Stadler per il suo modello FLIRT ha permesso all’azienda di raggiungere un traguardo fondamentale. Il contratto per quattro unità multiple elettriche FLIRT per la regione italiana della Valle d’Aosta segna la vendita della 2.500a unità multipla della fortunata famiglia FLIRT. FLIRT è l’acronimo di *Flinker Leichter Intercity- und Re-*

gional-Triebzug (inglese: “treno interurbano e regionale veloce, leggero, innovativo”) ed è diventata una delle piattaforme più popolari e di successo per i moderni veicoli ferroviari.

I primi FLIRT sono stati progettati come treni articolati a quattro carrozze con due carrelli terminali di trazione. Il design ha seguito la stessa filosofia di trazione concentrata dell’innovativo vagone articolato (GTW) di Stadler, ma spostando la trazione alle estremità dell’unità multipla. Ciò ha portato a uno spazioso interno a pianale ribassato lungo l’intera lunghezza del treno, stabilendo nuovi standard nel mercato delle unità multiple regionali. Il concetto innovativo è stato utilizzato per la prima volta nella S-Bahn di Zugo per le Ferrovie federali svizzere (FFS), ma Stadler non si è fermato qui.

Negli ultimi 20 anni sono stati apportati continui miglioramenti al FLIRT e sono state sviluppate una varietà di nuove opzioni in termini di tecnologia di azionamento. Oltre alla trazione completamente elettrica, i moduli di propulsione sono ora disponibili anche per il funzionamento a idrogeno, a batteria e diesel o per l’utilizzo di soluzioni ibride che combinano diverse di queste tecnologie. L’ultima innovazione incorpora le soluzioni di segnalazione interne di Stadler, risultando in un veicolo altamente digitalizzato. Il FLIRT è stato un importante catalizzatore per la storia di successo di Stadler negli ultimi decenni.

“Quando abbiamo lanciato FLIRT, era un concetto estremamente impressionante. Essere imitati dai principali produttori di veicoli ferroviari è stato un gradito riconoscimento per Stadler e uno stimolo per ulteriori innovazioni. Il successo del FLIRT è merito del nostro team dedicato. Ci sforziamo costantemente di sviluppare e migliorare il veicolo. La vendita del 2.500esimo FLIRT è una pietra miliare significativa per Stadler e dimostra l’eccezionale qualità e le prestazioni dei nostri veicoli. Siamo orgogliosi che FLIRT sia apprezzato dagli operatori ferroviari e dai clienti di tutto il mondo e che stia

contribuendo a rendere il trasporto ferroviario più efficiente e più attraente”, afferma P. SPUHLER, presidente esecutivo del consiglio di amministrazione di Stadler.

- Dalla Svizzera al resto del mondo

La storia di successo del FLIRT è iniziata con un ordine pionieristico delle Ferrovie federali svizzere (FFS) nel 2002. Stadler ha vinto una gara d’appalto per consegnare dodici FLIRT alla Stadtbahn Zug e altri 30 FLIRT alla S-Bahn di Basilea. Queste composizioni iniziali furono messe in servizio circa due anni dopo e si dimostrarono molto apprezzate dai passeggeri.

Il FLIRT non solo ha conquistato il mercato svizzero, ma è stato anche accolto molto bene a livello internazionale. La Norvegia in particolare è diventata uno dei mercati di vendita più importanti per il FLIRT. Le ferrovie statali norvegesi NSB hanno ordinato un totale di 150 FLIRT da utilizzare sulla rete ferroviaria suburbana di Oslo o come treni intercity. Le rotte che operano con i treni FLIRT hanno registrato un aumento del numero di passeggeri fino al 20% senza che siano state prese altre misure di orario. Un passeggero ferroviario su due in Norvegia ora viaggia su un treno Stadler. Nel marzo di quest’anno, la società statale Norske tog ha firmato un altro contratto con Stadler per la produzione e la consegna di un massimo di 100 FLIRT aggiuntivi. La più grande flotta FLIRT al di fuori della Svizzera è attualmente in servizio in Germania, dove quasi 500 veicoli vengono utilizzati da vari operatori per il trasporto espresso regionale e regionale.

- La ricetta del successo: la struttura modulare del FLIRT

Il FLIRT combina un design intelligente e innovativo con una tecnologia collaudata. È anche estremamente versatile grazie al collaudato concetto di modulo di Stadler. Il FLIRT è una risposta economica all’urbanizzazione e alla crescente pressione nel mercato dei trasporti grazie al suo sistema di trasmissione ad alte presta-

zioni, eccellenti caratteristiche di accelerazione e frenata, proprietà di guida ergonomiche, design interno confortevole e configurazione modulare funzionale.

- Ampia varietà di opzioni di trazione

Nel 2015 la regione Valle d'Aosta ha ordinato i primi treni FLIRT con guida bimodale. Oggi, il modello FLIRT di Stadler offre una varietà di soluzioni di azionamento che soddisfano le esigenze dei clienti pur essendo rispettose dell'ambiente ed efficienti allo stesso tempo.

Oltre ai modelli con trazione completamente elettrica, diesel o mista, Stadler produce anche FLIRT con trazione alternativa come batteria e idrogeno. Stadler sta fornendo 55 treni FLIRT Akku a batteria al Nahverkehrsverbund Schleswig-Holstein (NAH.SH) e 58 treni FLIRT Akku a batteria alla DB Regio in Germania, ad esempio. Sta inoltre sviluppando il primo FLIRT alimentato a idrogeno per la San Bernardino County Transportation Authority (SBCTA) americana. Inoltre, Stadler detiene il record mondiale per il viaggio più lungo in un treno a batteria in modalità solo batteria con il suo modello FLIRT Akku (Da: Comunicato Stampa StadlerRail, 16 giugno 2023).

Switzerland: an international best-seller, sale of the 2,500th Flirt Multiple Unit

The latest order received by Stadler for its FLIRT model has enabled the company to reach a landmark milestone. The contract for four FLIRT electric multiple units for the Italian region of Valle d'Aosta marks the sale of the 2,500th multiple unit from the successful FLIRT family. FLIRT stands for *Flinker Leichter Intercity- und Regional-Triebzug* (English: "fast, light, innovative intercity and regional train") and has become one of the most popular and successful platforms for modern rail vehicles.

The first FLIRTs were designed as four-car articulated trains with two traction end bogies. The design fol-

lowed the same philosophy of concentrated traction as in Stadler's innovative articulated railcar (GTW), but shifting the traction to the ends of the multiple unit. This resulted in a spacious low-floor interior along the whole length of the train, setting new standards in the market for regional multiple units. The innovative concept was first used in the Zug S-Bahn for Swiss Federal Railways (SBB), but Stadler did not stop there.

Continuous improvements have been made to the FLIRT over the last 20 years, and a variety of new options have been developed in terms of drive technology. As well as full electric traction, drive modules are now also available for hydrogen, battery and diesel operation, or using hybrid solutions combining several of these technologies. The latest innovation incorporates Stadler's in-house signalling solutions, resulting in a highly digitised vehicle. The FLIRT has been an important catalyst for Stadler's success story over the last few decades.

"When we launched the FLIRT, it was an extremely impressive concept. Being imitated by the major rail vehicle manufacturers was a welcome acknowledgement for Stadler – and a driver for further innovation. The success of the FLIRT is a credit to our dedicated team. We are constantly endeavouring to develop and improve the vehicle. The sale of the 2,500th FLIRT is a significant milestone for Stadler and demonstrates the outstanding quality and performance of our vehicles. We are proud that the FLIRT is appreciated by rail operators and customers worldwide, and that it is helping to make rail transport more efficient and more attractive," says P. SPUHLER, Executive Chairman of Stadler's Board of Directors.

- From Switzerland to the wider world

The success story of the FLIRT began with a pioneering order from Swiss Federal Railways (SBB) in 2002. Stadler won a tender to deliver twelve FLIRTs to Stadtbahn Zug and a further 30 FLIRTs to Basel S-Bahn. These initial compositions were put

into service about two years later and proved very popular with passengers.

The FLIRT not only conquered the Swiss market, but was also very well received internationally. Norway in particular has become one of the most important sales markets for the FLIRT. The Norwegian state railway NSB has ordered a total of 150 FLIRTs for use on the Oslo suburban train network or as intercity trains. Routes that operate with FLIRT trains have witnessed an increase in passenger numbers of up to 20 percent without any other timetable measures being taken. Every second rail passenger in Norway now travels on a Stadler train. In March of this year, the state-owned company Norketog signed another contract with Stadler for the manufacture and delivery of up to 100 additional FLIRTs. The largest FLIRT fleet outside Switzerland is currently in service in Germany, where almost 500 vehicles are used by various operators for regional and regional express transport.

- Recipe for success: the FLIRT's modular structure

The FLIRT combines an intelligent, innovative design with tried-and-tested technology. It is also extremely versatile thanks to Stadler's proven module concept. The FLIRT is a cost-effective response to urbanisation and the growing pressure in the transport market on account of its high-performance drive system, excellent acceleration and braking characteristics, ergonomic driving properties, comfortable interior design and functional modular set-up.

- Wide variety of drive options

In 2015, the Valle d'Aosta region ordered the first FLIRT trains with bimodal drive. Today, Stadler's FLIRT model offers a variety of drive solutions that meet customers' needs whilst being environmentally friendly and efficient at the same time.

Alongside models with fully electric, diesel or mixed drive, Stadler also produces FLIRTs with alternative drives such as battery and hydrogen. Stadler is supplying 55 battery-powered FLIRT Akku trains to

Nahverkehrsverbund Schleswig-Holstein (NAH.SH) and 58 battery-powered FLIRT Akku trains to DB Regio in Germany, for example. It is also developing the first hydrogen-powered FLIRT for the American San Bernardino County Transportation Authority (SBCTA). Moreover, Stadler holds the world record for the longest journey in a battery-powered train in battery-only mode with its FLIRT Akku model (From: StadlerRail Press Release, June 16th, 2023).

TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

USA: per Southeastern Pennsylvania Transportation Authority, 130 veicoli elettrici Citadis light rail a pianale ribassato

La Southeastern Pennsylvania Transportation Authority (SEPTA) ha firmato un contratto con Alstom per la consegna di 130 tram elettrici a pianale ribassato per un valore di oltre 667 milioni di euro (circa 718,2 milioni di dollari), con la possibilità di costruire altri 30 tram. L'accordo prevede la consegna di veicoli Citadis su rotaia leggera (LRV) completamente personalizzati, sostenibili e di nuova generazione, progettati specificamente per il Nord America e realizzati per percorrere le strade storiche di Filadelfia.

I nuovi tram Citadis (Fig. 2) forniranno una soluzione di mobilità ad alta efficienza energetica che utilizza una tecnologia di trazione all'avanguardia e comprovata dal servizio e offre una riduzione del 20% del consumo energetico rispetto a una soluzione di metropolitana leggera standard. Inoltre, l'efficienza energetica si ottiene integrando luci a LED e aria condizionata basata su sensori, e ogni veicolo è riciclabile al 99% alla fine della sua durata di vita di 30 anni.

Le carrozze saranno dotate di pavimenti ribassati al 100% con corridoi più ampi per facilitare il movimento e l'accessibilità dei passeggeri, rampe a tutte le porte per l'accesso ai



(Fonte – Source: Alstom)

Figura 2 – Visione del tram acquistato dalla SEPTA per la città di Philadelphia.
Figure 2 – Vision of the tram purchased by SEPTA for the city of Philadelphia.

disabili, sistemi di messaggistica audio e video per informare e comunicare le prossime fermate e le modifiche del servizio ai passeggeri e posti a sedere in stile metropolitano caratterizzati da interni flessibili che ospitano oggetti più grandi adattandosi alla capacità, alla domanda e alle necessità, nonché spazi designati per sedie a rotelle, deambulatori, passeggini e biciclette. I nuovi tram aiuteranno anche SEPTA a fornire un servizio più rapido e affidabile che trasporta più passeggeri, utilizza meno energia, raggiunge più destinazioni e, soprattutto, fornisce un servizio equo per tutti.

“Siamo orgogliosi di essere stati selezionati dalla Southeastern Pennsylvania Transportation Authority per costruire e fornire 130 LRV di nuova generazione”, ha affermato M. KEROUILLÉ, Presidente di Alstom Americas. “I nuovi tram Citadis offriranno un servizio più efficiente, accessibile ed equo alla popolazione della metropoli di Filadelfia, in quanto sostituiranno l'attuale flotta SEPTA che risale agli anni '80. Siamo entusiasti dell'opportunità di servire oltre 80.000 utenti giornalieri con un'espe-

rienza più accessibile, confortevole e moderna”.

Le sette linee di tram di SEPTA percorrono 68 miglia e collegano le comunità a ovest, sud-ovest e nord di Filadelfia e della contea di Delaware direttamente con i due più grandi centri per l'impiego e la salute della regione, Center City e University City. Gli attuali filobus hanno servito i motociclisti dall'inizio degli anni '80.

I tram saranno prodotti negli Stati Uniti, presso lo stabilimento Hornell di Alstom nello stato di New York, che vanta anni di comprovata esperienza e le capacità consolidate necessarie per soddisfare i requisiti “Buy America”. Alstom ha investito molto nel sito di Hornell negli ultimi anni, compresa la costruzione di un impianto di produzione di scocche in acciaio inossidabile per localizzare la produzione di scocche di automobili, che fornirà un maggiore controllo di qualità sull'intero processo produttivo per SEPTA. Inoltre, Alstom produrrà il sistema di propulsione avanzato per i tram presso il suo centro di eccellenza nordamericano per la ricerca, lo sviluppo e l'ingegneria della

tecnologia di propulsione avanzata a West Mifflin, in Pennsylvania.

La gamma Citadis di Alstom di tram a pianale ribassato e veicoli su rotaia leggera offre un trasporto moderno ed efficiente dal punto di vista energetico per le città. Con un'ampia varietà di soluzioni per il funzionamento senza catenaria, i prodotti Citadis sono particolarmente adatti per nuove linee e progetti di rinnovamento urbano. Dall'entrata in servizio del primo tram nel 2000, i tram Citadis hanno percorso oltre 1 miliardo di chilometri e trasportato 10 miliardi di passeggeri. Più di 3.000 veicoli Citadis sono stati ordinati o sono già in servizio in 70 città – tra cui Parigi, Nizza, Caen, Nantes, Francoforte, Rotterdam, Dublino, Barcellona, Atene, Dubai, Lusail, Casablanca e Sydney – in più di 20 paesi (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 1 giugno 2023).

USA: for Southeastern Pennsylvania Transportation Authority, 130 low floor electric Citadis light rail vehicles

Southeastern Pennsylvania Transportation Authority (SEPTA) has signed a contract with Alstom to deliver 130 full low floor electric streetcars valued at over €667 million (approximately USD\$ 718.2 million), with options to build an additional 30 streetcars. The agreement calls for the delivery of fully customised, sustainable, next-generation Citadis light rail vehicles (LRVs) specifically designed for North America and made to navigate the historic streets of Philadelphia.

The new Citadis streetcars (Fig. 2) will provide an energy-efficient mobility solution that utilises state-of-the-art, service-proven traction technology and offers a 20% reduction in energy consumption compared to a standard light rail solution. Additionally, energy efficiency is achieved by integrating LED lights and sensor-based air-conditioning, and each vehicle is 99% recyclable at the end of its 30-year lifespan.

The cars will feature 100 percent full low floors with wider aisles to facilitate passenger movement and ac-

cessibility, ramps at all doors for disabled access, audio and visual messaging systems to inform and communicate upcoming stops and service changes to passengers and metro-style seating characterised by flexible interiors that accommodate larger items while adjusting to capacity, demand and need, as well as designated spaces for wheelchairs, walkers, strollers, and bicycles. The new streetcars will also help SEPTA provide a faster and more reliable service that carries more passengers, uses less energy, reaches more destinations, and above all, provides equitable service for everyone.

"We are proud to be selected by the Southeastern Pennsylvania Transportation Authority to build and supply 130 next-generation LRVs," said M. KEROULLÉ, President, Alstom Americas. "The new Citadis streetcars will bring more efficient accessible and equitable service to the people of Philadelphia's metropolis, as they will replace the existing SEPTA fleet that dates from the 80's. We are thrilled with the opportunity to serve over 80,000 daily riders with a more accessible, comfortable, and modern experience."

SEPTA's seven trolley lines run for 68 miles and connect communities in west, southwest and north Philadelphia and Delaware County directly with the region's two largest employment and healthcare centres, Center City and University City. The current trolley vehicles have served riders since the early 1980s.

The streetcars will be manufactured in the United States, at Alstom's Hornell facility in upstate New York, which has years of proven experience and the established capabilities necessary to meet "Buy America" requirements. Alstom has invested extensively in the Hornell site over the past few years, including the construction of a stainless-steel car body shell manufacturing facility to localise car body shell production, which will provide greater quality control over the entire production process for SEPTA. Additionally, Alstom will manufacture the advanced propulsion system for the streetcars at its North American centre of excellence

for advanced propulsion technology research and development and engineering in West Mifflin, Pennsylvania.

Alstom's Citadis range of low-floor trams and light rail vehicles offers modern and energy-efficient transportation for cities. With a wide variety of solutions for catenary-free operation, Citadis products are especially suited for new lines and urban renewal projects. Since the first tram entered service in 2000, Citadis trams have covered over 1 billion km and transported 10 billion passengers. More than 3,000 Citadis vehicles have been ordered or are already in successful revenue service in 70 cities – including Paris, Nice, Caen, Nantes, Frankfurt, Rotterdam, Dublin, Barcelona, Athens, Dubai, Lusail, Casablanca and Sydney – in more than 20 countries (From: Alstom Press Release, June 1st, 2023)

TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION

Svizzera: Logtainer e Hupac rafforzano la collaborazione

Hupac SA e Logtainer S.R.L., hanno perfezionato in data 31 maggio 2023 lo scambio di piccole, ma significative quote di proprietà delle reciproche azioni/quote sociali. Questa operazione, voluta dalle rispettive proprietà, manifesta l'intenzione di rafforzare ulteriormente la collaborazione stretta a gennaio 2021, nata per sviluppare e integrare le proprie reti, per offrire al mercato marittimo intercontinentale soluzioni che vanno nella direzione di incrementare il traffico ferroviario, andando incontro alle esigenze del mercato, con importanti vantaggi sia in ordine di maggior affidabilità, sia ambientali in termini di risparmi di CO₂ (Da: *Comunicato Stampa Hupac*, 6 giugno 2023).

Switzerland: Logtainer and Hupac strengthen cooperation

Hupac SA and Logtainer S.R.L., completed on 31 May 2023 the exchange of small but significant stakes in the reciprocal shares/shares. This

operation, desired by the respective owners, demonstrates the intention to further strengthen the collaboration established in January 2021, born to develop and integrate their networks, to offer the intercontinental maritime market solutions that go in the direction of increasing rail traffic, meeting to market needs, with important advantages both in terms of greater reliability and environmental in terms of CO₂ savings (From: Hupac Press Release, June 6th, 2023).

INDUSTRIA MANUFACTURES

Spagna: il progetto futuro dei 201 treni ad alta capacità Coradia Stream per RENFE

Il Ministro dei Trasporti, della Mobilità e dell'Agenda Urbana spagnolo, R. SÁNCHEZ, e il Presidente di RENFE, R. BLANCO, hanno visitato il

sito industriale di Alstom in Catalogna, dove il futuro progetto dei 201 treni ad alta capacità Coradia Stream che Alstom fornirà a RENFE in Spagna sono stati presentati.

