



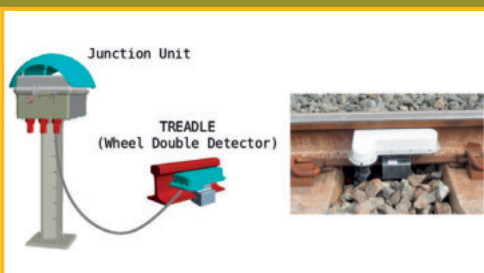
## INNOVATIVE MOBILITY SOLUTIONS

| [www.kiepe.knorr-bremse.com](http://www.kiepe.knorr-bremse.com) |



**KIEPE ELECTRIC**

**In questo numero**  
**In this issue**

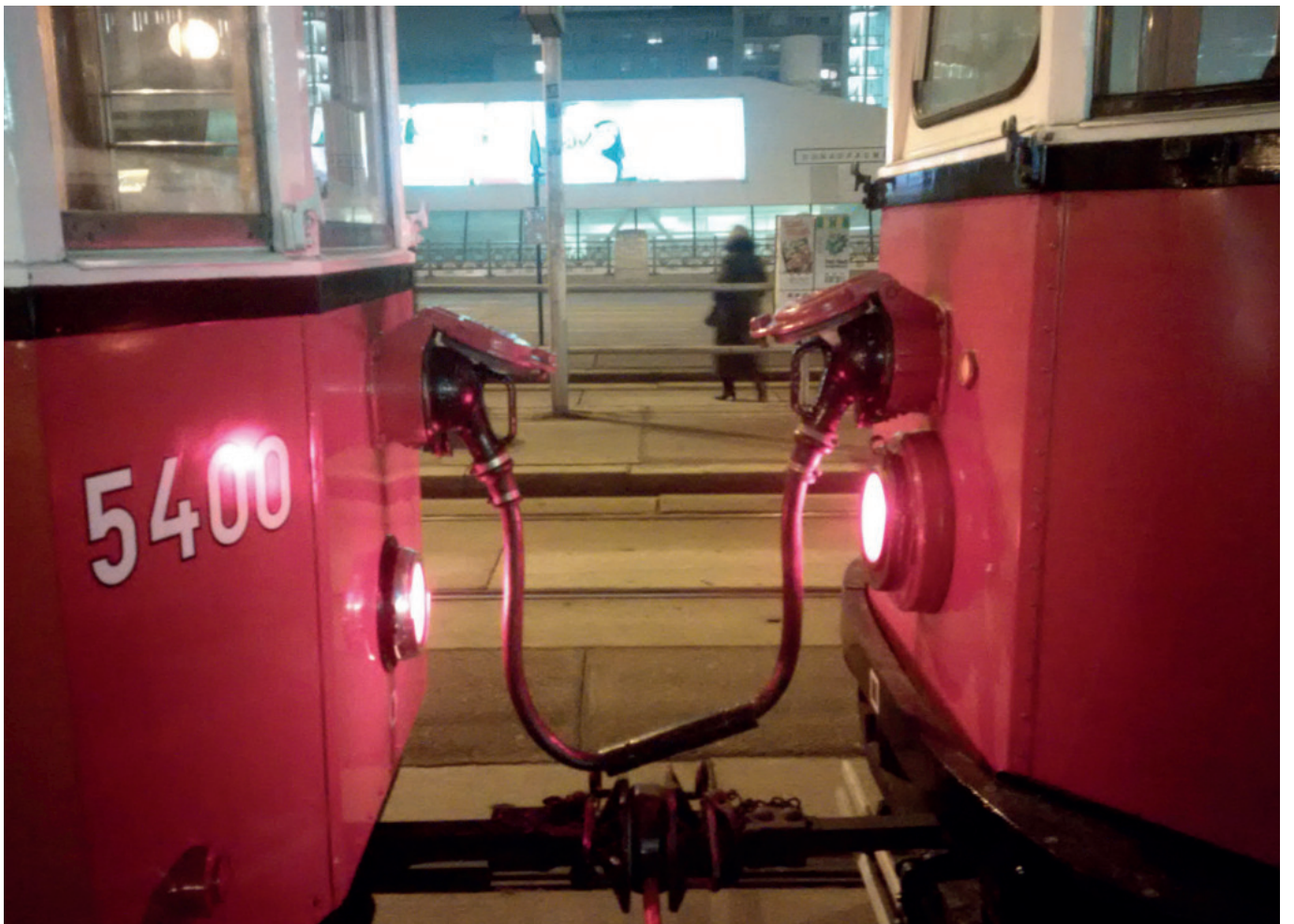


Diagnostica predittiva dello stato di usura delle ruote  
*Predictive diagnosis of wheel wear*



Linea ferroviaria Bribano-Agordo  
*Bribano-Agordo railway line*





## I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.M.T. – GENOVA  
 A.N.M. S.p.A. – AZIENDA NAPOLETANA MOBILITÀ – NAPOLI  
 A.T.M. S.p.A. – MILANO  
 ABB S.p.A. – GENOVA  
 ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. – SAVIGLIANO (CN)  
 ANCEFERR – ROMA  
 ANIAF – ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO – ROMA  
 ANSF – AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DELLE FERROVIE – FIRENZE  
 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  
 AUTOMOTIVE DIAGNOSTIC TECHNOLOGY S.r.l. – TREBASELEGHE (PD)  
 AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE – TRIESTE  
 B. & C. PROJECT S.r.l. – SAN DONATO MILANESE (MI)  
 BOMBARDIER TRANSPORTATION ITALY S.p.A. – VADO LIGURE (SV)  
 BONOMI EUGENIO S.p.A. – MONTICHIARI (BS)  
 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  
 CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. – LAINATE (MI)  
 CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO  
 CEG ELETTRONICA INDUSTRIALE S.p.A. – BIBBIANA (AR)  
 CEIE CLAMPS S.r.l. – CHIETI  
 CEIT IMPIANTI S.r.l. – SAN GIOVANNI TEATINO (CH)  
 CEMBRE S.p.A. – BRESCIA  
 CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. – ORVIETO (TR)  
 Co.Me.F. S.r.l. – ROMA  
 COET S.r.l. – COSTRUZIONI ELETTROTECNICHE – SAN DONATO M. (MI)  
 COGESIRM S.r.l. – CASORIA (NA)  
 COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – MILANO  
 COMESVIL S.p.A. – VILLARICCA (NA)  
 COMMEL S.r.l. – ROMA  
 CONSORZIO SATURNO – ROMA  
 CONSORZIO TRIVENETO ROCCIATORI S.c.a.r.l. – FONZASO (BL)  
 CONSULTSISTEM S.r.l. – 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)  
 D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l. – MONTEFALCIONE (AV)  
 DIGICORP INGEGNERIA S.r.l. – UDINE  
 DINAZZANO PO – REGGIO NELL'EMILIA  
 DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA  
 DYNASTES S.r.l. – ROMA  
 E.T.A. S.p.A. – CANZO (CO)  
 ECM S.p.A. – SERRAVALLE PISTOIESE (PT)  
 ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI  
 EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI  
 ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI DI PORTO MARGHERA S.p.A. – MARGHERA VENEZIA  
 ETS S.r.l. – SOCIETÀ DI INGEGNERIA – LATINA  
 FADEP S.r.l. – NAPOLI  
 FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – PIOSSASCO (TO)  
 FASE S.a.s. – DI EUGENIO DI GENNARO & C. – SENAGO (MI)  
 FER S.r.l. – FERROVIE EMILIA ROMAGNA – FERRARA  
 FERONE PIETRO & C. S.r.l. – NAPOLI  
 FERROTRAMVIARIA S.p.A. – BARI  
 FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. – BARI  
 FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. – BARI  
 FERROVIE DEL SUD EST E SERVIZI AUTOMOBILISTICI – BARI  
 FERROVIE DELLO STATO S.p.A. – ROMA  
 FERROVIE NORD MILANO S.p.A. – MILANO  
 FONDAZIONE FS ITALIANE – ROMA  
 FOR.FER S.r.l. – ROMA  
 FRANCESCO COMUNE COSTRUZIONI S.r.l. – GIUGLIANO IN CAMPANIA (NA)  
 G.C.F. – GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A. – RM  
 G.T.T. – GRUPPO TRASPORTI TORINESE S.p.A. – TORINO  
 GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE – BOLZANO  
 GENERAL IMPIANTI DEL GRUPPO LOCCIONI S.r.l. – MAIOLATI SPONTINI (AN)  
 GESTIONE GOVERNATIVA – ROMA  
 GILARDONI S.p.A. – MANDELLO DEL LARIO (LC)  
 GRANDI STAZIONI RAIL S.p.A. – ROMA  
 GRUPPO PSC S.p.A. – ROMA  
 HARPACEAS S.r.l. – MILANO  
 H.T.C. S.r.l. – LEINI (TO)  
 HITACHI RAIL S.p.A. – NAPOLI  
 HITACHI RAIL STS S.p.A. – GENOVA  
 HUPAC S.p.A. – BUSTO ARSIZIO (VA)  
 I.Ce.P. S.p.A. – BUCCINO (SA)  
 IMATEQ ITALIA S.r.l. – RIVALTA SCRIVIA (AL)  
 IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. – BELLUNO  
 INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. – PIOVE DI SACCO (PD)  
 INTECS S.p.A. – ROMA  
 ISTITUTO ITALIANO PER IL CALCESTRUZZO S.r.l. – RENATE (MB)  
 ITALCERTIFER S.p.A. – FIRENZE  
 ITALFERR S.p.A. – ROMA  
 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  
 LEF S.r.l. – FIRENZE  
 LEICA GEOSYSTEMS S.p.A. – CORNAGLIANO LAUDENSE (LO)  
 LOTRAS S.r.l. – FOGGIA  
 LUCCHINI RS S.p.A. – LOVERE (BG)  
 M.M. – METROPOLITANA MILANESE S.p.A. – MILANO  
 MA.FER S.r.l. – BOLOGNA  
 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)  
 MESAR S.r.l. – GUIDONIA MONTECELIO (RM)  
 MICOS S.p.A. – LATINA  
 MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – BUCCINASCIO MILANO  
 MONT-ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI)  
 MOVISTRAD COGEFI S.r.l. – ALGHERO (SS)  
 NET ENGINEERING S.p.A. – MONSELICE (PD)  
 NICCHERI TITO S.r.l. – AREZZO  
 NIER INGEGNERIA S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)  
 OFFICINA NAVALE QUAIAT S.r.l. – TRIESTE  
 PANDROL ITALIA S.r.l. – AGRATE BRIANZA (MB)  
 PFISTERER S.r.l. – PASSIRANA DI RHO (MI)  
 PLASSER ITALIANA S.r.l. – VELLETRI (RM)  
 PRATI ARMATI S.r.l. – OPERA (MI)  
 PROGETTO BR S.r.l. – COSTA DI MEZZATE (RM)  
 PROJECT AUTOMATION S.p.A. – MONZA (MI)  
 PTF S.r.l. – CARINI (PA)  
 OSD SISTEMI S.r.l. – PESSANO CON BORNAGO (MI)  
 R.F.I. S.p.A. – RETE FERROVIARIA ITALIANA – ROMA  
 REGIONE LOMBARDIA DG-INFRA. E MOBILITÀ – MILANO  
 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)  
 SALCEF GROUP S.p.A. – ROMA  
 SATFERR S.r.l. – FIDENZA (PR)  
 SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.A. – MONTEVARCHI (AR)  
 SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – MOMO (NO)  
 SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. – MILANO  
 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. – BRANDIZZO (TO)  
 SINTAGMA S.r.l. – SAN MARTINO IN CAMPO (PG)  
 SIRTU S.p.A. – MILANO  
 SPEKTRA S.r.l. – VIMERCATE (MB)  
 SPII S.p.A. – SARANNO (VA)  
 SPIITEK S.r.l. – PRATO  
 SVECO S.p.A. – BORGO PIAVE (LT)  
 SYSNET TELEMATICA S.r.l. – MILANO  
 T.M.C. S.r.l. – TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT – POMPEI (NA)  
 TE.SI.FER. S.r.l. – FIRENZE  
 TEAMSYSYSTEM S.p.A. – PESARO URBINO  
 TECNOLOGIE MECCANICHE S.r.l. – ARICCIA (RM)  
 TEKFER S.r.l. – BEINASCIO (TO)  
 TELEFIN S.p.A. – VERONA  
 TESMEC S.p.A. – GRASSOBBIO (BG)  
 THALES ITALIA S.p.A. – SESTO FIORENTINO (FI)  
 THERMIT ITALIANA S.r.l. – RHO (MI)  
 TRASPORTO PASSEGGIERI EMILIA ROMAGNA – TPER – BOLOGNA  
 TRENITALIA S.p.A. – ROMA  
 TRENORD S.r.l. – MILANO  
 TRENINO TRASPORTI S.p.A. – TRENTO  
 VERICERT – PESARO (PU)  
 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)



## INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

KIEPE ELECTRIC S.r.l. – Merone (CO)	I Copertina
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	pagina 28
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 55
THERMIT Italiana S.r.l. – Rho (MI)	pagina 55
CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	IV Copertina

### CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2021

- Soci <b>Ordinari e Aggregati</b> (con entrambe le riviste periodiche da scegliere tra cartaceo e online)	€/anno	85,00
- Soci <b>Ordinari e Aggregati under 35</b> (con entrambe le riviste periodiche da scegliere tra cartaceo e online)	€/anno	60,00
- Soci <b>Junior</b> (che hanno già maturato <b>3 anni di iscrizione e under 28</b> , con entrambe le riviste periodiche solo online)	€/anno	25,00
- <b>Nuovi Associati</b> (under 35, per i primi 3 anni “considerati in modo retroattivo”, con entrambe le riviste periodiche solo online)	€/anno	00,00
- Soci <b>Collettivi</b> (con entrambe le riviste periodiche: <b>IF</b> una copia online più una copia cartacea – <b>TP</b> 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](http://www.cifi.it) alla voce “ASSOCIARSI” e l’iscrizione decorre dopo il versamento della quota tramite:

- c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti, 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](http://www.cifi.it);
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

Per il personale FSI, RFI, TRENITALIA, FERSERVIZI e ITALFERR è possibile versare la quota annuale, 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](mailto:areasoci@cifi.it)



**Contatti - Contacts**

Tel. 06.4742987  
 Email: 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  
 Federico CHELI  
 Giuseppe Romolo CORAZZA  
 Maria Vittoria CORAZZA  
 Biagio COSTA  
 Bruno DALLA CHIARA  
 Salvatore DI TRAPANI  
 Anders EKBERG  
 Alessandro ELIA  
 Luigi EVANGELISTA  
 Carmen FORCINI  
 Attilio GAETA  
 Ingo HANSEN  
 Simon David IWNICKI  
 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 LAGANA  
 Emilio MAESTRINI  
 Renato MANIGRASSO  
 Mauro MORETTI  
 Silvio RIZZOTTI  
 Giuseppe SCIUTTO

**Redazione - Editorial Staff**

Massimiliano BRUNER  
 Ivan CUFARI  
 Francesca PISANO  
 Federica THOLOSANO DI VALGRISANCHE

**Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani**

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. 06.4742987 – Fax 06.4742987  
 Partita IVA 00929941003  
 Orario Uffici: lun.-ven. 8.30-13.00 / 13.30-17.00  
 Biblioteca: lun.-ven. 9.00-13.00 / 13.30-16.00

# Indice

Anno LXXVI | **Gennaio 2021** | 1**Condizioni di Associazione al CIFI****2**

**UN APPROCCIO EURISTICO ALLA DIAGNOSTICA PREDITTIVA  
 DELLO STATO DI USURA DELLE RUOTE BASATO  
 SU UN DISPOSITIVO DI TERRA A BASSO COSTO  
 A HEURISTIC APPROACH FOR PREDICTIVE DIAGNOSIS  
 OF WHEEL WEAR BASED ON LOW-COST  
 TRACK-SIDE EQUIPMENT**

Laura CARNEVALI  
 Alessandro FANTECHI  
 Gloria GORI  
 Jacopo PARRI  
 Moreno PIERALLI  
 Samuele SAMPIETRO

**5**

**LA LINEA FERROVIARIA BRIBANO-AGORDO  
 ANALISI DEL PROGETTO DEL COLLEGAMENTO FERROVIARIO  
 A 95 ANNI DALL'APERTURA DELLA LINEA  
 THE BRIBANO-AGORDO RAILWAY LINE  
 ANALYSIS OF THE RAIL LINK PROJECT 95 YEARS AFTER  
 THE OPENING OF THE RAILWAY LINE**

Lia DI NARDO  
 Alessandro PASQUALINI

**29****Condizioni di Abbonamento a IF – Ingegneria Ferroviaria***Terms of subscription to IF – Ingegneria Ferroviaria***56****Notizie dall'interno****57****Notizie dall'estero***News from foreign countries***67****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****82****IF Biblio****85****Fornitori di prodotti e servizi****90**

La riproduzione totale o parziale di articoli o disegni è permessa citando la fonte.  
*The total or partial reproduction of articles or figures is allowed providing the source citation.*

## LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

*(Istruzioni su come presentare un articolo per la pubblicazione su "IF - Ingegneria Ferroviaria")*

### **La collaborazione è aperta a tutti.**

Gli articoli possono essere proposti per la pubblicazione in lingua italiana e/o inglese. La pubblicazione è comunque bilingue.

L'ammissione di uno scritto alla pubblicazione non implica, da parte della Rivista, riconoscimento o approvazione delle teorie sviluppate o delle opinioni manifestate dall'Autore.

La Direzione della rivista si riserva il diritto di utilizzare gli articoli ricevuti anche per la loro pubblicazione su altre riviste del settore edite da soggetti terzi, sempre a condizione che siano indicati la fonte e l'autore dell'articolo.

Al fine di favorire la presentazione degli articoli, la loro revisione da parte del Comitato di Redazione e di agevolare la trattazione tipografica del testo per la pubblicazione, si ritiene opportuno che gli Autori stessi osservino gli standard di seguito riportati.

- 1) L'articolo dovrà essere necessariamente fornito in formato WORD per Windows, via e-mail, CD-Rom, DVD o pen-drive.
- 2) Tutte le figure (fotografie, disegni, schemi, ecc.) devono essere fornite complete di didascalia, numerate progressivamente e richiamate nel testo. Queste devono essere fornite in formato elettronico (e-mail, CD-Rom, DVD o pen-drive) e salvate in formato TIFF o EPS ad alta risoluzione (almeno 300 dpi). E' inoltre richiesto l'invio delle stesse immagini in formato compresso JPG (max. 50 KB/immagine). E' inoltre possibile includere, a titolo di bozza d'impaginazione, una copia cartacea che comprenda l'inserimento delle figure nel testo.
- 3) Nei testi presentati dovranno essere utilizzate rigorosamente le unità di misura del Sistema Internazionale (SI) e le relative regole per la scrittura delle unità di misura, dei simboli e delle cifre.
- 4) Tutti i riferimenti bibliografici dovranno essere richiamati nel testo con numerazione progressiva riportata in [ ].

All'Autore di riferimento è richiesto di indicare un indirizzo di posta elettronica per lo scambio di comunicazioni con il Comitato di Redazione e, a tutti gli autori, di sottoscrivere una dichiarazione liberatoria riguardo al possesso dei diritti di pubblicazione.

**Per eventuali ulteriori informazioni sulle modalità di presentazione degli articoli contattare la Redazione della Rivista. – Tel: +39.06.4742987 – Fax: +39.06.4742987 – e-mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)**

## GUIDELINES FOR THE AUTHORS

*(Instructions on how to present a paper for the publications on "IF - Ingegneria Ferroviaria")*

### **The collaboration is open to everyone.**

*The articles can be presented both in English and/or Italian language. The publication is anyway bilingual.*

*The admission of a paper does not imply acknowledgment or approval by the journal of theories and opinions presented by the Authors.*

*The Direction of the journal reserves the right to use the received papers for the publication on other journals under condition to provide the source citation.*

*In order to simplify the papers' presentation, their review by the Editorial Board and their typographic handling for the publication, the Authors are required to comply with the standards below.*

- 1) *The paper must be presented in WORD for Windows, by e-mail, CD-Rom, DVD or pen-drive.*
- 2) *All figures (pictures, drawings, schemes, etc.) must include a caption, must be progressively numbered and recalled in the text. They must be presented in a high resolution (min. 300 dpi) electronic format (TIFF or EPS) by e-mail, CD-Rom, DVD or pen-drive). Moreover, it is required to send them in a compressed JPG format (max. 50 KB/figure). It is additionally possible to include a printed draft copy as an editorial example.*
- 3) *In the texts must be rigorously used the SI units only.*
- 4) *All the bibliographic references must be recalled in the text with progressive numbering in [ ].*

*It is required to the corresponding Author to provide with a reference e-mail address for the communications with the Editorial Board and, to all Authors, to sign a discharge declaration concerning the rights of publication.*

**For any further information about the paper presentation, you can contact the editorial staff. – Phone: +39.06.4742987 – Fax: +39.06.4742987 – e-mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)**





# Un approccio euristico alla diagnostica predittiva dello stato di usura delle ruote basato su un dispositivo di terra a basso costo

## *A heuristic approach for predictive diagnosis of wheel wear based on low-cost track-side equipment*

Laura CARNEVALI<sup>(\*)</sup>  
 Alessandro FANTECHI<sup>(\*)</sup>  
 Gloria GORI<sup>(\*)</sup>  
 Jacopo PARRI<sup>(\*)</sup>  
 Moreno PIERALLI<sup>(\*\*)</sup>  
 Samuele SAMPIETRO<sup>(\*)</sup>

**Sommario** - La diagnosi predittiva dello stato di usura delle ruote svolge un ruolo fondamentale nella pianificazione dell'attività di manutenzione di veicoli ferroviari. Nei moderni treni ad alte prestazioni (p.e., treni ad alta velocità) sono spesso installati a bordo appositi sensori di usura. Viceversa, nei treni a basse prestazioni (p.e., treni regionali e merci), la valutazione dello stato di usura delle ruote è effettuata in occasione di controlli periodici in appositi siti. Per supportare un controllo costante e a basso costo dello stato di usura, presentiamo un approccio che utilizza un dispositivo di terra per la stima dell'altezza del bordino delle ruote, il cui valore è tanto più alto quanto maggiore è lo stato di usura della ruota. L'approccio sfrutta le caratteristiche di un innovativo pedale elettromagnetico e di un metodo euristico di stima. Fattibilità e prestazioni sono valutate nell'ambito del progetto INDIGO, validando i risultati con sperimentazioni in laboratorio e sul campo.

### 1. Introduzione

I veicoli ferroviari restano in servizio per un lungo intervallo di tempo (anche fino a 30 anni e più), ma circa un terzo del costo del loro ciclo di vita ricade su attività di manutenzione [10]. Uno dei costi maggiori tra quelli che queste attività comportano è dovuto all'usura dei profili delle ruote che devono essere periodicamente controllate in siti dedicati.

**Summary** - Predictive diagnosis of wheel wear plays a fundamental role in maintenance of railway vehicles. While on-board installation of wear sensors is affordable only for modern high-performance trains (e.g., high-speed trains), evaluation of wheel wear is mostly performed through periodic measures in maintenance sites for low-performance trains (e.g., secondary line and freight trains). To support constant monitoring of wheel wear at low cost, we present an economical wayside system able to estimate the flange height of wheels, which actually increases with the wheel wear. The approach exploits the capabilities of an innovative electromagnetic treadle and a heuristic estimation method. Feasibility and performance of the proposed approach are evaluated through laboratory and on-field experiments in the context of the INDIGO project.

### 1. Introduction

Railway vehicles run for a long time (up to 30 years and more), and about one-third of their lifecycle costs is due to maintenance costs [10]. One of the most important maintenance costs comes from wear of wheel profiles, which are periodically checked at maintenance sites.

#### 1.1. State of the art

Though wheel wear prediction is a quite difficult task [14], it could effectively help to optimize maintenance plans of railway vehicles [1], [2], [9], [12], [16], [17]. To support this goal, a variety of devices has been proposed to

<sup>(\*)</sup> {laura.carnevali, alessandro.fantechi, gloria.gori, jacopo.parrì, samuele.sampietro}@unifi.it.

<sup>(\*\*)</sup> moreno.pieralli@comesa.prato.it.

<sup>(\*)</sup> {laura.carnevali, alessandro.fantechi, gloria.gori, jacopo.parrì, samuele.sampietro}@unifi.it.

<sup>(\*\*)</sup> moreno.pieralli@comesa.prato.it.

## 1.1. Stato dell'arte

Benché predire la condizione di usura sia abbastanza complesso [14], risulta tuttavia vantaggioso per una migliore organizzazione dei piani di manutenzione [1], [2], [9], [12], [16], [17]. A tal scopo, sono stati proposti diversi dispositivi che permettono di automatizzare la verifica dello stato di usura delle ruote: questi dispositivi possono essere installati a bordo, nei siti di manutenzione o lungo i binari, con impatto e costi differenti.

I più avanzati treni moderni, come i treni per l'alta velocità e i treni regionali a configurazione fissa, possono essere dotati di una serie di sensori di usura installati a bordo. Per esempio, in [4] viene presentato un sistema di bordo che rileva lo stato di usura delle ruote analizzando il rumore generato dal loro contatto con la rotaia e validando i risultati su materiale metro equipaggiato ad hoc in Svezia. In [11] gli autori utilizzano i dati provenienti da vari sensori di bordo per estrarre feature da utilizzare in metodi automatici che, combinati con la conoscenza di dominio, consentono attività di diagnostica e prognostica per alcuni componenti del veicolo. In [3] è presentata un'ampia indagine sui metodi di rilevamento e misurazione del livello di usura delle ruote; le molte tecniche utilizzabili si basano su principi fisici diversi e permettono di rilevare varie modalità di usura. Complessivamente dotare i veicoli ferroviari di sensori di bordo fornisce un'informazione continua sulle dinamiche di sistema e supporta una stima accurata dello stato di usura, a fronte però di un costo e di un impatto che rendono quest'approccio utilizzabile solo per treni ad alte prestazioni.

Viceversa, i treni a basse prestazioni, come quelli regionali e merci, monitorano lo stato di usura delle ruote principalmente attraverso controlli in siti di manutenzione. Per aumentare la frequenza di monitoraggio senza interrompere l'attività dei veicoli, sono stati installati dei portali diagnostici che permettono di verificare lo stato di ogni ruota e, a velocità molto alte, i pantografi e i profili dei treni [7], [8]. Certamente i treni a basse prestazioni potrebbero al momento beneficiare dell'installazione di sistemi a basso costo sui binari. In [5], viene mostrato un confronto tra modelli diversi di usura delle ruote, realizzati tenendo conto di informazioni che possono essere acquisite lungo la tratta (p. e., variazioni di velocità, energia dissipata nel contatto ruota-rotaia), ottenendo un buon riscontro in caso di stato severo di usura e mostrando che una combinazione degli aspetti di usura considerati può aumentare l'affidabilità dell'approccio. Alcuni approcci utilizzano reti neurali. Ad esempio, in [13] gli autori sfruttano reti neurali per la predizione dell'usura di ruote e binari sulla base di caratteristiche simili, tra le quali la quantità di carico, la velocità del veicolo, l'angolo di serpeggio, e i profili ruota/rotaia. In [15], è presentato un tool per la predizione dell'usura, che sfrutta la simulazione di contatti veicolo-rotaia utilizzando dati reali, la misura dei profili e le condizioni di servizio, e che ha ottenuto buoni risultati quando è stato applicato a convogli di una linea suburbana di Stoccolma. Tutti questi approcci han-

*automate measurement of wheel wear, which can be installed on board, in maintenance sites, or along the tracks, with different cost and with different impact on the existing technologies.*

*Modern high-end trains, such as high-speed trains and heavy duty-fixed suburban consists, can be instrumented with a plethora of on-board wear sensors. For example, in [4] an onboard measurement system is developed that detects severe wheel wear based on the noise generated by the wheel-rail contact, using instrumented metro trains in Sweden for validation purposes. In [11], informative features are extracted from signals provided by many onboard sensors, combining domain knowledge with automated methods in order to perform diagnostics and prognostics of vehicle components. A survey on several wheel wear detection and measurement techniques is presented in [3], showing that different techniques, based on different physical principles, can cover different aspects of wheel wear. Overall, instrumenting railway vehicles with onboard sensor devices provides continuous real-time information on the system dynamics, supporting accurate estimation of wheel wear while having a cost and impact that makes it affordable only for high-performance trains.*

*Conversely, low-performance trains, such as secondary line and freight trains, mostly monitor wheel wear through periodic measures in maintenance sites. To increase the number of checks while avoiding downtime of railway vehicles, diagnostic portals have been recently installed, which are able to measure every wheel as well as other critical equipment, such as pantographs [7], [8]. Of course, low-performance trains could actually benefit from low-cost detection systems installed along the tracks. In [5], a comparison is performed among different models of wheel wear based on information that can be acquired along the track (e.g., sliding speed, energy dissipated in the wheel-rail contact area), showing good agreement in severe wear conditions and suggesting that a combination of the considered wear aspects would improve model reliability. Artificial neural networks are used in [13] to predict wheel and rail wear based on similar features, including vehicle load and speed, yaw angle, and wheel/rail profiles. In [15], a wear prediction tool is developed which leverages vehicle-track simulations based on actual track data, measured rail profiles, and operating conditions, achieving good results when applied to a vehicle operating the commuter rail network in Stockholm. As a common trait, all these approaches are much more focused on predicting wheel wear based on observed raw data rather than on designing and developing equipment that support agile acquisition of such data.*

## 1.2. Contribution and contents organization

*In this paper, we present a low-cost track-side equipment that evaluates the wear level of the wheels of a railway vehicle based on estimates of wheel flange height. This work has been carried out in the context of INDIGO (De-*



no in comune il fatto di essere focalizzati sulla previsione dello stato di usura delle ruote basandosi su misure grezze piuttosto che sulla progettazione e sullo sviluppo di dispositivi che supportino un'agevole acquisizione di tali dati.

## 1.2. Contributo e sommario

In questo lavoro presentiamo un dispositivo di terra a basso costo che consente di stimare il livello di usura delle ruote dei convogli ferroviari sulla base dall'altezza del bordino delle ruote. Questo lavoro è stato sviluppato nell'ambito di INDIGO (Sviluppo di un dispositivo INtelligente per la DIagnosi e il monitoragGiO di sistemi ferroviari), un progetto di Ricerca&Sviluppo cofinanziato da Regione Toscana nel programma quadro POR FESR 2014-2020 e sviluppato da piccole e medie imprese (Comesa S.R.L., Isertech S.R.L., e QuestIT S.R.L.) con il supporto scientifico del Laboratorio di Tecnologie del Software dell'Università degli Studi di Firenze. Il progetto di ricerca è stato ispirato dalla quantità di dati che possono essere acquisiti da un pedale elettromagnetico multifunzione progettato e realizzato da Comesa S.R.L., ovvero un dispositivo di terra in grado di rilevare gli assi di un convoglio ferroviario che vi transita sopra. Ad ogni passaggio di un asse, il pedale produce una serie di campioni che hanno andamento simile a quello di una funzione gaussiana, con proprietà dipendenti dalla ruota che ha effettuato il passaggio (p.e., massa metallica, forma geometrica), da caratteristiche fisiche del treno (p.e., velocità, direzione di marcia) e dalla sua composizione (p.e., posizione della locomotrice rispetto alle altre carrozze). Se i passaggi di tutte le ruote di un treno specifico vengono univocamente identificati, è possibile stimare l'usura della ruota applicando un metodo euristico che utilizza il confronto delle forme d'onda ottenute in passaggi successivi. I valori dell'usura acquisiti, insieme alla conoscenza della distanza di viaggio effettuata da ogni convoglio, vengono utilizzati per definire un algoritmo per la predizione dell'usura delle ruote. La fattibilità e le prestazioni dell'approccio proposto sono provate con sperimentazione sia in laboratorio sia sul campo, mostrando risultati incoraggianti che in futuro potrebbero essere usati a supporto della pianificazione e ottimizzazione delle attività di manutenzione.

L'articolo è organizzato come segue. In Sez. 2, vengono introdotte le caratteristiche principali del pedale elettromagnetico ed il suo utilizzo tipico in un sistema contaassi. In Sez. 3, viene illustrato in che modo dati diagnostici possono essere derivati da dati grezzi acquisiti dal pedale. In Sez. 4, vengono presentati i risultati sperimentali ottenuti nel contesto del progetto INDIGO. Infine, in Sez. 5 vengono presentate le conclusioni.

## 2. Sensore di rilevamento di un asse: il pedale elettromagnetico

Il pedale elettromagnetico è un dispositivo in grado di rilevare disturbi nel campo elettromagnetico circostante causati dal passaggio di una ruota, e di conseguenza può

*velopment of an intelligent device for diagnosis and monitoring of railway systems), a Research&Development project co-funded by the Tuscany regional government (Italy) in the POR FESR 2014-2020 program and developed by the SMEs Comesa, Isertech, and QuestIT, with the scientific support of the Software Technologies Laboratory (STLab) of the University of Florence. Specifically, the research has been inspired by the potential of the amount of data provided by a multifunction electromagnetic treadle designed and built by Comesa S.R.L., which is able to detect one or more axles of rolling stock in transit over it. Each passage over the treadle produces a Gaussian trace, which can be considered as a footprint of the rolling wheel, characterized by wheel features (e.g., metal mass, geometrical shape), by physical train kinetics (e.g., speed and travel direction), and by train composition (i.e., position of the tractor with respect to the other cars). If all the passages of each wheel of a specific train can be univocally identified, the collection and comparison of the obtained waveforms make it possible to estimate the wheel consumption through a heuristic method. The estimated wear values and the knowledge of the expected distance traveled by the vehicle are then used to define an algorithm for prediction of the wheel consumption. Feasibility and performance of the proposed approach are evaluated through laboratory and on-field experiments, showing encouraging results which could be used in the future to support scheduling and optimization of maintenance tasks.*

*The paper is organized as follows. In Sect. 2, we introduce the main characteristics of the electromagnetic treadle and its typical usage in an axle counter system. In Sect. 3, we illustrate how diagnostic data can be derived from raw data acquired by the treadle. In Sect. 4, we report the experimental results obtained in the context of the INDIGO project. Finally, conclusions are drawn in Sect. 5.*

## 2. Wheel detection sensor: the electromagnetic treadle

*The electromagnetic treadle provides a square wave signal with frequency output, whose value varies according to the amount of metal present in its sensitivity zone. In so doing, the treadle is able to perceive disruptions of the electromagnetic field caused by wheel passages, and therefore it can be used as the main sensor to detect an axle of rolling stock in transit. In the following sections, we describe the operating principles of the treadle, detailing hardware composition and main features of acquired data (Sect. 2.1), and we describe how a Gaussian curve related to the passage of an axle over the treadle can be considered as a footprint of the monitored train (Sect. 2.2).*

### 2.1. Operating principles of the multifunction electromagnetic treadle

*The basic operating principle of a treadle is to sample the electromagnetic field close to the hardware, using one or*

essere utilizzato come sensore principale per rilevare il transito di un asse di un convoglio ferroviario. In questa sezione vengono descritti i principi operativi del pedale, dettagliando la sua composizione hardware e le caratteristiche principali dei dati acquisiti (Sez. 2.1) e descrivendo come la curva gaussiana relativa al passaggio dell'asse sopra il pedale possa essere considerata un'impronta del convoglio osservato (Sez. 2.2).

## 2.1. Principi operativi del pedale elettromagnetico multifunzione

Il principio di funzionamento di un pedale è quello di campionare il campo elettromagnetico che lo circonda, utilizzando uno o più oscillatori che si comportano come sensori elettronici in grado di rilevare la presenza di materiale conduttivo. Il campo elettromagnetico è generato da un oscillatore e viene variato dal passaggio del bordo della ruota sul sensore stesso, aumentando la frequenza di oscillazione rispetto al caso di binario libero. Un pedale elettromagnetico viene installato su un singolo binario di una tratta ed è in grado di campionare tutti i passaggi delle ruote solamente su un singolo lato del treno, fornendo informazioni sufficienti all'identificazione degli assi (ulteriori dettagli sono descritti in Sez. 2.2). In base a questo principio, pedali installati su tratte ferroviarie sono in grado di monitorare la presenza di convogli ferroviari in transito.

Il pedale elettromagnetico multifunzione sviluppato nell'ambito del progetto INDIGO è costituito da un Doppio Rilevatore di Ruota e da un'Unità di Giunzione, come illustrato in Fig. 1. Per migliorare il rilevamento delle ruote durante la fase di campionamento, il pedale integra due oscillatori con livelli di sensibilità differenti in ridondanza, piazzati lungo la tratta ad una distanza di 133 mm. Questa ridondanza viene sfruttata nell'approccio proposto anche per stimare correttamente la velocità del treno senza bisogno di strumentazione ulteriore (Sez. 3.3.3).

Il pedale campiona una coppia di segnali che oscillano rispettivamente a 1MHz e 1.1MHz, e conta il Numero di Impulsi in un Periodo (NIP - con un periodo di 16ns), che è inversamente proporzionale alla frequenza campionata  $f_{our}(t)$ :

$$NIP = \frac{7.680}{f_{our}(t)}$$

more oscillators that act as electronic sensors, sensitive to the presence of conductive materials. The electromagnetic field is provided by an oscillator and varies with the flange of a wheel passing over the sensor, increasing the oscillation frequency with respect to the case of free track. An electromagnetic treadle is installed on a single rail of a track and is able to sample all the wheel passages only on a single side of the train, thus providing sufficient information to identify the train axles (further details are reported in Sect. 2.2). According to this, treadles installed on a railway track can monitor accesses of rolling stock in transit in the section, providing an axle counting occupancy detector.

The multifunction electromagnetic treadle developed in the INDIGO project consists of a Wheel Double Detector and a Junction Unit, as illustrated in Fig. 1. To improve wheel detection during the sampling stage, the treadle embeds 2 oscillators with different sensitivity in redundancy mode, placed along the rail at a distance of 133 mm. As a notable aspect, this redundancy is also exploited in the proposed approach to properly estimate train speed without requiring any additional instrumentation, as discussed in Sect. 3.3.3.

The treadle samples a couple of signals with frequency of 1 MHz and 1.1 MHz, respectively, counting the Number

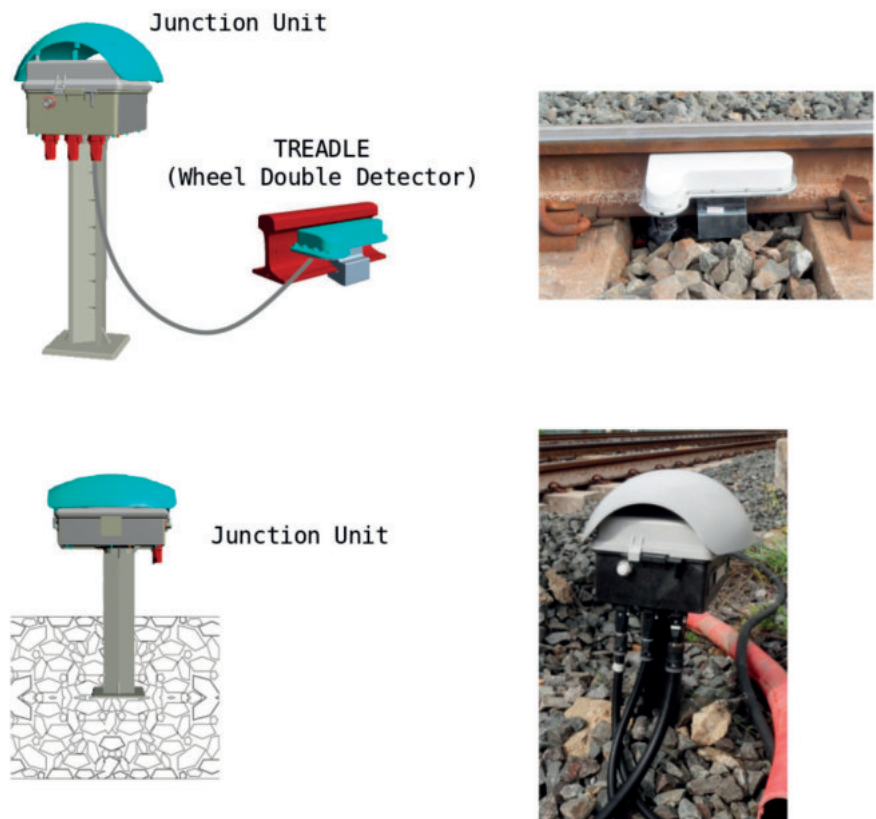


Figura 1 – Architettura Hardware del pedale elettromagnetico installato sulla linea.

Figure 1 – Hardware architecture of the electromagnetic treadle installed on a track.



La presenza di una massa metallica all'interno del campo elettromagnetico aumenta  $f_{OUT}(t)$ , dunque diminuisce i NIP rispetto al valore di rotaia libera. La Fig. 2 riassume il concetto, mostrando i NIP misurati per passaggi diversi di varie ruote sul sensore, che portano a curve differenti principalmente a causa delle diverse altezze dei bordini, ma anche a causa delle diverse forme geometriche delle ruote, delle condizioni atmosferiche e dell'effetto dello slittamento.

## 2.2. Impronta Gaussiana di un treno in transito

Il pedale rileva un asse grazie ai picchi del segnale acquisito, portando ad una collezione di forme d'onda elettromagnetiche. Se assumiamo che sia possibile identificare univocamente ogni singolo treno, allora ogni forma d'onda acquisita può essere associata allo specifico treno che l'ha prodotta. L'insieme delle forme d'onda prodotte costituisce quindi un'impronta del treno stesso e può essere utilizzata come firma a supporto delle seguenti attività di diagnostica:

- rilevamento dell'inversione dei convogli, in modo da identificare univocamente il lato che sta transitando sopra il pedale;
- identificazione delle ruote, in modo da stimare l'altezza del bordino come misura del livello di usura della ruota.

In Fig. 3 viene riportata l'impronta di un treno regionale Vivalto di Trenitalia, che mostra 12 carrelli di carrozze passeggeri, ognuno con due assi, e i due carrelli più vicini del locomotore che spinge il convoglio. Il treno Vivalto ha una composizione asimmetrica, ovvero con un singolo locomotore, di conseguenza risulta più facile riconoscere la posizione del locomotore che può essere testa treno o coda treno se il locomotore rispettivamente traina o spinge il convoglio.

## 3. Un approccio euristico per la diagnosi dello stato di usura delle ruote

Le forme d'onda generate dal passaggio di una ruota specifica sul pedale forniscono informazioni sul livello di usura della ruota stessa a supporto dell'attività di diagnostica. In particolare, le forme d'onda hanno un andamento gaussiano nel tempo (Sez. 3.1), e vengono sfruttate in un processo di diagnostica e predizione composto dalle seguenti fasi:

- **Filtraggio e estrazione delle feature** (Sez. 3.2): estrazione dei campioni rilevanti dalle forme

of Impulses in one Period (NIP – where Period = 16ns), which are inversely proportional to the sampled frequency  $f_{OUT}(t)$ :

$$NIP = \frac{7.680}{f_{OUT}(t)}$$

The presence of a metal mass in the electromagnetic field increases  $f_{OUT}(t)$  and thus decreases the NIP with respect to the case of free track. Fig. 2 summarizes the conceptual idea, showing the NIP measured in different passages of different wheels over the sensor, which yield different curves mainly due to different wheel flange height, but also due to different shapes of rolling stock materials, atmospheric conditions, and wheel skidding effect.

## 2.2. Gaussian footprint of a train in transit

The treadle detects an axle for each acquired wave peak, yielding a collection of electromagnetic waveforms. If each train in transit can be univocally identified, each acquired waveform can be related to a specific train. In so doing, the collection of waveforms of a train provides a footprint of the train and can be used to support the following diagnosis activities:

- detection of rolling stock inversions, in order to uniquely identify the side transiting over the treadle;
- identification of wheels, in order to estimate the flange height as a measurement of wheel wear level.

As an example, Fig. 3 shows the footprint of a Trenitalia

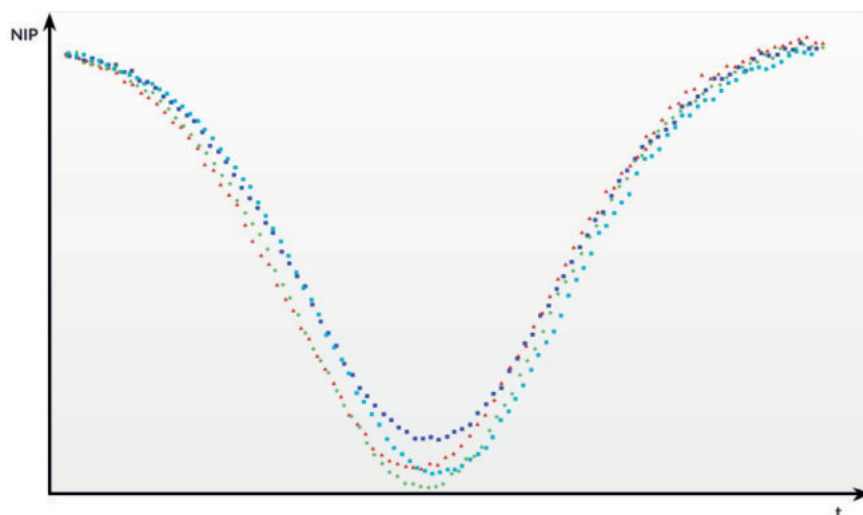


Figura 2 – Valori NIP rilevati dal pedale elettromagnetico in passaggi di ruote differenti (sulle ascisse gli istanti temporali, sulle ordinate i valori NIP). Ogni curva mostra una forma gaussiana.

Figure 2 – The NIP detected by the electromagnetic treadle in different passages of different wheels (time on the x-axis, NIP values on the y-axis). Each curve follows a Gaussian shape.

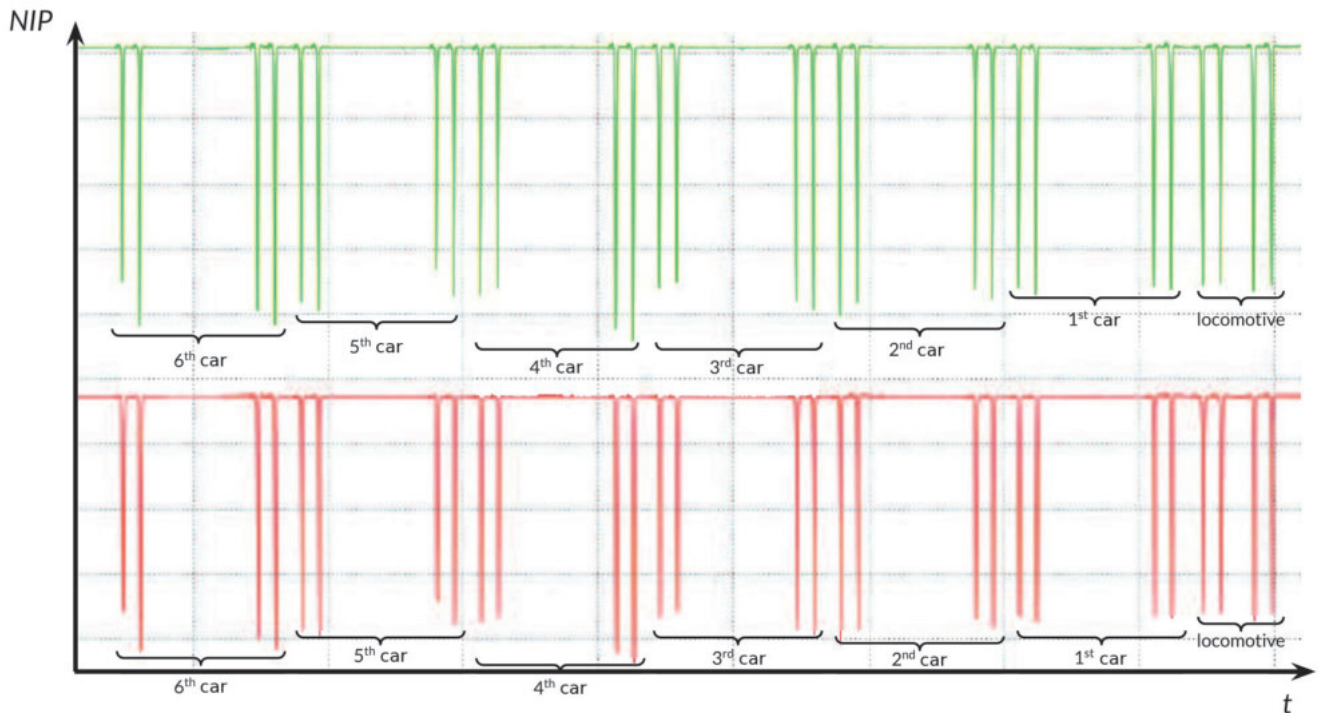


Figura 3 – Impronta di un treno Vivalto, campionata dai due oscillatori del pedale elettromagnetico: la curva rossa è prodotta dal primo oscillatore, mentre quella verde dal secondo oscillatore (l’ascissa riporta il tempo di campionamento, mentre l’ordinata i valori NIP). L’impronta mostra un locomotore coda treno, riconoscibile dalla distanza ridotta fra i carrelli.

Figure 3 – Footprint of a Vivalto train, sampled by the two oscillators of the treadle: the red curve refers to the first oscillator, while the green one refers to the second oscillator (sampling time on the x-axis, NIP values on the y-axis). The footprint shows a trailing locomotive pushing the train, which can be detected by the shorter distance between its bogies.

d’onda prodotte da ciascun oscillatore e associazione con la ruota identificata per generare la curva gaussiana di ogni ruota.

- **Diagnosi del livello di usura attuale** (Sez. 3.3): applicazione di un’euristica per derivare i parametri liberi della curva gaussiana associata ad ogni ruota, fornendo una stima dell’altezza attuale del bordino della ruota.
- **Diagnosi predittiva del livello di usura** (Sez. 3.4): predizione dell’aumento nel tempo dell’altezza del bordino di ogni ruota identificata.

### 3.1. La legge di rilevazione delle ruote

In presenza di un asse in transito, la frequenza campionata  $f_{OUT}(t)$  mostra un andamento gaussiano in accordo con la seguente legge (da qui in avanti chiamata *legge di rilevazione*):

$$f_{OUT}(t) = f_{FT} + amp \cdot e^{-k(t-t_0)^2}$$

$$amp = f_{FT} \cdot s \cdot \left(\frac{h}{h_{REF}}\right)^3$$

Vivalto regional train, highlighting 12 bogies of the passenger cars, each with two axles, and 2 closer bogies indicating the trailing locomotive, which pushes the train. The Vivalto train has an asymmetric composition (i.e., with only one locomotive) facilitating the recognition of the locomotive position, which can be either ahead position or tail position depending on whether the locomotive pulls or pushes, respectively.

### 3. A heuristic diagnosis approach for wear detection

Waveforms generated by the passage of a specific wheel over the treadle provide information on the wheel wear level, supporting diagnostic and maintenance tasks. Specifically, the waveforms follow a temporal Gaussian trend (Sect. 3.1), and are exploited in a diagnostic and prediction process consisting of the following phases:

- **Filtering and feature extraction** (Sect. 3.2): extraction of relevant samples from the waveforms of each oscillator and association with the identified wheel to generate a Gaussian curve for each wheel.
- **Diagnosis of the current wear level** (Sect. 3.3): application of a heuristics to derive the free parameters of the



$$\Delta = l + 2 \cdot \sqrt{a \cdot d - a^2}$$

$$k = \left(\frac{4v}{\Delta}\right)^2$$

dove:

- $t_0$  è l'istante temporale in cui la ruota transita sul sensore, metaforicamente premendo il pedale, e la curva acquisita assume il suo massimo locale, ovvero  $f_{OUT}(t_0)$ ;
- $amp$  è l'ampiezza della curva gaussiana e dipende dalla frequenza di oscillazione a rotaia libera ( $f_{FT}$ ), dalla sensibilità dell'oscillatore ( $s$ ) e dal rapporto fra l'altezza reale del bordino della ruota ( $h$ ) e l'altezza reale del bordino di riferimento ideale ( $h_{REF}$ ); a livello geometrico,  $amp$  rappresenta la distanza fra  $f_{FT}$  e il punto di massimo locale  $f_{OUT}(t_0)$ ;
- $v$  è la velocità del treno in transito, che deve essere stimata;
- $\Delta$  è un parametro che dipende dalla lunghezza del sensore  $l$ , dalla massima distanza ruota-sensore per cui la ruota viene rilevata dal sensore stesso ( $a$ ), e dal diametro della ruota ( $d$ );
- $k$  è un parametro dipendente da  $v$  e da  $\Delta$ .

I parametri  $f_{FT}$ ,  $s$ ,  $h_{REF}$ ,  $l$ ,  $a$  e  $d$  sono noti e una loro interpretazione geometrica è riportata in Fig. 4.

In seguito, per combinare gli aspetti relativi alla modellazione fisica ideale con gli aspetti legati al comportamento reale, alterneremo considerazioni ed equazioni sia nel dominio della frequenza che in quello del tempo caratterizzato dai valori NIP. L'equazione in Sez. 2.1 consente la trasformazione bidirezionale fra i due domini.

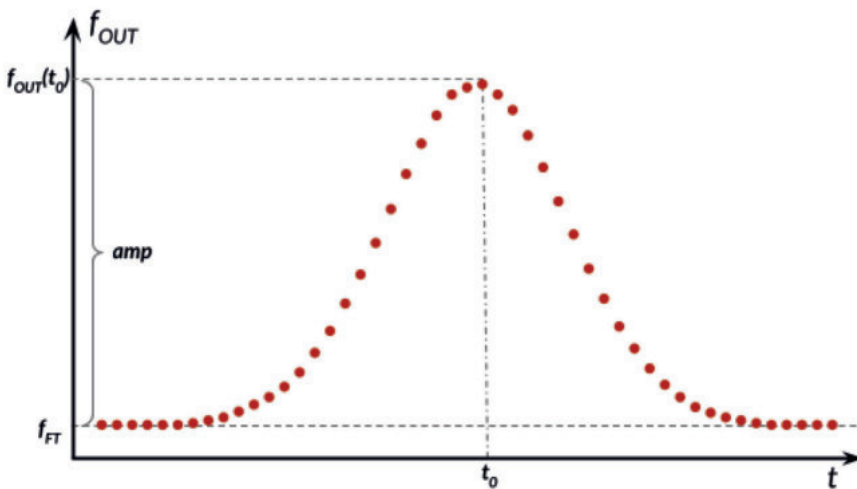


Figura 4 – Interpretazione geometrica, nel dominio della frequenza, dei parametri principali della legge di rilevazione.

Figure 4 – Geometrical interpretation, in the frequency domain, of the main parameters of the detection law.

Gaussian curve associated with each identified wheel, providing an estimate of the current flange height of the wheel.

- **Predictive diagnosis of the wear level** (Sect. 3.4): prediction of the increase over time of the flange height of each identified wheel.

### 3.1. The wheel detection law

In presence of a transiting axle, the sampled frequency  $f_{OUT}^{(t)}$  reveals a Gaussian trend according to the following law (from now on termed detection law):

$$f_{OUT}(t) = f_{FT} + amp \cdot e^{-k(t-t_0)^2}$$

$$amp = f_{FT} \cdot s \cdot \left(\frac{h}{h_{REF}}\right)^3$$

$$\Delta = l + 2 \cdot \sqrt{a \cdot d - a^2}$$

$$k = \left(\frac{4v}{\Delta}\right)^2$$

where:

- $t_0$  is the time instant at which the wheel transits on the sensor, metaphorically pushing the treadle, and the sampled curve assumes its local maximum, i.e.,  $f_{OUT}(t_0)$ ;
- $amp$  corresponds to the amplitude of the Gaussian curve and depends on the oscillation frequency in the case of free track ( $f_{FT}$ ), on the sensitivity of the oscillator ( $s$ ), and on the ratio between the actual flange height of the wheel ( $h$ ) and a reference flange height for an ideal non-worn wheel ( $h_{REF}$ ). From a geometrical perspective,  $amp$  represents the distance between  $f_{FT}$  and the local maximum  $f_{OUT}(t_0)$ ;
- $v$  is the speed of the transiting train, which needs to be estimated.
- $\Delta$  is a parameter depending on the sensor length ( $l$ ), the maximum wheel-sensor distance such that the wheel is detected by the sensor ( $a$ ), and the wheel diameter ( $d$ );
- $k$  is a parameter depending on the train speed ( $v$ ) and on  $\Delta$ .

Parameters  $f_{FT}$ ,  $s$ ,  $h_{REF}$ ,  $l$ ,  $a$  and  $d$  are known and their geometrical interpretation is illustrated in Fig. 4.

In the rest of the paper, to combine aspects related to the ideal physical world with aspects related to the real physical environment, we alternate considerations and equations both in

## 3.2. Filtraggio ed estrazione delle feature

Il pedale acquisisce un campione ogni 125  $\mu$ s, sia quando un treno sta transitando sul pedale che quando il pedale è libero. I campioni acquisiti sono processati in due fasi per estrarre le informazioni da utilizzare durante le fasi di diagnostica successive. In particolare, la prima fase identifica la sequenza di campioni  $S = \{NIP_1, NIP_2, \dots, NIP_N\}$  relativa al transito di ogni treno, filtrando il rumore generato da cause differenti (p.e., il passaggio di animali sopra i binari, grandinate). Successivamente, la seconda fase isola i campioni relativi ad ogni ruota all'interno di una sequenza associata al transito di un treno. Per effettuare questi due passi, è stato definito un algoritmo che stima la frequenza di oscillazione in caso di rotaia libera ( $f_{FT}$ ), che dipende dalle caratteristiche di installazione, dalle condizioni atmosferiche, e dalla sensibilità dell'oscillatore considerato (i valori  $f_{FT}$  dei due oscillatori sono differenti e devono essere calcolati in maniera indipendente). In particolare, in riferimento alla rappresentazione in NIP della  $f_{FT}$  ( $NIP_{FT} = 7680/f_{FT}$ ), i campioni NIP sono classificati come segue per ognuno dei due oscillatori:

- Un campione è detto *rilevante* se il suo valore NIP è inferiore al 99,5% del valore stimato  $NIP_{FT}$ :

$$NIP_{RELEVANT} := \{NIP_i \mid NIP_i < 0,995 \cdot NIP_{FT}\};$$

- Due campioni rilevanti  $NIP_i, NIP_j$  con  $NIP_j$  successivo a  $NIP_i$  sono detti *consecutivamente rilevanti* se sono separati da un massimo di  $H$  campioni tutti *irrilevanti*, dove  $H$  è detta *soglia di irrilevanza* ed è pari a 3 nei nostri esperimenti:

$$NIP_i, NIP_j \in S_{WHEEL} \Leftrightarrow NIP_i, NIP_j \in NIP_{RELEVANT} \wedge |j - i| \leq H \wedge \forall k : i < k < j, NIP_k \notin NIP_{RELEVANT};$$

- Un campione è detto *attivatore* quando il suo valore NIP è inferiore al 98% del valore stimato  $NIP_{FT}$ :

$$NIP_{ACTIVATOR} := \{NIP_i \mid NIP_i < 0,980 \cdot NIP_{FT}\}.$$

In particolare,  $NIP_{ACTIVATOR}$  è l'insieme dei campioni che identificano l'inizio della sequenza di campioni di una ruota, che è composta da tutti i campioni consecutivamente rilevanti rilevati prima e dopo il campione attivatore. Per questo motivo, il minimo locale della forma d'onda è incluso nella sequenza. In questo modo, la fine della sequenza dei campioni di una ruota viene identificata quando la soglia di irrilevanza viene superata:  $NIP_M$  è l'ultimo elemento di:

$$S_{WHEEL} = \{NIP_1, NIP_2, \dots\} \Leftrightarrow NIP_M \in S_{WHEEL} \wedge \nexists j > M : NIP_j \in NIP_{RELEVANT} \wedge j - M \leq H$$

Durante questo passo, il valore  $NIP_{FT}$ , che inizialmente è impostato al valore corrispondente a quello raggiunto in condizione di rotaia libera, viene aggiornato dinamica-

mente nel dominio della frequenza e in quello inversamente proporzionale, caratterizzati dai valori NIP. Queste due domini permettono trasformazioni bidirezionali attraverso l'equazione presentata in Sect. 2.1.

## 3.2. Filtering and feature extraction

The treadle acquires a sample every 125  $\mu$ s, both while a train is in transit and while the track is free. Two steps are performed to process the acquired samples and extract information to be used in the next diagnosis phases. Specifically, a first step identifies the sequence of samples  $S = \{NIP_1, NIP_2, \dots, NIP_N\}$  related to each train transit, discarding noise generated by different causes (e.g., animals passing over the rail, hailstorm events). Then, a second step isolates the samples related to each wheel within each sequence associated with a train transit. To perform these steps, an algorithm is defined that estimates the oscillation frequency in the case of free track ( $f_{FT}$ ), which depends on installation characteristics, weather conditions, and sensitivity of the considered oscillator (the values  $f_{FT}$  of for the two oscillators are different and should be computed independently). Specifically, referring to the NIP representation of  $f_{FT}$  (i.e.,  $NIP_{FT} = 7680/f_{FT}$ ), the NIP samples are classified as follows (for each of the two oscillators):

- A sample is termed *relevant* when its NIP value is lower than the 99.5% of the actual estimated value  $NIP_{FT}$ :

$$NIP_{RELEVANT} := \{NIP_i \mid NIP_i < 0,995 \cdot NIP_{FT}\};$$

- Two samples are termed *consecutively relevant* if they are separated by a maximum of  $H$  irrelevant samples, where  $H$  is termed *irrelevance threshold* and set to 3 in our experiments:

$$NIP_i, NIP_j \in S_{WHEEL} \Leftrightarrow NIP_i, NIP_j \in NIP_{RELEVANT} \wedge |j - i| \leq H \wedge \forall k : i < k < j, NIP_k \notin NIP_{RELEVANT};$$

- A sample is termed *activator* when its NIP value is lower than the 98% of the actual estimated  $NIP_{FT}$  value:

$$NIP_{ACTIVATOR} := \{NIP_i \mid NIP_i < 0,980 \cdot NIP_{FT}\}.$$

In particular,  $NIP_{ACTIVATOR}$  is the set of samples that identify the beginning of the sample sequence of a wheel, which is composed by all the consecutively relevant samples after and before an activator sample. For this reason, the local minimum of the waveform is included in the sequence. In so doing, the end of the sample sequence of a wheel is identified when the irrelevance threshold is exceeded:  $NIP_M$  is the last element of:

$$S_{WHEEL} = \{NIP_1, NIP_2, \dots\} \Leftrightarrow NIP_M \in S_{WHEEL} \wedge \nexists j > M : NIP_j \in NIP_{RELEVANT} \wedge j - M \leq H$$

mente. In particolare, un campione è classificato come *utile* se non è rilevante ed è separato da un altro campione utile da al più  $U$  campioni irrilevanti (la soglia  $U$  è pari a 4 nei nostri esperimenti). Infine, ogni volta che un campione NIP viene processato e classificato, il valore  $NIP_{FT}$  viene aggiornato calcolando il valor medio dei campioni utili correnti.

### 3.3. Valutazione del livello di usura attuale

In questa sezione, presentiamo un algoritmo che stima l'altezza del bordino di una ruota sulla base della forma d'onda gaussiana (Sez. 3.3.1). Per far ciò, sono definiti due algoritmi che consentono di stimare l'istante  $t_0$  in cui la ruota effettivamente transita sul pedale (Sez. 3.3.2) e la velocità del convoglio (Sez. 3.3.3).

#### 3.3.1. Algoritmo per la stima dell'altezza del bordino della ruota

Come già detto, il livello di usura della ruota può essere stimato a partire dall'altezza del suo bordino, che aumenta all'aumentare dello stato di usura. Il processo di usura, infatti, agisce sulle parti rotanti riducendo il diametro della ruota, calcolato come distanza dal centro della superficie rotabile. Nel far ciò, poiché il bordino non è affetto da consumo verticale in condizioni di servizio normali, tende a essere più prominente nel tempo come mostrato in Fig. 5.

Il primo passo dell'algoritmo *amp* stima il parametro che contiene informazioni riguardanti l'altezza del bordino. A tale scopo, viene utilizzato il metodo della discesa del gradiente che minimizza la seguente funzione di errore:

$$\begin{aligned} \sum_i MSE_i &= \sum_i (f_{SAMPLE(i)} - f_{OUT}(t_i))^2 \\ &= \sum_i (f_{SAMPLE(i)} - f_{FT} - \widehat{amp} \cdot e^{-k(t_i-t_0)^2})^2 \end{aligned}$$

dove  $t_0$  può essere stimato come spiegato in Sez. 3.3.2, e  $k$  dipende da costanti e dalla velocità  $v$  del treno, che può essere stimata come verrà spiegato in Sez. 3.3.3. La funzione obiettivo calcola l'errore tra la stima temporanea della frequenza (calcolando direttamente l'equazione sulla stima  $\widehat{amp}$  di *amp*) e il suo valore campionato (acquisito dal pedale elettromagnetico).

Il secondo passo dell'algoritmo consiste nel ribaltare l'equazione presentata in Sez. 2.2 per stimare l'altezza del bordino  $\hat{h}$  sostituendo ad *amp* il valore  $\widehat{amp}$  calcolato al passo precedente, il valore della frequenza di oscillazione in caso di binario libero ( $f_{FT}$ ), la sensibilità degli oscillatori che

During this step, the value of  $NIP_{FT}$ , which is initially set to the value attained in the condition of free track, is dynamically updated. Specifically, a sample is classified as useful if it is not relevant and it is separated from another useful sample by at most  $U$  irrelevant samples (where  $U$  is set to 4 in our experiments). Then, every time a NIP sample is parsed and classified,  $NIP_{FT}$  is updated and set equal to the mean value of the current useful samples.

### 3.3. Diagnosis of the current wear level

In this section, we present an algorithm to estimate the flange height of a wheel based on the obtained Gaussian waveforms (Sect. 3.3.1). To this end, we define two algorithms to estimate the time instant  $t_0$  at which the wheel transits on the treadle (Sect. 3.3.2) and to estimate the train speed (Sect. 3.3.3).

#### 3.3.1. Estimation algorithm for the wheel flange height

The wear level of a wheel can be estimated from the height of its flange, which actually increases with the wheel wear. In fact, the wear process mainly acts on the rolling part, reducing the diameter of the wheel, calculated as the distance from the center to the rolling surface. In so doing, since the flange is not affected by vertical rubbing under regular operating conditions, it tends to be more prominent over time, as shown in Fig. 5.

The first step of the algorithm *amp* estimates the parameter, which subsumes information about the flange height. To this end, the gradient descent optimization method is applied, exploiting the convexity of the following error function:

$$\sum_i MSE_i = \sum_i (f_{SAMPLE(i)} - f_{OUT}(t_i))^2$$

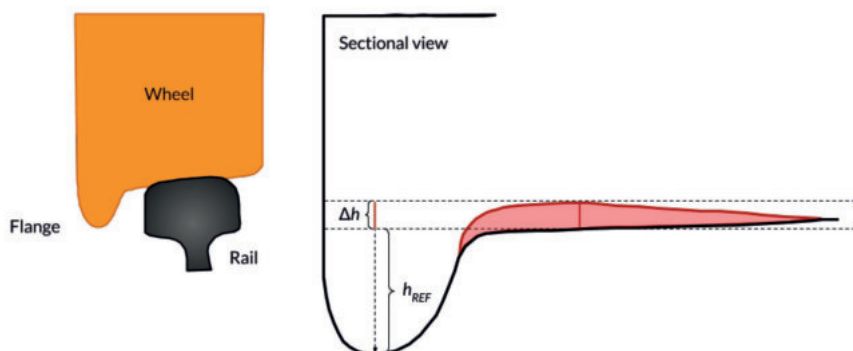


Figura 5 – La figura a sinistra mostra il processo di rotolamento della ruota lungo il binario. La figura a destra evidenzia in rosso il risultato del processo di usura che provoca un aumento  $\Delta h$  dell'altezza del bordino.

Figure 5 – The left picture depicts the rolling process of the wheel over the rail. The right picture highlights in red the wear process of the rolling surface, which causes a  $\Delta h$  increase of the flange.



campionano la curva (s), e l'altezza del bordino ideale ( $h_{REF}$ ):

$$\begin{aligned} \widehat{amp} &= f_{FT} \cdot s \cdot \left(\frac{h}{h_{REF}}\right)^3 \Rightarrow \hat{h} \\ &= h_{REF} \cdot \sqrt[3]{\frac{\widehat{amp}}{f_{FT} \cdot s}} \end{aligned}$$

3.3.2. Algoritmo di stima dell'istante di tempo  $t_0$

Il parametro  $t_0$  rappresenta l'istante di tempo in cui il centro della ruota considerata è allineato verticalmente rispetto all'oscillatore a cui ci si riferisce. Allo stesso tempo  $t_0$  è anche l'istante di tempo in cui la curva nel dominio della frequenza raggiunge il suo valore massimo che viceversa corrisponde all'istante di tempo in cui la stessa curva rappresentata nel dominio del tempo sui valori NIP raggiunge il valore minimo.

Tuttavia, i campioni NIP rappresentano una sequenza di dati periodici e discreti, soggetti a un errore intrinseco dovuto al periodo di campionamento, ed esacerbato sia da limitazioni hardware che dalla presenza di rumore. Per questo  $t_0$  non può essere stimato in maniera diretta, e per ovviare a ciò, sono stati definiti due diversi metodi di stima che chiameremo nel seguito strategia A e strategia B e di cui in Fig. 6 è mostrata un'interpretazione geometrica. In particolare, la strategia A assegna a  $t_0$  l'istante di tempo corrispondente al campione NIP con valore minimo. Invece la strategia B assegna a  $t_0$  il valor medio delle ascisse dei due punti di intersezione di una retta di soglia ( $y_{THRESHOLD}$ ) posizionata a distanza uguale da  $NIP_{FT}$  e da  $\arg \min_{t_i}(NIP(t_i))$ , ovvero,

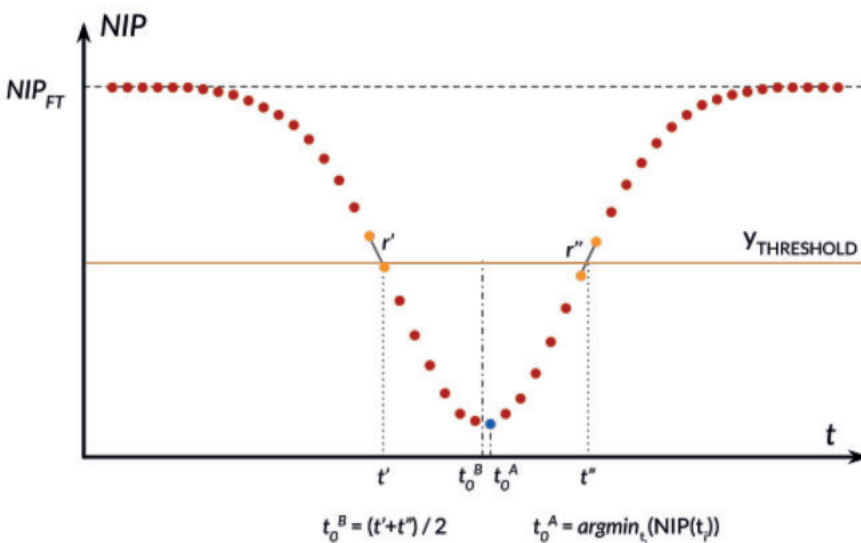


Figura 6 – Strategie per la stima di  $t_0$ : la strategia A imposta  $t_0$  a  $t_0^A$ , mentre la B a  $t_0^B$ .

Figure 6 –  $t_0$  estimation strategies in action: the A strategy sets  $t_0$  to  $t_0^A$ , while the B strategy sets  $t_0$  to  $t_0^B$ .

$$= \sum_i (f_{SAMPLE(i)} - f_{FT} - \widehat{amp} \cdot e^{-k(t_i - t_0)^2})^2$$

where  $t_0$  can be estimated as explained in Sect. 3.3.2, and  $k$  depends on constants and on the train speed  $v$ , which can be estimated as it will be discussed in Sect. 3.3.3. The objective function allows to quantify the error between a temporary estimation of the frequency (directly from the mathematical equation over the estimated value  $\widehat{amp}$  of amp) and its sampled value (acquired from the functioning electromagnetic treadle).

The second step of the algorithm applies the reverse detection law (see Sect. 2.2) to estimate the flange height  $\hat{h}$  by substituting amp the optimal value ( $\widehat{amp}$ ), the oscillation frequency in the case of free track ( $f_{FT}$ ), the sensitivity of the oscillator sampling the curve (s), and the reference flange height ( $h_{REF}$ ):

$$\begin{aligned} \widehat{amp} &= f_{FT} \cdot s \cdot \left(\frac{h}{h_{REF}}\right)^3 \Rightarrow \hat{h} \\ &= h_{REF} \cdot \sqrt[3]{\frac{\widehat{amp}}{f_{FT} \cdot s}} \end{aligned}$$

3.3.2. Estimation algorithm for the time instant  $t_0$

The parameter  $t_0$  represents the time instant when the center of the considered wheel is vertically aligned over the considered oscillator, on an ideal line orthogonal to the plane where the treadle is installed. At the same time,  $t_0$  is also the time instant when the curve in the frequency domain reaches its maximum value and, vice versa, the time instant when the ideal curve composed by the NIP values should reach the minimum value.

However, sampled NIP values represent a periodic and discrete data sequence, subject to an intrinsic error imposed by the sampling period, further exacerbated by hardware limits and noise. Therefore,  $t_0$  cannot be directly estimated as the time when the minimum NIP value is attained. To overcome the issue, two different estimation methods are defined for  $t_0$ , which are based on two strategies termed A and B, respectively, for which Fig. 6 shows a geometrical interpretation. Specifically, the A strategy sets  $t_0$  to the time instant of the NIP sample with minimum value. Conversely, the B strategy sets  $t_0$  to the mean value of the abscissas of the two points of intersection of a threshold line ( $y_{THRESHOLD}$ )

$$= NIP_{FT} - \left( \frac{Y_{THRESHOLD} (NIP_{FT} - \arg \min_{t_i} (NIP(t_i)))}{2} \right)$$

con due segmenti ottenuti da interpolazione lineare tra punti consecutivi nella curva di campioni NIP. Questi segmenti sono rispettivamente identificati come la rampa di discesa  $r'$  e quella di salita  $r''$ . Formalmente:

$$\begin{aligned} r' &= m' \cdot t + m' \cdot t_i + NIP(t_i) \\ r'' &= m'' \cdot t + m'' \cdot t_j + NIP(t_j) \end{aligned}$$

dove:

$$m' = \frac{NIP(t_{i+1}) - NIP(t_i)}{t_{i+1} - t_i}$$

con tale che:

$$\begin{aligned} NIP(t_i) &> Y_{THRESHOLD} \\ \wedge NIP(t_{i+1}) &< Y_{THRESHOLD} \end{aligned}$$

e:

$$m'' = \frac{NIP(t_{j+1}) - NIP(t_j)}{t_{j+1} - t_j}$$

con tale che:

$$\begin{aligned} NIP(t_j) &< Y_{THRESHOLD} \\ \wedge NIP(t_{j+1}) &> Y_{THRESHOLD} \end{aligned}$$

Notare che  $(t_{i+1} - t_i)$  e  $(t_{j+1} - t_j)$  corrispondono al periodo di campionamento del pedale,  $m' < 0$ , e  $m'' > 0$ .

### 3.3.3. Stima della velocità di transito

Per quanto riguarda la stima della velocità di transito dobbiamo considerare che il tempo necessario per acquisire i campioni relativi ad una ruota è molto breve, di solito dell'ordine di pochi ms; per questa ragione, consideriamo che la velocità sia un parametro costante, e che gli effetti di accelerazione e decelerazione siano in tale intervallo trascurabili. In particolare, la stima si ottiene come il rapporto tra la distanza che intercorre tra i centri dei due oscillatori ( $dist_{1,2}$ ) e l'intervallo di tempo necessario a percorrere tale tratto ( $t_0^{osc2} - t_0^{osc1}$ ):

$$v_{est} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dist_{1,2}}{(t_0^{osc2} - t_0^{osc1})}$$

Il valore di  $dist_{1,2}$  è noto, e nella nostra installazione corrisponde a una distanza di 133 mm. Poiché la stima della velocità dipende dalla stima dell'istante  $t_0$ , si ottengono valori diversi a seconda della strategia scelta, come descritto in Sez. 3.3.2.

defined to be equally distant from  $NIP_{FT}$  and  $\arg \min_{t_i} (NIP(t_i))$ , i.e.,

$$= NIP_{FT} - \left( \frac{Y_{THRESHOLD} (NIP_{FT} - \arg \min_{t_i} (NIP(t_i)))}{2} \right)$$

with two segments obtained through linear interpolation of consecutive points in the sampled NIP curve. These segments are, respectively, identified in the descending straight line  $r'$  and in the rising straight line  $r''$ . In detail:

$$\begin{aligned} r' &= m' \cdot t + m' \cdot t_i + NIP(t_i) \\ r'' &= m'' \cdot t + m'' \cdot t_j + NIP(t_j) \end{aligned}$$

where

$$m' = \frac{NIP(t_{i+1}) - NIP(t_i)}{t_{i+1} - t_i}$$

with  $i$  so that

$$\begin{aligned} NIP(t_i) &> Y_{THRESHOLD} \\ \wedge NIP(t_{i+1}) &< Y_{THRESHOLD} \end{aligned}$$

and

$$m'' = \frac{NIP(t_{j+1}) - NIP(t_j)}{t_{j+1} - t_j}$$

with  $j$  so that

$$\begin{aligned} NIP(t_j) &< Y_{THRESHOLD} \\ \wedge NIP(t_{j+1}) &> Y_{THRESHOLD} \end{aligned}$$

Note that  $(t_{i+1} - t_i)$  and  $(t_{j+1} - t_j)$  are the sampling periods of the treadle,  $m' < 0$ , and  $m'' > 0$ .