I nuovi treni (Fig. 3), con 6 carrozze ciascuno (4 carrozze a pianale ribassato e 2 carrozze a due piani), avranno una capacità di oltre 900 passeggeri. Le 12 porte per lato, distribuite uniformemente lungo il treno, migliorano i tempi di sosta in stazione velocizzando il flusso dei passeggeri e la capacità di trasporto delle reti extraurbane. Inoltre, i futuri treni, completamente accessibili alle persone a mobilità ridotta, disporranno di spazi per sedie PRM e spazi multifunzionali per biciclette, valigie, carrozzine e altro.

Tecnicamente, i nuovi veicoli saranno dotati di attrezzature all'avanguardia per migliorare l'affidabilità e la puntualità. Inoltre, la tecnologia implementata consentirà di raccogliere migliaia di dati al secondo dall'intera flotta. Queste informazio-

ni in tempo reale garantiscono un processo decisionale operativo più efficiente, che si tradurrà in un servizio migliore per i pendolari.

Le prime tre unità attualmente in produzione e il processo di convalida e certificazione inizieranno nel 2024. Una volta terminato, inizierà la produzione in serie delle restanti 198 unità, con l'obiettivo di consegnare a RENFE da 3 a 4 treni ogni mese.

Durante la visita allo stabilimento, accompagnato dall'amministratore delegato di Alstom per Spagna e Portogallo, L. MAESTU, il ministro dei trasporti spagnolo e il presidente di RENFE ci hanno ricordato che questo ordine è il più grande mai realizzato in Spagna. Il contratto per la produzione di questi 201 treni ad alta capacità Coradia Stream ammonta a 1,8 miliardi di euro, compresa la fornitura di pezzi di ricambio e manutenzione per 56 treni per 15 anni (Da: *Comunicato Stampa Alstom-RENFE*, 15 giugno 2023).



(Fonte – Source: Alstom-RENFE)

Figura 3 – Il design futuro dei 201 treni ad alta capacità Coradia Stream per la Spagna.

Figure 3 – The future design of the 201 Coradia Stream high-capacity trains for Spain.

Spain: the future design of the 201 Coradia Stream high-capacity trains for RENFE

The Spanish Minister of Transport, Mobility and Urban Agenda, R. SANCHEZ, and the President of RENFE, R. BLANCO, visited Alstom's industrial site in Catalonia, where the future design of the 201 Coradia Stream high-capacity trains that Alstom will supply to RENFE in Spain were revealed.

The new trains (Fig. 3), with 6 cars each (4 low-floor cars and 2 double-deck cars), will have capacity for more than 900 passengers. The 12 doors on each side, evenly distributed along the train, improve station dwell time by speeding up passenger flow and the transport capacity of suburban networks. In addition, the future trains, fully accessible for people with reduced mobility, will have spaces for PRM chairs, and multifunctional spaces for bicycles, suitcases, baby prams and more.

Technically, the new vehicles will be equipped with state-of-the-art equipment to improve reliability and punctuality. In addition, technology implemented will allow for thousands of data per second to be collected from the entire fleet. This real-time information ensures more efficient operational decision-making, which will result in a better service for commuters.

The first three units that are currently being manufactured and the validation and certification process will begin in 2024. Once this is over, series production of the remaining 198 units will begin, with the aim of delivering between 3 and 4 trains to RENFE each month.

During the visit to the factory, accompanied by Alstom's Managing Director for Spain and Portugal, L. MAESTU, the Spanish Transport Minister and RENFE's President have reminded us that this order is the biggest ever in Spain. The contract for manufacturing these 201 Coradia Stream high-capacity trains amounts to 1.8 billion euro, including supply of spare parts and maintenance for 56 of the trains for 15 years (From: Alstom-RENFE Press Release, June 15th, 2023).

VARIE OTHERS

Germania: sempre più vicini al 5G sui treni

Punti fondamentali di questo progetto volto a soluzioni rapide e sostenibili per Internet gigabit ad alte prestazioni per i passeggeri ferroviari, sono:

- Il membro del consiglio di amministrazione di DB G.T. MARKOTTEN: "Ispirare le persone a prendere il treno con connessioni di alta qualità".
- Il governo federale finanzia lo studio di fattibilità e i test sul campo con circa EUR 6,4 milioni.

Deutsche Bahn (DB), il fornitore di apparecchiature di rete Ericsson, il fornitore di telecomunicazioni O2 Telefónica e l'operatore di torri cellulari Vantage Towers stanno lavorando insieme per sviluppare una soluzione che stabilisca un'ampia infrastruttura di comunicazioni mobili 5G lungo i binari dei treni in Germania. La nuova infrastruttura offrirà ai passeggeri dei treni velocità gigabit per le loro connessioni telefoniche e dati e fornirà una tecnologia di trasmissione ad alte prestazioni per l'ulteriore digitalizzazione delle operazioni ferroviarie. Oggi i partner hanno ricevuto la parola ufficiale dal ministero federale tedesco per il digitale e i trasporti (BMDV) che riceveranno finanziamenti per testare una tecnologia innovativa per la copertura delle comunicazioni mobili lungo i binari.

Il BMDV fornirà circa 6,4 milioni di euro per sostenere il *Gigabit Innovation Track* (GINT) quale componente importante della strategia gigabit del governo tedesco. I partner GINT intendono sviluppare opzioni tecniche e finanziarie per una copertura mobile 5G ad alte prestazioni e sostenibile lungo i binari.

I viaggiatori in treno si aspettano sempre più che un eccellente servizio dati e di comunicazione mobile sia una caratteristica standard sui treni. Ma l'utilizzo dei dati rappresenta una sfida. Le moderne applicazioni per

l'ufficio e l'intrattenimento utilizzano un'enorme quantità di dati, che continuerà ad aumentare nei prossimi anni. Gli esperti stimano che non appena all'inizio degli anni '30 del 2000 avremo bisogno di velocità dati fino a 5 gigabit al secondo per treno tra le torri lungo i binari e i treni in transito affinché i passeggeri a bordo sperimentino il servizio telefonico e dati con il livello di qualità che il mobile le comunicazioni dovranno incontrarsi. Quella qualità è molte volte più veloce delle velocità attualmente possibili utilizzando la tecnologia LTE di oggi.

I partner prevedono di scoprire entro la fine del 2024 come raggiungere le elevate velocità di trasmissione che saranno necessarie in futuro e come costruire l'infrastruttura necessaria in modo da ridurre al minimo l'uso delle risorse. Parte del progetto prevede la creazione di un'area di prova lungo un tratto di binario di circa dieci chilometri nel Meclemburgo-Pomerania occidentale per testare nella pratica gli approcci tecnologici e le opzioni. I piani prevedono la costruzione di dieci torri innovative di diversi design per fornire una copertura gigabit ininterrotta per la linea.

La tecnologia in fase di test include diversi design di torri, comprese torri che possono essere saldamente avvitate nel terreno senza la necessità di costose fondazioni in calcestruzzo meno sostenibili. E questo fa risparmiare tempo e riduce la CO₂.

Per fornire una copertura gigabit ai passeggeri ferroviari, i partner del progetto testeranno anche il 5G sulle frequenze da 3,6 gigahertz di O2 Telefónica. Queste frequenze consentono una trasmissione dati mobile particolarmente veloce, ma con una portata più breve rispetto all'attuale 4G. Una torre copre solo circa un chilometro di linea ferroviaria, il che significa che sono necessarie circa 20.000 nuove torri lungo i binari in tutta la Germania. Anche il *Future Rail Mobile Communication System* (FRMCS), con la sua banda dedicata a 1900 megahertz, richiederà torri aggiuntive.

Il team del progetto sta quindi anche sviluppando proposte per modelli di operatori e di cooperazione per le

industrie delle comunicazioni ferroviarie e mobili e per gli operatori delle torri, che, ad esempio, consentirebbero di condividere le torri per le connessioni FRMCS e la copertura 5G per i passeggeri senza distorcere la concorrenza. Ciò ridurrebbe tempi di costruzione, risorse e costi. I risultati del progetto aiuteranno i responsabili politici a progettare l'implementazione del 5G lungo i binari e lo schema di finanziamento.

Dr. V. WISSING, ministro federale per il digitale e i trasporti: "Aumentare l'attrattiva delle ferrovie non significa solo garantire che i treni siano puntuali e affidabili. Prendere il treno deve essere un'esperienza quanto più piacevole possibile e più comoda. Vogliamo che i treni essere in grado di fungere da ufficio mobile o soggiorno dove i passeggeri possono lavorare, riprodurre video in streaming ed effettuare chiamate senza alcun problema tecnico. Per raggiungere questa elevata qualità, dobbiamo disporre di una copertura Gigabit. la base cruciale per questo".

Dr. D. GERD TOM MARKOTTEN, membro del consiglio di amministrazione di DB per la digitalizzazione e la tecnologia: "Stiamo unendo le forze con le industrie delle comunicazioni ferroviarie e mobili e gli operatori delle torri per garantire la rapida espansione delle reti 5G lungo i nostri binari. Il nostro obiettivo è offrire la massima qualità connessioni per ispirare le persone in Germania a prendere il treno. I passeggeri dovrebbero essere in grado di lavorare online, guardare film in streaming e chattare con i propri cari sui propri dispositivi mobili con un servizio premium sui nostri treni, ogni volta che lo desiderano."

V. DAIBER, Chief Officer Legal & Corporate Affairs di O2 Telefónica: "Oggi stiamo ponendo le basi per la futura copertura gigabit lungo i binari. I consumatori vogliono poter utilizzare una rete mobile ad alte prestazioni per tutte le loro applicazioni digitali, anche quando "Sono in treno. Le compagnie ferroviarie, le società di telefonia mobile e i responsabili politici devono lavorare insieme per

abilitare il 5G veloce sui treni. Abbiamo bisogno di nuovi concetti tecnologici e finanziamenti economicamente sostenibili. Insieme, ora abbiamo l'opportunità di definire il quadro per la copertura dei gigabit in Germania rete ferroviaria».

D. LEIMBACH, amministratore delegato di Ericsson GmbH: "Creare un'infrastruttura di rete mobile ad alte prestazioni e a risparmio di risorse lungo i binari per la comunicazione dei passeggeri e il FRMCS è una sfida entusiasmante in termini di tecnologia. In qualità di leader nella tecnologia 5G, ci affidiamo a tecnologie attive e *passive multiple input multiple output* (MIMO) e *beamforming*. Il *beamforming* indirizza i segnali radio ai dispositivi riceventi utilizzando una tecnica che consente una trasmissione dei dati particolarmente mirata ed efficiente.