### 3.3.3. Estimation algorithm for the transit speed

The time needed by the treadle to acquire the samples related to a wheel is very short, usually in the order of some ms. As a consequence, the transit speed is assumed to be constant, given that acceleration and deceleration effects would be negligible. Specifically, it is estimated as the ratio of the distance between the centers of the sensors of the two oscillators (i.e.,  $dist_{1,2}$ ) and the time interval needed to transit from the first center to the second one (i.e.,  $t_0^{osc2} - t_0^{osc1}$ ):

$$v_{est} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dist_{1,2}}{(t_0^{osc2} - t_0^{osc1})}$$

The value of  $dist_{1,2}$  is known (factory settings: 133 mm). Moreover, the transit speed estimation also depends on the adopted estimation strategy for the time instant  $t_0$  as discussed in Sect. 3.3.2.

**3.4. Diagnosi predittiva del livello di usura**

Possiamo predire l'attuale altezza del bordino ricavandola interpolando linearmente i dati raccolti nei passaggi precedenti della ruota sul pedale (ovvero, utilizzando le stime prodotte nel tempo dal metodo di diagnostica proposto). In particolare, modelliamo il processo di usura facendo l'assunzione di un rapporto costante tra l'aumento di altezza del bordino e il numero di chilometri percorsi, senza tener conto né delle collisioni laterali dovute ad esempio alle curve presenti sulla tratta, che potrebbero istantaneamente dar luogo ad aree appiattite, né delle condizioni atmosferiche, che potrebbero accelerare o rallentare il fattore di degrado.

Formalizzando, andiamo a risolvere il seguente problema di ottimizzazione:

$$\arg \min_{\hat{h}_i} \sum_i MSE_i = 1/N \sum_i (h_{SAMPLE(i)} - \hat{h}_i)^2$$

dove  $\hat{h}_i = \hat{m} t_i + \hat{q}$ ,  $h_{SAMPLE(i)}$  è l'i-esima altezza del bordino considerata,  $h_i$  è l'i-esima altezza del bordino predetta,  $t_i$  è l'istante in cui l'i-esima altezza è stata valutata, e  $N$  è il numero di valori predetti. Nel far ciò,  $\hat{m}$  e  $\hat{q}$  definiscono la "retta di predizione", e l'altezza futura predetta è l'ordinata  $h_{PRED}$  del punto di ascissa  $t_{PRED}$ :

$$h_{PRED} = \hat{m} \cdot t_{PRED} + \hat{q}$$

**4. Sperimentazione**

Nell'ambito del progetto INDIGO è stata condotta una sperimentazione, in cui l'installazione originale del pedale è stata estesa in modo da svolgere anche le funzionalità di diagnostica dello stato di usura delle ruote. Il sistema comprende il pedale e tre componenti hardware/software<sup>1</sup>:

1. una fotocamera con Optical Character Recognition (OCR), installata a fianco del binario, che permette di leggere la marcatura uniforme UIC di ogni veicolo in transito;
2. un'unità Central Logic Unit (CLU) che processa i dati acquisiti dal pedale, e li invia al server attraverso il collegamento Ethernet;
3. un'applicazione remota Remote Application Server (RAS), che esegue gli algoritmi di diagnostica e predizione (descritti in Sez. 3).

In riferimento alla normativa Italiana, per lo più equivalente a normative europee, assegniamo ai parametri sotto elencati i seguenti valori:

- il diametro ruota  $d$  è impostato al valore di una ruota nuova, ovvero, 890 mm;

<sup>1</sup> Ogni componente è stato sviluppato dai partner del consorzio INDIGO: OCR da QuestIT; CLU da Comesa e Isertech, RAS dal Software Technologies Lab of UNIFI-DINFO.

**3.4. Predictive diagnosis of the wear levels**

We predict the current height of a wheel flange by fitting its historical data (i.e., estimates provided over time by the proposed diagnosis method) with a linear function. Specifically, we model the wear process by assuming a constant ratio between the flange height increment and the number of traveled kilometers, discarding lateral wheel collisions for instance due to curves on the line, which may instantly produce flattened areas, and weather conditions, which may accelerate or decelerate the overall degradation factor. In so doing, we solve the following least squares problem:

$$\arg \min_{\hat{h}_i} \sum_i MSE_i = 1/N \sum_i (h_{SAMPLE(i)} - \hat{h}_i)^2$$

where  $\hat{h}_i = \hat{m} t_i + \hat{q}$ ,  $h_{SAMPLE(i)}$  is the i-th diagnosed flange height,  $h_i$  is the i-th predicted flange height,  $t_i$  is the time at which the i-th diagnosis is emitted, and  $N$  is the number of diagnosed/predicted values. In so doing,  $\hat{m}$  and  $\hat{q}$  define the "prediction line", and thus the predicted height is the ordinate value  $h_{PRED}$  of the point whose abscissa is the time instant  $t_{PRED}$  of interest:

$$h_{PRED} = \hat{m} \cdot t_{PRED} + \hat{q}$$

**4. Experimentation**

An experimentation has been conducted in the context of the INDIGO project. To this end, the original hardware prototypal installation of the electromagnetic treadle has been extended to act also as a diagnostic system about wear levels of train wheels. The system includes the treadle and three hardware/software components<sup>1</sup>:

1. an Optical Character Recognition (OCR) camera, mounted aside of the track, reading the UIC Identification marking of each transiting vehicle;
2. a Central Logic Unit (CLU) processing the data acquired by the treadle, equipped with an Ethernet switch able to send data to the remote application server;
3. a Remote Application Server (RAS), executing the diagnosis and predictive estimation algorithms (described in Sect. 3), through specific software module implementations.

We consider the following parameter values, referring to the current Italian railway norms which are mostly compatible with the European norms:

- the wheel diameter  $d$  is set to the value of a new wheel, i.e., 890 mm;

<sup>1</sup> Each component developed by a partner of the INDIGO consortium: OCR by QuestIT; CLU by Comesa and Isertech; RAS by UNIFI-DINFO-STLab.



- l'altezza di riferimento per il bordino è  $h_{REF}$  pari a 28 mm;
- la distanza verticale  $a$  è pari a 48 mm.

Altri parametri dipendono dalle specifiche caratteristiche del pedale:

- Frequenza a rotaia libera  $f_{FT}$  e sensitività dipendono dalle caratteristiche degli oscillatori e quindi potrebbero variare da un oscillatore all'altro.
- La lunghezza  $l$  del sensore dipende da caratteristiche geometriche di costruzione e nel nostro caso ha un valore di 85 mm.

Si noti che l'approccio proposto può essere applicato anche con valori differenti dei parametri.

La fase di sperimentazione si è svolta inizialmente in laboratorio con un prototipo e un'installazione ad hoc (Sez. 4.1) per poi proseguire in campo in una tratta della Regione Toscana (Sez. 4.2).

### 4.1. Esperimenti in laboratorio

Gli esperimenti in laboratorio sono stati effettuati usando un'installazione ad hoc costituita da un pedale multifunzione elettromagnetico e un componente meccanico per la simulazione del transito di una ruota (Fig. 7). In particolare, sono stati simulati 44 passaggi usando una ruota in condizioni ottimali (ovvero, con un bordino alto  $h_{REF}$ ) e 4 transiti usando una ruota con bordino consumato di altezza 31 mm, ottenendo in questo modo un database sintetico di campioni. Questi dati sono stati usati per validare l'approccio proposto di stima del livello di usura (presentato in Sez. 3.3). Non sono stati, invece, utilizzati per validare la tecnica di predizione (presentata in Sez. 3.4), dato che, per motivi tecnici, la simulazione in laboratorio (come atteso, per migliaia di chilometri percorsi) non era fattibile. L'approccio è stato dunque validato con prove in campo.

Inoltre, i transiti realizzati manualmente sull'installazione di laboratorio sono più lenti di quelli reali perciò permettono di ottenere forme d'onda gaussiane a granularità più fine e quindi una stima migliore di  $t_0$ . Di conseguenza, non è stato necessario utilizzare entrambe le strategie di stima, che sono invece state utilizzate solo nell'ambito degli esperimenti in campo. Per quanto riguarda le prove in laboratorio è stata adottata la strategia più semplice, cioè la strategia A.

Nelle Tab. 1 e 2 sono riportati i risultati ottenuti da ciascun oscillatore utilizzando rispettivamente la ruo-

- the flange height  $h_{REF}$  is set to 28 mm;
- the vertical distance  $a$  is set to 48 mm.

Other parameters depend on the intrinsic characteristics of the treadle:

- the free track frequency  $f_{FT}$  and the sensitivity  $s$  depend on the oscillator characteristics and thus may vary from oscillator to oscillator;
- the sensor length  $l$  depends on the geometric characteristics of the oscillator and is set to 85 mm.

Notably, the proposed approach can be used with different parameter values as well.

Experiments have been performed first in laboratory using an ad hoc prototypal installation (Sect. 4.1) and then on-field considering a regional line in Tuscany (Sect. 4.2).

### 4.1. Laboratory experiments

Laboratory experiments have been performed using an ad hoc installation, including a specific multifunction electromagnetic treadle equipped with a mechanic component to manually perform a wheel transit (Fig. 7). Specifically, we have performed 44 transits using a wheel in optimal conditions (i.e., with a flange height equal to  $h_{REF}$ ) and 4 transits using a worn wheel with a fixed flange height of 31 mm, obtaining a synthetic data set of samples. Such data have been used to validate the approach proposed in Sect. 3.3 for the diagnosis of the current wear level. Conversely, they have not been used to validate the proposed prediction technique (presented in Sect. 3.4), given that, for technical



Figura 7 – Prototipo di laboratorio.  
Figure 7 – Laboratory prototype.

Tabella 1 – Table 1

Valor medio, deviazione standard e intervalli di confidenza stimati per l'altezza del bordino di una ruota con bordino alto 28 mm

Mean, standard deviation, and confidence intervals estimated for the flange height of a wheel with actual flange height equal to 28 mm

	Oscillatore I (mm) Oscillator I (mm)	Oscillatore II (mm) Oscillator II (mm)
$\mu$	28.09	27.27
$\sigma$	0.39	0.33
Confidenza Confidence	Intervalli di confidenza Confidence intervals	
90%	[27.99, 28.19]	[27.20, 27.36]
95%	[27.97, 28.21]	[27.18, 27.37]
99%	[27.93, 28.25]	[27.14, 27.41]

ta nuova con bordino di 28 mm e quella consumata con bordino di 31 mm. Complessivamente, per entrambi gli oscillatori, l'approccio porta a intervalli di confidenza di ampiezza submillimetrica (stimati con distribuzione t di Student). Con il primo oscillatore si ottengono buoni risultati, caratterizzati da una deviazione standard molto bassa e intervalli di confidenza di ridotta ampiezza centrati sulla reale altezza del bordino. I risultati ottenuti con il secondo oscillatore sono invece meno accurati, e ciò può essere dovuto a una polarizzazione causata da un errore nella stima della sensitività dell'oscillatore, come descritto in Sez. 4.2.1.

#### 4.2. Sperimentazione in campo

Gli esperimenti in campo sono stati realizzati utilizzando un pedale elettromagnetico multifunzione installato per un periodo di due mesi in un tratto rettilineo di una linea a doppio binario (in cui i treni transitano sul pedale prevalentemente in una direzione). In un'installazione ideale, l'installazione avrebbe dovuto essere dotata di un sistema video OCR che permette di riconoscere la marcatura che identifica i veicoli, in modo da poter identificare la ruota a cui corrispondono i dati rilevati. Tuttavia, essendo il sistema di riconoscimento OCR in fase di sviluppo al momento della sperimentazione, 16 transiti sono stati identificati manualmente selezionando una direzione di marcia ed estraendo ed incrociando dati dei passaggi giornalieri (gentilmente forniti da Trenitalia) sulla tratta di interesse, escludendo dati ambigui o non verificabili così come quelli relativi a cambi di veicoli. Il treno selezionato è un treno regionale Vivalto (mostrato in Fig. 8) che, per la sua configurazione asimmetrica, facilita il processo di riconoscimento di inversione della composizione, come descritto in Sez. 2.2. Il treno è composto dalla motrice E464.683 in spinta o al traino di sei carrozze passeggeri. I transiti sono distribuiti nella finestra temporale febbraio-marzo 2018.

Tabella 2 – Table 2

Valor medio, deviazione standard e intervalli di confidenza stimati per l'altezza del bordino di una ruota con bordino alto 31 mm

Mean, standard deviation, and confidence intervals estimated for the flange height of a wheel with actual flange height equal to 31 mm

	Oscillatore I (mm) Oscillator I (mm)	Oscillatore II (mm) Oscillator II (mm)
$\mu$	30.94	30.44
$\sigma$	0.35	0.49
Confidenza Confidence	Intervalli di confidenza Confidence intervals	
90%	[30.57, 31.32]	[29.92, 30.96]
95%	[30.46, 31.43]	[29.76, 31.12]
99%	[30.14, 31.75]	[29.31, 31.56]

reasons, laboratory emulation of a realistic wear process (as expected for thousands of traveled kilometers) was not viable. The overall approach has been validated instead by means of on-field experiments.

Moreover, manual transits generated over the ad hoc laboratory equipment are slower than real transits over a railway track, yielding higher-granularity Gaussian waveforms and, consequently, producing a better estimation of  $t_0$  (i.e., the time instant at which the wheel transits on the sensor). This makes ineffective and useless the comparison between the two strategies for  $t_0$  estimation, which is thus performed through on-field experiments only. For laboratory experiments, we have adopted the simpler estimation strategy, i.e., the A strategy.

Tabs. 1 and 2 report the results obtained for each oscillator using the wheel with flange height equal to 28 mm and the worn wheel with flange height equal to 31 mm, respectively. Overall, for both oscillators, the approach yields confidence intervals of sub-millimetric width (estimated through the Student's t-distribution). On the one hand, very positive results are achieved for the first oscillator, with very low standard deviation and narrow confidence intervals almost centered around the actual flange height. Conversely, less accurate results are obtained for the second oscillator, which can be ascribed to a bias caused by an error on the estimation of the oscillator sensitivity, as it will be discussed in Sect. 4.2.1.

#### 4.2. On-field experiments

On-field experiments have exploited a prototypal multi-function electromagnetic treadle installed for a limited time period on a two-track line (implying that trains are mainly going in one direction when passing over the treadle). In the ideal designed system, the installation should have been equipped with an OCR camera able to recognize the identification marking of locomotives and wagons in order to



Figura 8 – Treno regionale Vivalto spinto dal locomotore E464.683 (28 assi).

Figure 8 – Trenitalia Vivalto push-pull regional train consist, pushed by locomotive E464.683 (28 axles).

Il sistema di campionamento consiste di un singolo pedale elettromagnetico multifunzione installato su un binario che permette di misurare la massa metallica delle ruote da un solo lato del treno in transito. La posizione della motrice, di spinta in coda o di traino in testa, identifica univocamente il lato campionato (vedi Fig. 9). Le ruote sono etichettate con A e B a seconda che la locomotiva fosse in testa o in coda, rispettivamente. Per prima cosa, la posizione della motrice è identificata ad ogni passaggio analizzando l'impronta del treno, composta dai campioni NIP (come nell'esempio in Fig. 3 di Sez. 2.2). Poi, sono considerati solo i transiti effettuati con locomotrice in coda (in numero maggiore), quindi considerando solo le ruote etichettate con B (ovvero, B1, B2, B3 e B4 in Fig. 9).

4.2.1. Valutazione dello stato d'usura attuale

La valutazione dello stato di usura di ogni ruota dal lato B del locomotore considerato (B1, B2, B3 e B4 in Fig. 9) è effettuata come descritto in Sez. 3.3, utilizzando entrambe le strategie (A e B) nella stima dell'istante di tempo  $t_0$  (Sez. 3.3.2) e della velocità (Sez. 3.3.3). Le Tab. 3 e 4 riportano il valor medio dell'altezza del bordino (in mm) stimata rispettivamente utilizzando la strategia A e la B. Come atteso, si nota un generale aumento dei valori nella finestra temporale considerata.

Le Tab. 5 e 6 contengono il valor medio, la deviazione standard e l'intervallo di confidenza al 90% del valore della stima dell'altezza del bordino calcolato per i transiti del locomotore nel mese di febbraio 2018 usando rispettivamente la strategia A e la strategia B. In maniera simile le Tab. 7 e

identify the wheel which sensed data should be associated to. However, the OCR camera identifier was under development when the experimentation was carried out. For this reason, we manually identified 16 transits with the same travel direction of a selected train by extracting and cross-referencing daily train data (kindly provided by Trenitalia) on the route of interest, discarding ambiguous and unverifiable data as well as rolling stock exchanges. The selected train was a Vivalto regional train (see Fig. 8), which, thanks to its asymmetric configuration, simplifies the process of recognizing rolling stock reversals, as described in Sect. 2.2. The train is composed by six passenger wagons led by the E464.683 single push-pull locomotive, transiting in the time window February-March 2018.

The sampling system consists of a single multifunction electromagnetic treadle installed on a rail, able to perceive metal mass of wheels from a single side of the transiting train. The position of the locomotive, pushing from the tail or pulling from the head, univocally identifies the sampling side (see Fig. 9). We have tagged the wheels passing over the treadle with A or B depending on whether the leading locomotive was pulling or pushing the train, respectively. First, we have identified the locomotive position at each passage by analyzing the train footprint, composed by the NIP samples (as in Fig. 3 in Sect. 2.2). Then, we have considered only transits with a trailing locomotive (providing a larger number of significative footprints), thus taking into account only the wheels tagged with B (i.e., B1, B2, B3 and B4 in Fig. 9).

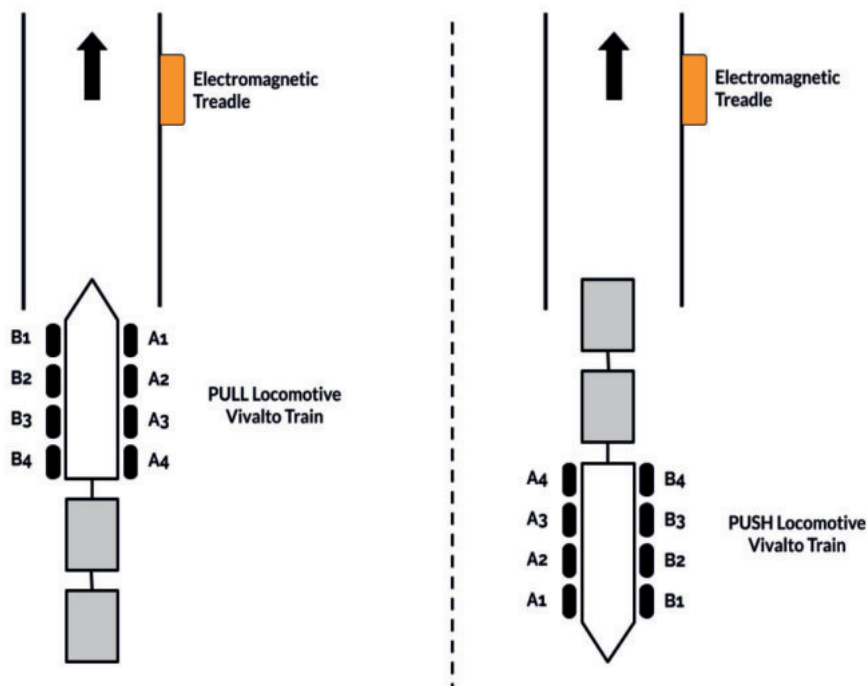


Figura 9 – Direzioni di marcia rispetto alla posizione della motrice e all'installazione in campo del pedale.

Figure 9 – Train directions, with respect to pull-push locomotive, and electromagnetic treadles in the on-field installation.



Tabella 3 – Table 3

Stime dell'altezza del bordino in mm effettuate utilizzando la strategia A  
*Estimation of the flange height in mm obtained using the A strategy*

#	Giorno (Ora) Time Day (H)	Ruota B1 Osc I # Osc II (mm) Wheel B1 Osc I # Osc II (mm)		Ruota B2 Osc I # Osc II (mm) Wheel B2 Osc I # Osc II (mm)		Ruota B3 Osc I # Osc II (mm) Wheel B3 Osc I # Osc II (mm)		Ruota B4 Osc I # Osc II (mm) Wheel B4 Osc I # Osc II (mm)	
1_	2018-02-02 (16:41)	34.19 # 34.04	33.91 # 33.88	34.59 # 34.47	34.19 # 34.24				
2_	2018-02-02 (20:40)	34.57 # 34.31	34.23 # 34.07	34.47 # 34.31	34.19 # 34.15				
3_	2018-02-03 (09:40)	34.49 # 34.21	34.28 # 34.00	34.55 # 34.22	34.26 # 34.05				
4_	2018-02-03 (14:43)	34.01 # 33.93	34.41 # 34.16	34.14 # 33.98	34.03 # 33.80				
5_	2018-02-03 (19:11)	34.21 # 34.17	34.26 # 34.02	34.34 # 34.25	34.25 # 33.98				
6_	2018-02-07 (13:44)	34.54 # 34.34	34.08 # 33.93	34.56 # 34.39	34.31 # 34.18				
7_	2018-02-07 (17:45)	34.56 # 34.35	34.00 # 33.82	34.24 # 34.04	34.37 # 34.14				
8_	2018-02-07 (21:42)	34.22 # 34.03	34.45 # 34.18	34.55 # 34.41	34.41 # 34.21				
9_	2018-02-10 (13:42)	34.71 # 34.59	34.55 # 34.36	34.57 # 34.53	34.03 # 33.86				
10_	2018-02-19 (18:14)	34.20 # 34.00	34.07 # 33.87	34.58 # 34.50	34.15 # 33.94				
11_	2018-03-07 (10:33)	35.04 # 34.85	34.96 # 34.71	35.13 # 34.89	34.28 # 34.16				
12_	2018-03-15 (19:12)	34.86 # 34.64	34.58 # 34.44	34.43 # 34.26	34.59 # 34.38				
13_	2018-03-16 (10:32)	34.97 # 34.84	34.70 # 34.56	34.46 # 34.42	34.60 # 34.58				
14_	2018-03-16 (14:33)	34.49 # 34.47	34.48 # 34.29	34.71 # 34.64	34.41 # 34.37				
15_	2018-03-27 (16:02)	34.82 # 34.57	34.49 # 34.36	34.70 # 34.58	34.79 # 34.69				
16_	2018-03-28 (08:03)	34.52 # 34.47	34.72 # 34.59	34.63 # 34.52	34.29 # 34.22				

8 contengono le stesse misure calcolate per i passaggi avvenuti nel mese di marzo 2018 usando rispettivamente la strategia A e la B.

Per entrambi gli oscillatori e nel periodo di tempo considerato, la strategia B ha risultati migliori in termini di deviazione standard rispetto alla strategia A, il che dipende ragionevolmente da una stima più accurata dell'istante di tempo  $t_0$  e, di conseguenza, della velocità del treno.

Inoltre, gli intervalli di confidenza di ampiezza ridotta

4.2.1. Diagnosis of the current status

*Diagnosis of the wear level of each wheel on the B side of the considered locomotive (i.e., in Fig. 9, wheels B1, B2, B3, and B4) has been performed as described in Sect. 3.3, exploiting both the A and B strategies to estimate the time instant  $t_0$  (Sect. 3.3.2) and the train speed (Sect. 3.3.3). Tabs. 3 and 4 report the mean value of the flange height (expressed in mm) estimated through the two oscillators using the A strategy and the B strategy, respectively, showing, as expected, an overall increasing trend in the considered time interval.*

*Tabs. 5 and 6 report mean, standard deviation, and 90% confidence interval of the flange height estimations computed for the locomotive passages in February 2018 using the A strategy and the B strategy, respectively. Similarly, Tabs. 7 and 8 report the same measures computed for the locomotive passages in March 2018 using the A strategy and the B strategy, respectively. Note that, for both oscillators and the considered months, the B strategy achieves lower standard deviation than the A strategy, which can be interpreted as a consequence of a more accurate estimation of the time instant  $t_0$  and, consequently, of the train speed.*

*Furthermore, the narrow confidence intervals indicate that the treadle is able to accurately perceive the metallic mass of the flange, overcoming disturbance signals (e.g., random noise) as well as horizontal oscillation effects of the wheels. To validate this hypothesis, for each wheel and for each estimation strategy, we have computed the mean value and the standard deviation of the difference between the flange height estimations obtained through the two oscillators. Tabs. 9 and 10 report the results for the A strategy and*

*the B strategy, respectively, showing for all the wheels mean values ranging from 0.14 mm to 0.18 mm and a standard deviation in the order of 0.1 mm.*

*As a further proof of the bias affecting the estimates derived through the two oscillators, we evaluate the SPEARMAN'S Rank [6] for the difference between the flange height estimates obtained through the two oscillators: the Spearman's Rank provides a measure of the correlation among the obtained estimate sequences. Tab. 11 reports results for both the A strategy and the B strategy, pointing out a very*

indicano che il pedale è in grado di rilevare in modo accurato la massa metallica del bordino nonostante possibili disturbi (p.e., rumore bianco) così come risultano trascurabili gli effetti oscillatori orizzontali della ruota. Per validare questa ipotesi, per ogni ruota e per ogni strategia di stima, sono calcolati il valor medio e la deviazione standard della differenza tra le altezze del bordino calcolate dai due oscillatori. Le Tabb. 9 e 10 riportano i risultati nel caso delle due strategie (A e B rispettivamente) e mostrano per tutte le ruote un valor medio tra 0.14 mm to 0.18 mm con una deviazione standard inferiore a 0.1 mm.

Come prova ulteriore della polarizzazione presente tra le stime dei due oscillatori, calcoliamo l'indice SPEARMAN [6] sulle differenze delle altezze del bordino rilevate dai due oscillatori. L'indice di SPEARMAN costituisce una misura della correlazione tra le sequenze di stime effettuate. In Tab. 11 è riportato il risultato per le strategie A e B; si può notare una forte correlazione (da 0.83 a 0.98) su tutte le ruote e per entrambi le strategie. Di conseguenza possiamo concludere che i risultati attesi sono influenzati da un bias tra le stime derivate dai campioni rilevati da ognuno dei due oscillatori, con stime maggiori per il primo oscillatore e minori per il secondo. Questa differenza è dovuta ad un errore nel processo di calibrazione della sensitività degli oscillatori (si ricorda che la sensitività è uno dei valori costanti utilizzati per il calcolo dell'ampiezza della funzione gaussiana e di conseguenza per la stima dell'altezza del bordino). Il processo di calibrazione degli oscillatori è avvenuto infatti in laboratorio, senza tener conto delle caratteristiche di installazione in campo come ad esempio le caratteristiche ambientali.

**4.2.2. Diagnostica predittiva dello stato di usura**

Assumiamo che i chilometri percorsi dal treno in un intervallo di tempo di durata data siano costanti nel tempo. Questa è un'assunzione ragionevole per i treni regionali sulla rete italiana, in particolare per periodi di tempo di media o lunga durata, dato che le tratte dei treni sono solitamente ripetute nel corso della settimana. Di conseguenza assumiamo che l'usura delle ruote sia lineare e aumenti nel

Tabella 4 – Table 4

Stime dell'altezza del bordino in mm effettuate utilizzando la strategia B  
*Estimation of the flange height in mm obtained using the B strategy*

#	Giorno (Ora) Time Day (H)	Ruota B1		Ruota B2		Ruota B3		Ruota B4	
		Osc I # Osc II (mm) Wheel B1 Osc I # Osc II (mm)	Osc I # Osc II (mm)	Osc I # Osc II (mm)	Osc I # Osc II (mm)	Osc I # Osc II (mm)	Osc I # Osc II (mm)	Osc I # Osc II (mm)	Osc I # Osc II (mm)
1_	2018-02-02 (16:41)	34.46 # 34.32	34.37 # 34.35	34.60 # 34.48	34.17 # 34.21				
2_	2018-02-02 (20:40)	34.60 # 34.33	34.29 # 34.12	34.61 # 34.44	34.38 # 34.33				
3_	2018-02-03 (09:40)	34.62 # 34.33	34.40 # 34.13	34.71 # 34.37	34.43 # 34.21				
4_	2018-02-03 (14:43)	34.47 # 34.40	34.36 # 34.11	34.62 # 34.47	34.32 # 34.08				
5_	2018-02-03 (19:11)	34.20 # 34.16	34.19 # 33.95	34.43 # 34.34	34.13 # 33.86				
6_	2018-02-07 (13:44)	34.56 # 34.36	34.36 # 34.22	34.55 # 34.39	34.32 # 34.19				
7_	2018-02-07 (17:45)	34.45 # 34.25	34.50 # 34.29	34.72 # 34.51	34.39 # 34.17				
8_	2018-02-07 (21:42)	34.54 # 34.36	34.49 # 34.22	34.60 # 34.46	34.36 # 34.17				
9_	2018-02-10 (13:42)	34.71 # 34.59	34.50 # 34.30	34.63 # 34.60	34.28 # 34.10				
10_	2018-02-19 (18:14)	34.49 # 34.28	34.28 # 34.10	34.55 # 34.46	34.48 # 34.25				
11_	2018-03-07 (10:33)	34.74 # 34.55	34.67 # 34.42	34.86 # 34.61	34.54 # 34.41				
12_	2018-03-15 (19:12)	34.75 # 34.53	34.64 # 34.49	34.70 # 34.52	34.59 # 34.39				
13_	2018-03-16 (10:32)	35.03 # 34.91	34.70 # 34.57	34.85 # 34.81	34.73 # 34.72				
14_	2018-03-16 (14:33)	34.64 # 34.62	34.66 # 34.46	35.03 # 34.95	34.66 # 34.62				
15_	2018-03-27 (16:02)	34.96 # 34.71	34.58 # 34.44	34.81 # 34.69	34.96 # 34.47				
16_	2018-03-28 (08:03)	34.66 # 34.61	34.50 # 34.39	34.81 # 34.70	34.66 # 34.45				

*strong correlation (ranging from 0.83 to 0.98) for all the wheels and for both strategies. Therefore, we conclude that the obtained results are affected by a bias error between the estimates derived from the samples of the two oscillators, causing estimates derived through the first oscillator to be larger than those derived through the second one. We expect and explain this difference as an error in the calibration process of the sensitivity of the oscillators, which is one of the constant parameters relating the estimated amplitude of the Gaussian curve with the estimated flange height. In-*

Tabella 5 – Table 5

Valore medio, deviazione standard e intervallo di confidenza al 90% delle stime dell'altezza del bordino (in mm) per i transiti avvenuti in febbraio 2018, ottenuti usando la strategia A  
*Mean, standard deviation and 90% confidence interval of the flange height estimations (expressed in mm) for passages in February 2018, obtained using the A strategy*

	<b>Ruota B1</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B1</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B2</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B2</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B3</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B3</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B4</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B4</b> <b>Osc I # Osc II</b>
$\mu$	34.37 # 34.20	34.22 # 34.03	34.46 # 34.31	34.22 # 34.05
$\sigma$	0.23 # 0.20	0.21 # 0.17	0.16 # 0.19	0.13 # 0.15
Intervallo di confidenza 90%	[34.24, 34.50] #	[34.10, 34.34] #	[34.36, 34.55] #	[34.15, 34.29] #
<i>Confidence interval 90%</i>	[34.08, 34.31]	[33.93, 34.15]	[34.20, 34.42]	[33.97, 34.15]

Tabella 6 – Table 6

Valore medio, deviazione standard e intervallo di confidenza al 90% delle stime dell'altezza del bordino (in mm) per i transiti avvenuti in febbraio 2018, ottenuti usando la strategia B  
*Mean, standard deviation and 90% confidence interval of the flange height estimations (expressed in mm) for passages in February 2018, obtained using the B strategy*

	<b>Ruota B1</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B1</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B2</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B2</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B3</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B3</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B4</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B4</b> <b>Osc I # Osc II</b>
$\mu$	34.51 # 34.34	34.37 # 34.18	34.60 # 34.45	34.33 # 34.16
$\sigma$	0.14 # 0.11	0.10 # 0.12	0.08 # 0.07	0.11 # 0.13
Intervallo di confidenza 90%	[34.43, 34.59] #	[34.31, 34.43] #	[34.55, 34.65] #	[34.30, 34.39] #
<i>Confidence interval 90%</i>	[34.27, 34.40]	[34.11, 34.25]	[34.41, 34.50]	[34.10, 34.23]

Tabella 7 – Table 7

Valore medio, deviazione standard e intervallo di confidenza al 90% delle stime dell'altezza del bordino (in mm) per i transiti avvenuti in marzo 2018, ottenuti usando la strategia A  
*Mean, standard deviation and 90% confidence interval of the flange height estimations (expressed in mm) for passages in March 2018, obtained using the A strategy*

	<b>Ruota B1</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B1</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B2</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B2</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B3</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B3</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B4</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B4</b> <b>Osc I # Osc II</b>
$\mu$	34.78 # 34.64	34.65 # 34.50	34.67 # 34.55	34.50 # 34.40
$\sigma$	0.23 # 0.18	0.18 # 0.16	0.25 # 0.21	0.20 # 0.20
Intervallo di confidenza 90%	[34.59, 34.97] #	[34.51, 34.81] #	[34.47, 34.88] #	[34.33, 34.66] #
<i>Confidence interval 90%</i>	[34.50, 34.78]	[34.36, 34.62]	[34.37, 34.72]	[34.2, 34.57]

deed, the calibration process of the oscillators took place in laboratory and did not take into account installation features and inaccuracies peculiar to the railway field, such as environmental physical characteristics.

4.2.2. Predictive diagnosis

We assume that the kilometers traveled by the train in a time interval of a given duration are constant over time, which is a reasonable assumption for regional trains in the Italian railway network, especially for medium and long periods of time, given that train paths are usually repeated every week. Therefore, we assume that wheel wear linearly increases with time. According to this, the proposed prediction technique performs a linear interpolation of historical diagnostic data over time, considering the first 14 transits as the training set and the last 2 transits as the test set to be compared with the set of predicted values. Fig. 10 shows the prediction results for the wheels on the B side of the E464.683 locomotive, highlighting the difference between the predicted flange heights and the corresponding test set values. As a major result, all the interpolated lines in Figs. 2-9 have a positive linear coefficient, pointing out the ability to perceive wear levels of a wheel even in the order of some decimal of mm.

Tab. 12 reports the absolute error between the predicted flange heights and the corresponding test set values (note that given the temporal proximity of the predicted time events, the error measure has been calculated between the predicted value, which is almost the same for the two tested instants, and the mean of the test set values). Tab. 12 also reports the Root Mean Square Error (RMSE) calculated for the overall set of wheels for each oscillator and each strategy. Notably, the RMSE is never larger than 0.2 mm, providing a relevant result that, if confirmed in a wider experimentation, would enable the applicability of the technique within decision support tools. Moreover, also in this case, experimental results show better performance in terms of RMSE for the B strategy with respect to the A strategy.



tempo. In accordo con questa assunzione, la tecnica di predizione proposta si basa sull'interpolazione lineare di dati diagnostici storici, considerando cioè i primi 14 transiti come training set e gli ultimi 2 come test set su cui verificare i valori predetti. In Fig. 10 si mostrano i risultati della predizione per le ruote del lato B del locomotore E464.683. Si evidenzia la differenza tra il valore predetto e il corrispondente valore nel test set. Inoltre, tutte le rette di interpolazione hanno un coefficiente angolare positivo e ciò è dovuto alla capacità di rilevare il livello di usura della ruota anche se dell'ordine di pochi decimi di mm.

In Tab. 12 è contenuto l'errore assoluto tra il valore predetto dell'altezza del bordino e il valore corrispondente nel test set (notare che data la vicinanza nel tempo degli eventi predetti l'errore è stato calcolato tra il valore stimato e il valore medio dei due valori nel test set). In Tab. 12 viene mostrato anche il Root Mean Square Error (RMSE) calcolato per l'intero insieme delle ruote per ogni oscillatore e su ognuna delle due strategie. Da notare che RMSE non è mai superiore a 0.2 mm, il che rappresenta un ottimo risultato che, se confermato in una sperimentazione di scala più ampia, abilita l'applicabilità della tecnica all'interno di strumenti di

Tabella 8 – Table 8  
Valore medio, deviazione standard e intervallo di confidenza al 90% delle stime dell'altezza del bordino (in mm) per i transiti avvenuti in marzo 2018, ottenuti usando la strategia B

Mean, standard deviation and 90% confidence interval of the flange height estimations (expressed in mm) for passages in March 2018, obtained using the B strategy

	<b>Ruota B1</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B1</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B2</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B2</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B3</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B3</b> <b>Osc I # Osc II</b>	<b>Ruota B4</b> <b>Osc I # Osc II</b> <b>Wheel B4</b> <b>Osc I # Osc II</b>
$\mu$	34.80 # 34.65	34.62 # 34.46	34.84 # 34.71	34.60 # 34.51
$\sigma$	0.16 # 0.14	0.07 # 0.06	0.11 # 0.15	0.08 # 0.13
Intervallo di confidenza 90%	[34.66, 34.93]	[34.56, 34.68]	[34.75, 34.93]	[34.53, 34.66]
Confidence interval 90%	# [34.54, 34.77]	# [34.41, 34.51]	# [34.59, 34.84]	# [34.40, 34.62]

On the one hand, on-field experiments subtend some threats to validity:

- i) Relatively small training and test sets.
- ii) A short-lived experimental phase implying wear levels in the order of some decimal of mm.
- iii) Lack of a ground truth consisting of real measurements of wheels flange heights.
- iv) Biased diagnoses of actual flange heights (due to calibration errors for the evaluation of sensitivities of oscillators).

Other threats to validity lie in the assumptions of linearity of wheel wear and absence of lateral flange wear.

On the other hand, the fact that the approach can be put into practice even if monitored trains are not subject to recurrent measurements permits anyway to assess feasibility and effectiveness of the proposed solution. Moreover, the obtained results appear promising and encourage further investigation and experimentation, which are undoubtedly necessary in order to comprehensively validate the proposed approach.