C. SOMMER, membro del consiglio di amministrazione di *Vantage Towers*: "La grande sfida della copertura gigabit per le ferrovie può essere risolta solo attraverso una condivisione coerente dell'infrastruttura. Per il lancio del 5G lungo i binari, ci concentriamo su concetti di torri innovativi per un servizio veloce e conveniente – implementazione efficiente e rispettosa dell'ambiente. Siamo lieti di poter contribuire in questo modo alla digitalizzazione sostenibile della Germania." (Da: *Comunicato Stampa DB*, 13 giugno 2023).

Germany: moving ever closer to 5G on trains

Focuses of this project working toward fast and sustainable solutions for high-performance gigabit internet for rail passengers, are:

- *DB Board Member G.D. MARKOTTEN: "Inspiring people to take the train with top-quality connections".*
- *Federal government to fund feasibility study and field tests with around EUR 6.4 million.*

Deutsche Bahn (DB), network equipment supplier Ericsson, telecommunications provider O2 Telefónica

and cell tower operator Vantage Towers are working together to develop a solution that would establish an extensive 5G mobile communications infrastructure along train tracks in Germany. The new infrastructure will give train passengers gigabit speeds for their telephone and data connections and provide high-performance transmission technology for further digitalizing rail operations. Today the partners received the official word from the German Federal Ministry for Digital and Transport (BMDV) that they will receive funding to test innovative technology for mobile communications coverage along tracks.

The BMDV will provide some EUR 6.4 million to support Gigabit Innovation Track (GINT) as an important component of the German government's gigabit strategy. The GINT partners plan to develop technical and financial options for high-performance and sustainable 5G mobile coverage along tracks.

Rail travelers increasingly expect excellent data and mobile communications service to be a standard feature on trains. But data usage poses a challenge. Modern office and entertainment applications use an enormous amount of data, and this will only continue to increase in the coming years. Experts estimate that as soon as the early 2030s, we will need data rates of up to 5 gigabits per second per train between the towers along the track and passing trains for passengers on board to experience telephone and data service with the level of quality that mobile communications will be expected to meet. That quality is multiple times faster than the speeds currently possible using today's LTE technology.

The partners plan to find out by the end of 2024 how to achieve the high transmission rates that will be needed in the future and how to build the necessary infrastructure in a way that minimizes the use of resources. Part of the project will involve creating a test area along a roughly 10 kilometer section of track in Mecklenburg-West Pomerania to test technological approaches and options in practice. Plans call for ten innovative towers of different de-

signs to be built to provide uninterrupted gigabit coverage for the line.

The technology being tested includes different designs of towers, including towers that can be securely screwed into the ground without the need for costly, less sustainable concrete foundations. And that saves time and cuts CO₂.

To provide gigabit coverage for rail passengers, the project partners will also test 5G on O2 Telefónica's 3.6 gigahertz frequencies. These frequencies enable especially fast mobile data transmission, but with a shorter range than today's 4G. One tower covers only around 1 kilometer of rail line, which means that around 20,000 new towers are needed along tracks throughout Germany. The Future Rail Mobile Communication System (FRMCS), with its dedicated 1900 megahertz band, will also require additional towers.

The project team is therefore also developing proposals for operator and cooperation models for the rail and mobile communications industries and tower operators, which, for example, would allow towers to be shared for FRMCS connections and 5G coverage for passengers without distorting competition. This would reduce construction time, resources and costs. The project's findings will help policymakers design the 5G rollout along tracks and the funding scheme.

Dr. V. WISSING, Federal Minister for Digital and Transport: "Increasing rail's appeal is about more than making sure trains are on time and reliable. Taking the train needs to be as pleasant an experience as possible and more convenient. We want trains to be able to serve as a traveling office or living room where passengers can work, stream videos and make calls without any technical issues at all. To achieve this high quality, we have to have gigabit coverage. The Gigabit Innovation Track project being funded will lay the crucial foundation for this."

Dr. D. GERD TOM MARKOTTEN, DB Board Member for Digitalization and Technology: "We are joining forces with the rail and mobile communications industries and tower operators to ensure the rapid expansion of 5G networks along our tracks. Our goal is to offer top quality connections to inspire people in Germany to take the train. Passengers should be able to work online, stream movies and chat with loved ones on their mobile devices with premium service on our trains, whenever they like."

V. DAIBER, Chief Officer Legal & Corporate Affairs at O2 Telefónica: "Today we are setting the course for future gigabit coverage along tracks. Consumers want to be able to use a high-performance mobile network for all their digital applications, even when they're on the train. Rail com-

panies, mobile companies and policy-makers need to work together to enable fast 5G on trains. We need new technological concepts and economically viable funding. Together, we now have the opportunity to shape the framework for gigabit coverage in Germany's rail network."

D. LEIMBACH, Managing Director of Ericsson GmbH: "Creating a high-performance and resource-saving mobile network infrastructure along tracks for passenger communication and the FRMCS is an exciting challenge in terms of technology. As the leader in 5G technology, we rely on active and passive multiple input multiple output (MIMO) and beamforming technologies. Beamforming directs radio signals to receiving devices using a technique that allows especially targeted and efficient data transmission."

C. SOMMER, member of the Management Board of Vantage Towers: "The major challenge of gigabit coverage for railways can only be solved through consistent sharing of infrastructure. For the 5G rollout along tracks, we focus on innovative tower concepts for a fast, cost-efficient and environmentally friendly implementation. We are delighted to be able to contribute to Germany's sustainable digitalization in this way." (From: DB Press Release, June 13th, 2023).



POSSANZINI

oleodinamica industriale e mobile



**Revisione e collaudo dinamico pompe, motori,
cilindri per macchine operatrici
ARMAMENTO FERROVIARIO**

*il tuo partner
ideale!*



Via Fontedamo, 18/BIS - 60035 Jesi (AN) - Italy
Tel. +39 0731 605724 / 5 - Mob. +39 335 7422527 / 6
www.possanzini.it - info@possanzini.it



NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

Francesca CIUFFINI **ORARIO FERROVIARIO** **Integrazione e connettività**

L'orario è l'essenza dei trasporti di linea e pertanto anche del trasporto ferroviario, con un elemento specifico, quello del vincolo di natura infrastrutturale, che rende maggiormente complessa la sua progettazione rispetto a quella di altri sistemi.

L'orario è il prodotto che viene offerto e venduto dal sistema nel suo insieme, il catalogo commerciale dei servizi di trasporto offerti dalle imprese ferroviarie, ma anche lo strumento di organizzazione industriale, sia del trasporto che dell'infrastruttura. Ad esso sono collegati quindi aspetti sia commerciali che produttivi, connessi con l'attrattiva dei servizi e con l'organizzazione industriale di operatori e gestore della rete.

Esso riveste un'importanza strategica, in quanto intorno ad esso ruotano costi e ricavi delle aziende, efficienza economica e redditività. E soprattutto la soddisfazione dei viaggiatori, che potranno decidere se servirsi o meno del treno, sicuramente in base al prezzo ma anche in base a quanto l'orario risponda alle proprie esigenze di spostamento e sia ritenuto affidabile.

Il libro ha l'obiettivo di mostrare perché l'orario è importante e a che cosa serve, come funziona, chi lo decide e come si può costruire.

Particolare rilievo è dato all'aspetto della connettività e dell'integrazione dei servizi a questa finalizzata. Un'integrazione sia interna al ferro che con le altre modalità di trasporto, per la quale l'orario svolge un ruolo importante.

Approfondito anche il tema dell'orario ciclico (o cadenzato), per gli aspetti sia di merito, che di metodo, che consentono di mettere più facilmente in luce i meccanismi di funzionamento di un sistema di orario.



Parte I

Panoramica generale sull'orario e sull'integrazione dei servizi di trasporto

1. Che cosa è l'orario
2. Perché l'orario è importante
3. Come fare l'orario
4. Il risultato della progettazione: qualità ed efficienza dell'orario
5. Il cadenzamento degli orari come innovazione
6. Chi fa l'orario e quando

Parte II

Focus: elementi di tecnica dell'orario

7. La progettazione delle tracce orarie
8. Progettazione dell'orario grafico e vincoli di infrastruttura
9. Organizzazione industriale lato trasporto
10. Analisi di capacità e stabilità dell'orario

Parte III

Sistemi di orario cadenzato: approfondimenti

11. Schematizzazione di un orario cadenzato
12. La struttura dell'orario e la simmetria
13. Variazioni di struttura: effetti sui costi lato trasporto, capacità di stazione e attrattività
14. Progettazione di un orario cadenzato
15. Esempi applicativi

Formato cm 24x17, 296 pagine in quadricromia, copertina cartonata.

Prezzo di copertina € 30,00.

Per sconti, spese di spedizione e modalità d'acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella rivista "Ingegneria Ferroviaria".

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 TRANVIE

- 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, 46 - 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, 46 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; FS (970) 66454 – Segreteria: Tel. 064882129.