Tabella 9 – Table 9

Valore medio e deviazione standard delle differenze delle stime dell'altezza del bordino ottenute con i due oscillatori usando la strategia A, ovvero,  $(\hat{h}_A^{osc_1} - \hat{h}_A^{osc_2})$   
Mean value and standard deviation of the difference between the flange height estimations obtained through the two oscillators using the A strategy, i.e.,  $(\hat{h}_A^{osc_1} - \hat{h}_A^{osc_2})$

	<b>Ruota B1</b> <b>Wheel B1</b>	<b>Ruota B2</b> <b>Wheel B2</b>	<b>Ruota B3</b> <b>Wheel B3</b>	<b>Ruota B4</b> <b>Wheel B4</b>
$\mu$	0.16 mm	0.18 mm	0.14 mm	0.14 mm
$\sigma$	0.08 mm	0.06 mm	0.07 mm	0.09 mm

Tabella 10 – Table 10

Valore medio e deviazione standard delle differenze delle stime dell'altezza del bordino ottenute con i due oscillatori usando la strategia B, ovvero,  $(\hat{h}_B^{osc_1} - \hat{h}_B^{osc_2})$   
Mean value and standard deviation of the difference between the flange height estimations obtained through the two oscillators using the B strategy, i.e.,  $(\hat{h}_B^{osc_1} - \hat{h}_B^{osc_2})$

	<b>Ruota B1</b> <b>Wheel B1</b>	<b>Ruota B2</b> <b>Wheel B2</b>	<b>Ruota B3</b> <b>Wheel B3</b>	<b>Ruota B4</b> <b>Wheel B4</b>
$\mu$	0.16 mm	0.18 mm	0.14 mm	0.17 mm
$\sigma$	0.08 mm	0.07 mm	0.08 mm	0.12 mm

Tabella 11 – Table 11

Indice di SPEARMAN calcolato per la differenza tra l'altezza del bordino valutata dai due oscillatori utilizzando le strategie A e B

SPEARMAN's Rank computed for the difference between the flange height estimations obtained through the two oscillators

	<b>Ruota B1</b> <b>Wheel B1</b>	<b>Ruota B2</b> <b>Wheel B2</b>	<b>Ruota B3</b> <b>Wheel B3</b>	<b>Ruota B4</b> <b>Wheel B4</b>
<b>Strategia A</b> <b>A strategy</b>	0.93	0.98	0.92	0.84
<b>Strategia B</b> <b>B strategy</b>	0.87	0.93	0.83	0.89

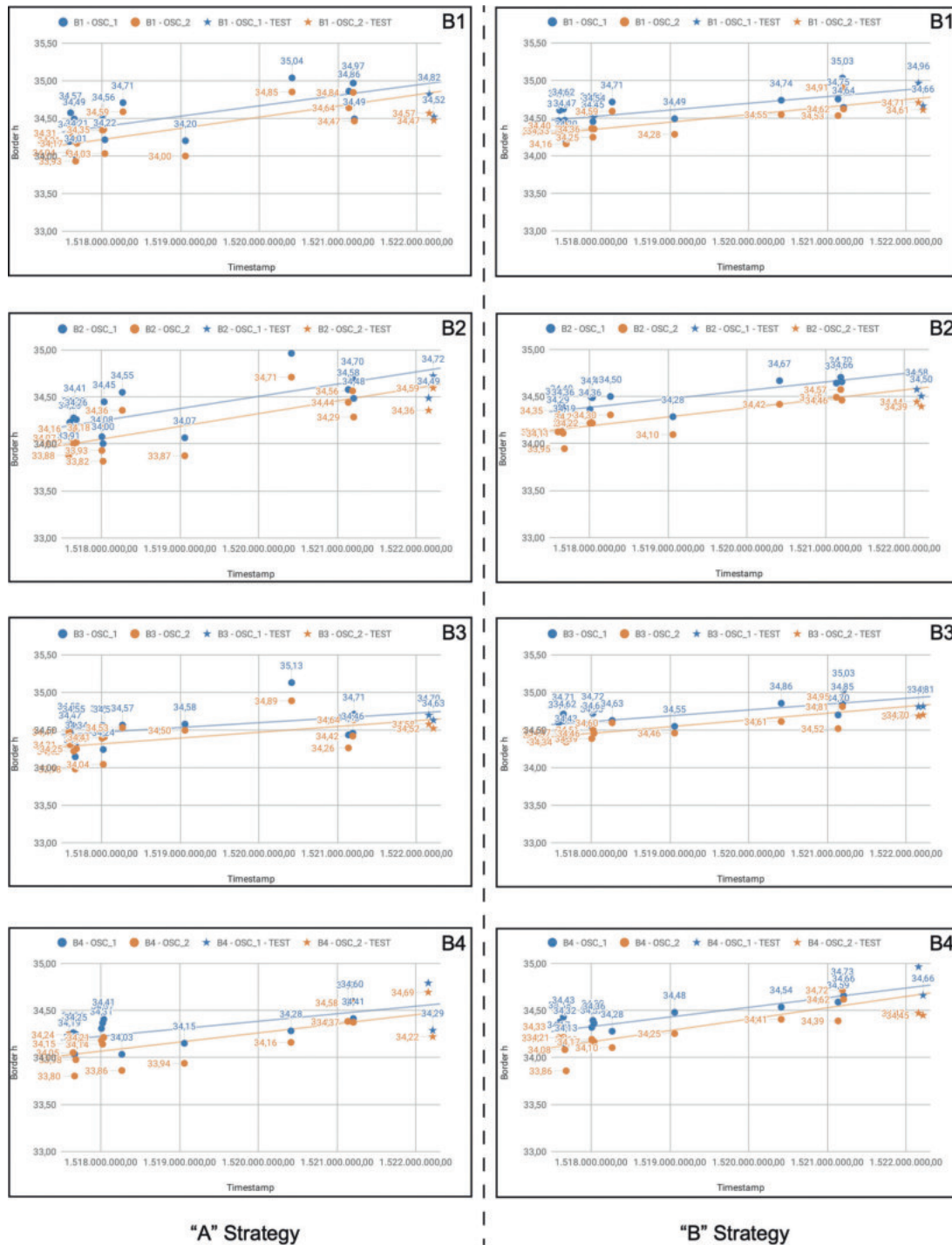


Figura 10 – Risultati di predizione: sulle ascisse gli istanti di tempo dei transiti rilevati; sulle ordinate le altezze del bordo predette; in blu i dati dall'oscillatore 1 e in arancione quelli dell'oscillatore 2; i punti neri rappresentano i campioni di training; le stelle rappresentano i campioni di test; la retta di interpolazione sulla base della quale è effettuata la predizione è disegnata sui dati di training; la distanza verticale tra la retta di interpolazione e i campioni di test è la misura dell'errore.

Figure 10 – Prediction results: the x-axis reports the time of the detected passages; the y-axis reports the estimated wheel flange height; blue is used for oscillator 1 and orange for oscillator 2; black points represent training samples; stars represent test samples; the interpolation line which the prediction is based on is depicted on the training data; the vertical distance from the interpolation line to the test samples represents the error.

supporto alle decisioni. Infine, anche in questo caso, i risultati sperimentali sono migliori in termini di RMSE per la strategia B rispetto alla strategia A.

Da una parte, alcuni aspetti attenuano la validità dei risultati della sperimentazione sul campo, in particolare:

- i) training e test set relativamente piccoli;
- ii) fase sperimentale breve con conseguente usura limitata;
- iii) mancanza di confronto con valori reali delle altezze del bordino;
- iv) bias di diagnosi delle altezze rilevate (dovuto a calibrazione non ottima).

Altre minacce alla validità risiedono nelle ipotesi di linearità dell'usura delle ruote e di assenza di usura laterale delle flange.

Dall'altra parte, gli esperimenti condotti validano le ipotesi di lavoro, e il fatto che l'approccio possa essere applicato anche quando i treni monitorati non sono sottoposti a misurazioni ricorrenti aggiunge valore, e permette di attestare la fattibilità e l'efficacia della soluzione proposta. I risultati ottenuti incoraggiano ulteriori investigazioni e sperimentazioni, che indubbiamente appaiono necessari per una piena validazione dell'approccio proposto.

## 5. Conclusioni e sviluppi futuri

Questo articolo ha presentato una tecnica per la stima del livello di usura delle ruote di treni non strumentati con sensori ad hoc. A tal scopo, è stato considerato un dispositivo che estende il sistema di terra a basso costo e basso impatto di installazione. Il dispositivo ha la funzione primaria di rilevazione dello stato di libero della tratta, ma rileva e utilizza dati estratti dai transiti del materiale rotabile. In particolare, ad ogni transito viene estratta una sequenza di campioni che formano una forma d'onda gaussiana dalla quale è possibile estrarre informazioni sull'altezza del bordino delle ruote, parametro utile alla stima dello stato di usura di queste ultime. La relazione lineare tra l'altezza del bordino e la distanza in chilometri percorsa dal treno permette di definire un algoritmo per la predizione dell'usura delle ruote. Sono state effettuate due fasi di sperimentazione, una in laboratorio e l'altra sul campo, con risultati incoraggianti che dimostrano la possibilità di rilevare variazioni sullo stato di usura delle ruote anche da aumenti submillimetrici dell'altezza del bordino.

Questi risultati portano a ritenere necessarie ulteriori sperimentazioni sul campo, che permetterebbero di costruire un ampio insieme di campioni associati alle corrispondenti altezze del bordino, e di validare a pieno le ipotesi di lavoro, in particolare quella circa la linearità dell'usura rispetto ai chilometri percorsi, che appare comunque ragionevole nel contesto d'uso (non linearità si presentano tipicamente in condizioni di usura elevata). Un simile insieme di impronte potrebbe essere in futuro utilizzato anche per identificare il singolo treno, senza bisogno di alcun sistema esterno di riconoscimento. In una

Tabella 12 – Table 12  
RMSE calcolato per ogni oscillatore usando le strategie A e B

*RMSE calculated for each oscillator using the A strategy and the B strategy*

	A Strategia Strategy A		B Strategia Strategy B	
	Oscillatore I Oscillator I	Oscillatore II Oscillator II	Oscillatore I Oscillator I	Oscillatore II Oscillator II
<b>Ruota B1</b> <i>Wheel B1</i>	0.30	0.32	0.08	0.11
<b>Ruota B2</b> <i>Wheel B2</i>	0.19	0.14	0.22	0.17
<b>Ruota B3</b> <i>Wheel B3</i>	0.07	0.09	0.12	0.13
<b>Ruota B4</b> <i>Wheel B4</i>	0.02	0.02	0.06	0.21
<b>RMSE</b> <i>RMSE</i>	0.18	0.18	0.14	0.16

## 5. Conclusions and future work

*This paper addresses a technique for the estimation of the wear level of wheels of non-instrumented trains. To this end, a wayside system for axle detection is extended with low cost and low installation impact. This device exploits data produced by passages of rolling stock over a multifunction electromagnetic treadle. Specifically, passages of wheels over the treadle generate Gaussian train footprints providing information about wheel flange height, which can be used to estimate wheel wear level. Then, the linear relation between the wheel flange height and the distance traveled by the train enables the definition of an algorithm for prediction of the wheel consumption. Laboratory and on-field experiments have achieved encouraging results, showing the ability to perceive the actual and future wear levels of train wheels, also in a sub-millimetric order.*

*This outcome stimulates further investigations through a wider on-field experimentation in order to collect a larger and supervised data set (containing wheel samples associated with the corresponding wheel flange height) and to comprehensively validate the considered assumptions, in particular the linearity of wheel wear with respect to the travelled distance, which anyhow appears reasonable for the context of use (non-linearity typically appears with severe worn conditions). As a future development, such footprint database could be exploited to identify each train from a sampled trace, avoiding external train recognition systems. Moreover, to minimize the detected biased error, on-field calibration of the sensitivity of the oscillators should be performed.*



futura campagna sperimentale sarà inoltre importante effettuare una calibrazione in campo della sensitività degli oscillatori così da ridurre il bias tra le due rilevazioni.

Il potenziale di mercato della soluzione proposta deriva dalle caratteristiche intrinseche del dispositivo sviluppato, che può funzionare allo stesso tempo come conta-assi e come modulo hardware/software economico e flessibile. L'assunzione di saper identificare ogni ruota transitante rende questa soluzione particolarmente adatta a linee locali chiuse, come linee periferiche, metro e tranvie, dove circola sempre lo stesso materiale rotabile, facilmente identificabile, sugli stessi binari. Inoltre, in questo segmento di mercato sono particolarmente diffusi sistemi di terra conta-assi, basati su pedali come quello illustrato. I pedali installati a scopo di rilevazione di occupazione di tratte ferroviarie sono tipicamente certificati con Safety Integrity Level (SIL) 4: semplicemente raccogliendo in parallelo i campioni NIP si potrà supportare la predizione dello stato di usura delle ruote, senza impatto sulla certificazione della safety dei pedali.

### 6. Ringraziamenti

Si ringraziano la Direzione Tecnica e la Direzione Regionale Toscana di Trenitalia per aver gentilmente concesso dati sui transiti avvenuti sulla linea. Si ringraziano Andrea RINDI e Enrico MELI per i loro utili suggerimenti.

Questo lavoro è stato finanziato dalla Regione Toscana nell'ambito del progetto POR FESR 2014-2020 INDIGO "Sviluppo di un dispositivo Intelligente per la Diagnosi e il monitoraggio di sistemi ferroviari".

*The market potential of the proposed scheme derives from the intrinsic features of the electromagnetic treadle, which can act at the same time as a multifunction electromagnetic treadle and as a diagnostic hardware/software module, thus enabling low-cost, flexible, and suitable solutions to support just-in-time maintenance techniques also on non-instrumented trains. The needed assumption to be able to know the identity of each passing wheel makes this solution particularly suitable for "closed" local lines, such as secondary lines, metros, and tramway lines, where the same, easily identifiable, consists pass over and over on the same tracks. Moreover, the proposed solution appears more promising for this market segment also due to the fact that such lines typically already rely on trackside systems equipped with axle counters, based on sensors like the considered electromagnetic treadle. Existing treadles, already installed for occupancy detection, are devices typically certified for Safety Integrity Level (SIL) 4: they can be easily instrumented to collect data for diagnostic analysis, with no interference on safety certification.*

### 6. Acknowledgements

*We thank the Trenitalia Technical Direction and the Trenitalia Tuscany Region Direction for the availability of data on passages of trains. We thank Andrea RINDI and Enrico MELI for their valuable remarks.*

*This work has been funded by the Tuscany Region project POR FESR 2014-2020 INDIGO "Development of an intelligent device for diagnosis and monitoring of railway systems".*

### BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] J. MOUBRAY, (1997), "Reliability centered maintenance". Industrial Press.
- [2] E. RUJITERS, D. GUCK, M. VAN NORT, M. STOELINGA, (2016), "Reliability-centered Maintenance of the Electrically Insulated Railway Joint via Fault Tree Analysis: A practical experience report".
- [3] A. ALEMI, F. CORMAN, G. LODEWIJKS, (2017), "Condition monitoring approaches for the detection of railway wheel defects". Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 231(8) 961-981.
- [4] M. HÖJER, E. BERGSETH, U. OLOFSSON, R. NILSSON, Y. LYU, "A Noise Related Track Maintenance Tool for Severe Wear Detection of Wheel-Rail Contact".
- [5] J. DE ARIZON, O. VERLINDEN, P. DEHOMBREUX, (2007), "Prediction of wheel wear in urban railway transport: comparison of existing models".
- [6] L. MYERS, M. J. SIROIS, (2004), "SPEARMAN correlation coefficients, differences between". Encyclopedia of statistical sciences, 12. 2004.
- [7] <http://www.selectravisio.com/wheels.php>.
- [8] C. PENNINGTON, O. EVSTAFYEVA, (2020), "Towards 'Intelligent Infrastructure'", Tramways and Urban Transport, pp. 15-19.
- [9] B.O. KAMPER, (2006), "Prédiction de l'usure du profil des roues", Le Rail, 125, 30-32. 2006.
- [10] J.P. BAUMGARTNER, (2001), "Prices and costs in the railway sector". Ecole Polytechnique Federale de Lausanne.

- [11] B. GIRSTMAIR, A. HAIGERMOSER, J. ROSCA, (2017), “*Combination of Data-driven Feature Selection Methods with Domain Knowledge for Diagnosis of Mechanical Systems*”.
- [12] A. LUGARÀ, (2018), “*La manutenzione predittiva ferroviaria ed il ruolo abilitante dell’“Internet of Things” - The railway predictive maintenance and the enabling role of the “Internet of Things”*”. *Ingegneria Ferroviaria*, 434-463, 5.
- [13] A. SHEBANI, S. IWNICKI, (2018), “*Prediction of wheel and rail wear under different contact conditions using artificial neural networks*”. *Wear*, 406, 173-184.
- [14] G. TAO, Z. WEN, X. ZHAO, X. JIN, (2016), “*Effects of wheel–rail contact modelling on wheel wear simulation*”. *Wear*, 366, 146-156.
- [15] T. JENDEL, (2002), “*Prediction of wheel profile wear - comparisons with field measurements*”. *Wear*, 253(1-2), 89-99.
- [16] F. VELLETRANI, R. LICCIARDELLO, M. BRUNER, (2020), “*Intelligent wheelsets for the trains of the future. The role of in-service wheel-rail force measurement*”. *Ingegneria Ferroviaria*, 701-725, 10.
- [17] A. LUGARÀ, A. BRUCIAFREDDO, (2019), “*La manutenzione predittiva dei ponti ferroviari attraverso un framework basato sull’Internet of Things. Una proposta di implementazione - The predictive maintenance of railway bridges through an Internet of Things framework*”. *Ingegneria Ferroviaria*, 743-782, 10.





# PLASSERMATIC 08-275/4



**Plasser Italiana**





# La linea ferroviaria Bribano-Agordo Analisi del progetto del collegamento ferroviario a 95 anni dall'apertura della linea

## *The Bribano-Agordo railway line Analysis of the rail link project 95 years after the opening of the railway line*

Lia DI NARDO (\*)  
Alessandro PASQUALINI (\*)

**Sommario** - Il documento fornisce un resoconto del progetto della linea ferroviaria Bribano-Agordo dalle fasi iniziali del concept progettuale sino all'apertura al traffico commerciale e successiva chiusura con l'analisi dei progetti post chiusura della tratta. Sono analizzati gli aspetti relativi al contesto storico e geografico, al progetto, alla realizzazione della linea, all'esercizio della stessa e alla seguente chiusura. La ferrovia Bribano-Agordo era una linea ferroviaria in concessione lunga 28,9 km che collegava la rete FS, tramite la stazione di Sedico-Bribano alla zona delle miniere di pirite di Agordo, in provincia di Belluno.

### 1. Introduzione

Il 2020 è stato il 95° anniversario dall'inaugurazione della linea ferroviaria Bribano-Agordo nonché il 65° anniversario dalla chiusura della stessa. Questa via di collegamento e il suo tracciato sono stati oggetto di studi sin dal XIX secolo e, ancor oggi, analizzati sia per un potenziale nuovo collegamento ferroviario per lo sviluppo dell'industria e del turismo della zona, sia in vista dei prossimi Giochi olimpici invernali Milano-Cortina 2026, evidenziando così l'importanza strategica della connessione.

### 2. Agordo: la ricchezza mineraria

Agordo è una cittadina dalle origini antichissime ed è stata da sempre il centro economico e culturale della zona, denominata appunto Agordino (Fig. 1).

Nella storia di Agordo, strettamente legata alle sorti di Belluno fin dal X secolo, una pietra miliare viene posta nel Quattrocento, con l'annessione alla Repubblica di Venezia, che governerà la città fino alla sua caduta nel 1797. Nei secoli, in questa ampia area, circondata da al-

**Summary** - The document provides an account of the project of the Bribano-Agordo railway line from the early stages of the concept design until the opening to commercial traffic and subsequent closure included the analysis of the projects after the closure of the route. It analyzed aspects about historical and geographical context, the location, the construction phase, the commissioning and the operation of the railway line and the subsequent closure. The Bribano-Agordo railway was a 28.9 km [17.96 mi] long concession railway that connected the National FS network, via Sedico-Bribano station to the area of Agordo pyrite mines.

### 1. Introduction

2020 was the 95<sup>th</sup> anniversary of the inauguration of the Bribano-Agordo railway line and the 65<sup>th</sup> anniversary of its closure. This link road and its layout have been studied since the 19<sup>th</sup> century and, still today, analyzed both for a potential new railway line for the development of industry and tourism in the area and also in view of the next Olympic Winter Games Milan-Cortina 2026 thus highlighting the strategic importance of the connection.

### 2. Mining wealth of Agordo

Agordo is a town of ancient origins and has always been the economic and cultural centre of the area, called Agordino (Fig. 1).

In Agordo's history, closely linked to Belluno's fate since the 10<sup>th</sup> century, a milestone is laid in the fifteenth century, with the annexation to the Venice Republic, which ruled the city until its fall in 1797. Over the centuries in this vast area, surrounded by some of the most beautiful peaks of the Dolomites (the Agner, the Pale di San Lucano and the

(\*) Prelios Integra S.p.A., Project Management.

(\*) Prelios Integra S.p.A., Project Management.

cune tra le più belle cime delle Dolomiti (l'Agner, le Pale di San Lucano e la Moiazza), si è sviluppato un interessante centro storico e turistico grazie anche alla nascita, nel 1868, della prima sezione del Club Alpino Italiano (CAI) delle Alpi Orientali. Tutto questo testimonia il ruolo di Agordo come importante polo economico e industriale fin dall'età moderna, allora incentrato sull'attività mineraria: attività, che nella prima metà del XX secolo, ha richiesto la realizzazione di una linea ferroviaria privata per il trasporto merci e passeggeri, quest'ultimi spesso lavoratori dell'industria mineraria.

La cittadina ha infatti un lungo passato come centro fornitore di materie prime per le spade bellunesi, per l'industria e la zecca veneziana. L'attività di estrazione e lavorazione dei minerali, in particolare di argento e rame (si sviluppò già in epoca romana), ma raggiunse il suo apice agli inizi del Quattrocento e continuò ininterrotta fino al 1962. Le miniere della Valle Imperina (Fig. 2), pochi chilometri a sud di Agordo sulla destra orografica del torrente Cordevole e in territorio comunale di Rivamonte Agordino, erano il centro più importante per l'estrazione del rame durante il dominio della Serenissima.

La Valle Imperina si sviluppa lungo la cosiddetta "Linea della Valsugana", una faglia inversa che ha genesi in Provincia di Trento e che giunge fino al Cadore attraversando le due regioni obliquamente; qui il lavoro di movimento della faglia ha condensato i metalli presenti nel sottosuolo in grandi giacimenti, sfruttati dall'uomo quasi sicuramente dall'epoca dell'Impero Romano (Fig. 3) [11], [3].

Il centro minerario della Valle Imperina si è occupato per secoli dell'estrazione principalmente di rame, ed in piccola quantità di argento (mentre i minerali ferrosi estratti assieme al rame costituivano un prodotto di scarto, ancora visibile in tutta la parte del fondovalle del centro minerario) ed ha raggiunto il suo apice tra il XVII ed il XVIII secolo sotto la gestione della Famiglia CROTTA di Lecco. La fortuna di Francesco CROTTA rispetto a quella dei suoi predecessori fu sancita, oltre che dal gradimento della sua persona in ambiente politico, anche da un'importante contingenza storica: l'arrivo in valle della polvere



(fot. G. Burloni, Belluno)  
FERROVIA BRIBANO-AGORDO: AGORDO COI M. AGNER (m. 2872) E LE PALE SI S. LUCANO (m. 2409). IN FONDO A DESTRA APPARE LA MARMOLADA.

Figura 1 – Agordo.  
Figure 1 – Agordo.

*Moiazza), a fascinating historical and tourist centre has developed thanks to the birth, in 1868, of the first section of the Italian Alpine Club (CAI) of the Eastern Alps. All this testifies to Agordo's role as an important economic and industrial hub since the modern age, then focused on mining activity, which, in the first half of 20<sup>th</sup> century, required the construction of a private railway line for freight and passenger transport, the latter often workers of the mining industry.*

*The town has a long history as a supplier of raw materials for Belluno's swords, for industry and the Venetian*

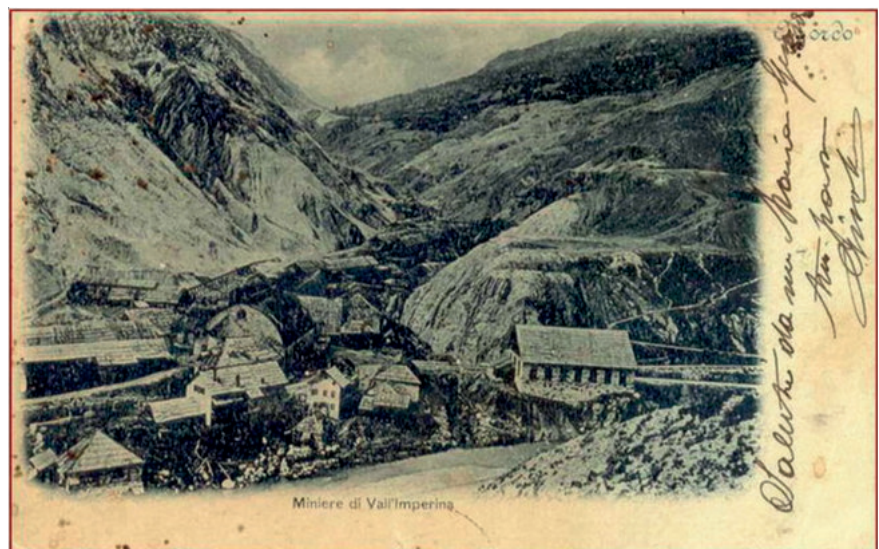


Figura 2 – Miniere della Valle Imperina.  
Figure 2 – Valle Imperina's mine.





Figura 3 – Il tracciato presso la tagliata di San Martino.  
 Figure 3 – The track at the Tagliata of San Martino.

da sparo, mezzo che permetteva di risparmiare i lunghi tempi dello scavo a mano. In questo periodo, le miniere della Valle Imperina erano talmente fruttuose da saturare il 50% del fabbisogno di rame di Venezia (necessario per il rivestimento durante la fase di costruzione delle navi) e da diventare, per l'industria navale e civile, uno dei bacini minerari più importanti d'Europa [5], [16].

Le miniere passarono nel XIX secolo (1893) dalle mani della Famiglia CROTTA, a quelle della Famiglia MANZONI. Il declino del centro minerario cominciò dalla fine del XVIII secolo e si protrasse per tutto l'Ottocento; esso era principalmente dovuto al crepuscolo della Repubblica di Venezia ed al prezzo decisamente inferiore al quale si poteva acquistare il rame americano: vennero a mancare simultaneamente sia gli acquirenti sia i mercati in cui vendere il rame della Valle Imperina. La produzione tuttavia continuò per buona parte del XX secolo con l'acquisizione del complesso nel 1918 da parte della Montecatini – Società Generale per l'Industria Mineraria e Chimica (poi Montedison) – per la produzione di acido solforico tramite l'estrazione e la lavorazione della pirite (Figg. 4 e 5).

L'industrializzazione e la modernizzazione del sito minerario richiesero grossi investimenti e la costruzione di diverse centraline idroelettriche e, addirittura, di una linea ferroviaria privata (la locomotiva storica è esposta sulla Strada Regionale, SR 203, in prossimità del centro minerario). A peggiorare ulteriormente lo stato del settore già in crisi fu, oltre alle restrizioni della produzione italiana di materie prime dovute al Piano Marshall, la tremenda alluvione del 1966 che sferzò l'Agordino e lo Zoldano distruggendo gli insediamenti metallurgici situati in prossimità dei corsi d'acqua, determinando purtroppo la per-

mint. The mining and processing of minerals (especially silver and copper) developed already in Roman times, but reached its peak in the early fifteenth century and continued uninterrupted until 1962. The Imperina valley mines (Fig. 2), a few kilometres south of Agordo on the orographic right of the Cordevole creek and in the municipal territory of Rivamonte Agordino, were the most important centre for the extraction of copper during the domination of the Serenissima Venice Republic.

Imperina valley develops along the "Valsugana Line", a reverse fault that has genesis in the Province of Trento and that reaches up to the Cadore crossing the two regions obliquely; here the work of the movement of the fault has condensed the metals present in the underground into large deposits, exploited by man almost certainly from the Roman Empire age (Fig. 3) [11], [3].

The Imperina valley mining centre has been mainly involved in the copper extraction and small amounts of silver (while the ferrous minerals extracted together with the copper constituted a waste product, still visible in the whole part of the mining centre valley floor) and reached its peak between the 17<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> centuries under the management of Crotta Family of Lecco. Francesco Crotta's fortune compared to that of his predecessors was sanctioned, in addition to the liking of his person in the political environment, also by a critical historical contingency: the arrival in the valley of gunpowder, a means that saved time of the hand digging. During this period, the Imperina valley mines were



Figura 4 – Gli stabilimenti della Montecatini della miniera di pirite della Valle Imperina.

Figure 4 – The Montecatini plants of the Pirite mine in the Imperina Valley.



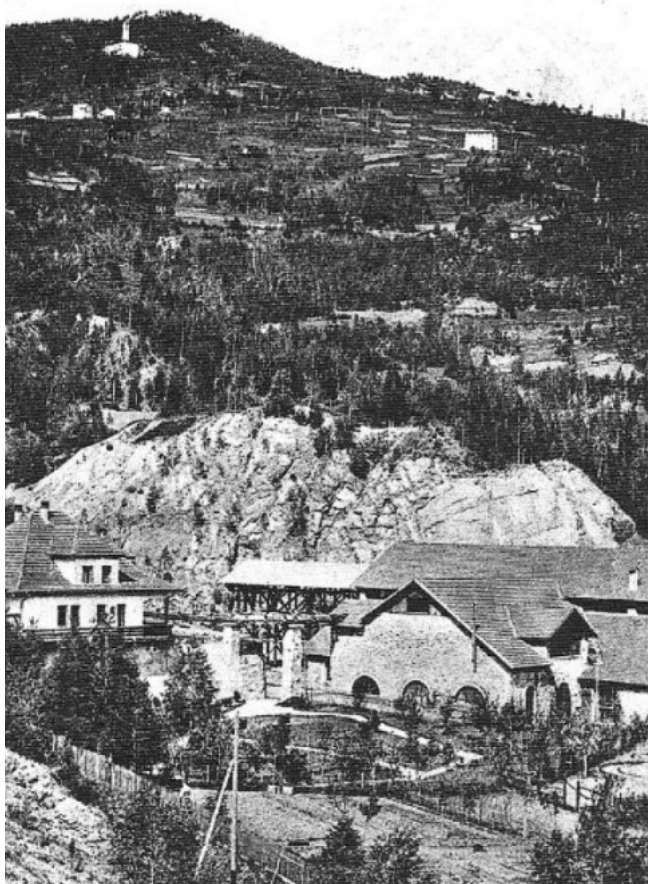


Figura 5 – Gli stabilimenti della Montecatini - i forni fusori e la villa del direttore di produzione.  
 Figure 5 – The Montecatini plants - the fuselage ovens and the production manager's villa.

dita di diverse vite umane (oltre ad un'infinità di edifici civili, strade, ponti e linee elettriche e telefoniche) [11], [16].

### 3. La linea ferroviaria: le origini ed i progetti

La viabilità della provincia di Belluno ed in particolare dell'Agordino è stata sempre un grande problema a causa la conformazione del territorio. I collegamenti erano difficili e si deve riconoscere alla ferrovia Bribano-Agordo di aver interrotto il secolare isolamento e di aver dato un notevole impulso anche al turismo (Fig. 6) [11].

#### 3.1. Le origini

Il tratto della linea ferroviaria lungo la vallata agordina era già stato approfondito dall'ingegnere udinese G.B. LOCATELLI, incaricato dalla Delegazione della Provincia di Belluno, per uno studio per "...esplorare i Varchi e le Vallate della Bellunese Provincia allo scopo di verificare la possibilità di una linea Ferrata che lungo il Piave e per i

so fruitful that Venice's copper needs were covered by 50% (necessary for ships coating during the shipbuilding phase) and became, for the shipbuilding and civil industry, one of the most important European mining basins [5], [16].

The mines passed in the 19<sup>th</sup> century (1893) from the CROTTA Family to MANZONI Family. The decline of the mining centre began in the late 18<sup>th</sup> century and continued throughout the 1800s; it was mainly due to the twilight of Venice Republic and the much lower price at which American copper could be bought: both buyers and markets in which to sell the Imperina valley copper were lost simultaneously. Production continued for much of the 20<sup>th</sup> century with the acquisition of the complex in 1918 by Montecatini - General Society for the Mining and Chemical Industry (later Montedison) - for the production of sulfuric acid through the extraction and processing of pyrite (Figs. 4 and 5).

Mining site industrialization and modernization required major investment and the construction of several hydroelectric power plant and, even, a private railway line (the ancient locomotive is displayed on Regional Road 203 near to mining centre parking). To worsen further a sector already in crisis was, in addition to the restrictions of the raw material Italian production due to the Marshall Plan, the tremendous flood of 1966 that lashed the Agordino and Zoldano areas, destroying the metallurgical settlements located near the waterways, sadly several human lives (as well as a multitude of civil buildings, roads, bridges and power and telephones lines) [11] [16].

### 3. The railway line: the origins and projects

The road systems of Belluno Province and of Agordino area has always been a big problem due to the shape of the territory. The connections were difficult and it must be acknowledged to the Bribano-Agordo Railway that it had interrupted the centuries-old isolation and that it had also given a considerable boost to tourism (Fig. 6) [11].

#### 3.1. Origins

The railway line track along the Agordina valley had already been deepened by the Eng. G.B. LOCATELLI from Udine, commissioned by the Delegation of Belluno Province, for a study for "... explore the Belluno Province mountain passes and valleys to test the possibility of a railway line that along the Piave river and across the mountain passes could be offered a short line of communication to the Veneto trade, with that of Central Germany, and Western Europe towards Constance Lake uniting to the railway line under construction between Bressanone and Innsbruck." [15].

Eng. LOCATELLI issued two major publications about the study.

The first, on 18<sup>th</sup> May 1865, was a Report in which he explained the reasons for his preference for entry into the Belluno's Province through the Piave river considered the

varchi medesimi offrir potesse una breve linea di comunicazione al Commercio Veneto, con quello della Germania Centrale, e dell'Europa Occidentale verso il Lago di Costanza rannodandoli alla linea in costruzione fra Bressanone e Innsbruck" [15].

L'Ing. LOCATELLI emise due pubblicazioni principali circa lo studio effettuato.

La prima, del 18 maggio 1865, fu un Rapporto Informativo in cui spiegava le motivazioni della sua preferenza per l'ingresso nel bellunese attraverso il corso del Piave ritenuto il varco più naturale rispetto l'ipotesi di dirigersi da Treviso verso Conegliano-Vittorio Veneto e raggiungere il Piave a Capo di Monte (odierna Ponte nelle Alpi) [1].

La seconda pubblicazione, del 29 luglio 1865, fu la "Relazione sullo Studio preliminare della Strada Ferrata Alpina da Venezia alle valli Bellunesi e Tirolesi per la direzione del Lago di Costanza esposta dall'Ingegnere Civile Giovanni Battista LOCATELLI a soddisfazione dell'incarico dell'inclita congregazione provinciale di Belluno".

In tale studio approfondito, l'Ing. LOCATELLI definì gli estremi della linea ferroviaria individuando la partenza a Mestre, poiché in prossimità del porto di Venezia. L'altro polo veniva sulla linea Bolzano-Brennero. Ricerca e indica quindi una serie di itinerari alternativi per l'infrastruttura ferroviaria:

- Linea 1: Mestre, Feltre, San Martino di Castrozza, Predazzo, Canazei, Ortisei, Colma.
- Linea 2: Mestre, Treviso, Agordo, Livinallongo, Badia, Eherenburg, Mittewald.
- Linea 3: Mestre, Treviso, Feltre, Belluno, Longarone, Cadore, Auronzo, Misurina, Landro, Toblach.
- Linea 4: Mestre, Treviso, Feltre, Belluno, Perarolo, Cortina d'Ampezzo, Landro, Toblach.

La linea 1 necessitava della realizzazione di due gallerie di notevole lunghezza per l'epoca (12 e 14 km) al fine di superare gli ostacoli montuosi, correlate a spese immense per gli scavi di realizzazione (le due gallerie principali, sarebbero costate, da sole, oltre 15 milioni di fiorini). Infatti, l'Ing. LOCATELLI calcola, per gli scavi di gallerie, fra i 450 mila e i 500 mila fiorini al chilometro. Inoltre, tale linea ferroviaria interessava la provincia di Belluno solo per una trentina di chilometri in luoghi pressoché disabitati [1].

La linea 2 presentava un percorso lungo la vallata del Piave mantenendo pendenze ben inferiori al 10 per mille sino ad Agordo: infatti la differenza di altitudine tra San-



Figura 6 – Lungo il Canale d'Agordo (strada).  
Figure 6 – Along the Agordo Canal (road).

*most natural crossing than the hypothesis of heading from Treviso to Conegliano-Vittorio Veneto and reaching the Piave river at Capo di Monte (that is Ponte nelle Alpi) [1].*

*The second publication, on 29<sup>th</sup> July 1865, was the "Report on Preliminary Study of Alpine Railway line from Venice to the Belluno's and Tyrolean valleys for the direction of Constance Lake exposed by Civil Eng. G.B. LOCATELLI to satisfy the assignment of the prestigious Belluno's provincial congregation."*

*In this in-depth study, Eng. LOCATELLI defined the extremes of the railway line by identifying the departure in Mestre, because it is near the port of Venice. The other pole was on the Bolzano-Brenner railway line. The Engineer researches and therefore indicates a series of alternative routes for the railway line:*

- *Line 1: Mestre, Feltre, San Martino di Castrozza, Predazzo, Canazei, Ortisei, Colma.*
- *Line 2: Mestre, Treviso, Agordo, Livinallongo, Badia, Ehrenberg, Mittewald.*
- *Line 3: Mestre, Treviso, Feltre, Belluno, Longarone, Cadore, Auronzo, Misurina, Landro, Toblach.*
- *Line 4: Mestre, Treviso, Feltre, Belluno, Perarolo, Cortina d'Ampezzo, Landro, Toblach.*

*Line 1 requires the construction of two tunnels of considerable length for the time (12-14 km [7.5-8.7 mi]) to overcome the mountainous obstacles, related to immense expenses for the excavations of construction (the two main tunnels, would cost, more than 15 million forints). Eng. LOCATELLI calculates, for excavations of tunnels, between 450 and 500 thousand guilders per kilometre. In addition, this railway line across the province of Belluno for only about thirty kilometres in almost uninhabited places [1].*



ta Giustina e Agordo è di 305 metri da sviluppare su circa 30 km. Sullo sviluppo successivo del percorso le pendenze aumenterebbero e sarebbe inoltre necessaria la realizzazione di un traforo in prossimità del Lago di Carezza del costo stimato di circa 22 milioni di fiorini (Figg. 7 e 8) [1].

La linea 3 presentava lungo il suo percorso fino a Perarolo pendenze medie del 6 per mille ma la criticità è presentata dal Passo di Misurina che deve essere valicato con una galleria di 10 km circa, per un costo di circa 20 milioni di fiorini e una pendenza media elevata [1].

La linea 4 richiedeva pochi perforamenti e nessuno di grandi dimensioni, assicura pendenze massime tra il 20 e il 30 per mille con una spesa di circa 60 mila fiorini al chilometro e attraversava in quasi tutta la sua lunghezza la Provincia di Belluno. L'Ing. LOCATELLI conclude quindi il suo studio affermando che "la linea che seguir dovrebbe la Strada Ferrata Alpina da Venezia per la direzione della Germania occidentale e della Svizzera verso il Lago di Costanza, deve essere quella che da Mestre si dirige a Treviso, raggiunge la valle del Piave tra Cornuda e Onigo, poi le segue sempre per Belluno, Longarone e fino a Perarolo, quivi deve entrare nella Valle del Boite e per Cortina d'Ampezzo e Landro, raggiungere le Ferrata che si costituis nella Valle della Posteria rimpetto a Toblach" (Tab. 1).