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2023

(Gli Abbonati possono decidere di ricevere IF - Ingegneria Ferroviaria online)

Prezzi IVA inclusa [€/anno]	Cartaceo	Online
- Ordinari	60,00	50,00
- Per il personale non ingegnere del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	45,00	35,00
- Studenti (allegare certificato di frequenza Università) ^(*) – (copia rivista online)		25,00
- Estero	180,00	50,00

() Gli studenti, dopo i 3 anni di iscrizione gratuita come nuovi associati, fino al compimento del 28° anno di età, possono iscriversi al CIFI quali Soci Juniores con una quota annua di € 25,00 che include l'invio online delle Riviste "IF - Ingegneria Ferroviaria" e "la Tecnica Professionale".*

I pagamenti possono essere effettuati (specificando la causale del versamento) tramite:

- CCP **31569007** intestato al CIFI – Via G. Giolitti, 46 – 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;
- 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

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** formato cartaceo compreso di spedizione; € **7,50** formato PDF. *I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.*

TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2023

(The subscriber can decide to receive IF - Ingegneria Ferroviaria online)

Price including VAT	Paper	Online
- Normal (Italy)	60.00	50.00
- Infrastructure and Transport Ministry staff, local railways staff, retired FSI staff	45.00	35.00
- Students (University attesting documentation required) ^(*) – (online version of IF journal)		25.00
- Foreign countries	180.00	50.00

() After 3 years of free association, students younger than 28 can enroll as CIFI Junior Associates with a yearly rate of € 25.00, which includes the online "IF - Ingegneria Ferroviaria" and "la Tecnica Professionale" subscription.*

The payment can be performed (specifying the motivation) by:

- CCP **31569007** to CIFI – Via G. Giolitti, 46 – 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;
- Cash or by Debit Card.

The renewal of the subscription must be performed within March 31st 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

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** shipping included; € **7,50** PDF article.

The payment, anticipated, may be performed according to the same procedures applied for subscriptions.

	IF Biblio	Vetture	4
	<p>45 Insonorizzazione e protezione contro le vibrazioni nelle carrozze (RÜGER - GAMSJÄGER) <i>Lärm- und Erschütterungsschutz in Reisezugwagen</i> ETR, dicembre 2016, pp. 71-75, figg. 9.</p>	<p>46 La nuova generazione di materiale rotabile per la metropolitana della Wiener Linien: il Treno X (PFEIFER - RUBNER - LUCHINI) <i>Neue Zug-Generation der Wiener Linien für die U-Bahn: Der X-Wagen</i> ZEV Rail, 146(11-12), 2022, pp. 484-489, figg. 6. Biblio 1 titolo. La Wiener Linien sta continuamente innovando il proprio esercizio, sia rispettando le istanze di sostenibilità che quelle di affidabilità e sicurezza. Gli innovativi Treni X (noti anche come X-car) saranno al centro della prima linea metro completamente automatizzata a Vienna, e vengono diffusamente descritti nell'articolo in termini di guida senza macchinista e manutenzione.</p>	




CASSETTE DI CONTEGNO CERTIFICATE IP 6X, IP X7 & IK10

Tra gli obiettivi di Plastiroma Srl;
“realizzare il prodotto a miglior qualità”

Per fare ciò la Plastiroma si è rivolta ai miglior laboratori per certificare i suoi prodotti, mettendo gli stessi sotto diverse prove:

- IP protection (foto 1A, 2A, 3A);
- Vibration test (foto 1B, 2B);
- Impact energy (foto C).

Di seguito alcuni laboratori in cui sono stati esaminati i nostri prodotti:
ELETTRA SRL, IASELAB SRL, QUALILAB SRL e NEMKO SPA.

Le nostre cassette di contegno hanno superato con esiti positivi le prove di impatto IK10, le prove di vibrazione e quelle di diversi gradi di protezione IP.



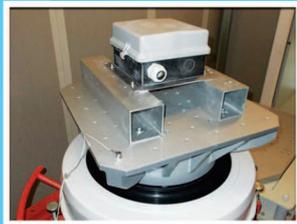
1A



1B



2A



2B



3A



C

www.plastiroma.it | info@plastiroma.it | +39 0774 367431/32 

Mario MORZIELLO

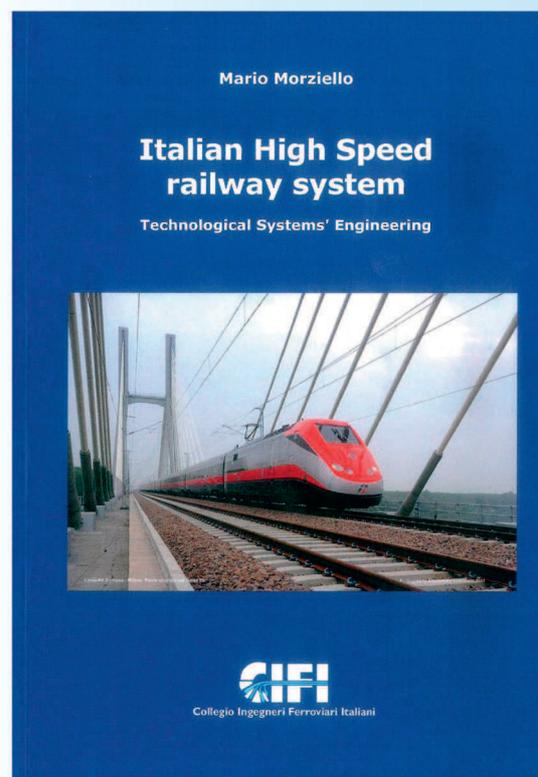
Italian high-speed railway system

Technological Systems Engineering

The book describes the general framework for the realisation of the Italian High-Speed/High-Capacity (HS/HC) railway system with particular reference to the problems of Technological Systems, starting with the organisation of the structures, both public and private, that have contributed to the construction of the innovative railway network based on the ERTMS/ETCS Level 2 systems. In the text, in fact, all the protagonists of the Italian HS system have been identified and described, starting from the Italian State Railways and the Italian Railway Network up to the Companies, constituted in Consortia, for the design, construction and commissioning of the HS sections.

Reference is also made to project coordination and control organisations such as Italferr and railway safety organisations such as ANSF (now ANFISA). Since the Italian HS project is designed to be integrated and interoperable with the European railway network, the book sets out the national and European technical reference standards, both general [Basic Specifications (description of the requirements for the entire infrastructure), TSI, UNISIG, CENELEC, UIC, CEN] and specific [CEI, UNI, etc.] as regards the components of the technological systems and subsystems. A reference is given about the classification of the Technical Specifications for Structural Interoperability on the basis of what is specified by the European Agency for Railway (ERA).

Having defined the organisational and regulatory frameworks, the text describes both the technical characteristics of the infrastructure [train running systems, track equipment] and the structural requirements of the HS systems: energy, signalling and safety, telecommunications, command and control system, special systems, safety in railway tunnels. The technical framework is completed by a description of the project organisation and system engineering with the specification of the physical and functional interfaces between the TSs and civil and track works.



Finally, the problems of works scheduling are addressed with an extensive discussion of the organisation of testing and commissioning of HS railway lines.

Formato cm 24 x 16, 250 pagine in quadricromia.

Prezzo di copertina € 34,00.

Sconto del 20% ai soci CIFI e/o agli abbonati alla Rivista "Ingegneria Ferroviaria".

Per sconti, spese di spedizione e modalità d'acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella rivista "Ingegneria Ferroviaria".

115 Riprogrammazione dei treni ottimale alla stazione centrale di Oslo

(MANNINO - NAKKERUD)

Omega, 116, 2023, 102796, pp. 15, figg. 9. Biblio 19 titoli.*Optimal Train Rescheduling in Oslo Central Station*

Gli autori partono dal problema dell'assegnazione del treno al binario che è svolta da personale altamente qualificato ma che comunque, nonostante la vasta esperienza, in caso di traffico altamente perturbato, non riesce a gestire al meglio la situazione. A tal fine propongono un modello di supporto alla assegnazione dei treni sviluppato in collaborazione con Bane NOR (gestore ferroviario norvegese), studiato per grandi nodi, ed applicato al caso di Oslo. Dettagliata spiegazione della formulazione matematica e appendice esplicativa a corredo.

116 Il progetto della nuova stazione "Chiaia" della Linea 6 di Peter Greenway ed impatti del "museo obbligatorio" della Metropolitana di Napoli

(HENKE - CARTENÌ - CASCETTA)

*The project of the new "Chiaia" station of Line 6 by Peter GREENWAY and the impact of the "mandatory museum" of the Naples underground network**Ingegneria Ferroviaria*, ottobre 2021, pp. 769-787, figg. 13, tabb. 4. Biblio 30 titoli.

Scopo del presente articolo è stato quello di continuare la narrazione di questa visionaria idea progettuale descrivendo una delle nuove stazioni più rappresentative della Linea 6 di Napoli, per cui la realizzazione è stato coinvolto l'artista britannico Peter Greenway: la "Stazione Chiaia".

EXPO Ferroviaria 3-5 ottobre 2023
STAND G142

La qualità è il nostro viaggio quotidiano.

ISOTRACK
la divisione trasporti di ISOIL Industria Spa offre soluzioni di qualità da oltre vent'anni in ambito ferroviario.

LE NOSTRE APPLICAZIONI

- Treni ad Alta Velocità, Regionali e Mezzi d'Opera;
- Trasporto urbano su rotaia (metropolitane e tram) e gomma (autobus);
- Sistemi di sicurezza a bordo dei veicoli fino a SIL4.

SERVIZI DI QUALITÀ

- Riparazione qualificata della nostra strumentazione;
- Aggiornamento firmware display;
- Qualifica prodotti per sistemi Ready-to-Use;
- Supporto e consulenze per applicazioni specifiche.

www.isoil.it

ISOIL Industria s.p.a.
Cinisello Balsamo - Milano (Italy)
Via Fratelli Gracchi, 27
tel. +39 02660271 - fax +39 026123202
vendite@isoil.it

ISOIL
INDUSTRIA
Le soluzioni che contano

Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

1 – TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE

1.1 – Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria

- 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

- 1.3.16 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

2 – TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

- 2.2 L. MAYER – “Impianti ferroviari – Tecnica ed Esercizio” (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia) € 50,00
- 2.7 L. FRANCESCHINI - A. GAROFALO - R. MARINI - V. RIZZO – “Elementi generali dell’esercizio ferroviario” 2ª 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. SENESI - E. MARZILLI – “Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia” € 40,00
- 2.14 AUTORI VARI – “Storia e Tecnica Ferroviaria – 100 anni di Ferrovie dello Stato” € 50,00
- 2.15 F. SENESI - E. MARZILLI – “ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)” € 60,00
- 2.16 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carrozze e carri” € 20,00

- 2.18 B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA - A. VENTIMIGLIA – “L’Alta Velocità Ferroviaria” € 40,00
- 2.19 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carri” € 30,00
- 2.20 L. LUCCINI – “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
- 2.23 F. CIUFFINI – “Orario Ferroviario - Integrazione e Connettività” € 30,00
- 2.24 G. ACQUARO – “La Sicurezza Ferroviaria – Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee” € 25,00
- 2.25 F. BOCCHIMUZZO – “La Realizzazione dei Lavori pubblici nelle Ferrovie – volume 1 – Le regole generali” € 38,00
- 2.26 ERTMS/ETCS – Pianificazione e Funzioni Base - Volume A – Fabio Senesi e Autori Vari prezzo di copertina € 32,00
- 2.33 Collana ERTMS/ETCS – Cofanetto contenente i Volumi A-B-C-D-E-F + Appendice - Fabio Senesi e Autori Vari € 224,00
- 2.34 M. MORZIELLO – “High Speed Railway System” € 34,00
- 2.35 . Senesi (m.tto) E Autori Vari (m.tto) “ERTMS/ETCS - Planning and Basic Functions € 32,00

3 – TESTI DI CARATTERE STORICO

- 3.1. G. PAVONE – “Riccardo Bianchi: una vita per le Ferrovie Italiane” € 15,00
- 3.3. G. PALAZZOLO (in Cd-Rom) “Cento Anni per la Sicilia” Omaggio per residenti Regione Sicilia € 6,00
- 3.5. AUTORI VARI – La Museografia Ferroviaria e il museo di Pietrarsa € 12,00
- 3.6. Ristampa del volume a cura del CIFI “La Stazione Centrale di Milano” ed. 1931 € 100,00

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” € 40,00
- 4.9. BARI – DVD “Stato dell’arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese” (6 giugno 2008) Omaggio per residenti Regione Puglia € 15,00

- | | |
|--|---|
| <p>4.10. BARI – DVD Convegno “Il sistema integrato dei trasporti nell’area del mediterraneo” (18 giugno 2010)
Omaggio per residenti Regione Puglia € 25,00</p> | <p>6.10. E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Le carrozze dei nuovi treni di Trenitalia” € 24,00</p> <p>6.11. R. MARINI (ed. Plasser & Theurer – Plasser Italiana) “Treni nel Mondo” € 30,00</p> <p>6.12. A. BUSSI (ed. Luigi Pellegrini Editore) “Due Vite, Tante Vite (Storie di ferrovia e resistenza)” € 16,00</p> |
|--|---|
- 6 – TESTI ALTRI EDITORI**
- | | |
|--|--|
| <p>6.5. E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con Carrozze Media Distanza” € 25,00</p> <p>6.6. E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani” € 28,00</p> <p>6.7. E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia” € 35,00</p> <p>6.8. E. PRINCIPE – “Treni italiani – ETR 500 Frecciarossa” € 25,00</p> <p>6.9. V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia”.. € 20,00</p> | <p>6.61. M. MORZIELLO “Sistema Ferroviario Italiano Alta Velocità” € 34,00</p> <p>6.64. G. MAGENTA (ed. Gaspari) – “Un Mondo su rotaia” € 29,00</p> <p>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</p> |
|--|--|

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, 46 – 00185 Roma o tramite bonifico bancario: UNICREDIT – AGENZIA ROMA ORLANDO – VIA V. EMANUELE, 70 – 00185 ROMA – IBAN: IT29U0200805203000101180047. Nella causale del versamento si prega indicare: “Acquisto pubblicazioni”. La ricevuta del versamento dovrà essere inviata unitamente al modulo sottostante. Per spedizioni l’importo del versamento dovrà essere aumentato del 10% per spese postali.

Sconto del 20% per i soci CIFI (individuali, collettivi e loro dipendenti)

Sconto del 15% per gli studenti universitari - Sconto alle librerie: 25%

Sconto del 10% per gli abbonati alle riviste *La Tecnica Professionale e Ingegneria Ferroviaria*

Modulo per la richiesta dei volumi

I volumi possono essere acquistati on line tramite il sito www.cifi.it compilando e inviando per posta ordinaria o via e-mail il modulo allegato unitamente alla ricevuta di versamento.

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, 46 - 00185 Roma - Tel. 06/4882129-06/4742986 - Fs 970/66825 - Fax 06/4742987 e-mail: info@cifi.it

NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

Francesco BOCCHIMUZZO

LA REALIZZAZIONE DEI LAVORI PUBBLICI NELLE FERROVIE

Volume I - Le regole generali

L'attuale codice degli appalti disciplina la programmazione, la progettazione, gli affidamenti e l'esecuzione dei contratti relativi a servizi, forniture e lavori pubblici, anche in applicazione delle Direttive Comunitarie emesse, in particolare per gli affidamenti degli appalti, a partire dagli anni '90 del secolo scorso.

Ma non è sempre stato così. Infatti, è solo a partire dal 1994, anno di emanazione della legge Merloni, che sono state ricomprese in un unico dispositivo le regole per la programmazione, la progettazione, l'affidamento e l'esecuzione dei lavori pubblici, precedentemente, a partire dalla prima legge sui lavori pubblici del 1865, contenute in separati filoni legislativi e regolamentari.

La prima linea ferroviaria (la Napoli-Portici) fu realizzata in Italia nel 1839, mentre altri duemila chilometri erano in esercizio (e almeno altrettanti in costruzione) nel 1865, anno di promulgazione della prima legge sui lavori pubblici, che, comunque, salvaguardava le "strade ferrate" dall'applicazione delle nuove regole.

A ciò aggiungasi la storica e altrettanto datata peculiarità del settore ferroviario che ha resistito per oltre un secolo, essendo oggi ritrovabile all'interno del Codice quale appannaggio dei cosiddetti settori speciali, e riservata sostanzialmente ai soli affidamenti sotto-soglia e alla esecuzione dei lavori, pure con qualche eccezione, mentre anche la progettazione risulta ormai regolamentata per il settore ferroviario, sempre in quanto appartenente ai settori speciali, in modo indistinto e senza specifiche particolarità per le ferrovie.

Ecco quindi che, negli ultimi decenni, il panorama delle pubblicazioni CIFI si è trovato sprovvisto di testi di orientamento che aiutassero il lettore a districarsi all'interno delle più recenti regole intervenute a disciplinare, tra le altre, anche le fasi della progettazione, a sua volta incrementatasi nella sua complessità per effetto dell'aggiornamento e della implementazione dei filoni legislativi interconnessi quali quelli disciplinanti l'ambiente, il paesaggio e il territorio nel suo complesso.

Ed è in questo contesto di intervenuta e naturale obsolescenza degli storici testi di cultura e formazione ferroviaria che molti ricorderanno (La Guardia, Parlavecchia, Taramasso...), che si colloca questo testo, concepito con l'ambizione di servire da riferimento e guida per la comprensione dell'intero ciclo realizzativo di un'opera ferroviaria: la programmazione, la progettazione, le autorizzazioni, gli affidamenti, l'esecuzione, il collaudo e la messa in esercizio.

Un... manuale prima dei manuali... così come definito dallo stesso autore per dare l'idea della necessità di approfondire successivamente nel dettaglio ogni singola tematica, e per mettere comunque in grado il lettore di aggiornare



autonomamente il proprio bagaglio di conoscenze, mano a mano che intervengono le immancabili modifiche/aggiornamenti dei vari filoni legislativi e regolamentari trattati, senza perdere l'orientamento e la padronanza a carattere generale dell'intero processo, e sapendo anche dare la giusta collocazione e considerazione a ogni nuova disposizione.

In questo Volume I – Le Regole Generali, viene quindi ripercorsa sia una rigorosa ricostruzione storica del cammino organizzativo e regolamentare delle ferrovie nel loro complesso, per dare ragione ed evidenza della evoluzione delle specificità tipiche del settore fin dalla nascita, sia la contestuale evoluzione del contesto legislativo nei vari filoni interessati e interessanti i lavori pubblici: ambiente, paesaggio, territorio e uso del suolo, sicurezza, autorizzazioni, espropri, conferenze di servizi. Dall'idea, al progetto pronto per essere messo in gara per l'affidamento.

Nel Volume II – La Gestione Esecutiva, di prossima pubblicazione, verranno poi trattate le fasi che, partendo dalla gara di appalto, si svilupperanno con l'esecuzione vera e propria e il collaudo e la messa in esercizio dell'opera.

Formato cm 24 x 17, 398 pagine in quadricromia. Prezzo di copertina € 38,00.

Sconto del 20% ai soci CIFI e/o agli abbonati alla Rivista "Ingegneria Ferroviaria". Per sconti, spese di spedizione e modalità d'acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella rivista "Ingegneria Ferroviaria".

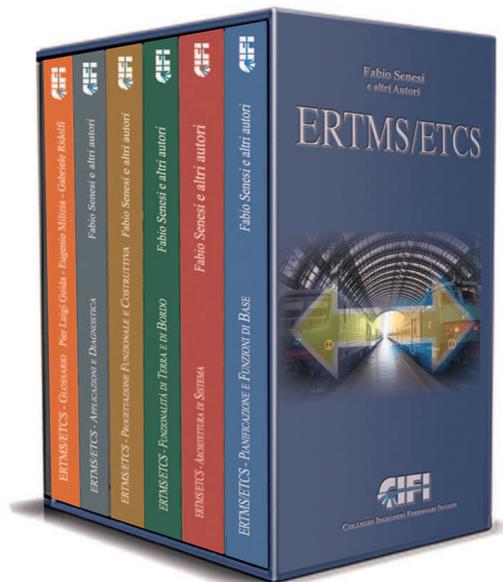
ERTMS/ETCS

*Collana di 6 volumi con
Appendice ed Aggiornamenti on-line*

I volumi, con circa 2.000 pagine, sono stati redatti a valle del Corso CIFI sul Sistema ERTMS/ETCS, ad opera di Fabio Senesi e di altri 43 specialisti del settore fra Autori, Istruttori e Revisori. I vari argomenti sono trattati per essere utili sia ai progettisti che ai cultori ferroviari. I capitoli dei volumi sono linkati con il sito CIFI www.wikirail.it in cui saranno pubblicati gli eventuali aggiornamenti che, nel tempo, si avranno nelle varie fasi di progettazione, realizzazione ed esercizio del Sistema.