### 3.2. I progetti

La necessità di un collegamento adeguato tra l'Agordino e la Val Belluna viene da molto lontano, ma la spinta decisiva si può dire sia stata data, come anticipato in precedenza, dallo sfruttamento delle miniere della Valle Imperina. Verso la fine dell'Ottocento e soprattutto agli inizi del Novecento, quando subentrò la Montecatini, fondata il 26 marzo 1888 a Firenze da G.B. Serpieri, il trasporto del rame con carri e cavalli era del tutto insufficiente. Infatti, il minerale grezzo che un tempo si lavorava sul posto per ricavarne il rame, trovato più remunerativo impiego nella fabbricazione dell'acido solforico, veniva da parecchi anni, dopo essere stato sottoposto a macinazione, trasportato mediante carri a cavalli dalla miniera alla stazione ferroviaria di Sedi-

*Line 2 has a route along the Piave valley keeping slopes well below 10 per thousand until Agordo. In fact, the difference in altitude between Santa Giustina and Agordo is 305 meters [1000 ft] to be developed on about 30 kilometres [18.6 mi]. On the subsequent route development, the slopes would increase, and it would also be necessary to build a tunnel near Lake Carezza at an estimated cost of about 22 million forints (Figs 7 e 8) [1].*

*Line 3 presents, along its route to Perarolo, average slopes of 6 per thousand but the criticality is presented by the Misurina Pass that must be crossed with a tunnel of*

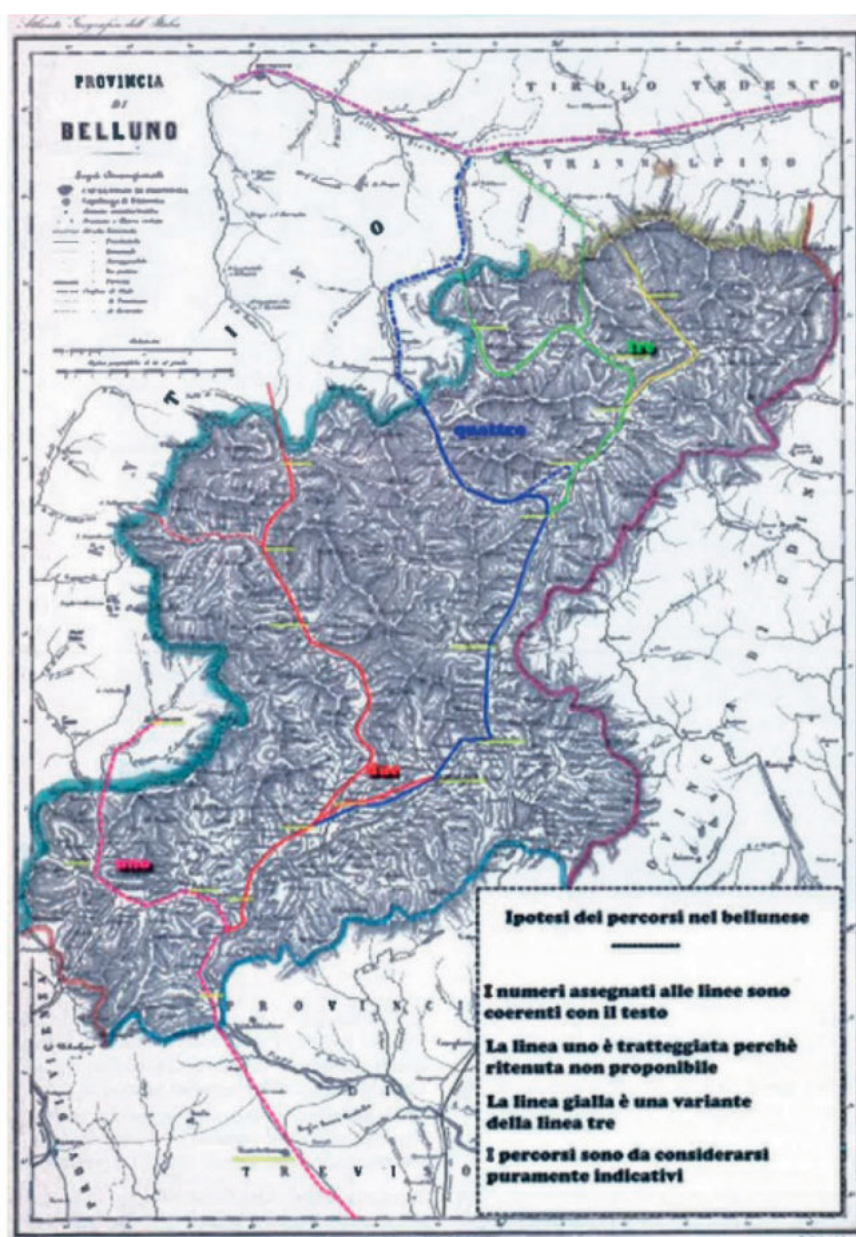


Figura 7 – Linee proposte nelle valli Bellunesi.  
Figure 7 – Railway lines proposed in the Belluno valley.





Figura 8 – Santa Giustina - La stazione negli anni '20 del 900.

Figure 8 – Santa Giustina - The station in the 1920's.

about 10 km [6 mi], at the cost of about 20 million forints and a high average slope [1].

Line 4 requires few perforations and none of the large dimension ensures maximum slopes between 20 and 30 per thousand with a cost of about 60 thousand forints per kilometer and crosses in almost all its length the Province of Belluno. Eng. LOCATELLI concludes his study by stating that “the railway line that should follow the Ferrata Alpina Road from Venice for the direction of West Germany and Switzerland to Lake Constance, must be the one that from Mestre heads to Treviso, reaches the Valley of Piave river between Cornuda and Onigo, then continues for Belluno, Longarone and up to Perarolo, here must enter the Boite Valley and to Cortina d’Ampezzo and Landro, reach the Ferrata that is formed in the Valley of Posteria in front of Toblach village” (Tab. 1).

Tabella 1 – Table 1

Riepilogo Linee  
Line Summary

co-Bribano e da questa inoltrato alle fabbriche di prodotti chimici. Il costo però di tale trasporto per mezzo di carri a cavalli, che un tempo si aggirava sui cinquanta centesimi di lira al quintale, andò di continuo aumentando fino a raggiungere esborsi economici proibitivi. Iniziò così a diffondersi l’idea concreta di una ferrovia che collegasse Agordo alla rete FS.

Di un collegamento ferroviario con Agordo se ne comincia a parlare nel 1887 a seguito della legge emanata il 27 aprile del 1885 che prevedeva la costruzione di mille chilometri di ferrovie nel Regno d’Italia. Il sindaco di Agordo, anche a nome di altri 18 comuni del Regno e di 13 comuni del Trentino e Tirolo presenta la domanda al Ministero dei lavori pubblici affinché la ferrovia già in esercizio Treviso-Belluno venga prolungata fino ad Agordo. La richiesta è corredata da un accurato studio dell’Ing. C. PEZZÈ che diede alle stampe un opuscolo di oltre 100 pagine dal titolo “Studi economici sulla ferrovia Belluno-Agordo” (Milano, Tipografia del Riformatorio, 1886). La pubblicazione è suddivisa in tre parti. La prima contiene una serie di dati statistici sul traffico di tutta la Valle del Cordevole, che nella parte sud è soggetta al Regno d’Italia e a nord all’Impero Austro-Ungarico. La seconda parte è dedicata alla dimostrazione e alla verifica dei dati riportati. La terza parte infine tratta accuratamente la stima degli introiti. L’autore, oltre un secolo

Linea Line	Stazione partenza Departure station	Fermate Stops	Stazione arrivo Arrival station	Caratteristiche Features
Linea 1 Line 1	Mestre	Feltre - San Martino di Castrozza - Predazzo - Canazei - Ortisei	Colma	Costo gallerie stimato in 15 Milioni di fiorini Previsti 30 km nella provincia di Belluno in aree disabitate Cost of tunnels estimated at 15 Million guilders Planned 30 km in the province of Belluno in uninhabited areas
Linea 2 Line 2	Mestre	Treviso - Agordo - Livinallongo - Badia - Eherenburg	Mittewald	Pendenze previste dal 10 per mille in aumento Necessario traforo dal costo stimato di 22 milioni di fiorini Slopes expected from 10 per thousand increasing Necessary tunnel with an estimated cost of 22 million guilders
Linea 3 Line 3	Mestre	Treviso - Feltre - Belluno - Longarone - Cadore - Auronzo - Misurina - Landro	Toblach	Pendenze medie elevate Necessaria galleria dal costo stimato di 20 milioni di fiorini High average gradients Necessary tunnel with an estimated cost of 20 Million guilders
Linea 4 Line 4	Mestre	Treviso - Feltre - Belluno - Perarolo - Cortina d’Ampezzo - Landro	Toblach	Pendenze massime tra il 20 e il 30 per mille Spesa prevista di 60 mila fiorini al km Maximum slopes between 20 and 30 per thousand Estimated expenditure of 60,000 guilders per km

fa, giunge alle conclusioni che sembrano scritte oggi. E cioè, che se prima di costruire una ferrovia si fossero fatti degli studi severi, non si sarebbero sprecati tanti milioni per linee che servono solo al personale di servizio e ai mercanti di carbon fossile. L'ingegner PEZZÈ dimostra nel suo studio, quanto la ferrovia sarebbe proficua, considerata la ricchezza dei boschi del Cordevole, con gli animali e i loro prodotti, le miniere che ora sono in decadenza – sottolinea PEZZÈ nel 1886 – per la difficoltà dei trasporti. Tutti prodotti che si esportano da quelle vallate alle quali poi è necessaria l'importazione di ben 5/6 delle granaglie necessarie ogni anno. Attraverso 4 diversi metodi di calcolo, PEZZÈ va a determinare il reddito lordo chilometrico della linea Belluno-Agordo e lo fissa in 11.600 lire. A tutto ciò – fa notare l'ingegnere agordino – si deve aggiungere la grande importanza militare che avrebbe questa ferrovia prima di tutto perché è una linea di confine e poi perché con la costruzione iniziata dei forti nella valle del Cordevole, il bacino di Agordo aperto da tre lati ad una eventuale invasione, è destinato a diventare un campo trincerato. Inoltre – prosegue PEZZÈ – c'è la grande importanza turistica che ogni anno di più sta assumendo la stupenda conca di Agordo che sarebbe maggiormente visitata se fosse raggiungibile per ferrovia. E in tal caso, le ingenti somme di denaro che nell'estate finiscono in Svizzera, resterebbero nei nostri paesi.

C'è inoltre un altro progetto a firma dell'ingegner Roberto PAGANINI che adottando il progetto del "terzo tipo economico" con curve limitate ad un raggio minimo di 150 metri e pendenze massime del 20 per mille, porterebbe il costo della linea a 6 milioni riducendo il costo medio per chilometro a 200mila lire e il reddito netto per chilometro a 3.660 cioè al 2% circa sul capitale investito per la costruzione.

Il progetto è sostenuto sulle pagine del Corriere della Sera del 7 aprile 1887 a firma di O. BRENTARI, che sostiene: "La linea Belluno-Agordo sarebbe come la Belluno-Perarolo non solo di grande interesse, ma anche di non poca importanza nazionale. Resta dunque da sperare che tanto l'una che l'altra siano prese in considerazione tra quei mille chilometri di linee da costruirsi. Anche perché la provincia di Belluno non possiede ora che 44 chilometri di ferrovia".

Ulteriori progetti si susseguirono nel corso dei primi anni del secolo scorso, tra cui il Baudracco-Zanon (1907) ed infine il progetto Alessi (1911). Il progetto Baudracco-Zanon prevedeva una elettro-via a scartamento ridotto tra Agordo e Bribano, con diramazione a Mas per Belluno. La spesa preventivata per la costruzione di tale progetto ammontava a 6 milioni di lire, che per un decimo doveva essere a carico dei comuni. La Provincia aveva già deliberato di versare 340.000 lire, i comuni agordini 150.000. Le restanti 100.000 lire andavano dunque a carico dei comuni di Sedico e di Belluno. Il progetto di Alessi contemplava una ferrovia elettrificata a scartamento normale sul solo tracciato Bribano-Agordo. Il contributo a carico della Provincia e dei Comuni interessati (escluso

### 3.2. Projects

*The need for an adequate connection between the Agordino zone and the Belluno's Valley comes from a long way away, but the decisive boost can be said to have been given, as previously anticipated, by the exploitation of the mines of the Imperina Valley. Towards the end of the 1800s and especially in the early 1900s, when Montecatini took over (Montecatini was founded on 26<sup>th</sup> March 1888 in Florence by G.B. Serpieri), the transport of copper with wagons and horses was wholly insufficient and inadequate. The raw ore that was once worked on-site to obtain copper, which was found to be the most rewarding for its use in the sulfuric acid manufacture, had been for several years, after being ground, transported by horse-drawn wagons from the mine to the railway station in Sedico-Bribano and from this to the chemical factories. However, the cost of such transport by horse-drawn carriages, which was once about fifty cents of Italian Lira a quintal, was continually increasing until it reached prohibitive economic outlays. Thus, the concrete idea of a railway connecting Agordo to the National FS network began to spread.*

*A railway link with Agordo began to be discussed in 1887 following the law enacted on 27<sup>th</sup> April 1885 which provided for the construction of a thousand kilometers of railways. The Agordo Mayor, also on behalf of 18 other municipalities of the Italian Kingdom and 13 municipalities of Trentino and Tyrol submitted the application to the Public Works Ministry so that the Treviso-Belluno railway line, already in operation, is extended until Agordo. The request is accompanied by an accurate study by the Eng. C. PEZZÈ who gave a pamphlet of more than 100 pages entitled "Economic Studies on the Belluno-Agordo Railway" (Milan, Riformatorio Typography, 1886). The publication is divided into three parts. The first contains a series of traffic statistics for the entire Cordevole Valley, which in the south is subject to the Italian Kingdom and the North to the Austro-Hungarian Empire. The second part is dedicated to the demonstration and verification of the reported data. In the end the third part deals accurately with the revenue estimate. The author, more than a century ago, comes to the conclusions that seem written today. And that is, that if strict studies had been carried out before building a railway, many forint millions would not have been wasted on lines that serve only service personnel and coal merchants. In his study, Eng. PEZZÈ demonstrates how profitable the railway line would be, given the richness of the Cordevole woods, with the animals and their products, the mines that "are now in decline", underlines PEZZÈ in 1886 – due to the difficulty of transport. All products that are exported from those valleys to which it is necessary to import as many as 5/6 of the necessary grains every year. Through 4 different calculation methods, PEZZÈ went to determine the gross mileage income of the Belluno-Agordo railway line and fixed it in 11,600 Italian Liras. To all this – points out the engineer from Agordo – have to add the great military importance that this railway line would have first of all because it is a borderline and then because with the CON-*

Belluno) era di 1.000 lire all'anno a chilometro (cioè 29.500 lire) per 50 anni. Dopo varie vicissitudini e discussioni, nel 1914 venne approvato il progetto Baudracco, ma sopraggiunse la Prima guerra mondiale e non se ne fece nulla. Terminato il conflitto, riprese la discussione per la ferrovia agordina e nel 1922, finalmente, il Ministero dei lavori pubblici approvò il progetto Montecatini della ferrovia Bribano-Agordo (a firma dell'Ing. A. PIOZZI). In quello stesso periodo fu costituita la SAIF (Società Anonima Industriale e Ferroviaria), filiale della Montecatini stessa, con sede a Milano che presentò domanda di concessione, successivamente ottenuta, per la ferrovia Bribano-Agordo [16].

Già prima che la ferrovia Treviso-Belluno entrasse in funzione nel 1886, si era valutata l'idea di costruire un collegamento ferroviario tra Conegliano, Belluno, Pusteria e quindi con l'importante linea del Brennero. Uno studio aveva evidenziato come attraverso il valico di San Ubaldo e risalendo la val Cordevole e del Gader (val Badia), si potesse facilmente scendere nella Pusteria ed allacciarsi all'importante arteria che risaliva a nord, verso l'Austria e la Germania. Ma come in altre occasioni non si giunse ad una conclusione plausibile. Durante il primo conflitto mondiale, il IX Corpo d'Armata allestì un impianto Decauville a binario unico da Bribano ad Agordo utilizzando la strada provinciale, questo per trainare, tramite piccole vaporetti militari o muli, convogli contenenti materiale bellico e rifornimento per i soldati del fronte posto sulle Dolomiti, teatro delle operazioni del IX Corpo d'Armata (Fig. 9).

E siccome anche tale provvedimento si era dimostrato insufficiente, poco prima del ripiegamento, veniva iniziata la costruzione di una filovia elettrica usufruendo della stessa strada provinciale. Questa serviva ad alimentare gli



Figura 9 – Decauville con fieno.  
Figure 9 – Deucaville with hay.

*STRUCTION started of the forts in the valley of The Cordevole, the Basin of Agordo, opened from three sides to a possible invasion, is destined to become an entrenched camp. Besides – continues PEZZÈ – there is the great tourist importance that every year more is taking on the beautiful Agordo basin that would be more visited if it were reachable by rail. And in that case, the large sums of money that end up in Switzerland in the summer would remain in our countries. There is also another project signed by the engineer Roberto Paganini who adopting the “third economic type” with curves limited to a minimum bend radius of 150 meters and maximum slopes of 20 per thousand, would bring the cost of the railway line to 6 million of Italian Liras reducing the average price per kilometer to 200 thousand Italian Liras and the net income per kilometer to 3,660, about 2% on the capital invested for construction of the line.*

*The project is supported in the pages of Corriere della Sera of 7<sup>th</sup> April 1887 signed by O. BRENTARI, who claims: “The Belluno-Agordo railway line would be like the Belluno-Perarolo railway line not only of great interest, but also of no small national importance, and it remains to be hoped that both projects will be taken into account among those thousand km of lines to be also built because the Belluno province has only 44 km [27 mi] of the railway line”.*

*Further projects followed during the early years of the last century, including the Baudracco-Zanon (1907) and finally, the Alessi project (1911). The Baudracco-Zanon project involved a narrow-gauge railway between Agordo and Bribano, branched to Mas for Belluno. The project expenditure amounted to 6 million lire, which for a tenth was to be borne by the municipalities. The province had already decided to pay 340,000 lire, the Agordo area municipalities paid 150,000. The remaining 100,000 lire were paid by the municipalities of Sedico and Belluno. The Alessi railway line included an electrified, normal-gauge railway, on the Bribano-Agordo track alone. The contribution paid by the Province and the municipality concerned (Belluno excluded) was 1,000 lire per kilometer (i.e. 29,500 lire) for 50 years. After various vicissitudes and discussions, the Baudracco project was approved in 1914, but then I World War comes, and nothing was done about it. After the war, the debate resumed for the Agordo zone railway, and in 1922, finally, the Public Works Ministry approved the Montecatini project of the Bribano-Agordo railway (signed by the Ing. A. PIOZZI). At the same time, the railway company SAIF (Società Anonima Industriale Ferroviaria), a subsidiary of Montecatini, was established and applied for a concession, later obtained, for the Bribano-Agordo railway line [16].*

*The remaining 100,000 lire were paid by the municipalities of Sedico and Belluno. The Alessi railway line included an electrified, normal-gauge railway, on the Bribano-Agordo track alone. The contribution paid by the Province and the municipality concerned (Belluno excluded) was 1,000 lire per kilometer (i.e. 29,500 lire) for 50 years. After various vicissitudes and discussions, the Baudracco project was approved in 1914, but then I World War comes, and nothing was done about it. After the war, the debate resumed for the Agordo zone railway, and in 1922, finally, the Public Works Ministry approved the Montecatini project of the Bribano-Agordo railway (signed by the Ing. A. PIOZZI). At the same time, the railway company SAIF (Società Anonima Industriale Ferroviaria), a subsidiary of Montecatini, was established and applied for a concession, later obtained, for the Bribano-Agordo railway line [16].*



autocarri con motore elettrico che salivano e scendevano verso Agordo proprio come avrebbe fatto un qualunque filobus.

Subito dopo l'armistizio, nel concretare e nell'eseguire gli importanti lavori di riattamento della strada provinciale Agordina, i cui ponti principali erano stati fatti saltare e notevoli interruzioni si erano praticate all'atto del ripiegamento per ritardare l'avanzata del nemico, il Genio militare incaricato di tali lavori di riattamento, tenne conto della possibilità e della convenienza di eseguire le opere in modo da poter utilizzare la sede stradale anche quale sede di una tranvia elettrica a scartamento ridotto la quale avrebbe dovuto servire sia per il trasporto dei viaggiatori e delle merci ordinarie, sia per il trasporto del minerale ricavato dalla miniera di Agordo rendendo così possibile la pronta ripresa del lavoro nella miniera stessa.

Ma la Società Montecatini, proprietaria delle miniere, constatato che le correzioni e le varianti apportate al tracciato della strada provinciale avrebbero consentito il finanziamento della costruzione di una ferrovia a scartamento ordinario fra la stazione di Sedico-Bribano ed Agordo, anziché quella di una tranvia a scartamento ridotto, la quale ultima per il trasporto del minerale ricavato dalla miniera di Agordo avrebbe richiesto un trasbordo alla stazione di Sedico-Bribano delle FS od altri provvedimenti sempre dispendiosi, fece studiare un progetto di massima di ferrovia a scartamento normale ed a trazione elettrica fra la stazione delle FS di Sedico-Bribano ed Agordo. Tale progetto è stato sviluppato tenendo in considerazione studi precedenti della tratta inserita in un più ampio complesso di linee ferroviarie.

#### 4. La costruzione

La Società Anonima Industriale Ferroviaria di Milano (SAIF), appositamente costituita dalla Società Montecatini, chiese ed ottenne dal Governo la concessione (Regio Decreto n° 749 del 7 maggio 1922, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia n° 159 del 22 giugno 1922) per la costruzione e l'esercizio della ferrovia in questione. I lavori di apprestamento della sede dell'infrastruttura, la costruzione delle stazioni e di tutte le opere dell'arte previste per la ferrovia, venivano assunti dalla Società Anonima Bellunese Costruzioni Civili che nel giugno 1922 iniziava i lavori portandoli a compimento nell'autunno del 1924. Nel tratto da Bribano a La Muda la costruzione risultò abbastanza agevole, anche perché, per lunghi tratti, si sfruttò parte della sede stradale, mentre oltre fu assai arduo proseguire, e si rese necessaria la messa in opera di gallerie e viadotti (Figg. 10 e 11).

Nel frattempo, furono costruite anche le stazioni, nove in totale, denominate Bribano, Sedico-Landris, Roe, Mas-Sospirolo, Peron, La Stanga (Figg. 12 e 13), La Muda, La Valle-Rivamonte ed Agordo e vari caselli.

Per la produzione della corrente necessaria alle locomotive si costruì inoltre un impianto idroelettrico nei

*Even before the Treviso-Belluno railway line came into operation in 1886, the idea of building a railway link between Conegliano, Belluno, Pusteria and therefore with the famous Brenner railway line had been considered. A study had shown that through the San Ubaldo pass and up the Cordevole Valley and the Gader stream (Badia Valley), one could quickly descend into the Pusteria and connect to the critical artery that went up north, towards Austria and Germany. But, as on other occasions, there was no plausible conclusion. During the First world war, the 9th Army Corps set up a Decauville single-track from Bribano to Agordo using the provincial road, this to tow, through small military steamers or mules, convoys containing war material and refuelling for the soldiers of the front placed on Dolomites mountains, the scene of the operations of the 9th Army Corps (Fig. 9).*

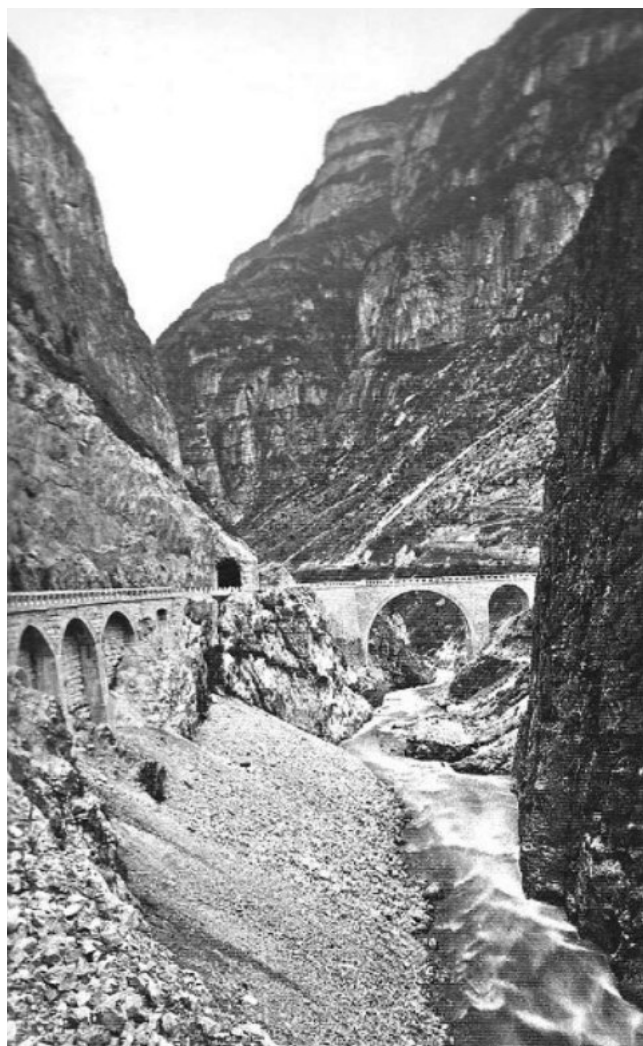


Figura 10 – Galleria di sblocco della ferrovia alla gola dei Castei alla Tagliata di San Martino sul torrente Cordevole.  
Figure 10 – Railway unlocking gallery at the Castei Gorge at St. Martin's Cut on the Cordevole Stream.



Figura 11 – I lavori di costruzione della galleria di Ponte Alto all'imbocco sud.

Figure 11 – Construction of the Ponte Alto tunnel at the southern entrance.



Figura 12 – Località La Stanga.

Figure 12 – La Stanga location (before the railway was built).

And since even this provision had also proved insufficient, just before the folding, the construction of an electric trolleybus line was begun using the same provincial road. This was used to power the electric-powered trucks that went up and down towards Agordo just as any trolleybus would have done.

Immediately after the armistice, carrying out the critical work of refurbishment of the Agordina provincial road, whose main bridges had been blown up and significant interruptions were practised at the time of folding to delay the advance of the enemy, Military Engineering Corps, in charge of these refurbishment works, took into account the possibility and the convenience of carrying out the works to be able to use the roadbed also for a narrow-gauge electric tramway which should have been used both for travellers and ordinary goods transport and for the transportation of the ore from the Agordo mine, thus making possible the prompt resumption of work in the mine itself.

But the Montecatini Company, which owns the mines, ascertained that the corrections and variants made to the route of the provincial road would have allowed the financing of the construction of an ordinary gauge railway between the station of Sedico-Bribano and Agordo, rather than that of a narrow-gauge railway line. The latter, for the ore transport from the Agordo mine, would have required a transfer to the Sedico-Bribano station of the National FS network or other always expensive measures, so Montecatini firm developed a project with ordinary gauge electric railways studied between the National FS station in Sedico-Bribano and Agordo. This project was developed, taking into account previous studies of the route included in the broader complex of railway lines.

#### 4. The construction

The railway company from Milan (SAIF), formed by Montecatini firm, requested and obtained from the government, the concession (Royal Decree No. 749 on 7<sup>th</sup> May 1922, published in the Official Journal No. 159 of the Italian Kingdom on 22<sup>th</sup> June 1922) for the construction and operation of the railway line. The construction of the line and of the stations and all the works established for that railway line, were undertaken by a civil construction company (Società Anonima Bellunese Costruzioni Civili) which in June 1922 began the work bringing them to completion in the autumn of 1924. In the section from Bribano to La Muda the construction was quite easy, also because for long stretches it took advantage of part of the road, while beyond it was very difficult to continue and it was necessary the construction of tunnels and viaducts (Figs. 10 and 11).

Meanwhile, the stations were also built, nine in total, called Bribano, Sedico-Landris, Roe, Mas-Sospirolo, Peron, La Stanga (Figs. 12 and 13), La Muda, Valle-Rivamonte and Agordo and various toll houses.

For the production of the electricity needed by locomo-





Figura 13 – Località La Stanga (dopo costruzione ferrovia.  
Figure 13 – La Stanga location (after the railway is built).

pressi di Mas, costituito da una piccola diga che deviava l'acqua alla centralina della località Sass Muss (Fig. 14), situata sulla destra del torrente.

Qui sorgeva anche un impianto per la produzione dell'ammoniaca (Fig. 15), che utilizzava per il processo di sintesi parte della corrente prodotta dalla centrale, per un milione di kilowatt-ora al mese.

La spesa, a carico della Montecatini, fu di dieci milioni di lire dell'epoca e fu sovvenzionata dallo Stato con sussidio annuale di 50.000 lire per una durata promessa di 50 anni (Fig. 16) [12].

## 5. Il tracciato

La linea ferroviaria tra Bribano (300 m slm) e Agordo (611 m slm) era una linea a semplice binario (o binario unico) [4], con pendenze massime del 32 per mille in rettilineo e del 28 per mille in curva e raggi di curva minimi di 150 m. La linea ferroviaria presentava una lunghezza di costruzione di 28,694 km e una lunghezza di esercizio pari a 28,519 km. Tale ferrovia era a scartamento normale, pari a 1.435 mm, per permettere ai carri merce di proseguire sulla rete nazionale tanto che, negli ultimi anni di esercizio, anche alcune automotrici FS furono usate per delle corse dirette Padova-Agordo [12].

La linea ferroviaria, con larghezza della piattaforma pari a 4,30 m e con armamento da 30 kg/metro, ha uno sviluppo dalla stazione delle FS di Sedico-Bribano alla stazione di Mas, da La Muda a I Castei, e dalla stazione delle miniere ad Agordo, per 14,8 km circa complessivamente e corre in sede propria. Nelle rimanenti tratte, la ferrovia ha sede al margine, verso il Cordevole, della strada provinciale ed

tives, a hydroelectric plant was built near Mas, consisting of a small dam that diverted water to the Sass Muss (fig. 14) power station, located on the right of the Cordevole stream.

There was also an ammonia production plant (Fig. 15), which used part of current produced by the power plant, for one million kilowatt-hour per month, for the synthesis process.

The expenditure, paid by Montecatini, was ten million Italian Liras of the time, and was subsidized by the state with an annual subsidy of 50,000 Italian Liras for a promised duration of 50 years (Fig. 16) [12].

## 5. The path

The railway line between Bribano (300 m [984 ft] asl) and Agordo (611 m [2004 ft] asl) was a single-track line [4], with maximum slopes of 32 per thousand in the straight and 28 per thousand in bend with a minimum radius of 150 m [492,13 ft]. The railway line had a construction length of 28,694 km [17.8 mi] and an operating range of 28,519 km [17,7 mi]. This railway was a normal-gauge of 1,435 mm, to allow the freight wagons to continue on the national network so that, in the last years of operation, some National FS railway cars were also used for direct Padua-Agordo trips [12].

The railway line, with a platform width of 4.30 m [14,10 ft] and 30 kg/m railway infrastructure installation, has developed from the National FS railway station of Sedico-Bribano to the station of Mas, from Muda to I Castei, towards Agordo mines station for about 14.8 km in total and runs in its path. In the remaining sections, the railway line is on the edge of the provincial road, towards the



1924 Sass Mus Centrale elettrica

Figura 14 – Mas di Sedico - Località Sass Mus - La centrale elettrica.  
Figure 14 – Mas of Sedico - Sass Mus Location - The Power Plant.



è da questa separata mediante apposita barriera di legname. Inoltre, nel tratto da La Muda a I Castei, per ovvie ragioni di sicurezza del transito lungo la strada provinciale, furono destinate ad esclusivo uso della ferrovia le nuove gallerie che erano state ricavate nell'immediato dopo guerra per la strada provinciale e vennero ricostruiti i due ponti sul Cordevole di La Muda e de I Castei, riportando così, in questo tratto, la strada rotabile nella sua antica sede sulla destra orografica del Cordevole (Fig. 17).

Con una curva ampia, la linea si stacca dalla stazione di Sedico-Bribano (Fig. 18) e, in sede propria, si dirige verso settentrione attraverso la campagna, all'epoca intensamente coltivata, posta fra Bribano e Sedico. Lasciata sulla sinistra la collina su cui sorge la villa Patt, già proprietà



1925 Sass Mus (Mas) Stabilimento Montecatini produzione Ammoniaca

Figura 15 – Mas di Sedico - Località Sass Mus - Lo stabilimento della Montecatini per la produzione di ammoniaca.

Figure 15 – Mas di Sedico - Sass Mus Á - Montecatini's ammonia plant.

- **1865** Primi studi dell'Ing. Locatelli
- **1887** Presentato dal sindaco di Agordo il progetto per il prolungamento della linea Treviso-Belluno fino ad Agordo
- **1907** Progetto Baudracco-Zanon
- **1911** Progetto Alessi
- **1914** Approvazione progetto Baudracco e scoppio della 1ª Guerra Mondiale con contestuale interruzione di ogni attività
- **1918** Acquisizione delle Miniere della Valle Imperina da parte della Montecatini
- **1922** Approvazione progetto Montecatini ed inizio costruzione della linea e delle locomotive
- **1924** Completamento della linea ferroviaria
- **1925** Inaugurazione linea ferroviaria e messa in esercizio
- **1955** Chiusura della linea e dismissione
- **1958** Ristrutturazione e riutilizzo delle Locomotive LB1 e LB4 divenute LFI005 e LFI006
- **1974** Trasformazione Locomotive LFI005 e LFI006 in EDz11 ed EDz14
- **1982** Riutilizzo dei telai delle Locomotive LB2 e LB3 per la realizzazione delle EDz12 ed EDz13
- **2000** Demolizione casello di "La Villa"
- **2003** Restauro della Locomotiva LB1 ed esposizione al pubblico
- **2014** Presentato nuovo progetto di pista ciclabile Bribano-Agordo dai Comuni della zona e nuova proposta pe Anello delle Dolomiti
- **2019** Aggiudicazione Olimpiadi Invernali 2026 Milano-Cortina
- **2026** Possibili nuovi scenari di riqualificazione

Figura 16 – Dati storici dell'evoluzione dell'opera.

Figure 16 – Historical railroad data.

Cordevole stream, and is separated from the road by particular timber barrier. Besides, in the stretch from La Muda to I Castei, for obvious reasons of safety transit along the provincial road, were intended for the exclusive use of the railway the new tunnels that had been built in the immediate period after the First world war for the provincial road and were rebuilt two bridges on the Cordevole stream at La Muda and at I Castei, thus bringing back, in this stretch, the railway line in its ancient path on the right of the Cordevole creek (Fig. 17).

With a wide bend, the line detaches from the Sedico-Bribano Station (Fig. 18) and, in its path, heads north through the countryside, at the time intensely cultivated, lo-



Figura 17 – Percorso Linea.

Figure 17 – Route of the line.



Figura 18 – Stazione di Bribano.  
Figure 18 – Bribano station.

della famiglia MANZONI di Agordo, sede durante la Prima guerra mondiale dell'Intendenza della 4<sup>a</sup> Armata, la ferrovia attraversa la strada nazionale che da Feltre porta a Belluno e raggiunge la stazione di Sedico-Landris (km 2+500) (Fig. 19), situata a nord dell'abitato, di fronte allo sbocco delle valli del Mis e del Cordevole nella convalle Bellunese [2].

Dalla stazione di Sedico-Landris (331 m slm) la linea, sempre in sede propria, prosegue avvicinandosi alla sponda sinistra del Cordevole, ed abbandona la pianura per entrare nella zona collinosa delle masiere, enorme deposito morenico lasciato dal ghiacciaio che, uscito dalla valle del Cordevole, si è arrestato contro i corrugamenti marnosi che costituiscono una serie di basse alture distendentisi fra il torrente Cordevole e il torrente Ardo ai piedi del gruppo dolomitico delle Alpi bellunesi comprendenti i massicci dei monti Peron, Schiara e Pelf.

In corrispondenza della stazione di Roe (km 6+700) (Fig. 20), ad una quota di 365 m slm, sull'altra sponda del Cordevole, ha sede la centrale elettrica che fornisce la forza alla linea ferroviaria e lo stabilimento per la fabbricazione sintetica dell'ammoniaca mediante l'utilizzazione dell'azoto atmosferico.

Proseguendo, la linea ferroviaria si inoltra fra le masiere avvicinandosi sempre più alle falde del monte Peron. Con una curva ampia, la linea piega a sinistra e si dirige verso lo

cated between Bribano and Sedico. Leaving on the left the hill on which stands Patt's family villa, already owned by the Manzoni's family of Agordo, headquarter, during the First world war, of the 4<sup>th</sup> Army, the railway crosses the national road that leads from Feltre to Belluno and reaches the station of Sedico-Landris (km 2+500) (Fig. 19), located in the north of the village, in front of the outlet of the valleys of the Mis and Cordevole [2].

From the Sedico-Landris station (331 m [1086 ft] asl) the railway line, always in his path, continues approaching the left bank of the Cordevole stream and abandons the plain to enter the hilly area of Masière, huge morainic deposit left by the glacier that, coming out of the Cordevole valley, has stopped against the marly corrugation that constitutes a series of low hills between the Cordevole stream and Ardo creek at the foot of the Dolomites mountains of Peron, Schiara and Pelf peaks.

In front of the Roe station (km 6+700) (Fig. 20), at an altitude of 365 m [1197 ft] asl, on the other side of the Cordevole stream, there is the power plant that supplies the power to the railway line and the plant for the synthetic manufacture of ammonia by using atmospheric nitrogen.

Continuing, the railway line still goes between the masiere, getting closer and closer to the slopes of Peron mount. With a broad curve, the track bends to the left and heads towards the mouth of the Cordevole Valley. Reached



Figura 19 – La stazione di Landris.  
Figure 19 – Landris station.





Figura 20 – La stazione di Le Roe.  
Figure 20 – Le Roe station.

sbocco della valle del Cordevole. Raggiunta la strada provinciale, è sita la stazione di Mas-Sospirolo (km 8+000) ad una quota di 374 m slm (Fig. 21).

Si raggiunge quindi la fermata di Peron (km 10+000), da questo punto la ferrovia infila in curva lo sbocco della valle del Cordevole (Fig. 22) [2], [12].

In breve, si raggiunge la fermata di La Stanga (km 14+800) (Fig. 23), ad una quota di 438 m slm, che ricorda le soste obbligatorie di tutte le vetture, diligenze e carri davanti al vicino albergo dove era disposta la stanga, sbarra mobile di legno che chiudeva il transito e che non si apriva al passaggio delle vetture e dei carri che dietro pagamento del pedaggio. Proseguendo, la valle si restringe sempre più ed acquista tutti i caratteri dell'alta valle alpina.

Il canale si restringe nuovamente alla stazione di La Muda (km 20+600) ad una quota di 483 m slm (Fig. 24). Poche case, che un tempo erano luogo di tappa per le salmerie alle quali, prima della costruzione della strada rotabile, erano affidati tutti i trasporti da e per l'Agordino. Subito dopo, la valle si restringe nuovamente e si riduce ad una angusta forra chiusa fra pareti rocciose a picco. La strada ordinaria, sopra un ponte in muratura sul torrente Cordevole, passa ora sulla destra del fiume mentre la ferrovia entra in tre gallerie successive, mantenendosi, in sede propria, sulla sinistra del corso d'acqua [2].

the provincial road, there is Mas-Sospirolo station (km 8+000) at an altitude of 374 m [1227 ft] asl (Fig. 21).

The Peron station (km 10+000) is then reached, from this point the railway line reach in the curve of the mouth of the Cordevole valley (Fig. 22) [2], [12].

In short, it reaches La Stanga station (km 14+800) (fig. 23), at an altitude of 438 m [1437 ft] asl, which recalls the mandatory stops of all cars, stagecoaches and wagons in front of the nearby hotel where was arranged a mobile wooden rod that closed the transit. It was possible to open the passage only upon payment of the toll.

Continuing, the valley shrinks more and more and acquires all the characters of the high Alpine valley. The canal narrows again to La Muda station (km 20+600) at an altitude of 483 m [1584,7 ft] asl (Fig. 24). A few houses, which were once a stopover for the baggage store to which, before the construction of the rolling road, were entrusted all transport to and from the Agordo area. Immediately after, the valley narrows again and is reduced to a cayon closed between sheer rock walls. The road, above a masonry bridge over the Cordevole stream, now passes to the right of the river meanwhile the railway line enters three successive tunnels, keeping its path on the left of the river [2].

After the canyon, the valley widens more, and it is possible to begin to see from far the peaks of the mountains of the



1925 Ferrovia Bribano-Agordo Stazione del Mas

Figura 21 – Stazione del Mas (vista verso sud).  
Figure 21 – Mas railway Station (south view).





Figura 22 – La stazione del Peron.  
Figure 22 – Peron station.

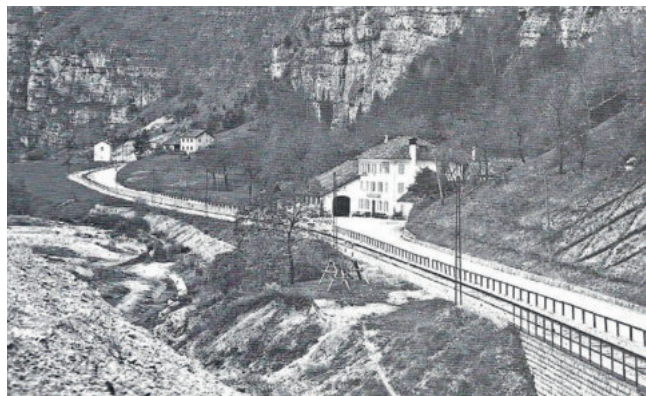


Figura 23 – Dettaglio della stazione in località La Stanga.  
Figure 23 – Detail of the station in La Stanga location.

Superata la stretta, la valle si allarga sempre più e si cominciano a scorgere le vette dei monti della conca Agordina, e sulla destra del Cordevole una piccola centrale elettrica ed un gruppo di fabbricati che appartengono alla miniera della Valle Imperina. La ferrovia abbandona ora la strada e si mantiene più in basso vicino al corso d'acqua. Si giunge così alla stazione di La Valle-Rivamonte (km 25+500) (Fig. 25).

Attraversato con un ponte in muratura il torrente Bordina e superato in curva un breve sperone, si presenta il ponte Alto che attraversa il Cordevole per dar passaggio alla strada per Rivamonte e Tiser. Anche questo ponte è stato ricostruito in muratura nel dopo guerra e sostituisce un vecchio e caratteristico ponte in legname. Superati un altro ponte in muratura sul torrente Missiaga ed una galleria in curva di 180 m si trova ancora un viadotto in muratura che sorpassa il torrente Rova, e dopo una breve trincea si raggiunge la stazione capolinea di Agordo (km 28+300), che è situata a sud dell'abitato (Fig. 26) [16].

Agordina basin, and, on the right of the Cordevole stream, a small power plant and a group of buildings that belong to the Mine of Imperina valley. The railway now abandons the road and remains lower near the river. This brings to the station of La Valle-Rivamonte (km 25+500) (Fig. 25).

Crossed, with a masonry bridge the Bordina stream, and passed in the curve a short spur, there is the Ponte Alto bridge that crosses the Cordevole to connects Rivamonte with Tiser. Also, this bridge was rebuilt in masonry after the war and replaced the old one in wooden. Passed another masonry bridge over the Missiaga stream and a 180 m curved tunnel the railway line cross a masonry viaduct that overtakes the Rova stream, and after a short way, it is possible to reach the final station of Agordo (km 28+300), which is located to the south of the town (Fig. 26) [16].

## 6. The railway systems and installations

The power station, located in front of Roe station (km 6+700), on the other side of the Cordevole stream, provides



Figura 24 – La stazione di La Muda.  
Figure 24 – La Muda railway Station.



Figura 25 – La stazione di La Valle - Rivamonte.  
Figure 25 – La Valle - Rivamonte station.





1925 Ferrovie Bribano-Agordo Stazione di Agordo

Figura 26 – La stazione di Agordo.  
Figure 26 – Agordo station.

## 6. La tecnica ferroviaria

La centrale elettrica, sita di fronte alla stazione di Roe (km 6+700), sull'altra sponda del Cordevole, fornisce la forza alla linea ferroviaria (Fig. 27).

L'esercizio, dal 1925, avveniva a trazione elettrica a 2200 volt in corrente continua (Figg. 28 e 29). Questa fu una delle prime applicazioni ferroviarie della corrente continua ad alta tensione. Nelle FS si cominciò nel 1928 con la Benevento-Foggia a 3000 volt.

Il regime di circolazione, che garantiva la circolazione in sicurezza dei diversi convogli, era a blocco con giunto telefonico con impianto telefonico CGE. Il regime di blocco di base sulla suddivisione della tratta ferroviaria in brevi tratte chiamate Sezioni di Blocco che, salvo deroghe al regime, possono contenere un solo treno alla volta. La possibilità di accedere a ciascuna tratta era condizionata dall'aspetto di un segnale fornito all'inizio della tratta (a sua volta tipicamente preceduto da un segnale di avviso posto a debita distanza), il quale segnale è subordinato alla presenza o meno di veicoli sulla tratta che delimita, realizzando così di fatto un sistema per distanziare i treni (o più in generale "proteggerli" gli uni dagli altri) non condizionato dalla visuale dei conducenti. I dispacci di invio o di giunto, e tutte le eventuali comunicazioni aggiuntive, venivano scambiati a viva voce tramite il telefono ed erano trascritti su apposi-

the power supply to the railway line (Fig. 27).

The operation of the line, from 1925, was 2200-volt direct current (DC) electric supply (Figs. 28 and 29). This was one of the first railway applications of the DC high voltage. In the National FS railway lines, it began in 1928 with the Benevento-Foggia at 3000 volts DC.

The traffic system, which ensures the safe movement of the various convoys, was a telephone block with a CGE telephone system. In this system, the occupation of a given section of track between two stations is agreed between its station masters, via telephone. The telephone block was based on the division of the railway line into short routes called Blocking Sections which, barring exemptions from the scheme, can contain only one train at a time. The possibility to access each

section was conditioned by a signal given at the beginning of the section (typically preceded by an alert signal placed at an adequate distance). This signal is subordinated to the presence or not of convoys on the railway line that stops the train, thus creating a system to distance trains (or more generally "to protect" from each other) not conditioned by the driver's view. Joint dispatches, and any additional communications, were exchanged via telephone and were transcribed on special paper registers. These procedures were defined as movement dispatches and were exchanged between the various operation employees of the trains about



Figura 27 – Mas di Sedico - Le centrali di alimentazione della linea ferroviaria e annesso stabilimento per la produzione di ammoniaca.  
Figure 27 – Mas of Sedico - The power station of the railway line and attached ammonia plant.

ti registi e moduli cartaceo. Tali procedure erano definite dispacci di movimento e venivano scambiati tra i vari operatori addetti al movimento dei treni con i quali questi ultimi si scambiavano informazioni in merito ai movimenti dei treni in linea e ai giunti nelle stazioni. Per poter inviare un treno in linea (e quindi in una sezione di blocco) il movimentista doveva accertarsi che il treno proveniente dall'altra stazione fosse regolarmente arrivato con tutti i suoi veicoli a destinazione (la cosiddetta coda regolare) oppure ricevere il messaggio di giunto regolare da una stazione a lui limitrofa.

### 7. L'esercizio della linea

L'inaugurazione avvenne l'11 gennaio 1925, alla presenza di numerose autorità civili e religiose (Figg. 30 e 31), quali il vescovo CATTAROSI, e militari dell'epoca, nonché di tutte le genti che accorsero dai paesi vicini alla linea per poter vedere la corsa inaugurale (Figg. 32, 33 e 34), e subito dopo cominciò il servizio regolare.

L'esercizio era nel complesso perfetto, e non si sono quasi mai verificati ritardi o particolari problemi, fatta eccezione per il periodo bellico, quando vi furono alcuni sabotaggi. La linea era percorsa principalmente da treni misti, costituiti cioè contemporaneamente da carri merci e carrozze (Figg. 35 e 36).

A tre anni dall'inaugurazione, nel 1928, la nuova linea poteva vantare più di 65.000 viaggiatori e circa 61.000 tonnellate di merci varie trasportate (Fig. 37).

Erano effettuate 6 corse al giorno, 3 di andata e 3 di ritorno, composte di carrozze a due assi e terrazzini con posti di 1° e 3° classe. Le locomotrici elettriche avevano



Figura 28 – Linea aerea di contatto in galleria.  
Figure 28 – Airline contact in the tunnel.



Figura 29 – Linea aerea di contatto e dispositivo di sezionamento.  
Figure 29 – Contact airline and sectioning device.

*the operation of trains in line and the stations. To allow to put a train in the railway line (and therefore in a block section) the employee had to make sure that the train from the other station had regularly arrived with all its vehicles ("regular queue") or receive the message of "regular joint" from a station close to it.*

### 7. The railway line operation

*The inauguration took place on 11<sup>th</sup> January 1925, in the presence of numerous civil and religious authorities (Fig. 30 e 31), such as Bishop CATTAROSI, and soldiers of the time, as well as of all the people who came from the towns near the railway line to see the inaugural trip (Figs. 32, 33 and 34), and soon after began the regular service.*





Figura 30 – Inaugurazione della linea - Benedizione del convoglio.  
 Figure 30 – Inauguration of the line - Blessing of the convoy.



Figura 31 – Inaugurazione della linea.  
 Figure 31 – Inauguration of the line.



Figura 32 – Piazza Broi - Inaugurazione della linea.  
 Figure 32 – Broi Square - Inauguration of the line.



Figura 33 – Stazione di Agordo il giorno dell'inaugurazione.  
 Figure 33 – Agordo Station on Inauguration Day.

un peso di circa 36 tonnellate. Le partenze da Agordo erano stabilite alle ore 7:20, 10:50 e 16:20 con ritorno da Bribano alle ore 9:10, 13:40 e 18:10 per un tempo di percorrenza di circa un'ora e quindici minuti, con fermate in tutte le stazioni: Sedico Landris, Roe, Mas-Sospirolo, Peron, La Stanga, La Muda, La Valle-Rivamonte ed Agordo. I treni merci che portavano minerali raggiungevano nei giorni di punta le 12 corse. La stazione di carico Le Campe, in prossimità delle miniere, era composta da un gruppo di binari, nei pressi dei quali giungevano diverse teleferiche, i treni una volta pronti alla partenza si immettevano nella rete ferroviaria [12].



Figura 34 – Locomotore con maestranze e autorità.  
 Figure 34 – Locomotor with workers and authorities.



Figura 35 – Inaugurazione della linea - Il convoglio.  
 Figure 35 – Inauguration of the line - The convoy.

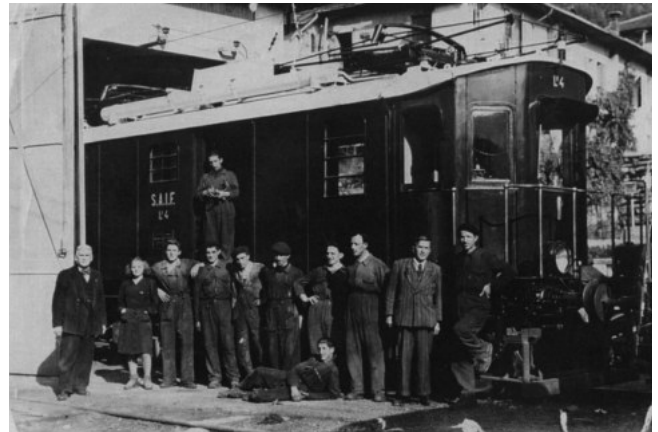


Figura 36 – Le maestranze.  
 Figure 36 – The workers.

Altri trasporti frequenti che avvenivano su questa tratta erano prodotti caseari in genere, alimentari, industriali e soprattutto legname dell'agordino destinato alle segherie di Sedico, ammoniaca caricata a Roe su carri cisterna, ed infine alcune delle materie prime per lo stabilimento per la produzione della calce a Sois di Roe Alte.

In via del tutto eccezionale, per importanti feste o manifestazioni che si tenevano in Agordo, come la festa di San Pietro, venivano formati treni straordinari costituiti da sole carrozze viaggiatori, e negli anni '50 del secolo scorso furono addirittura attivate delle corse dirette da Agordo per Padova e viceversa, espletate a mezzo di automotrici FS. Secondo l'orario datato 23 maggio 1954, il tempo di percorrenza era di circa tre ore e, nell'arco di

*The railway line operation was, on the whole, perfect, and there have rarely been any delays or particular problems, except for the II World War period. The line was mainly run by mixed trains, that is, consisting of freight wagons and passenger convoys at the same time (Fi s35 and 36).*

*Three years after its inauguration, in 1928, the railway line boasted more than 65,000 travellers and about 61,000 tons of goods transported (Fig. 37).*

*There were six train rides per day, (6 return) composed of two-axle wagons with terraces with 1st and 3rd class seats. The electromotors locomotive weighed about 36 tons. Departures from Agordo were scheduled at 7:20, 10:50 and 16:20 with return from Bribano at 9:10, 13:40 and 18:10 for a journey time of about one hour and fifteen minutes, with stops at all stations: Sedico Landris, Roe, Mas-Sospirolo, Peron, La Stanga, La Muda, Valle -Rivamonte and Agordo. Freight trains carrying minerals reached 12 journeys on peak days. Le Campe cargo station was composed of a group of tracks, near which came several cableways/ziplines from the mines: the trains, once ready to depart, entered the railway network [12].*

*Other frequent transports that took place on this railway line were dairy products in general, food, industrial and especially timber destined for the sawmills of Sedico, ammonia loaded on tanker wagons in Roe station, and finally some of the raw materials for the lime production plant in Sois near Roe Alte.*

*In an unusual way, for important events that were held in Agordo, such*

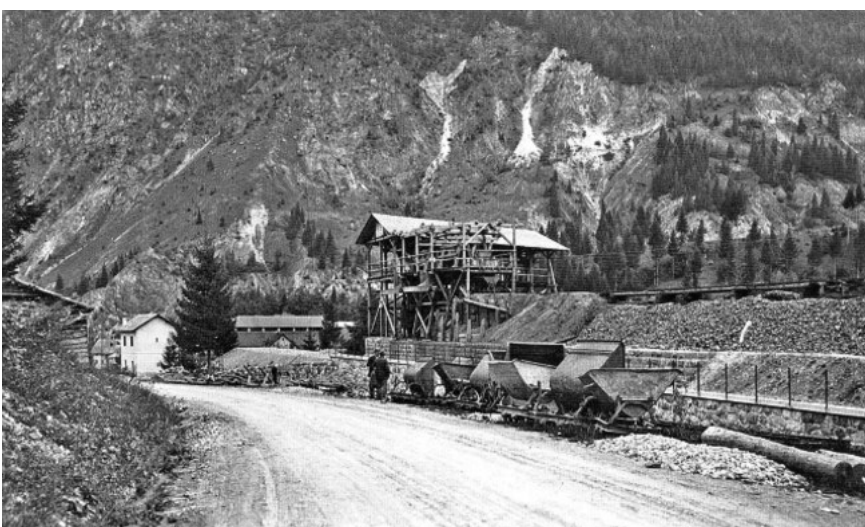


Figura 37 – Vagoncini in attesa del carico calato a valle tramite una teleferica industriale nei pressi della stazione di Rivamonte.

Figure 37 – Cars waiting for the cargo lowered downstream via an industrial cable car near The Rivamonte railway Station.



una giornata, a seconda dei periodi, si potevano avere 5-6 coppie di treni (Tab. 2) [12].

## 8. I mezzi ed il materiale rotabile

Il materiale rotabile era composto da 4 locomotive elettriche, 8 carrozze a 2 assi con i terrazzini (di 1° e 3° classe), 4 carri coperti e 25 carri scoperti (a sponde alte per trasportare minerali e merci varie).

Le locomotrici elettriche, numerate da LB1 (Fig. 38) a LB4 (dove la "B" stava ad indicare la presenza del bagaglio), sono state progettate nel 1923 e nel 1924 costruite dalla Compagnia Generale di Elettricità (CGE, fondata a Milano nel 1921 come divisione italiana del gruppo industriale statunitense General Electric, e chiusa nel 1986) per la parte elettrica e da Carminati & Toselli (fondata a Milano nel 1899 e chiusa nel 1935) per la parte meccanica [7].

La cassa era costituita da legno rivestito in lamiera, e una parte di essa era adibita a bagagliaio, come indicante la lettera "B" nel nome delle stesse (Fig. 39). Presentavano una coloritura verde scuro tipica dell'epoca e avevano, sulle due testate, i ballatoi con possibilità di passaggio al resto del treno.

Le locomotrici, del peso 36 tonnellate ciascuna, raggiungevano la velocità massima di 60 km/h, con quattro motori elettrici da 121 kW/h collegati in due rami di due motori in serie. Fu una delle prime applicazioni ferroviarie della corrente continua ad alta tensione [9].

Il rodiggio, cioè l'insieme degli organi compresi fra le rotaie e la sospensione elastica (ruote, cerchi, assi, boccole e cuscinetti), ovvero l'insieme degli assi motori, accoppiati e portanti, è B0' B0'.

Il peso asse per asse sul lato testa - cabina AT - accoppiatore fisso - era pari a 12,65 tonnellate mentre sul lato opposto era pari a 12,71 tonnellate. Indicativamente la lunghezza totale delle respingenti era pari a 12.400 millimetri mentre quella totale tra le pedane era pari a 2.800 mm. L'altezza totale dal piano del ferro, compresa l'estensione del pantografo, era pari a 5.500 mm. L'interasse dei pantografi era pari a 6.550 millimetri. L'interasse dei carrelli era pari a 2.210 mm, il relativo passo pari a 1.360 mm mentre la distanza minima degli stessi era pari a 9.700 mm.

Tabella 2 – Table 2  
Stime dell'altezza del bordino in mm effettuate utilizzando la strategia B  
Schedule Times

Tratta Section	Orari Timetables	Durata Duration	Fermate Stops
Agordo-Bribano	7:20 – 10:50 – 16:20	1:15 h	Sedico Landris, Roe, Mas - Sospirolo, Peron, La Stanga, La Muda, La Valle - Rivamonte ed Agordo Sedico Landris, Roe, Mas - Sospirolo, Peron, La Stanga, La Muda, La Valle - Rivamonte ed Agordo
Bribano-Agordo	9:10 – 13:40 – 18:10		

as the feast of St. Peter, extraordinary trains were formed consisting of passenger wagons only, and in the 50s of the last century were even activated direct trips from Agordo to Padua and vice versa, performed by FS trains. According to the timetable dated 23th May 1954, the travel time was about three hours, and within a day, depending on the periods, you could have 5-6 pairs of trains (Tab. 2) [12].

## 8. The rolling stock

The rolling stock consisted of 4 electric locomotives, 8 2-axle wagons with terraces (1st and 3rd class), 4 covered wagons and 25 open wagons (with high-banks to transport minerals and various goods).

The electric locomotives, numbered from LB1 (Fig. 38) to LB4 (where the "B" indicated the presence of the lug-



Figura 38 – Locomotore LB1.  
Figure 38 – Locomotor LB1.



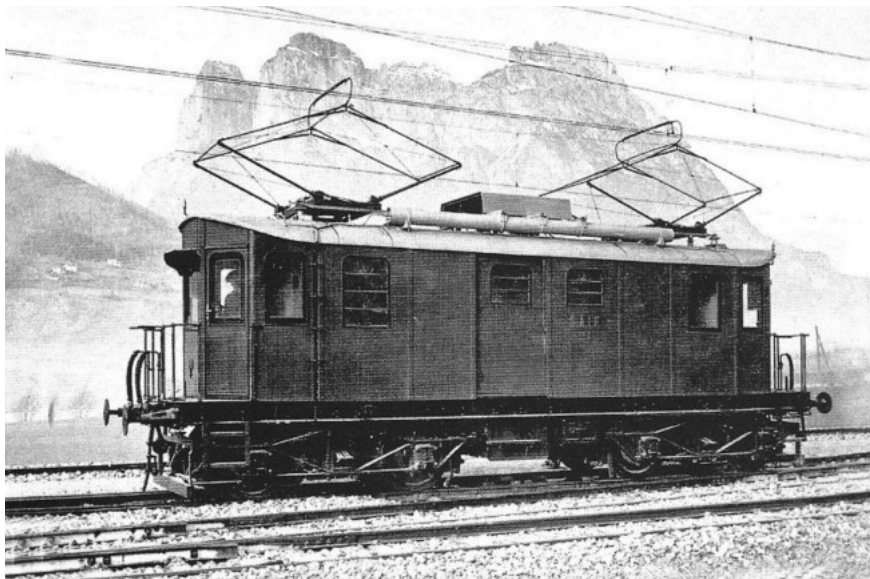


Figura 39 – Locomotore con le pale di San Lucano.  
Figure 39 – Locomotor with San Lucano blades.

Le carrozze, munite di terrazzini, erano due miste di prima e terza classe, e sei di sola terza classe. Presentavano anch'esse la medesima livrea delle locomotive [12].

I carri merci erano identici a quelli FS (ed alcuni trasporti erano effettuati principalmente con essi, come quello della pirite), anche con marcatura secondo gli stessi criteri, ma riportavano sempre la scritta SAIF.

### 8.1. Il materiale rotabile dopo la chiusura della linea ferroviaria

Cessata l'attività ferroviaria della linea nel 1955, il materiale rotabile fu accantonato e successivamente demolito, si salvarono i quattro locomotori che vennero trasferiti a Rho, in provincia di Milano, presso lo stabilimento della Montecatini e poi, nel 1958, acquistati dalla società La Ferrovia Italiana (LFI) che nelle proprie officine di Arezzo Pescaiola ne ristrutturò i numeri LB1 e LB4, rendendolo adatti alla tensione di 3000V, modernizzandone anche le casse e poi i carrelli (Fig. 40). Dopo la ristrutturazione i locomotori hanno assunto la numerazione LFI 005 e LFI 006 (divenute nel 1974 EDz 11 ed EDz 14) [13] [14].

In seguito alla modifica, i rotabili ricevettero una livrea bianco-verde, successivamente mutata nella tipica livrea sociale nera: per tale caratteristica sono stati denominati Calimero [9].

Nel 1976 la EDz 14 venne inviata alla Fervet di Castel Franco Veneto per una ulteriore revisione con modifiche alla cassa tra cui l'eliminazione di una coppia di saracinesche e la sostituzione del rapporto di trasmissione con aumento della velocità a 100 km/h.

age), were designed in 1923 and built in 1924 by the General Electric Company (CGE, founded in Milan in 1921 as an Italian division of the American industrial group General Electric, and it closed in 1986) for the electric part and by Carminati & Toselli (founded in Milan in 1899 and closed in 1935) for the mechanical part [7].

The body was made of metal-clad wood, and part of it was used as a luggage store, as indicated by the letter "B" in the name of the same (Fig. 39). They had a dark green colouring typical of the time and had, on the two warheads, the terraces with the possibility of passage to the rest of the train.

The locomotives, weighing 36 tons each, reached a maximum speed of 60 km/h [37 mi/h], with four 121 kW/h electric motors of hour power connected in two branches of two in series motors. It was one of the first DC high-voltage rail applications [9].

The running gear that is the set of organs between the rails and the elastic suspension (wheels, circles, axes, bushings and bearings), that is the set of a motor coupled and carrier axles, is B0' B0'.

The axis weight per axis on the headboard – AT cabin – fixed pairing – was 12.65 tons, while on the opposite side it was 12.71 tons. The total length of the railway buffers was approximately 12,400 millimetres [488 in], while the total distance between the footpegs was 2,800 millimetres [110 in]. The overall height from the rail level, including the pantograph extension, was 5,500 millimetres [216 in]. The centre distance of pantographs were 6,550 millimetres. The centre distance of the axis was 2,210 millimetres [87 in],



Figura 40 – L'EDz 14 presso Arezzo-Pesciolo.  
Figure 40 – The EDz 14 at Arezzo-Pesciolo.

Anche la EDz 11 doveva essere revisionata come la gemella 14, ma il progetto non fu sviluppato. Giunta alla Fervet il 10 agosto 1988 rimase accantonata per 15 anni in attesa di ristrutturazione.

Gli altri due locomotori, LB2 e LB3, furono, invece inizialmente accantonati e successivamente smontati per ricavarne pezzi di ricambio. All'inizio degli anni Ottanta, la società La Ferrovia Italiana (LFI) diede incarico alle officine Fervet di Castelfranco Veneto di realizzare due nuove locomotive sui telai cannibalizzati delle LB2 e LB3. Sono, quindi, stati applicati nuovi motori e carrelli M.126A di produzione TIBB. Queste hanno assunto la classificazione EDz 12 e EDz 13 entrando in servizio nel mese di marzo del 1982 [13].

I carrelli originari erano del tipo molto semplice a travi a traliccio Diamond ma nella prima metà degli anni Settanta sono stati sostituiti da carrelli più robusti tipo Fox. I motori CGE, dal 1975, furono oggetto di prove al banco e messa a punto presso la RETAM.

Alcune carrozze a due assi furono cedute alla ferrovia Voghera-Varzi e successivamente demolite.

### 8.2 Il restauro della LB1

Agli inizi del nuovo millennio, grazie all'intervento della Comunità Montana Agordina e del Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi, è stata acquistata la storica locomotrice LB1 [6].

Il 12 aprile 2003 nei capannoni della Fervet è iniziato l'intervento di restauro a fini monumentali, durato poco più di sette mesi. Gli elementi che più caratterizzano il restauro esterno sono la ricostruzione dei ballatoi originali su entrambe le testate e la verniciatura in verde scuro con l'imperiale in grigio/argento. I carrelli sono rimasti privi dei motori smontati a suo tempo, mentre la cabina AT è ancora attrezzata [9].

Il costo dell'operazione, pari a 62.000 euro, è stato cofinanziato dall'Unione Europea, dal Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi, dalla Fondazione Cariverona, da alcuni comuni dell'Agordino e da alcune ditte e società private.

Il locomotore, dopo il restauro, è stato trasportato via strada, destando la curiosità di quanti hanno visto questo inconsueto passaggio, fino al piazzale antistante l'ex complesso minerario della Valle Imperina, oggi centro visitatori del Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi. Sistemato su uno spezzone di binario posato a lato dell'ex statale agordina, è protetto da una pensilina (Fig. 41).

## 9. La chiusura

Una fase molto triste, che coinvolse in quel periodo anche altre linee venete, come la Calalzo-Dobbiaco, fu quella della chiusura. Complice lo scarso traffico passeggeri, la spietata concorrenza dei pullman e il progressivo esaurimento della miniera della Valle Imperina, chiusa

*its pitch equal to 1,360 millimetres [53,5 in] while the minimum length of the same was 9,700 millimetres [381,9 in].*

*The carriages, equipped with terraces, were two mixed first and third class, and six of only third class. They also had the same livery as locomotives [12].*

*The freight wagons were identical to those FS (and some transports were carried out mainly with them, such as that of pyrite), even with marking according to the same criteria, but they always carried the inscription SAIF.*

### 8.1. Rolling stock after the closure of the railway line

*When the railway activity of the line ceased in 1955, the rolling stock was shelved and subsequently demolished, they were saved four locomotives that were transferred to Rho, in Milano province, at the Montecatini plant and then, in 1958, purchased by La Ferrovia Italiana company (LFI) that in its workshops of Arezzo Pescaiola restructured the numbers LB1 and LB4, making it suitable for the voltage of 3000V, also modernizing the bodies and then the carts (fig. 40). After refurbishment, locomotives took over the numbering LFI 005 and LFI 006 (which became EDz 11 and EDz 14 in 1974) [13] [14].*

*Following the change, the rolling stock received a green-white livery, later changed to the standard black social livery: for this characteristic they were named Calimero [9].*

*In 1976 the EDz 14 was sent to the Fervet company of Castelfranco Veneto for a further review with changes to the body including the elimination of a pair of shutters and the replacement of the transmission ratio with increased speed to 100 km/h [62 mi/h].*

*The EDz 11 was also to be overhauled as twin 14, but the refurbishment project was not developed. It was arrived at Fervet company on 10th August 1988 and was sidelined for 15 years pending renovation.*

*The other two locomotives, LB2 and LB3, were initially set aside and later dismantled for spare parts. At the beginning of the 1980s, La Ferrovia Italiana company (LFI) commissioned the Fervet workshops in Castelfranco Veneto to create two new locomotives on cannibalized frames of*



Figura 41 – LB1 restaurata.  
Figure 41 – LB1 restored.





Figura 42 – Stazione di Agordo nel suo aspetto odierno.  
Figure 42 – Agordo railway Station in its present-day appearance.

poco più tardi, la ferrovia andò verso un triste destino. Il 16 novembre 1955 la SAIF cessò infatti il servizio regolare, e dopo pochi mesi, nel 1956, la linea fu completamente smantellata, nonostante le proteste popolari, senza quindi nessuna speranza di riapertura. Per un periodo continuò comunque un servizio sostitutivo Bribano-Agordo della SAIF, a mezzo di pullman della ditta BUZZATTI [12].

Dopo la chiusura si provvide alla vendita di stazioni, caselli e terreni. Essi sono stati acquistati per lo più dai capistazione e dai casellanti che già vi risiedevano. Tali manufatti sono ancora quasi tutti esistenti, in condizioni più o meno buone, e, in alcuni casi, inglobati in costruzioni più recenti (Fig. 42).

Fanno eccezione il casello di La Villa, demolito nel corso negli anni 2000 per far posto ad una nuova abitazione (Fig. 43).



Figura 43 – Casello n° 2 di Villa demolito nel 2003 (2).  
Figure 43 – Villa's n° 2 case table demolished in 2003 (2).

LB2 and LB3. New engines and M.126A railway trolley (produced by TIBB company) have therefore been applied. These assumed the classification EDz 12 and EDz 13 entering service in March 1982 [13].

The original trolleys were of the very simple Diamond truss beams, but in the first half of the 1970s, they were replaced by more robust Fox-type carts. The CGE engines, since 1975, were the subject of bench testing at the RETAM plant.

Some two-axle carriages were sold to the Voghera-Varzi railway line and later demolished.

## 8.2 The LB1 restoration

At the beginning of the new millennium, thanks to the intervention of the Montana Agordina Community and the Dolomiti Bellunesi National Park, the ancient locomotive LB1 was purchased [6].

On 12<sup>th</sup> April 2003, the restoration work for monumental purposes began in the Fervet workshop and ended seven months. The most characteristic elements of the exterior restoration are the reconstruction of the original terraces on both warheads and the painting in dark green with the imperial in grey/silver. The trolleys were left without the engines disassembled at the time, while the AT cabin is still equipped [9].

The cost of the operation, amounting to 62,000 euros, was co-financed by the European Union, the Dolomiti Bellunesi National Park, the Cariverona Foundation, some municipalities of the Agordino area and some private companies.

The locomotive, after the restoration, was transported by road, arousing the curiosity of those who saw this particular passage, up to the forecourt in front of the former mining complex of Imperina valley, now the visitor centre of the Dolomiti Bellunesi National Park. Set on a piece of track laid at the side of the Agordina road, it is protected by a canopy (Fig. 41).

## 9. The closure

An unfortunate phase, which involved other Veneto Region railway lines, such as the Calalzo-Dobbiaco, at that time was the closure. Due to scarce passenger traffic, fierce competition from coaches and the gradual depletion of the Imperina valley mine, which was closed a little later, the railway went to a sad fate. On 16 November 1955, SAIF ceased regular service, and after a few months, in 1956, the line was dismantled entirely, despite widespread protests, with no hope of reopening. For a time, however, a replacement service Bribano-Agordo of SAIF continued, by the coach of the company Buzzatti [12].

After the closure, stations, toll houses and land were sold. Purchased mostly from the station managers and toll houses managers who already resided there, they are still all

## 10. Progetti post-chiusura

Nel corso degli anni sono state vagliate diverse ipotesi e l'Amministrazione Comunale nel 2014, ha stipulato una convenzione con alcuni comuni limitrofi, per inviare alla Regione Veneto il progetto per la realizzazione di una pista ciclabile per l'asse Bribano-Agordo, destinata a cambiare il volto del cicloturismo in Valbelluna per un costo di 2 milioni di euro per la tratta Sedico-Sospirolo [8].

Nel progetto Sedico è capofila e il finanziamento richiesto riguarda il tratto in comune di Sedico e in comune di Sospirolo.

L'Unione montana Agordina si occuperà del proseguimento della pista ciclabile, fino alle miniere della Valle Imperina. La pista ciclabile arriverebbe così fino al Passo Fedaiia, poiché dalla Valle Imperina a salire è già stata realizzata. La ciclabile, il cui progetto preliminare è stato fatto dallo studio Parcianello & Partners di Farra d'Alpago, passerà lungo il tracciato delle Antiche Rogge, raggiungerà la Certosa di Vedana, arriverà a San Gottardo e scavalcherà il Cordevole attraverso la passerella del Peron. Se fino alla passerella saranno sfruttati sedimi esistenti, da qui in avanti sarà realizzata una pista ex novo.

Il progetto vede come fulcro la stazione di Bribano ove sarà posizionato un punto di bike sharing con bici elettriche. Sono in corso di studio la posizione dei punti di ricarica lungo il tracciato [8].

Tali progetti potrebbero subire una rapida attivazione e sviluppo per i XXV Giochi olimpici invernali che si terranno dal 6 al 22 febbraio 2026 a Milano e Cortina d'Ampezzo, città assegnatarie della manifestazione in forma congiunta.

Dal 2014, grazie al Comitato per l'anello ferroviario delle Dolomiti, è stato studiato un progetto, dell'Architetto Stefano Dell'Osbel, per riportare il treno in tale zona delle Dolomiti. Tale progetto prevede due tratte: la Belluno-Agordo e la Agordo-Alleghe. La prima tratta sarebbe eseguita sfruttando l'attuale linea esistente fino in prossimità della Stazione di Sedico-Bribano per poi proseguire in una nuova linea da Mas (che diventerebbe stazione di incrocio), verso Peron, La Stanga, La Muda, Le Campe e Agordo. La velocità massima in tale tratto raggiungerebbe i 110 km/h con un tempo di percorrenza di 24 minuti effettuando tutte le fermate previste. Tale linea presenta una lunghezza di 26,3 km, dei quali 11,3 in galleria in 6 distinti tunnel. La seconda tratta, della lunghezza di 18,1 km dei quali 9,7 in galleria attraverso 10 tunnel, presenta una velocità massima di 90 km/h con un tempo di percorrenza di 18 minuti effettuando le fermate: Agordo-Tai-bon, Listolade, Cencenighe, Avoscan-San Tomaso. Anche quest'ultimo progetto potrebbe inoltre ricevere una spinta grazie ai sopra menzionati Giochi olimpici che avranno sede nel 2026.

*existing, in more or less good conditions, and perhaps incorporated in more recent constructions (Fig. 42).*

*The exception is the toll-house of La Villa, demolished during the 2000s to make way for a new home (Fig. 43).*

## 10. Post-closure projects

*Over the years, several hypotheses have been explored and the Municipal Administration in 2014, has agreed with some neighboring municipalities, to send to the Veneto Region the project for the construction of a bike path for the Bribano-Agordo area, intended to change the face of cycling tourism in Belluno valley for a cost of 2 million euros for the Sedico-Sospirolo route [8].*

*In the project, Sedico is the lead partner, and the funding requested concerns the section in the municipality of Sedico and the municipality of Sospirolo.*

*The Agordina Mountain Union will take care of the continuation of the cycle path, up to the mines of the Imperina Valley. The cycle path would thus reach the Fedaiia Pass since the climb has already been made from the Imperina Valley. The bike path, whose preliminary project was made by the Studio Parcianello & partners of Farra d'Alpago, will pass along the route of the Ancient Canals, reach the Certosa di Vedana, arrive in St. Gotthard and climb the Cordevole through the walkway and bikeway at Peron. If the existing way is used up to the bikeway, a new runway will be built from here on out.*

*The project sees Bribano station as the centerpiece where a bike-sharing point with electric bikes will be located. The location of the charging points along the track is being studied [8].*

*These projects could undergo rapid activation and development for the XXV Winter Olympic Games which will be held from 6<sup>th</sup> to 22<sup>th</sup> February 2026 in Milan and Cortina d'Ampezzo, cities that are jointly assigned to the event.*

*Since 2014, thanks to the Committee for the railway ring of the Dolomites, a project has been studied by the architect Stefano Dell' Osbel to bring the train back to that area of the Dolomites. This project includes two sections: Belluno-Agordo and Agordo-Alleghe. The first section would be made using the existing line up to the Sedico-Bribano station and then continue on a new route from Mas (which would become a crossing station), towards Peron, La Stanga, La Muda, Le Campe and Agordo. The maximum speed in this section would reach 110 km/h [68 mi/h] with a journey time of 24 minutes, making all the stops provided. This line has a length of 26.3 km [16,3 mi], of which 11.3 in tunnels in 6 distinct tunnels. The second section, 18.1 km [11,2 mi] long of which 9.7 in the tunnel through 10 tunnels, has a maximum speed of 90 km/h [56 mi/h] with a journey time of 18 minutes making the stops: Agordo-Tai-bon, Listolade, Cencenighe Avoscan-San Tomaso. This project could also receive a boost thanks to the aforementioned Olympic Games which will be held in 2026.*

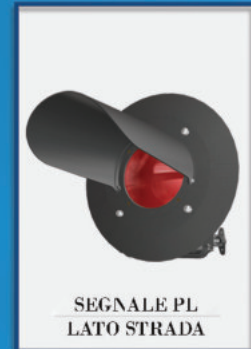


## BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] S. GALLIO, (2019), “Treni e Dolomiti – Ipotesi di attraversamento, costi e difficoltà tecniche”, La Tecnica Professionale – CIFI Editore, Roma (I), marzo.
- [2] A. DAL FABBRO, (1925), “La nuova ferrovia Bribano-Agordo”, Editore Le Vie d’Italia – Milano (I), 1925
- [3] AA.VV., (2006), “I luoghi della grande guerra in Provincia di Belluno – Interventi di recupero e valorizzazione nei territori del Parco della Memoria (Seconda linea Monte Rite – Valle Imperina: Tagliata di San Martino e Batteria Listolade)”, Editore Comunità Montana Agordina, Agordo (I).
- [4] R. COCCHI, G. SAVARIS, (1986), “La Treviso-Belluno-Calalzo”, Edizioni Elledi, Torino (I).
- [5] F. OGLIARI, F. SAPI, (1966), “Sbuffi di fumo. Storia dei trasporti italiani, volume 7°: Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia”, a cura degli autori, Milano (I).
- [6] P. MUSCOLINO, (1978), “Le ferrovie secondarie di Arezzo, Modeltecnica, Rovigo”.
- [7] G. LANGMANN, (2000), “Fabbrica del vapore. La “Carminati Toselli & C.” di Milano tra ascesa e decadenza (1899-1935)”, Mediolanum MM, Milano (I).
- [8] A. FORZIN, (2014), “Da Bribano ad Agordo si va in bicicletta”, Corriere delle Alpi, Belluno, 5 dicembre 2014.
- [9] AA.VV., (2003), “Il centro minerario di Valle Imperina e la Ferrovia Bribano-Agordo”, Editore Comunità Montana Agordina, Agordo (I).
- [10] D. MAVERI, (1972), Giacomo FAUSER, Editrice Rapallo, Novara (I).
- [11] AA.VV., (2014), “Il Centro Minerario di Valle Imperina, Agordino Dolomiti, Agordo (I).”
- [12] C. VIANINI, (1998), “La ferrovia di Agordo, I treni n°194, Editrice Trasporti su Rotaie ETR”, giugno.
- [13] G. BIGOZZI, (2013), “LFI La Ferrovia Italiana. Cento anni di storia”, Edizioni Elicon, Arezzo (I).
- [14] G. MAZZOLLI, (2016), “Valle Imperina. A ricordo della plurisecolare miniera e dei suoi minatori”, Editore DBS, Rasai di Seren del Grappa, Belluno (I).
- [15] G.B. LOCATELLI, (2006), “Relazione sullo Studio preliminare della Strada Ferrata Alpina da Venezia alle valli Bellunesi e Tirolesi per la direzione del Lago di Costanza esposta dall’Ingegnere Civile G.B. LOCATELLI a soddisfazione dell’incarico dell’inclita congregazione provinciale di Belluno, 1865. “Ristampa con appendice dell’edizione del 1865 a cura dell’AICS - Associazione Italiana Cultura e Sport di Belluno (I).
- [16] T. SIRENA, (2020), “La luce a Belluno, La prima illuminazione elettrica, Tecnologia, storia e giochi di potere”, Campedel Editore.