I testi sono un riferimento aggiornato sia per oggi che per il futuro.

**La collana non è solo libri, bensì un continuo servizio
sia formativo che informativo su ERTMS/ETCS**



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

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.marga-
ritelli.com – Progettazione e produzione di manufatti per**

armamento ferroviario, tranviario e per metropolitane in cemento armato, cemento armato precompresso, legno e legno impregnato – Trattamenti preservanti del legno.

D **Meccanica, metallurgica,
macchinari, materiali,
impianti elettrici ed elettronici:**

**ARTHUR FLURY S.r.l. – Via Settimio Raimondi, 7G – 44034
COPPARO (FE) – Tel. +39 3471759819 – E-mail:
info@afluryitalia.it – Produzione materiali per linee aeree
ferroviarie, tranviarie e metropolitane (trazione elettrica).
Isolatori di sezioni per tutte le velocità (da 30 a 250 Km/h) e
tensioni elettriche in corrente continua e alternata. Morset-
teria in CuNiSi ad alta resistenza meccanica per tutti i tipi di
filo di contatto, terminali, morse di amarro e giunti a innesto
rapido per fune portante. Pendini tradizionali e regolabili in
altezza, pendini elastici – smorzatori per usi su alta velocità
e linee tradizionali. Dispositivi di messa a terra e corto cir-
cuito. Soluzioni personalizzate e speciali su misura.**

**BONOMI EUGENIO S.p.A. – 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 ferrovia-
rie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori
per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospen-
sioni per linee tradizionali ed Alta Velocità - Dispositivi
di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, mor-
setteria e connettori, attrezzatura ed utensili meccanici
ed oleodinamici (prodotti per linee da 1,5 kV a 25 kV).**

**BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. – via M.A. Colonna,
35 – 20149 MILANO (MI) – Tel. 02/36961 – E-mail: it.se-
curitysystems@bosch.com - Prodotti e soluzioni in ambi-
to Security, Safety e Communication per applicazioni di:
videosorveglianza e artificial intelligence, rilevazione in-
trusione, rivelazione incendio, audio evacuazione e con-
trollo degli accessi. Tecnologie innovative per la protezio-
ne dei beni e delle persone, e per l'efficientamento dei
processi e dei servizi.**

**CANAVERA & AUDI S.p.A. – Regione Malone, 6 – 10070
CORIO (TO) – Tel. 011/928628 – Fax 011/9282709 – E-
mail: canavera@canavera.com – Sito internet: www.can-
avera.com – Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino
a 200 kg – Lavorazioni meccaniche – Costruzione compo-
nenti per carri, carrozze, tram e metropolitane.**

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 tranciafuni 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.

COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – Via F. Fellini, 4 – 20097 SAN DONATO MILANESE (MI) – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – www.colasrail.com – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – 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.

CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – Via Cortemilia, 71 – 17014 CAIRO MONTENOTTE (SV) – Tel. 019/502571 – www.cronosrail.com – Installazione impianti ed apparecchiature per la trazione elettrica per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – Sottostazioni elettriche e impianti IFM – Impianti e sistemi elettrici ed elettronici anche complessi, integrati ed informatici, quadri elettrici e cabine di trasformazione – Infrastrutture per le vie di comunicazione, impianti e sistemi telematici in generale, reti telematiche e informatiche, di trasporto e di connessione dati – Progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane.

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.

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 tranviarie – 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).

ESIM S.r.l. – Via Degli Ebanisti, 1 – 70123 BARI - Tel. 080.5328425 – Fax +39.080.5368733 – E-mail: info@esimgroup.com – www.esimgroup.com – **Sede di Roma: Via Sallustiana, 1/A** – Tel. 06.4819671 – Fax: 06.48977008 – Progettazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione, di segnalamento e di trazione elettrica – Realizzazione e installazione di sistemi di diagnostica ferroviaria.

E.T.A. S.p.A. – Via Monte Barbaghino, 6 – 22035 CANZO (CO) – Tel. +39 031.673611 – Fax +39 031.670525 – e-mail: infosed@eta.it – www.eta.it – *Carpenteria*: quadri elettrici non cablati – Armadi e contenitori elettrici per esterni – Armadi 19" – Quadri inox per gallerie – Cassette inox lungo linea – Saldatura al TIG certificata – Conformità alle specifiche RFI.

FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – Via Volvera, 51 – 10045 PIOSSASCO (TO) – Tel. 011.9044.1 – Fax 011.9064394 – Sito internet: www.faiveley.com *Sistemi e prodotti a marchio SAB WABCO*: Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici, elettromeccanici ed elettroidraulici, freni a pattino tradizionali e a magneti permanenti, per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Sistemi di antipattinaggio e antislittamento – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma completa dei dischi del freno in ghisa e in acciaio – Compressori a pistoni, compressori rotativi a vite, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento dell'aria compressa – Sistemi diagnostici di bordo di manutenzione – Apparecchiature elettroniche di comando e controllo del freno. *Sistemi e prodotti a marchio FAIVELEY*: Convertitori statici di potenza e carica batterie – Impianti di riscaldamento e condizionamento – Porte e comandi porte – Sistemi di piattaforme – Porte di accesso treno – Pantografi – Interruttori di alta tensione – Sistemi di scatola nera – Registratori di eventi (DIS) – Sistemi diagnostici e telediagnostici di bordo – Sistemi di videosorveglianza.

FASE S.a.s. di Eugenio Di Gennaro & C. – Via del Lavoro, 41 – 20030 SENAGO (MI) – Tel. 02/9986557-02/9980622 – Fax 02/9986425 – E-mail: info@fase.it – Sito internet: www.fase.it – Strumentazione da quadro (indicatori analogici e digitali – TA e TV – Shunts e divisori di tensione) – Convertitori statici di misura – Strumentazione di bordo per mezzi rotabili (Treni A.V. – Locomotive elettriche e diesel-idrauliche – Veicoli ferroviari – Metropolitane e tranvie) – Apparecchiature elettroniche di misura e dia-

gnostica costruite su specifica del Cliente – Fanali di coda e indicatori luminosi a led.

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.

GECO S.r.l. - Via Ugo Foscolo, 9 - 28066 GALLIATE (NO) - CF e P.Iva:IT01918320035 – Tel. 0321/806957 - E-mail: info@gecoitalia.biz - Progettazione, integrazione, prodotti, servizi ingegneristici e sviluppo software per applicazioni di informazione al pubblico, sincronizzazione oraria, videosorveglianza, diffusione audio, rilevazione incendio, sicurezza, antintrusione avvalendosi di tecnologie innovative e partner altamente qualificati in ambito ferroviario.

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 - Presostati e Termostati - Agente esclusivo di: DEUTA WERKE / JAQUET / GEORGIN / KAMERA & SYSTEM TECHNIK.

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.

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: rolling-stock@lucchini.it – sito web: www.lucchini.it – Materiale rotabile per trasporti ferroviari urbani, suburbani e metro-

politani; 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.

MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – Via Lucania, 2 – 20090 BUCCINASCO (MI) – Tel. +39.02.575731 – e-mail: info.MIL@microelettrica.com – www.microelettrica.com – Applicazioni Bordo Veicolo ed Industriali di: – Contatori e Sezionatori fino a 4.000V ca/cc – Interruttori Extrarapidi in fino a 4.000V e 10.000A in cc – Relè di protezione ca/cc – Trasduttori e Sistema di Misura – Resistenze di frenatura, MAT del neutro, filtri e banchi di carico – Metering, Sistemi di misura in Tensione e Corrente, Misura dell'Energia a bordo veicolo secondo norma EN50463 – Unità Funzionali e Box integrati – Ventilatori Assiali e Ventilatori Centrifughi.

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 manu-

tenzione 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.

PANDROL S.r.l. – Via De Capitani, 14/16 – 20864 AGRATE BRIANZA (MB) – Tel. +39.039.9080007/+39.039.9153752 – E-mail: info.it@pandrol.com – Web: www.pandrol.com – Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

PISANI S.r.l. – Via Vilfredo Pareto, 20 – 27058 VOGHERA (PV) – Tel. +39.347.4318990 – 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.

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 metrotranvie e tranvie – Radiocomando scambi, casse di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico – Priorità mezzi pubblici – Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

RAND ELECTRIC S.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILANO – Tel. 02.26144204 – Fax 02.26146574 – Canaline, fa-

scette, sistemi di identificazione, guaine corrugate, guaine metalliche ricoperte, tutte con caratteristiche di reazione al fuoco e tossicità entro i parametri della specifica FS 304142 – Connettori elettrici di potenza standard o custom.

SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – Via Dr. Georg Schaeffler, 7 – 28015 MOMO (NO) – Tel. 0321/929211 – Fax 0321/929300 – E-mail: info.it@schaeffler.com – Sito internet: www.schaeffler.it – Cuscinetti volventi a marchio FAG e INA, standard e speciali, boccole ferroviarie, snodi sferici, attrezzature di montaggio e smontaggio, diagnostica.

SCHUNK CARBON TECHNOLOGY S.r.l. – Via Romolo Murri, 22/28 – 20013 MAGENTA (MI) – Tel. 02/972190-1 – Fax 02/97291467 – e-mail: info@schunkitalia.it – www.schunk-group.com – Spazzole, portaspazzole, pantografi, striscianti, dispositivi di messa a terra, prese di corrente laterale, sistemi ungiordo, dispositivi di protezione corrente parassite, ricambi.

S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CASOLNOVO (PV) – Tel. 0381/92197 – Fax 0381/928414 – e-mail: sidonio@sidonio.it – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Impianti di elettrificazione ed illuminazione (linee BT/MT) – Opere stradali e ferroviarie – Scavi, demolizioni e costruzioni murarie – Impianti di telecomunicazione.