Hai un Progetto?  
**PLASTIROMA**  
ti accompagna  
**DALL'IDEA AL POST  
VENDITA**  
Con l'aiuto dei suoi  
**PERSONALI  
&  
STRUMENTI  
PLASTIROMA SRL**



**PLASTIROMA**  
**PROGETTAZIONE  
& COSTRUZIONE**  
**STAMPI - STAMPAGGIO**  
**MATERIALI TERMOPLASTICI**  
Stabilimento: via Palombarese  
Km 19.100 00012 Guidonia  
Montecelio (RM)  
tel. 0774-367431/32  
Sede legale: via Tiburtina  
1180 00156 ROMA



[info@plastiroma.it](mailto:info@plastiroma.it) | [www.plastiroma.it](http://www.plastiroma.it)

### L'ALTA VELOCITA' FERROVIARIA

Il CIFI ha pubblicato l'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA.  
Il nuovo volume rappresenta un riferimento unico ed originale della storia e della evoluzione dell'Alta Velocità in Italia, dalle prime direttissime, alla Firenze-Roma, alle nuove linee AV-AC di recente entrate in servizio. Un immancabile "compagno" della *Storia e Tecnica Ferroviaria* già edita dal CIFI e un testo indispensabile per tutti i cultori, studiosi e appassionati del modo delle ferrovie. Una strenna ideale per ... se stessi, oltre che per amici personali, clienti e dipendenti delle aziende.  
Volume in pregiata edizione, cartonato, formato A4, pagine 208 a colori ampiamente illustrate.

#### INDICE

- Ricerca e sviluppo della Velocità ferroviaria
- Le caratteristiche tecniche dell'AV
- Linee AV nel mondo
- Le Direttissime in Italia
- Nasce l'Alta Velocità-Alta Capacità
- Le Nuove Linee
- Milano-Bologna e Bologna-Firenze
- Nuove linee sui valichi alpini

Prezzo di copertina € 40,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.





## CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2021

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

Prezzi IVA inclusa [€/anno]	Cartaceo	Online
- <b>Ordinari</b>	60,00	50,00
- Per il personale <b>non ingegnere</b> del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	45,00	35,00
- <b>Studenti</b> (allegare certificato di frequenza Università) <sup>(*)</sup> - (copia rivista online)		25,00
- <b>Estero</b>	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](http://www.cifi.it);
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

**Il rinnovo degli abbonamenti dovrà essere effettuato entro e non oltre il 31 marzo dell'annata richiesta. Se entro suddetta data non sarà pervenuto l'ordine di rinnovo, l'abbonamento verrà sospeso.**

**Per gli abbonamenti sottoscritti dopo tale data, le spese postali per la spedizione dei numeri arretrati saranno a carico del richiedente.**

Per ulteriori informazioni: Redazione Ingegneria Ferroviaria - tel. 06.4827116 - E mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)

### RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI ED ESTRATTI

#### Prezzi IVA inclusa

Un fascicolo € 8,00; doppio o speciale € 16,00; un fascicolo arretrato: *Italia* € 16,00; *Estero* € 20,00.

Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato € 9,50.

*I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.*

## TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2021

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

Price including VAT	Paper	Online
- <b>Normal (Italy)</b>	60.00	50.00
- Infrastructure and Transport Ministry staff, local railways staff, retired FSI staff	45.00	35.00
- <b>Students</b> (University attesting documentation required) <sup>(*)</sup> - (online version of IF journal)		25.00
- <b>Foreign countries</b>	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](http://www.cifi.it);
- Cash or by Debit Card.

**The renewal of the subscription must be performed within March 31<sup>st</sup> of the concerned year. In case of lack of renewal after this date, the subscription will be suspended.**

For further information you can contact: Redazione Ingegneria Ferroviaria - Ph: +39.06.4827116 - E mail: [redazioneif@cifi.it](mailto:redazioneif@cifi.it)

### PURCHASE OF OLD ISSUES AND ARTICLES

#### Price including VAT

Single Issue € 8,00; Double or Special Issue € 16,00; Old Issue: *Italy* € 16,00; *Foreign Countries* € 20,00.

Single article € 9,50.

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

## Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

### TRASPORTI SU ROTAIA

#### Lombardia: Trenord, oltre 2100 corse giornaliere

Da domenica 13 dicembre Trenord potenzia il servizio ferroviario per garantire sulle grandi direttrici suburbane e le principali linee regionali la massima offerta nelle ore di punta, dalle 6 alle 9.30 e dalle 16 alle 19. In seguito al nuovo rinforzo del servizio, attuato in vista della progressiva ripresa delle attività prevista per gennaio, in Lombardia torneranno a circolare oltre 2100 treni al giorno. A bordo dei convogli rimarrà in vigore il limite definito dalle Autorità, che hanno disposto che sui mezzi di trasporto pubblico sia utilizzato complessivamente il 50% dei posti omologati.

- Ulteriori modifiche previste da domenica 13 dicembre

Da domenica torna alla regolarità il servizio transfrontaliero TILO, in seguito agli accordi intervenuti tra le autorità governative italiane e svizzere, a eccezione della linea S50 da e per Malpensa Aeroporto, che mantiene il cadenzamento con un treno ogni 2 ore.

Data la riduzione del traffico aeroportuale, il collegamento Malpensa Express sarà garantito da una corsa all'ora per direzione fra Malpensa T1 e Milano Cadorna e da due corse all'ora per direzione fra l'aeroporto e Milano Centrale.

Sulla linea Milano Cadorna-Como Lago per agevolare il traffico urbano varierà il percorso di quattro corse: avranno origine/destinazione a Como Borghi le corse 2107 (Milano Cadorna 5.43-Como Borghi 6.40), 2120 (Como

Borghi 7.10-Milano Cadorna 8.00), 2169 (Milano Cadorna 18.00-Como Borghi 18.51); la corsa 2118 (Como Camerlata 06:56-Milano Cadorna 07:47) porta da Como Camerlata.

- Variazione dei numeri delle corse

In coincidenza con l'introduzione del nuovo orario, il gestore dell'infrastruttura RFI ha disposto una nuova numerazione per i treni che viaggiano sulla propria rete. Sul sito di Trenord è possibile trovare tutte le informazioni sulla precedente e sulla nuova numerazione.

I clienti che hanno memorizzato sull'App Trenord i treni preferiti dovranno cercare sul motore orario del sito o dell'applicazione il nuovo numero assegnato alle corse di proprio interesse e risSelectedarle, per poterne seguire l'andamento e verificare la quantità di posti disponibili sul treno in arrivo.

A bordo treno è al momento in vigore il limite del 50% dei posti occupabili definito dalle Autorità. Sui treni i passeggeri sono inoltre invitati a mantenere comportamenti adeguati al fine di ridurre il rischio per sé e per gli altri utilizzando i DPI, mantenendo le distanze, non insistendo nella salita nel caso in cui i posti a bordo siano già occupati secondo i livelli consentiti. Il mancato rispetto di tali regole può comportare l'intervento delle Forze dell'Ordine.

Come avviene dall'inizio dell'emergenza Covid-19, proseguono le attività quotidiane di sanificazione straordinaria dei convogli svolte di giorno nei tempi di sosta dei mezzi presso le principali stazioni di Milano e di notte nei depositi ferroviari.

Su trenord.it e sul motore orario – sul sito web e sull'App Trenord – sono già disponibili le informazioni sulle modifiche previste dall'orario in vigore da domenica 13 dicembre (*Comunicato Stampa TRENORD*, 11 dicembre 2020).

#### Liguria: nodo di Genova, riapre la Linea Sussidiaria

Rete Ferroviaria Italiana riapre, nel nodo di Genova, la linea ferroviaria "Sussidiaria" (Fig. 1, Fig. 2).

Si tratta della linea che collega Genova Rivarolo/Genova Borzoli/Mignanego con Genova Sampierdarena che torna ad essere operativa dopo la sospensione al traffico, dal 14 agosto 2018, a seguito del crollo del viadotto autostradale Morandi.

I treni programmati sulle linee per Acqui/Ovada e Busalla/Arquata Scrivia/Novi Ligure tornano ad utilizzare la linea riaperta, con benefici in termini di regolarità del traffico ferroviario, mentre la linea "Bastioni" sarà impiegata principalmente per i collegamenti merci.

Le attività di ripristino si sono potute avviare a settembre a seguito della restituzione delle aree, concesse al Commissario straordinario per la ricostruzione, per i lavori di messa in sicurezza, demolizione e ricostruzione del viadotto autostradale che sovrasta la linea stessa.

Gli interventi hanno interessato la linea con diverse opere di ricostruzione, in particolare il consolidamento e impermeabilizzazione del viadotto in muratura costituito da 44 archi, il rifacimento dei binari sottostanti l'area del crollo del Morandi, nonché attività di upgrade tecnologico con rinnovo della linea alimentazione elettrica con la realizzazione di 60 nuovi tralicci.

Nella prima fase dopo la riattivazione, fino a mercoledì 13 gennaio, i treni percorrono il tratto interessato dai lavori con un rallentamento di velocità a 30 km/orari per poi offrire un ulteriore miglioramento delle performance dei collegamenti



(Fonte: Gruppo FSI)

Figura 1 – Linea “Sussidiaria”, mezzi d’opera dell’infrastruttura ferroviaria a lavoro per il ripristino della sede.



(Fonte: Gruppo FSI)

Figura 2 – Linea “Sussidiaria”, vista dell’opera completata sovrastata dalla nuova architettura del Ponte Genova “San Giorgio”.

attualmente in circolazione sulle linee interessate (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 23 dicembre 2020).

### Sicilia: salgono a 12 i nuovi treni Pop

Sono due i nuovi treni Pop (Fig. 3) consegnati da Trenitalia (Gruppo

FS Italiane) alla Regione Sicilia. Salgono così a 12 i nuovi treni Pop in circolazione sulle linee Palermo-Messina e Messina-Siracusa.

Rispettata la tempistica indicata nel Contratto di Servizio con la Regione che prevede per il 2020 la consegna di 7 treni Pop, un ulteriore passo in avanti nel percorso di rinnova-

mento della flotta siciliana. Trenitalia, inoltre, per sostenere la ripartenza e stimolare il turismo di prossimità, durante l’estate 2020, d’intesa con la Regione, ha introdotto i servizi Cefalù Line e Barocco Line, per raggiungere in comodità e sicurezza, nei giorni festivi, alcune delle mete più rinomate della Sicilia. Nuovi servizi che sono stati molto apprezzati dai viaggiatori.

- Investimenti e nuovi treni

Il Contratto di Servizio sottoscritto a maggio 2018 da Regione Siciliana e Trenitalia prevede investimenti per oltre 426 milioni, di cui circa 325 destinati all’acquisto di 43 nuovi treni, per potenziare la mobilità regionale e metropolitana nell’isola.

Un’operazione che conferma la grande attenzione dedicata al trasporto regionale nel Piano industriale 2019-2023 del Gruppo FS Italiane. I Contratti di Servizio di lunga durata che Trenitalia ha firmato con le singole Regioni consentono alla Società del Gruppo FS di realizzare importanti investimenti che generano ricadute positive sia nella qualità del servizio offerto ai viaggiatori, sia per l’intero indotto industriale italiano. Trenitalia anche in questo momento difficile per il Paese continua a fornire il suo contributo, con la convinzione che al più presto la situazione potrà migliorare.

- Pop: più comfort, sostenibilità e accessibilità

Tecnologicamente avanzato, spazioso ed ecologico, il Pop raggiunge una velocità massima di 160 km/h, può trasportare fino a 500 persone con oltre 300 posti a sedere ed è dotato di finestrini più grandi per ammirare le bellezze del paesaggio. Riciclabile fino al 97% con una riduzione del 30% dei consumi energetici rispetto ai treni precedenti, il Pop vanta elevati standard di affidabilità e sicurezza, con telecamere e monitor di bordo che effettuano riprese in tempo reale. Presenti anche due postazioni dedicate ai diversamente abili e otto porta biciclette. Su richiesta della Regione, i convogli destinati alla Sicilia, sono dotati di co-





(Fonte: Gruppo FSI)

Figura 3 – Uno dei nuovi due Pop della serie di dodici, consegnati all'esercizio ferroviario siciliano. Elettrico, mono piano, a 3 o 4 casse e dotato di 4 motori di trazione, il nuovo treno Pop fa parte della famiglia Coradia Stream. Può viaggiare ad una velocità massima di 160 km/h, avendo un'accelerazione superiore del 20% rispetto alla generazione precedente e disponendo di oltre 300 posti a sedere nella versione a 4 casse e circa 400, con 200 sedute, in quella a 3 casse. Sono stati inseriti monitor più grandi per fornire informazioni ai passeggeri sugli aggiornamenti del traffico in tempo reale, sulle condizioni meteorologiche e sulle attrazioni turistiche locali.

modi tavolineti per rendere ancora più confortevole il viaggio (Comunicato Stampa Gruppo FSI, 20 dicembre 2020).

**Sardegna: sei i nuovi treni Swing**

Due nuovi treni Swing dopo i quattro arrivati a ottobre per i binari

della Sardegna. Continua il rinnovo della flotta regionale dell'isola, che proseguirà con l'arrivo di altri quattro Swing (Fig. 4) entro gennaio 2021 per un totale di dieci nuovi treni, come previsto dal Contratto di Servizio 2017-2025 stipulato da Trenitalia (Gruppo FS Italiane) e Regione Sardegna.

• LA FLOTTA

Entrati in circolazione, gli Swing andranno a rinforzare la flotta sarda e saranno impiegati gradualmente sulle linee a maggior frequentazione.

• LE CARATTERISTICHE

Dotato di ogni confort, lo Swing è un treno diesel di Trenitalia che può percorrere le linee non elettrificate, capace di raggiungere una velocità di 130km/h. Implementati anche i sistemi di sicurezza grazie alle sei telecamere interne e quattro esterne per garantire una video sorveglianza a 360 gradi, oltre a monitor e apparati audio per una migliore comunicazione con i passeggeri.

• GLI INVESTIMENTI

Come in Sicilia, anche in Sardegna i nuovi treni rientrano nei Contratti di Servizio di lunga durata che Trenitalia ha firmato con le singole



(Fonte: Gruppo FSI)

Figura 4 – Swing è il treno diesel di Trenitalia destinato al trasporto regionale. Nuova, quindi, anche sulle linee regionali non elettrificate, grazie a un treno alimentato a gasolio, dagli interni confortevoli e dalle prestazioni di assoluta eccellenza in termini di sicurezza, affidabilità e accessibilità. Il nuovo treno è dotato di due carrelli con motori diesel, capaci di esprimere una potenza di 390kW ciascuno, e di due carrelli portanti. Swing può raggiungere una velocità massima di 130 km/h.

Regioni (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 17 dicembre 2020).

### TRASPORTI URBANI

#### **Lazio: Atac, subaffidate 10 linee, circa 500 corse in più sui percorsi più frequentati**

Si è conclusa positivamente la prima gara per i servizi aggiuntivi di tpl indetta da Atac dopo l'individuazione del bacino di 40 operatori che hanno messo a disposizione fino a 1.000 mezzi per migliorare l'offerta di trasporto, anche in vista della riapertura delle scuole.

La gara, suddivisa in due lotti, è stata aggiudicata a due operatori (Cialone Tour e Angelino Srl), ai quali verranno subaffidate complessivamente 10 linee a minor frequentazione.

In particolare, il primo lotto riguarda le linee 061, 071, 435, 443 e 654 e vedrà impegnate complessivamente 17 vetture nell'ora di punta. Il secondo lotto comprende le linee 500, 551, 021, 043 e 319 e prevede l'utilizzo di 20 vetture. Il subaffidamento dovrebbe essere operativo a partire dal lunedì, 14 dicembre e durare fino al 14 febbraio 2021.

Il servizio verrà svolto con vetture urbane e interurbane che consentono una maggiore capienza a bordo rispetto a quella Gran Turismo.

Il subaffidamento consentirà ad Atac di incrementare ulteriormente le linee centrali maggiormente frequentate, ritenute più critiche per il rispetto del distanziamento sociale, con circa 500 corse ogni giorno, che si aggiungono alle 600 già implementate nelle scorse settimane (*Comunicato Stampa Atac*, 11 Dicembre 2020).

#### **Nazionale: tpl, assegnati i primi 80 milioni per i servizi aggiuntivi del 2021**

Regioni e Province autonome potranno disporre, a titolo di anticipazione, dell'80 per cento del limite massimo di 100 milioni previsto dal decreto legge 149 del 2020 per i ser-

vizi aggiuntivi del trasporto pubblico locale e regionale del 2021 a firma Mit-Mef.

A stabilirlo è l'Intesa della Conferenza Unificata, di concerto con i Ministeri delle Infrastrutture e dei Trasporti e dell'Economia e delle Finanze, che ha così ripartito e immediatamente assegnato 80 milioni di cui le Regioni e le Province autonome potranno disporre a partire già da gennaio 2021.

Si tratta di un'importante anticipazione di risorse destinate a fronteggiare le esigenze di trasporto conseguenti all'applicazione delle Linee Guida e delle modalità organizzative necessarie al contenimento della diffusione del Covid 19. Le quote sono state ripartite utilizzando le percentuali previste dal decreto 340 del 2010. Per i restanti 20 milioni invece si dovrà attendere l'acquisizione dei programmi di servizi aggiuntivi da parte degli enti territoriali (*Comunicato Stampa MIT*, 18 dicembre 2020).

### TRASPORTI INTERMODALI

#### **Puglia: Lugo Terminal, nuovo collegamento Parma-Giovinazzo (Bari) in collaborazione con Fertramviaria**

Una nuova collaborazione tra Lugo Terminal SpA e Fertramviaria SpA permette di inaugurare l'11 gennaio 2021 un nuovo collegamento ferroviario intermodale tra Parma e Giovinazzo (Bari) con sosta commerciale a Lugo (Ravenna). L'impresa ferroviaria, da sempre presente nel trasporto passeggeri in Puglia, dimostra ancora una volta di voler continuare a puntare sempre più e con maggiore incisività sul trasporto merci nel territorio nazionale.

Da Giovinazzo le unità di carico potranno proseguire per tutto il sud Italia e sfruttare il gateway marittimo per Turchia/Grecia o più in generale per i Balcani.

Con una frequenza programmata di 3 circolazioni settimanali che diventeranno 6 circolazioni settimanali

entro giugno 2021, il treno sarà in grado di caricare containers di diverse dimensioni, casse mobili e semirimorchi con profilo sino a P400. Sarà inoltre possibile spedire rifiuti e materiale ADR/RID.

Si potranno acquistare servizi "terminal to terminal", per chi possiede le proprie unità di carico, ma sarà anche possibile usufruire del servizio "door to door" utilizzando la flotta di container High Cube 45' e semirimorchi doppio profilo P386/P400 di proprietà di Lugo Terminal, che è anche in grado di eseguire primo ed ultimo miglio con i propri autocarri.

Questo servizio rafforzerà ulteriormente la presenza di Lugo Terminal Spa lungo la direttrice adriatica, contribuendo nel concreto al Green Deal promosso dalla Commissione Europea e togliendo dalla strada, una volta a regime, 14.904 autocarri all'anno per un risparmio di CO<sub>2</sub> pari a 9.687 tonnellate (*Comunicato Stampa Congiunto Lugo Terminal - Fertramviaria*, 18 dicembre 2020).

#### **Nazionale: nasce l'Associazione FerCargo Formazione**

I principali centri di formazione ferroviaria italiani hanno deciso di riunirsi in Associazione con l'obiettivo di rappresentare un'unica voce nel dialogo con le Istituzioni facendosi sostenitori di politiche destinate al supporto della formazione ferroviaria.

Nasce, con questi presupposti, FerCargo Formazione. I centri di formazione fondatori della Associazione sono: CFF, Fer Consulting, For.Fer, Rail Academy, Serform.

FerCargo Formazione ritiene che le azioni per rilanciare la crescita del Paese si debbano concentrare, anche, sulle leve utili ad agevolare la formazione di figure professionali, soprattutto giovani, pronte a entrare immediatamente nel mercato del lavoro. Il trasporto ferroviario è tra i pochi settori a mostrare una distanza tra la domanda e l'offerta di lavoro grazie al suo costante sviluppo sostenuto dalle politiche dell'UE volte a favorire la



transizione energetica. Sono quindi benvenute le Politiche che aiutano e sostengano la formazione di personale impiegato in attività operative dell'esercizio ferroviario come, ad esempio, la proroga per gli anni 2021, 2022 e 2023 dell'incentivo per la formazione dei macchinisti e la sua estensione ad altre figure professionali. Il sistema delle Imprese Ferroviarie ha stimato per i prossimi anni la ricerca e assunzione di circa 3000 addetti.

FerCargo Formazione intende raccogliere le principali azioni da svolgere per l'anno 2021 in un Position Paper che verrà presto presentato a tutti gli stakeholders del settore.

FerCargo Formazione completa il progetto del Forum FerCargo, costituito da: FerCargo, FerCargo Manovra, FerCargo Rotabili e FerCargo Terminal. Il Forum rappresenta oltre cinquanta imprese operanti nel trasporto ferroviario delle merci (*Comunicato Stampa FerCargo*, 18 dicembre 2020).

### INDUSTRIA

#### Nazionale: FSI, designati nuovi Cda di RFI e TRENITALIA

Il Consiglio di Amministrazione di Ferrovie dello Stato Italiane ha designato i componenti dei nuovi Consigli di Amministrazione di Rete Ferroviaria Italiana e di Trenitalia.

Per RFI, il nuovo CdA, che sarà nominato dalla prossima assemblea, sarà composto da A. MASUTTI – Presidente –, V. FIORANI con l'incarico di Amministratore Delegato e Direttore Generale.

Per Trenitalia, il nuovo CdA, che sarà nominato dalla prossima assemblea, sarà composto da M.P. META – Presidente –, L. CORRADI con l'incarico di Amministratore Delegato e Direttore Generale.

Le prime riunioni dei nuovi Consigli di Amministrazione di Rete Ferroviaria Italiana e Trenitalia si terranno, a valle della nomina da parte dell'Assemblea. Gli Amministratori Delegati avranno tutte le deleghe operative.

Il Gruppo FS Italiane ringrazia i Consigli di Amministrazione uscenti e in particolare i Presidenti e gli Amministratori Delegati per il prezioso lavoro svolto (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 17 dicembre 2020).

#### Emilia Romagna: brevetti e R&D al tempo di Covid-19

La costante ricerca di miglioramenti tecnologici ha, da sempre, caratterizzato lo spirito di innovazione all'interno di Wegh Group.

È proprio grazie a questo "mindset" che il dipartimento tecnico di R&D ha sviluppato, depositato e brevettato, un sistema sincronizzato per la svitatura di tiranti di pre-compressione in casseri a quattro impronte (Fig. 5).

Un connubio di meccanica e automazione che permette il rilascio graduale delle forze di pre-compressione, su traverse di calcestruzzo, attraverso un rilassamento simultaneo di tutti i tiranti su entrambe le tesate del cassero.

La soluzione, applicata agli impianti a carosello per la produzione di traverse ferroviarie, comporta innumerevoli vantaggi in termini di ot-

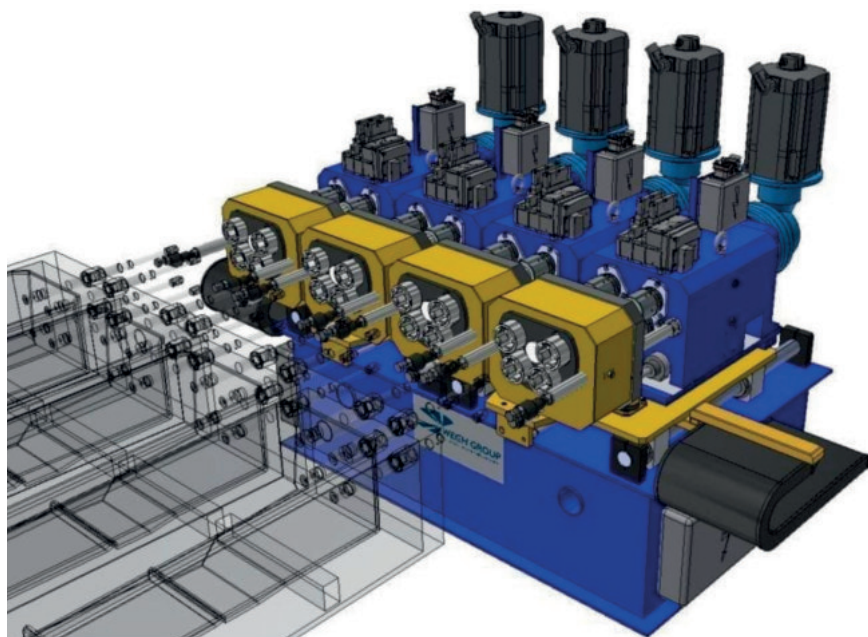
timizzazione del processo produttivo e riflette la volontà di Wegh di porsi sempre in prima linea nella ricerca di innovazioni che abbiano un impatto tangibile sul prodotto, in termini di garanzia di qualità, e sul processo produttivo, in termini di efficienza mirata (*Nota Stampa Gruppo FSI*, 30 dicembre 2020).

### VARIE

#### Lazio: concorso per riqualificare Piazza dei Cinquecento "Stazione Termini"

Il Gruppo FS Italiane – con le sue società Grandi Stazioni Rail, FS Sistemi Urbani e Rete Ferroviaria Italiana – ha bandito insieme a Roma Capitale il concorso di progettazione per la riqualificazione di Piazza dei Cinquecento a Roma Termini.

Il concorso, finalizzato alla redazione del progetto di fattibilità tecnico-economica, si svolgerà in due fasi e sarà il primo passo per l'attuazione del programma di riqualificazione architettonica e funzionale della Piazza e dell'intero ambito urbano afferente



(Fonte: Wegh Group)

Figura 5 – Il complessivo per utilizzo del dispositivo sviluppato dalla Tecnica Wegh Group.



il nodo di Roma Termini con i seguenti obiettivi: valorizzare il rapporto tra la stazione e le emergenze di valore storico, monumentale e archeologico presenti nell'area, con particolare riferimento alle Mura Serviane, alle Terme di Diocleziano e al Museo Nazionale Romano a Palazzo Massimo; razionalizzare i componenti dell'accessibilità pubblica e privata; integrare e valorizzare i sistemi di mobilità alternativa; razionalizzare la sosta dei mezzi pubblici e privati; migliorare le condizioni di sicurezza.

I progetti partecipanti devono raggiungere elevati standard di sostenibilità ambientale, sociale ed architettonica, puntando a trasformare la Piazza in un hub della mobilità integrata e sostenibile, coerentemente con gli indirizzi del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) di Roma Capitale.

La stazione Roma Termini, il maggiore scalo ferroviario del Paese per grandezza e traffico, oltre che uno fra i principali d'Europa, celebra quest'anno i suoi sette decenni di storia iniziati il 20 dicembre 1950 con l'inaugurazione del "Dinosauro", la pensilina su piazza dei Cinquecento. Simbolo della voglia di ripartenza, in un'Italia ancora alle prese con le conseguenze della guerra, il Dinosauro e la nuova stazione hanno cambiato il volto della vecchia Termini, attiva fin dal 20 aprile 1873, e hanno rappresentato un esempio di modernità nel mondo. In occasione dei suoi 70 anni, la nuova Roma Termini ricorda il passato e guarda al futuro, pronta a cambiare volto ancora una volta con un importante piano di riqualificazione.

- Roma Termini: 70 anni fra storia e innovazione, mostra diffusa e nuovi servizi per guardare al futuro

Settant'anni della nuova Roma Termini (Fig. 6). La stazione della Capitale è il maggiore scalo ferroviario del Paese per grandezza e traffico, oltre che uno fra i principali d'Europa. Simbolo della voglia di ripartenza, in un'Italia ancora alle prese con le conseguenze della guerra, il Dinosauro e la nuova Stazione han-

no cambiato il volto della vecchia Termini, e hanno rappresentato un esempio di modernità nel mondo.

Dal 20 dicembre 2020, e fino a gennaio 2021, Roma Termini si racconta con una mostra fotografica diffusa. Installazioni, video e immagini, la maggior parte conservati nell'archivio della Fondazione FS Italiane, che ricordano storie, aneddoti e curiosità della stazione capitolina. Fra le immagini esposte, anche alcuni scatti social di Railway Heart, la rubrica fotografica di Ferrovie dello Stato Italiane. L'atrio e la galleria gommata ospitano 5 installazioni, di cui 4 esagonali ed una pentagonale, ciascuna con una tematica specifica, mentre da piazza dei Cinquecento, sul lato esterno delle vetrate dell'atrio, sono visibili 15 vetrofanie con immagini storiche in bianco e nero. Un viaggio che continua anche sui social network, attraverso l'hashtag #Termini70, con il quale è possibile condividere i propri ricordi sulla stazione. "Storia e innovazione convivono da sempre nell'hub Roma Termini – dichiara Gianfranco BATTISTI, Amministratore Delegato e Direttore Generale del Gruppo FS Italiane – nel corso degli ultimi 70 anni la stazione ha dato il benvenuto e ha accolto mi-

lioni e milioni di viaggiatori in partenza e in arrivo. Ora è pronta ad accompagnarli verso il futuro con nuovi servizi. Le stazioni ferroviarie saranno al centro delle smart cities del futuro, saranno luoghi della mobilità integrata e sostenibile chiamati ad esprimere valore culturale, sociale ed economico. Mettere la persona, e i suoi bisogni, al centro, come sta facendo il Gruppo FS Italiane, vuol dire anche questo: rendere le stazioni ancora più sicure, accessibili, intermodali, piacevoli e tecnologiche".

Il piano di ampliamento e riqualificazione di Roma Termini prevede, fra gli interventi, la nuova illuminazione a led della stazione e delle mura Serviane e l'apertura dell'Innovation Hub del Gruppo FS Italiane in occasione del settantesimo compleanno dello scalo, e l'inaugurazione, nel primo trimestre del 2021, del nuovo parcheggio sopraelevato. I festeggiamenti per i 70 anni di Roma Termini come descritto in precedenza sono anche l'occasione per rilanciare e reinterpretare il ruolo della stazione nel rapporto con la città attraverso un concorso internazionale che Grandi Stazioni Rail (Gruppo FS Italiane) bandirà in collaborazione con FS Sistemi Urbani (Gruppo FS



(Fonte: Gruppo FSI)

Figura 6 – Il poster che introduce alla mostra fotografica storica sulla Stazione Termini.

Italiane), RFI (Gruppo FS Italiane) e Roma Capitale per la riqualificazione di piazza dei Cinquecento e degli spazi pubblici connessi (*Comunicati Stampa Congiunto Gruppo FSI-Roma Capitale*, 20 e 23 dicembre 2020).

### Nazionale: EXPO Ferroviaria 2021

La 10<sup>a</sup> Esposizione Internazionale per le tecnologie, prodotti e sistemi ferroviari ritorna a Fiera Milano Rho, dal 28 al 30 settembre 2021. Per 3 giorni, le principali organizzazioni operanti nel settore del materiale rotabile e delle tecnologie per l'infrastruttura si riuniranno per confrontarsi sugli ultimi sviluppi nel settore.

Dopo un'edizione da record nel 2019, che ha confermato ancora una volta lo status dell'evento come appuntamento leader in Italia per i professionisti del settore ferroviario, questa 10<sup>a</sup> edizione si svolgerà in un momento impegnativo per il settore ferroviario. Al fine di fornire all'industria il mercato di cui ha bisogno per riprendersi dalla crisi, EXPO Ferroviaria 2021, sosterrà le aziende partecipanti fornendo una piattaforma di business per networking, per confrontarsi sulle sfide attuali e per svolgere attività commerciali. Inoltre, l'evento vedrà un'ottimizzazione dello spazio espositivo suddividendo l'area totale tra un primo padiglione interamente dedicato ai prodotti e alle tecnologie dell'infrastruttura ed un secondo padiglione che ospiterà i key players del campo del materiale rotabile.

“Nell'attuale contesto economico, che ha visto l'industria ferroviaria duramente colpita dalla crisi sanitaria globale, in particolare nel trasporto passeggeri, è fondamentale fornire ai nostri espositori la piattaforma di cui hanno bisogno per uscire dalla crisi il più rapidamente possibile e più forti”, afferma O. FREIER, Portfolio Director di EXPO Ferroviaria per conto dell'organizzatore Mack-Brooks Exhibitions. “Inoltre la nuova distribuzione ottimizzata degli spazi, consentirà agli espositori ed ai visitatori di fare network e condurre attività commerciali in un'area dedicata

al loro settore, portando migliori opportunità di business ed ad una migliore esperienza per i visitatori”.

Organizzata con successo da Mack-Brooks Exhibitions dal 2004, EXPO Ferroviaria è la principale esposizione internazionale in Italia interamente dedicata all'industria ferroviaria. L'ultima edizione ha registrato una crescita complessiva del 28% degli spazi espositivi occupati, un traguardo storico che simboleggia la crescente fiducia degli espositori e l'importanza che EXPO Ferroviaria ha assunto nel corso degli anni. La prossima edizione, si svolgerà nel mezzo della ripresa delle attività previste per la seconda metà del 2021, fornendo un marketplace fondamentale per accompagnare il mercato ferroviario sulla strada della ripresa.

A cadenza biennale, la principale fiera in Italia per la tecnologia, i prodotti e i sistemi ferroviari si rivolge agli specialisti del settore, manager, principali appaltatori, fornitori, subappaltatori, produttori di attrezzature, operatori del trasporto pubblico ed alle autorità di gestione. Con oltre 17.000 m<sup>2</sup> di spazio espositivo, l'evento rappresenta un eccellente punto d'incontro per manager, rappresentanti di autorità governative, acquirenti e società di ingegneria nel campo del materiale rotabile e delle tecnologie per l'infrastruttura. Sono previsti anche workshop tecnici e seminari a cui prenderanno parte relatori di alto livello. Tra le opportunità di EXPO Ferroviaria è inclusa la possibilità di poter assistere dal vivo alle prestazioni dei macchinari, consentendo alle aziende di trovare soluzioni idonee per soddisfare le proprie necessità.

EXPO Ferroviaria fa parte di una serie di eventi commerciali mirati per l'industria ferroviaria, tra i quali possiamo citare: SIFER (Francia) e Railtex e Infrarail (Regno Unito) che si svolgeranno nella seconda metà del 2021 sempre per sostenere la ripresa del mercato ferroviario europeo. Complessivamente, le esposizioni formano un network di 25.000 visitatori, 40 partner industriali e 1.300 aziende espositrici che cercano di far crescere la propria attività. Tra

gli espositori confermati a EXPO Ferroviaria 2021 ci sono piccole-medie e grandi imprese, tra cui: Alstom, Wabtec, Stadler Rail, ABB, Vossloh, Pfisterer, GCF Generali Costruzioni Ferroviarie e Tekfer.

Per aggiornamenti ed ulteriori informazioni, vi invitiamo a visitare il sito web dell'evento: [www.expoferroviaria.com](http://www.expoferroviaria.com) (*Comunicato Stampa Mack-Brooks Exhibitions Ltd, per Expo-Ferroviaria*, 9 dicembre 2020).

### Nazionale: piena operatività dell'ANSFISA

Con la nota del 3 dicembre 2020 il Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti ha comunicato l'intervenuta registrazione del DPCM con cui si è proceduto alla nomina del comitato direttivo di ANSFISA, atto con cui è stata completata la nomina degli organi di ANSFISA.

Tale condizione, ai sensi del Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti del 20 novembre 2020, n. 520, emanato in attuazione dell'art. 12, comma 19 del decreto legge 28 settembre 2018, n. 109, convertito con modificazioni dalla legge 16 novembre 2018, n. 130, determina la piena operatività dell'Agenzia nazionale per la sicurezza delle ferrovie e delle infrastrutture stradali e autostradali – ANSFISA.

Ai sensi e per gli effetti dell'art. 12, comma 2, del predetto decreto legge 28 settembre 2018, n. 109, con la piena operatività della nuova Agenzia, l'Agenzia nazionale per la sicurezza delle ferrovie – ANSF è soppressa, e l'ANSFISA succede a titolo universale in tutti i rapporti attivi e passivi dell'ANSF, e ne acquisisce le risorse umane, strumentali e finanziarie.

L'attività di ANSF è cessata a decorrere dal 4 dicembre 2020, data di acquisizione della predetta comunicazione; i procedimenti in corso continueranno ad essere svolti e portati a conclusione dalla nuova agenzia ANSFISA (*Comunicato Stampa ANSF-ANSFISA*, 9 dicembre 2020).

**L. Franceschini, A. Garofalo, R. Marini e V. Rizzo**  
**ELEMENTI GENERALI DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO**  
**Tradizione, evoluzione, sviluppi**  
Seconda edizione

Il CIFI ha pubblicato la seconda edizione del libro "Elementi generali dell'esercizio ferroviario". La prima edizione era stata data alle stampe nel 1999. Andata esaurita anche la ristampa, il CIFI ha giustamente ritenuto opportuno, anziché procedere ad un'ulteriore ristampa, di pubblicare una nuova edizione, aggiornando ed integrando i contenuti del testo originario, in base agli sviluppi intervenuti nel frattempo. In effetti gli ultimi quindici anni hanno visto realizzarsi tali e tanti cambiamenti nell'organizzazione, nelle infrastrutture, nelle tecnologie ferroviarie che una semplice rilettura non era sufficiente.