SIRTEL S.r.l. – Via Taranto 87A/10 – 74015 MARTINA FRANCA (TA) – Tel. 080/4834959 – E-mail: info@sirtel-srl.it – Sito web: www.sirtel-srl.it – Lanterne portatili ricaricabili ad uso ferrotranviario con luce principale LED e segnalazione posteriore con corone LED ad elevata luminosità (fino a 3 diversi colori sulla stessa lanterna).

SITE S.p.A. – Divisione Trasporti – Via della Chimica 3 – 40064 Ozzano dell'Emilia (BO) – Tel. 051/794 820 – E-mail: site@sitespa.it – Sito web: www.sitespa.it/railways – **IMPIANTI DI SEGNALAMENTO FERROVIARIO:** Progettazione e realizzazione di impianti di segnalamento per la sicurezza ferroviaria - Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di segnalamento come il Blocco Automatico a Correnti Codificate, Sistemi di Controllo Marcia del Treno, Apparati Centrali Elettrici a Itinerari, etc. - Manutenzione, formazione e assistenza tecnica - **RETI & SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI:** Progettazione e realizzazione di reti Wireline e Wireless, di reti GSM-R e di sistemi SDH - Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di: Informazione al Pubblico, Videosorveglianza, Supervisione per la sicurezza e la manutenzione, telefonia selettiva, Bigliettazione, etc. - Manutenzione, Formazione e assistenza tecnica - **MESSA IN SICUREZZA GALLERIE:** Progettazione layout impianti di Messa in Sicurezza delle Gallerie - Realizzazione di impianti per la copertura radio, il rilevamento e spegnimento incendi, la telefonia d'emergenza, diffusione sonora d'emergenza, illuminazione d'emergenza, etc.

SPii S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA) – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spii.it - info@spii.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmati elettromeccanici, multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di contatto di potenza – Elettromagneti – Relè di potenza e ausiliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Termostati per c.a. e per c.c., per bassa ed alta tensione – Sezionatori – Motori e motoriduttori frazionari in c.c. – Connettori – Dispositivi di interblocco multiplo a chiave – Combinatori e manipolatori – Equipaggiamenti integrati completi per la trazione pesante e leggera.

SUPERUTENSILI S.r.l. – Via A. Del Pollaiuolo, 14 – 50142 FIRENZE – Tel. 055.717457 – Fax 055.7130576 – Forniture ferrotranviarie: filtri e pannelli filtranti, utensili, macchinari, strumenti di misurazione, rimozione graffi, certificazioni CE e rimessa a norma macchinari, grassi e lubrificanti.

TECNEL SYSTEM S.p.A. – Via Brunico, 15 – 20126 MILANO – Tel. 02/2578803 r.a. – Fax 02/27001038 – www.tecnelsystem.it – E-mail: tecnel@tecnelsystem.it – Pulsanti – Interruttori – Selettori – Segnalatori serie T04 per banchi comando – Segnalatori a Led serie S130 – Pulsanti apertura porte serie 56 e 58 – Pulsanti mancorrente richiesta fermata serie T84 – Sistemi di comando e protezione porte – Avvisatori ottici ed acustici – Sirene – Temporizzatori – Sensori presenza e apertura porte.

TEKFER S.r.l. – Via Gorizia, 43 – 10092 BEINASCO (TO) – Tel. 011.0712426 – Fax 011.0620580 – E-mail: segreteria@tekfer.com – Sito internet: www.tekfer.com – Sistemi per impianti di sicurezza e segnalamento – Apparecchiature per il blocco automatico – INFILL – Codificatori statici – Relè elettronici (TR, HR, DR, relè a disco e altri) – Prodotti per 83,3 Hz (generatori di potenza fino a 15 kVA, filtri e rifasatori) – Telecomandi in sicurezza – Diagnostica impianti – Progettazione e installazione impianti.

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.

TESMEC RAIL - C/Da Bajone z.i. snc – Via Fogazzaro, 51 – 70053 MONOPOLI (BA) – Tel. 080.9374002 - Fax 080.4176639 - E-mail: info@tesmec.com - www.tesmec.com - Progettazione, costruzione e commercializzazione di mezzi d'opera ferroviari per l'elettrificazione e la manutenzione della catenaria: autoscale multifunzione ad assi e carrelli, scale motorizzate e unità di stendimento. Veicoli e sistemi per la diagnostica dell'armamento e della catenaria; sistemi diagnostici per il rilievo di difetti nelle gallerie ferroviarie e per la valutazione degli apparecchi di binario.

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@vaiacar.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 tranviari 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 rinalzata del binario e di compattamento della massicciata.

VOESTALPINE RAILWAY SYSTEMS GMBH – Sales Office Italia – Via Alessandria, 91 – 00198 Roma – Tel. 06/84241106 – Fax 06/96037869 – E-mail: Railwaysystems-Italia@voestalpine.com – www.voestalpine.com/railway-systems – Scambi ferroviari A.V., apparecchi di binario convenzionali e tranviari, cuscinetti autolubrificanti, piastre per controrotaia, casse di manovra ferroviarie e tranviarie – Sistemi diagnostici e monitoraggio per scambi e materiale rotabile – Rotaie Vignole, a gola, consulenza saldature, analisi LCC e service (rilievi usura e difettosità, fresatura profili in loco).

E Impianti di aspirazione e di depurazione aria:

F Prodotti chimici ed affini:

G Articoli di gomma, plastica e vari:

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.

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 ferrotranviario – Completa gamma di guarnizioni per tenuta fluidi – Certificata ISO 9001:2015 e EN 9120:2018 – 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.

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.

PRISMA ENGINEERING S.r.l. – Via Villa Lidia, 45 – 16014 CERANESI (GE) – Tel./Fax 010.7172078 – E-mail: nadia.barbagelata@prismaengineering.net – www.prismaengineering.net – Impianti di segnalamento ferroviario – Realizzazione Progetti di Fattibilità, Definitivi, Esecutivi e Costruttivi di impianti IS (ACEI-ACC-ACCM-SCM-ERTMS_L2) – Realizzazioni di Verifiche e Validazioni dei progetti comprese prove di campo.

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.pedrinnazzi@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 Vetrotografie, targhette e decalcomanie:

O Formazione

TRAINing S.r.l. - Via Sommacampagna, 63H – 37137 VERONA – Tel. 045 511 82 58 – E-mail: info@trainingsrl.it – www.trainingsrl.it – Facebook, LinkedIn e Instagram: trainingsrl – TRAINing assicura formazione per le attività di sicurezza e consulenza per il settore ferroviario. Il proprio Centro di Formazione, riconosciuto dalle National Safety Authorities in Italia (2012) e in Austria (2021), assicura la formazione mirata al conseguimento e al mantenimento delle abilitazioni per la Condotta, l'Accompagnamento e la Preparazione dei Treni, formazione per specialisti, (professional e/o manager) sull'organizzazione, sulla tecnica ferroviaria e sulla normativa di settore. TRAINing svolge altresì servizi di consulenza per lo sviluppo e l'aggiornamento dei Sistemi di Gestione della Sicurezza (SGS) ed assicura la fornitura ed il costante aggiornamento dei manuali di mestiere per le attività di sicurezza. Maggiori informazioni si possono ottenere consultando il sito o richiedendole espressamente a TRAINing a mezzo mail o call center.

P Enti di certificazione

ITALCERTIFER S.p.A. – Piazza della Stazione, 45 – 50123 FIRENZE – Tel. 055.2988811 – Fax 055.264279 – 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.

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 – Sito internet: www.interlanguage.it – Traduzioni tecniche, giuridiche, finanziarie e pubblicitarie – Impaginazione grafica, localizzazione software e siti web. Qualificati nel settore ferroviario.

R Trasporto materiale ferroviario:

FERRENTINO S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV) – Tel. 019.2160203 – Cell. +39.3402736228 – Fax 019.2042708 - E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulship.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

Prof. Ing. Stefano Ricci, *direttore responsabile*
Registrazione del Trib. di Roma 16 marzo 1951, n. 2035 del Reg. della Stampa

Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma
Finito di stampare nel mese di Luglio 2023



iaf Münster 2022
31. Maggio - 2. Giugno

Versatile, moderna, ecologica

La Unimat 09-4X4/4S E³, RLA universale per linea e scambi ad avanzamento continuo, combina i vantaggi dell'azionamento duale Diesel/elettrico ad una dotazione allo stato dell'arte di sistemi diagnostici, assistenza remota ed assistenza al lavoro. Per produrre di più, con maggiore qualità e minori costi ed emissioni.



MACHINE

plassertheurer.com    

"Plasser & Theurer", "Plasser" e "P&T" sono marchi registrati a livello internazionale.

Arianna: Prossima fermata il Futuro.

WEGH Group ha organizzato nella Città Eterna, in collaborazione con CIFI - Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, C.L.F. - Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a, RFI - Rete Ferroviaria Italiana e ITALFERR, il convegno "Arianna®: Prossima Fermata il Futuro", presentando l'innovativo sistema di armamento ballastless costituito da piattaforme prefabbricate in calcestruzzo armato precompresso.

L'evento è stato l'occasione per raccontare il viaggio del sistema Arianna®, dalla progettazione alle sue prime applicazioni, evidenziando l'evoluzione tecnologica e le migliorie che oggi garantiscono al sistema una vita nominale pari a 90 anni.

Da oltre 30 anni, WEGH Group si impegna per sviluppare sistemi maintenance-free che possano contribuire a creare un futuro più sostenibile per le nuove generazioni, dando la possibilità di mantenere e gestire in modo efficace ed economico l'armamento ferroviario con un prodotto che rispetti criteri fondamentali quali: sostenibilità, lungo ciclo di vita, sicurezza, affidabilità e disponibilità.

Arianna® non è solo un **grande passo verso la responsabilità** sociale, ma anche verso quella **ambientale**, poiché abbatte drasticamente le emissioni rispetto al binario tradizionale, risultando così una scelta più ecologica.



Ing. Nardinocchi - A.D. Italferr



Roma, Anantara Palazzo Naiadi