Partendo da tali considerazioni, gli autori di questa seconda edizione, una squadra affiatata ed eterogenea di tre generazioni di ferrovieri, lasciando traccia dell'evoluzione storica, hanno svolto un completo lavoro di revisione ed aggiornamento ma anche di integrazione ed aggiunta di nuove parti. Nella prima edizione il sistema ad Alta Velocità era in fase di progetto, ora è in fase di consolidato esercizio. Il modello di esercizio prevalente era quello in cui le stazioni erano affidate ai "dirigenti movimento", ora sono ampiamente diffusi evoluti sistemi di comando e controllo delle linee che interessano nodi ferroviari e direttrici di traffico.

Per quanto riguarda il materiale rotabile, l'elettronica di potenza e di comando ha definitivamente sostituito la regolazione reostatica e consentito l'adozione generalizzata di motori asincroni trifasi. I sistemi per la ripetizione dei segnali in macchina erano facoltativi, ora i sistemi per la protezione della marcia dei treni sono obbligatori. Inoltre, le Ferrovie italiane si stanno proiettando sempre di più all'estero e non mancano riferimenti e confronti con le ferrovie straniere. Infine l'interoperabilità è anch'essa nel pieno della applicazione pratica, mentre era prima solo accennata come intenzione.

Il volume espone quindi in un quadro ordinato e logicamente articolato gli elementi essenziali, i concetti e le informazioni di base dell'esercizio ferroviario considerato nel suo complesso e nei diversi settori in cui si differenzia.

Nel volume sono inserite, quando opportune, notizie storiche e di costume dell'esercizio ferroviario. Questo consente al lettore di comprendere il perché di certe scelte tecnologiche e normative, quasi sempre dettate dalla necessità di risolvere problematiche magari oggi considerate banali,



ma all'epoca di elevato spessore e sfidanti per coloro che le hanno dovute affrontare e risolvere.

Il volume ha intenti formativi e si indirizza ad una estesa platea di lettori: operatori dell'esercizio ferroviario, professionisti, tecnici, studenti e cultori della materia, rappresentando un'introduzione di base al sistema ferroviario. Il testo comprende tutte le diverse discipline della ferrovia, riportando l'evoluzione e la descrizione degli attuali sviluppi relativi all'infrastruttura, alle tecnologie, al materiale rotabile ed alla normativa.

Il volume costituisce un "classico" del CIFI, in edizione completamente aggiornata e rinnovata, indispensabile per ogni percorso di inquadramento e aggiornamento della materia.

Formato 17x24 cm, 640 pagine, 157 figure in bianco e nero, 120 figure a colori, 42 tabelle.  
Prezzo di copertina Euro 40,00 (Sconto del 20% ai Soci CIFI).



## RECENSIONE

Oltre alle pubblicazioni editte dal CIFI, che rappresentano ovviamente i nostri volumi più cari, riteniamo opportuno, nei limiti del possibile, presentare anche i volumi di altre case editrici con le quali è stato instaurato un reciproco rapporto di informazione e collaborazione.

**Augusto Carpignano**

### **MECCANICA DEI TRASPORTI FERROVIARI E TECNICA DELLE LOCOMOTIVE**

Presentazione di Tommaso Paoletti  
Editrice LEVROTTO & BELLA di Torino  
3<sup>a</sup> Edizione anno 2003

Il Testo è da considerarsi un “unicum” nel settore dell’editoria della meccanica dei trasporti ferroviari e delle locomotive in genere, in quanto l’Autore tratta con magistrale semplicità espositiva gli argomenti ricompresi negli otto Capitoli dell’opera, grazie alla sua ultratrentennale esperienza professionale sia nella tecnica che nel settore dell’insegnamento agli Allievi Macchinisti nel suo ruolo di Capo Deposito Istruttore presso il Deposito Locomotive di Torino Smistamento.

“*Meccanica della Locomozione*” e la “*Frenatura dei Treni*” rappresentano le tematiche descritte nei primi due Capitoli del Volume in esame, argomenti la cui comprensione è facilitata, anche per i neofiti, dall’utilizzo di figure auto-prodotte dall’Autore stesso e di tabelle riassuntive delle varie grandezze della cinematica applicata al movimento dei treni. Nel Capitolo successivo intitolato “*La trazione elettrica a 3.000 Volt*” l’Autore introduce il Lettore nel campo della trazione elettrica per scendere alla descrizione delle varie applicazioni della trazione ferroviaria, utilizzando le spiegazioni teoriche affiancate da figure illustrative dei relativi concetti, adeguatamente corredate da esaustive didascalie. “*La Corrente alternata trifase nella trazione ferroviaria*” e “*L’elettronica nella trazione ferroviaria*” sono i due Capitoli centrali dell’opera, i contenuti dei quali si richiamano alla spiegazione degli elementi di base, surrogata dall’ausilio di ottime figure illustrative delle diverse applicazioni, che l’introduzione dell’elettronica in campo ferroviario ha da sempre comportato. Un esempio, che piace appunto sottolineare, è la descrizione dell’inverter trifase a frequenza e tensione variabili per i più potenti motori di trazione delle locomotive.

“*La trazione diesel*” è il Capitolo, la cui trattazione è particolarmente dettagliata con i suoi vari tipi di trasmissione del moto: meccanico, idraulico ed elettrico.

Esemplare è la precisione nelle illustrazioni grafi-



che così come nella fig. 108.4 a pag. 208 del Testo, in cui risalta la vista in assonometria esplosa del sistema di trasmissione del moto detto “a doppio asse cavo”, così come è in dotazione alla Locomotiva E.404 motrice per l’ETR 500.

Il Volume recensito ha ottenuto un interesse in campo accademico, essendo stato adottato con la collana dei Testi consigliati agli Studenti del V Anno della Facoltà di Ingegneria Meccanica presso il Politecnico di Torino.

Formato 24x17 cm, 785 pagine, 400 figure, 7 tabelle

Prezzo di copertina € 60,00 (sconto del 20% ai Soci Cifi e del 10% agli abbonati alla rivista “La Tecnica Professionale”)

## PUBBLICAZIONI CIFI

Giuseppe Acquaro

### I SISTEMI DI GESTIONE DELLA SICUREZZA NEL TRASPORTO FERROVIARIO

La principale difficoltà di affrontare le tematiche legate ai “Sistemi di Gestione della Sicurezza” nel trasporto ferroviario consiste nel non possedere, a priori, una visione d’insieme del complesso e articolato quadro normativo di riferimento sulla materia: esso è fortemente frammentato in un elevato numero di testi.

Dall’emissione della cosiddetta “Direttiva sicurezza”, il quadro normativo di riferimento per i sistemi di gestione della sicurezza ferroviaria, ha subito una evoluzione (in appendice al volume è riportato un elenco delle principali e sicuramente più rilevanti norme tecniche e di legge) talmente veloce che non ha consentito una altrettanto veloce crescita e maturazione culturale sulla materia.

Mentre il “ferroviere” medio possiede di fatto una conoscenza su tanti aspetti “tradizionali” legati ai sistemi ferroviari, anche non attinenti con il ruolo rivestito, su questa materia, relativamente giovane, non si è avuto il tempo necessario per creare una analoga e diffusa cultura media.

La ragione è legata principalmente al fatto che sulla materia non c’è letteratura e pertanto l’unico modo per acquisire adeguate conoscenze è la diretta lettura dei testi normativi: la grande quantità di testi normativi rende di fatto ardua (e scoraggiante) l’impresa di comprensione, a volte anche agli specialisti (fra direttive, regolamenti, decisioni, decreti legislativi e ministeriali e testi a carattere normativo emanati dall’ANSF, se ne possono contare più di 400 !).

Questo volume ha lo scopo di fornire al lettore, che si avvia in un percorso di acquisizione di conoscenze sui sistemi di gestione della sicurezza nel trasporto ferroviario, una descrizione quanto più possibile organica dei vari aspetti e dei legami che intercorrono fra essi.

Il libro fornisce al lettore una descrizione relativamente semplice dei principali aspetti legati ai sistemi di gestione della sicurezza ferroviaria. Alcuni di essi, per la loro rilevanza, sono stati approfonditi più di altri: ciò contribuisce a focalizzare meglio l’attenzione sulla priorità dei vari aspetti che, ovviamente, non hanno tutti la medesima importanza ai fini della sicurezza.

L’intera materia è stata suddivisa nelle sue principali “aree tematiche”, ognuna delle quali è stata trattata all’interno di uno schema logico in cui esiste una stretta correlazione fra le stesse. In tal modo risulterà più agevole per il lettore acquisire una visione d’insieme della materia.

Il volume propone un percorso guidato di approfondimento dei vari argomenti, nel quale i vari aspetti sono presentati in una forma descrittiva. Accanto a questa forma di trattazione discorsiva, in ogni capitolo e per ogni argomento trattato, sono indicate anche le pertinenti norme: quest’ultimo aspetto guida il lettore verso gli approfondimenti mirati però alle proprie esigenze, ottenendo in tal modo il giusto equilibrio fra la necessità di sintesi e la completezza di trattazione.

Dopo aver fornito una panoramica del quadro normativo di riferimento per la materia, viene fornita una descrizione dei sistemi di gestione della sicurezza: cosa sono, a

che servono e come devono essere strutturati in accordo alla normativa vigente.

Tra gli aspetti ritenuti rilevanti per i sistemi di gestione della sicurezza, si citano qui:

- i principi ed i criteri per un corretto approccio alla valutazione dei rischi nonché della loro accettabilità;
- il tema della gestione delle modifiche;
- gli approcci per la realizzazione dell’interoperabilità;
- i principi ed i criteri per un corretto approccio nel processo di miglioramento;
- i metodi ed i criteri per valutare le prestazioni di sicurezza e il raggiungimento degli obiettivi a livello di sistema;
- un approccio per la gestione degli errori umani, quale elemento di base per una corretta gestione del fattore umano.

In appendice, infine, oltre all’elenco della principale normativa, sono riportate alcune tavole sinottiche che, per ognuna delle aree tematiche illustrate, indicano le principali norme che la trattano.

Il volume, pertanto, rappresenta sicuramente un ausilio per tutti coloro i quali vogliono acquisire una adeguata conoscenza sui principi fondamentali e sui principali temi legati alla vasta materia dei sistemi di gestione della sicurezza nel trasporto ferroviario: è il caso, ad esempio, di quanti aspirano a ricoprire il ruolo di Responsabili del Sistema di Gestione di un Operatore Ferroviario, ovvero di tutti coloro che con tale figura collaborano.



Una pubblicazione di 250 pagine, formato cm 17x24.  
Prezzo di copertina € 25,00.  
Sconto del 20% ai Soci CIFI.  
Sconto del 10% per gli abbonati alla Rivista  
“*La Tecnica Professionale*”

## Notizie dall'estero *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

### TRASPORTI SU ROTAIA RAILWAY TRANSPORTATION

#### Croazia: Certificato Unico di Sicurezza per InRail

Grazie al Certificato, rilasciato da ERA e valido fino a fine 2025, l'impresa InRail potrà operare, oltre che su quelle italiana e slovena, anche sull'intera rete ferroviaria croata.

InRail, impresa ferroviaria fondata nel 2009 in grado di offrire trasporti per tutti i tipi di merci in Italia e in Slovenia, può adesso estendere i propri servizi anche in Croazia grazie all'ottenimento del Certificato di Sicurezza Unico (SSC) rilasciato da ERA - Agenzia dell'Unione Europea per le Ferrovie anche per la Croazia e valido fino al 20 dicembre 2025.

“Con il nuovo certificato InRail arriva a coprire tutte le reti RFI e FER in Italia e le intere reti slovena e croata – ha dichiarato G. PORTA, Presidente e CEO di InRail – Questo è un grande risultato di cui ringrazio il team SGS e che ci consentirà di acquisire sempre maggiore competitività potendo gestire in autonomia i trasporti su tratte sempre più lunghe e ricoprire un ruolo di primo piano nei flussi commerciali tra l'Europa dell'Est e il Nord Italia”.

ERA è l'Agenzia ferroviaria dell'UE incaricata del rilascio di certificati di sicurezza unici e ad autorizzazioni validi in più paesi europei con l'obiettivo di garantire un sistema europeo interoperabile di gestione del traffico ferroviario e sviluppare uno spazio ferroviario europeo unico. Con sede in Francia a Valenciennes, contribuisce all'integrazione delle reti ferroviarie europee, rendendo i treni più sicuri e facendo sì che possano

attraversare le frontiere nazionali senza fermarsi.

#### • NOTA PER IL LETTORE

InRail è un'impresa ferroviaria fondata nel 2009 in grado di offrire trasporti per tutti i tipi di merci in Italia e, unica impresa italiana privata autorizzata, in Slovenia grazie a Certificato di Sicurezza Unico (SSC) rilasciato da ERA - Agenzia dell'Unione Europea per le Ferrovie.

Con sede legale e amministrativa a Genova e sedi operative a Udine e Nova Gorica (Slovenia), InRail si avvale oggi di un organico di 147 dipendenti tra Istruttori accreditati per la formazione del Personale, agenti esperti per le attività di verifica tecnica, di condotta e di formazione treno, nonché una sala operativa multilingua incaricata di organizzare e presidiare il traffico 24 ore su 24. InRail fornisce servizi di trasporto per tutti i tipi di merci, come materie prime, rottami ferrosi, prodotti siderurgici, prodotti chimici, cereali, legname, auto e merci RID sia gas che liquidi, ed effettua regolarmente i propri servizi merci su numerose relazioni. Nello specifico, le principali destinazioni interessate in/out da Tarvisio Boscoverde, Villa Opicina e Nova Gorica sono Udine, Osoppo, San Giorgio di Nogaro, Piacenza, Cava Tigozzi (Cremona), Portogruaro (Venezia), Cava Manara (Pavia), Poggio Rusco (Mantova), San Pietro in Gù (Vicenza) e varie località del Piemonte, con una media attuale di circa 150 treni operati a settimana.

Il Capitale Sociale di InRail è ripartito tra Tenor (63%) e Inter-Rail (37%).

InRail fa parte di un network di società collegate attive nella mano-

vra, nel trasporto ferroviario, nella manutenzione, nella logistica e nella formazione che conta oggi complessivamente 338 dipendenti per un volume d'affari di circa 66 milioni di euro nel 2019 (Nota Stampa INRAIL, 21 dicembre 2020).

#### Croatia: Railway Safety Certificate for InRail

*Thanks to the Certificate, issued by ERA and valid until the end of 2025, the company will be able to operate, in addition to the Italian and Slovenian ones, also on the entire Croatian railway network.*

*InRail, a railway company founded in 2009 able to offer transport for all types of goods in Italy and Slovenia, can now extend its services also in Croatia thanks to the achievement of the Single Safety Certificate (SSC) issued by ERA - Agency of the European Union for Railways also for Croatia and valid until 20 December 2025.*

*“With the new InRail certificate it reaches all RFI and FER networks in Italy and the entire Slovenian and Croatian networks – said G. PORTA, President and CEO of InRail – This is a great result for which I thank the SGS team and that it will allow us to acquire ever greater competitiveness by being able to independently manage transport on increasingly long routes and play a leading role in the trade flows between Eastern Europe and Northern Italy”.*

*ERA is the EU railway agency in charge of issuing single safety certificates and authorizations valid in multiple European countries with the aim of ensuring an interoperable European rail traffic management system and developing a single European railway area. Based in Valenciennes in France, it contributes to the integration of European rail networks, making trains safer and allowing them to cross national borders without stopping.*

#### • NOTE TO THE READER

*InRail is a railway company founded in 2009 able to offer transport for all types of goods in Italy and, the only authorized private Italian*



company, in Slovenia thanks to the Unique Safety Certificate (SSC) issued by ERA - European Union Agency for Railways.

With registered and administrative headquarters in Genoa and operational offices in Udine and Nova Gorica (Slovenia), InRail now employs a staff of 147 employees including accredited instructors for staff training, expert agents for technical verification, conduct and train training, as well as a multilingual operations room in charge of organizing and supervising traffic 24 hours a day. InRail provides transport services for all types of goods, such as raw materials, ferrous scrap, steel products, chemicals, cereals, timber, both gas and liquid RID cars and goods, and regularly carries out its freight services on numerous relationships. Specifically, the main destinations interested in / out from Tarvisio Boscoverde, Villa Opicina and Nova Gorica are Udine, Osoppo, San Giorgio di Nogaro, Piacenza, Cava Tigozzi (Cremona), Portogruaro (Venice), Cava Manara (Pavia), Poggio Rusco (Mantua), San Pietro in Gù (Vicenza) and various locations in Piedmont, with a current average of about 150 trains operated per week.

The share capital of InRail is divided between Tenor (63%) and InterRail (37%).

InRail is part of a network of associated companies active in maneuvering, rail transport, maintenance, logistics and training which today has a total of 338 employees for a turnover of approximately 66 million euros in 2019 (INRAIL Press Note, December 21<sup>st</sup>, 2020).

### **Estonia: un accordo per rinnovare i sistemi CCS sull'infrastruttura delle ferrovie nazionali**

Gli attuali sistemi di segnalamento sull'infrastruttura di Eesti Raudtee si basano principalmente su una vecchia tecnologia di relè dal 1958 al 1992. I sistemi hanno raggiunto la fine della loro vita utile prevista.

Gli obiettivi di Eesti Raudtee in questo progetto di ammodernamento

sono di ottenere un'infrastruttura ferroviaria con ciclo di vita ottimale, affidabile, sicura e a basso costo. Un altro obiettivo è essere preparati per il futuro ed essere conformi alle direttive e agli standard dell'UE. Il nuovo sistema CCS migliorerà la sicurezza delle ferrovie e consentirà l'introduzione dell'ERTMS in futuro. Modernizzando la sua infrastruttura, Eesti Raudtee contribuirà agli obiettivi verdi della politica europea dei trasporti, che consiste nel dirottare il 30% del trasporto stradale su rotaia e vie navigabili entro il 2030 e il 50% entro il 2050.

“La visione di Estonian Railways Ltd è quella di essere uno dei gestori di infrastrutture ferroviarie più avanzate della regione. Investimenti continui nello sviluppo e nella manutenzione dell'infrastruttura, come il nostro nuovo contratto con Siemens Mobility - GRK Rail Consortium, garantisce le condizioni per un traffico ferroviario di alta qualità, efficiente e sicuro sia nel trasporto merci che passeggeri e contribuisce anche allo sviluppo regionale del paese”, afferma il presidente del consiglio di amministrazione E. LAIDVEE di Eesti Raudtee.

Il contratto, con un costo totale di poco superiore a 115 milioni di euro, è stato firmato per 25 anni e include l'implementazione di sistemi CCS certificati che soddisfano i requisiti di sicurezza ferroviaria, elementi di ricambio necessari per tutta la durata del contratto e 5 anni di servizi di supporto e manutenzione. Verranno aggiunte varie modifiche al sistema, servizi di supporto e manutenzione in base alle esigenze di Eesti Raudtee. “Attraverso una cooperazione a lungo termine, ci assicuriamo che i nuovi sistemi CCS siano monitorati attraverso ispezioni regolari, il team ferroviario abbia acquisito nuove competenze, sia assicurata la disponibilità ottimale dei ricambi congruenti, la manutenzione preventiva sia pianificata ed eseguita e sia assicurata una risposta rapida ai guasti per garantire la sicurezza e la continuità del sistema. Il lavoro creerà i presupposti per il controllo remoto del traffico e, nell'ambito dell'accordo, verrà anche realizzata l'in-

tegrazione con il nuovo sistema di gestione centrale del traffico”, ha aggiunto LAIDVEE.

L'accordo congiunto di Siemens Mobility e GRK Rail include l'ingegneria, la consegna, l'installazione e il collaudo del nuovo sistema di segnalamento. Siemens Mobility è responsabile della consegna del sistema e della gestione generale del progetto e GRK Rail è responsabile di tutte le installazioni e della gestione del sito.

“Siemens Mobility ha una forte esperienza come leader nella digitalizzazione del trasporto ferroviario. La nostra missione è consentire ai nostri clienti di rendere “intelligenti” i treni e le infrastrutture. È fantastico partecipare alla creazione di un utilizzo più agevole e sicuro delle ferrovie”, afferma J. LEHTONEN, CEO di Siemens Mobility Oy.

“GRK Rail Oy è un fornitore di tecnologia ferroviaria a servizio completo e fa parte della società finlandese di costruzioni infrastrutturali GRK Group. GRK Rail ha una forte esperienza nella costruzione di sistemi tecnici ferroviari e desidera condividerla con il cliente per questo impegnativo progetto. Il progetto è molto adatto alla strategia di crescita del gruppo GRK nei paesi baltici”, spiega T. VIRMALA di GRK Rail Oy.

Il programma di ammodernamento dei sistemi CCS si svolgerà in tre diverse fasi nel periodo 2020-2027. La fase di esecuzione delle fasi uno e due saranno completate entro la fine del 2024 (Comunicato stampa Siemens, 4 novembre 2020).

### **Estonia: an agreement to renew the CCS systems on National Railways infrastructure**

The current signalling systems on Eesti Raudtee's infrastructure are mainly based on an old relay technology from 1958-1992. The systems have reached the end of their expected service life.

Eesti Raudtee's goals in this modernization project is to achieve opti-

mal, reliable, safe, and low-cost lifecycle railway infrastructure. Another objective is to be prepared for the future and be compliant with the EU directives and standards. The new CCS system will improve the safety of the railways and will enable the introduction of the ERTMS in the future. By modernizing its infrastructure, Eesti Raudtee will be contributing to the green goals of European transport policy, which is to divert 30% of road transport to rail and waterway by 2030 and 50% by 2050.

*“The vision of Estonian Railways Ltd is to be one of the region’s most advanced railway infrastructure managers. Continuous investing into development and maintenance of the infrastructure, like our newest contract with Siemens Mobility – GRK Rail Consortium, ensures conditions for high-quality, efficient and safe rail traffic in both cargo and passenger transport and also contributes to the country’s regional development”, says the Chairman of the Management Board E. LAIDVEE from Eesti Raudtee.*

*The CCS contract, with a total cost of little over € 115 million, has been signed for 25 years and includes the deployment of certified CCS systems that meet railway safety requirements, spare parts needed throughout the contract period and 5 years of support and maintenance services. To this amount various system changes, support and maintenance services will be added according to the needs of Eesti Raudtee. “Through long-term cooperation, we ensure that new CCS systems are monitored through regular inspections, the railway team has acquired new competencies, optimal availability of harmonized spare parts is ensured, preventive maintenance is planned and carried out, and rapid fault response is ensured to ensure safety and system continuity. The work will create the preconditions for remote traffic control, and within the framework of the agreement, integration with the new central traffic management system will also be carried out”, added LAIDVEE.*

*Siemens Mobility’s and GRK Rail’s joint delivery include engineering, de-*

*livery, installation and testing of the new signalling system. Siemens Mobility is responsible for the system delivery and overall project management and GRK Rail is responsible for all installations and site management.*

*“Siemens Mobility has strong expertise as a leader in the digitalization of rail transport. Our Mission is to enable our customers to make trains and infrastructure intelligent. It’s great to be part in creating smoother and safer use of railways,” says Siemens Mobility Oy CEO J. LEHTONEN.*

*“GRK Rail Oy is a full-service railway technology supplier and is part of Finnish infra construction company GRK group. GRK Rail has strong expertise in construction of railway technical systems and wants to share it with customer for this demanding project. The project is very suitable to GRK group’s growth strategy in the Baltic countries”, explains T. VIRMALA from GRK Rail Oy.*

*The modernization program of the CCS systems will take place in three different stages during 2020-2027. Execution phase of stages one and two is planned to be completed by the end of 2024 (Siemens Press Release, November 4<sup>th</sup>, 2020).*

## **TRASPORTI INTERMODALI** **INTERMODAL TRANSPORTATION**

### **Internazionale: primo treno con trailer P400 attraverso il Gottardo**

Dopo il Sempione, ora anche la linea del Gottardo è idonea per P400 – un passo importante per il trasferimento del traffico.

Busto Arsizio, 15 dicembre 2020, ore 01.15: parte il treno 43074 diretto a Ludwigshafen, un treno del tutto speciale che trasporta, per la prima volta, un carico di semirimorchi P400 attraverso il Gottardo.

È un grande traguardo per il traffico combinato, frutto di lunghi anni di pianificazione e di cantieri sulla linea ferroviaria Basilea-Chiasso/Luino fino ai terminal dell’area milane-

se. Hupac ringrazia l’Ufficio Federale dei Trasporti svizzero, il Ministero dei Trasporti italiano nonché i gestori dell’infrastruttura di entrambi i paesi, per il completamento di questi importanti lavori che offrono nuove opportunità di crescita per un trasporto merci ecologico tra il nord Europa e l’Italia.

D’ora in poi il segmento dei trailer P400 può contare su un’infrastruttura transalpina adeguata per quanto riguarda l’altezza dei treni. Restano da completare i lavori infrastrutturali che consentiranno l’allungamento dei treni a 740 metri, lavori che si protrarranno fino al 2030 fino a coprire l’intero corridoio transalpino in Germania, Belgio e Paesi Bassi.

Intanto, Hupac sta adeguando la sua offerta di trasporto per i trailer P400. A partire da gennaio 2021, il nostro network per trailer con altezza laterale di 4 metri comprende 160 rotazioni a settimana attestate su numerosi terminal in Italia, Svizzera, Germania, Belgio, Paesi Bassi e Scandinavia.

L’apertura del corridoio di 4 metri attraverso il Gottardo offre nuove opportunità per il trasporto merci del mercato ticinese: una rete intermodale adatta per i semirimorchi con profilo P400, attestata sui terminal di Stabio e Chiasso.

Hupac riepiloga che per il Ticino:

- Tutti i treni sono idonei al trasporto dei semirimorchi P400.
- Partenze giornaliere per Aarau e Basilea.
- Transito snello con puntualità eccellente.
- Integrazione della rete di raccordi ferroviari Swiss Split: tutte le destinazioni svizzere in one-stop-shop.
- Collegamenti gateway per Anversa e Rotterdam - la porta di accesso al Benelux e al traffico marittimo worldwide.
- Collegamenti gateway per Colonia e oltre fino in Scandinavia.
- Trasporto di tutte le categorie di merce, compresa la merce pericolosa ADR.

Caratteristiche principali:

- Frequenza: 10 partenze alla settimana per Aarau e Basilea.
- Tempi: partenze la sera, arrivi il mattino presto.
- Profilo: C70 P400 (Comunicati Stampa Hupac, 2 e 17 dicembre 2020).

### **International: first train with trailer P400 across the Gotthard**

*After the Simplon, the Gotthard line is now also suitable for the P400 – an important step for the transfer of traffic.*

*Busto Arsizio, 15 December 2020, 1.15 am: train 43074 leaves for Ludwigshafen, a very special train carrying, for the first time, a load of P400 semi-trailers across the Gotthard.*

*It is a great milestone for combined traffic, the result of long years of planning and construction sites on the Basel-Chiasso/Luino railway line up to the terminals in the Milan area. Hupac thanks the Swiss Federal Office of Transport, the Italian Ministry of Transport as well as the infrastructure managers of both countries for the completion of these important works which offer new growth opportunities for environmentally friendly freight transport between Northern Europe and the Italy.*

*From now on, the P400 trailer segment can count on an adequate transalpine infrastructure in terms of train height. The infrastructural works that will allow the extension of the trains to 740 meters remain to be completed – works that will last until 2030 and cover the entire transalpine corridor in Germany, Belgium and the Netherlands.*

*Meanwhile, Hupac is adjusting its transport offer for the P400 trailers. As of January 2021, our 4-meter side height trailer network includes 160 rotations per week across numerous terminals in Italy, Switzerland, Germany, Belgium, the Netherlands and Scandinavia.*

*The opening of the 4-meter corri-*

*dor across the Gotthard offers new opportunities for freight transport on the Ticino market: an intermodal network suitable for semi-trailers with P400 profile, located on the Stabio and Chiasso terminals.*

*Hupac summarizes that for Ticino:*

- *All trains are suitable for the transport of P400 semi-trailers.*
  - *Daily departures to Aarau and Basel.*
  - *Lean transit with excellent punctuality.*
  - *Integration of the Swiss Split network of railway connections: all Swiss destinations in one-stop-shop.*
  - *Gateway connections to Antwerp and Rotterdam - the gateway to the Benelux and maritime traffic worldwide.*
  - *Gateway connections to Cologne and beyond to Scandinavia.*
  - *Transport of all categories of goods, including ADR dangerous goods.*
- Main features:*
- *Frequency: 10 departures per week to Aarau and Basel.*
  - *Times: departures in the evening, arrivals early in the morning.*
  - *Profile: C70 P400 (Hupac Press Releases, 2<sup>nd</sup> and 17<sup>th</sup>, December 2020).*

## **TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION**

### **Francia: 33 treni OMNEO Regio 2N per la regione Hauts-de-France**

33 treni Bombardier OMNEO Regio 2N saranno consegnati a SNCF per conto della regione Hauts-de-France. Questo nuovo ordine ammonta a circa 565 milioni di euro (688 milioni di dollari USA) e fa parte dell'accordo quadro firmato con SNCF nel 2010 per fornire un massimo di 860 treni OMNEO Regio 2N alle regioni francesi.

La regione Hauts-de-France intende indirizzare questi nuovi treni più spaziosi e confortevoli sulle linee più trafficate della sua rete, in particolare quelle che collegano la Piccardia e l'area parigina. I nuovi convogli, dotati del Sistema europeo di gestione del traffico ferroviario (ERTMS), il sistema europeo volto a migliorare la sicurezza, aumentare l'efficienza e la programmazione dei treni, forniranno anche nuovi servizi ferroviari nell'ambito del progetto Picardie-Roissy, che dovrebbe entrare servizio nel 2025. I treni di questo nuovo ordine verranno consegnati gradualmente tra il 2024 e il 2025.

“Chi viaggia tra Amiens, Saint-Quentin e Parigi scoprirà un nuovo stile di viaggio in treno con il treno OMNEO Regio 2N di Bombardier. I nostri ingegneri si sono concentrati sullo spazio a beneficio di tutti i viaggiatori, sulle moderne attrezzature interne e sulla capacità di garantire posti a sedere per tutti”, ha affermato L. BOUYER, Presidente di Bombardier Transportation, Francia e Benelux. “Questi treni, interamente progettati e prodotti nel nostro sito di Crespin, nella regione dell'Hauts-de-France, hanno ricevuto la certificazione Origine France Garantie”.

La regione disporrà quindi di una flotta di 77 convogli Bombardier di questa generazione: 18 convogli composti da sette carrozze, consegnati tra il 2014 e il 2017 nell'ex regione Nord-Pas-de-Calais, 7 convogli di tipo extra lungo composti da dieci carrozze, consegnati nel 2017 nell'ex regione della Piccardia, 19 convogli di tipo intercity ordinati nel 2018 nell'ambito del trasferimento alla regione Hauts-de-France delle linee Intercity Paris-Amiens e Paris-Saint-Quentin-Maubeuge/Cambrai (che saranno consegnati nel 2022 e 2023).

- 33 treni OMNEO Regio 2N per SNCF per la regione Hauts-de-France

La scelta della regione di avere una flotta della stessa famiglia di prodotti consentirà di ottenere flessibilità operativa e ottimizzare i costi di manutenzione. Questi nuovi con-





(Fonte – Source: Bombardier)

Figura 1 – Un OMNEO Regio 2N nell’impianto Bombardier di Crespin.  
 Figure 1 - An OMNEO Regio 2N train in a Hauts-de-France Region livery, on the Bombardier site in Crespin.

vogli miglioreranno anche la regolarità del servizio.

Per il terzo anno consecutivo, Bombardier Transportation ha ottenuto l’etichetta Origine France Garantie per il treno OMNEO Regio 2N (Fig. 1); è l’unica certificazione che attesta l’origine francese di un prodotto attraverso un audit indipendente e garantisce un alto livello di standard. “Questo è un riconoscimento per il know-how dei dipendenti della nostra sede Crespin e una garanzia del nostro impegno nei confronti dei nostri clienti, passeggeri e dell’intera industria ferroviaria francese”, ha concluso L. BOUYER.

- Treni più spaziosi e confortevoli

I tecnici di Bombardier hanno svolto un lavoro specifico sul comfort dei nuovi treni in collaborazione con SNCF e la regione Hauts-de-France. I nuovi treni OMNEO Regio 2N sono stati progettati per permettere ai viaggiatori di riscoprire il piacere dei viaggi di tutti i giorni. I treni, ad esempio, saranno dotati di aria condizionata e pavimento riscaldato garantendo un elevato livello di comfort termico, planimetrie dinamiche in tutti gli spazi passeggeri, migliorando quindi le informazioni per gli utenti, nonché un’accessibilità

adeguata per le persone con mobilità ridotta.

Verrà sviluppato un nuovo sedile con materiale a schiuma di appropriate densità e inclinazione dello schienale per ottimizzare il comfort posturale e braccioli per tutte le posizioni di seduta. Il layout di questi nuovi convogli OMNEO Regio 2N è stato adattato per consentire 620 posti fissi e 12 posti per biciclette per un treno di 135 metri. Poiché i convogli possono essere utilizzati in unità doppie, i nuovi treni offriranno fino a 1.240 posti, che è più della raggiunta capacità dei treni attuali.

Grazie a una larghezza della carrozza ineguagliabile, il design del treno offrirà una disposizione di cinque posti in fila in carrozze a due livelli, offrendo al contempo un ampio corridoio. Anche la gestione del flusso di ingresso ed uscita è stata migliorata con un layout 2+1 vicino alle porte di accesso.

La piattaforma OMNEO, da cui provengono il Regio 2N e l’OMNEO Premium, è una famiglia di treni a due piani extra larghi che combinano capacità, comfort e accessibilità. Le diverse versioni consentono di fornire servizi periurbani, regionali e intercity. Le prestazioni dei 250 treni OMNEO Regio 2N che circolano oggi contri-

buiscono alla regolarità del servizio.

Ad oggi, le regioni francesi hanno ordinato 491 convogli dalla piattaforma OMNEO, inclusi 118 treni OMNEO versione Premium per Centro-Val de Loire (32), Hauts-de-France (19), Normandia (67), 373 treni OMNEO Regio 2N per Auvergne-Rhône-Alpes (59), Bretagne (26), Centre-Val de Loire (16), Hauts-de-France (58), Ile-de-France (145), Nouvelle Aquitaine (24), Occitanie (18), Pays-de-la-Loire (11) e Provence-Alpes-Côte d’Azur (16) (Comunicato Stampa Bombardier, 22 dicembre 2020).

**France: 33 OMNEO Regio 2N trains for the Hauts-de-France region**

*33 Bombardier OMNEO Regio 2N trains will be delivered to SNCF on behalf of the Hauts-de-France region. This new order amounts to approximately 565 million euro (\$688 million US) and is part of the framework agreement signed with SNCF in 2010 to provide a maximum of 860 OMNEO Regio 2N trains to the French regions.*

*The Hauts-de-France region intends to deploy these new more spacious and comfortable trains on the busiest lines of its network, in particular those connecting Picardy and the*

Paris area. The new trainsets, equipped with European Rail Traffic Management System (ERTMS), the European system aimed to enhance safety, increase efficiency and scheduling of trains, will also provide new rail services as part of the Picardie-Roissy project, which is planned to enter service in 2025. The trains of this new order will be delivered gradually between 2024 and 2025.

“Those who travel between Amiens, Saint-Quentin and Paris will discover a new style of train travel with Bombardier’s OMNEO Regio 2N train (Fig. 1). Our engineers have focused on space for the benefit of all travellers, on modern interior equipment, as well as capacity to ensure seating for everyone,” said L. BOUYER, President of Bombardier Transportation, France and Benelux. “These trains, entirely designed and manufactured at our Crespin site, in the Hauts-de-France region, have received the Origine France Garantie certification.”

The region will then have a fleet of 77 Bombardier trainsets of this generation: 18 trainsets made up of seven cars, delivered between 2014 and 2017 to the former Nord-Pas-de-Calais region, 7 extra-long type trainsets comprising ten cars, delivered in 2017 to the former Picardy region, 19 intercity type trainsets ordered in 2018 as part of the transfer to the Hauts-de-France region of the Intercity Paris-Amiens and Paris-Saint-Quentin-Maubeuge/Cambrai lines (which will be delivered in 2022 and 2023).

- 33 OMNEO Regio 2N trains to SNCF for the Hauts-de-France region

The region’s choice to have a fleet from the same product family will make it possible to gain operating flexibility and optimize maintenance costs. These new trainsets will also improve the regularity of the service.

For the third year in a row, Bombardier Transportation has obtained the Origine France Garantie label for the OMNEO Regio 2N train; it is the only certification that attests to the French origin of a product through an

independent audit and guarantees a high level of standards. “This is recognition for our Crespin site employees’ know-how and a pledge of our commitment to our customers, passengers and the entire French rail industry,” concluded L. BOUYER.

- More spacious and comfortable trains

Bombardier teams did specific work on the comfort of these new trains in conjunction with SNCF and the Hauts-de-France region. These new OMNEO Regio 2N trains have been designed to allow travellers to rediscover the pleasure of everyday journeys. The trains will, for example, have air conditioning and a heated floor ensuring a high level of thermal comfort, dynamic line plans in all passenger spaces, therefore improving user information, as well as adapted accessibility for people with reduced mobility.

A new seat will be developed with high and optimized tilt, density foam and backrest tilt optimizing postural comfort as well as armrests for all seating positions. The layout of these new OMNEO Regio 2N trainsets has been adapted to allow 620 fixed seats and 12 bicycle spaces per 135-metre train. As the trainsets can be operated in double units, the new trains will offer up to 1,240 seats, which is more than the current trains.

Thanks to an unequalled body width, the train design will offer a layout of five seats in a row in two-level coaches, while offering a large corridor. Flow management has also been improved with a 2+1 layout near the access doors.

The OMNEO platform, from which the Regio 2N and the OMNEO Premium come from, is a family of extra-wide double-deck trains that combine capacity, comfort and accessibility. The different versions make it possible to provide peri-urban, regional and intercity services. The performance of the 250 OMNEO Regio 2N trains which run today contributes to the regularity of the service.

To date, the French regions have ordered 491 trainsets from the OM-

NEO platform including 118 OMNEO Premium version trainsets for Centre-Val de Loire (32), Hauts-de-France (19), Normandy (67), 373 OMNEO Regio 2N trains for Auvergne-Rhône-Alpes (59), Bretagne (26), Centre-Val de Loire (16), Hauts-de-France (58), Ile-de-France (145), Nouvelle Aquitaine (24), Occitanie (18), Pays-de-la-Loire (11) and Provence-Alpes-Côte d’Azur (16) (Bombardier Press Release, December 22<sup>nd</sup>, 2020).

### Germania: 117 nuovi tram FLEXITY per BVG a Berlino

Bombardier Transportation ha ricevuto un nuovo ordine per un accordo quadro con la Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) per la consegna di un massimo di 117 tram FLEXITY e la loro fornitura di elementi di ricambio per un massimo di 32 anni. L’importo totale del contratto quadro è valutato fino a circa 571 milioni di euro (693 milioni di dollari USA). Allo stesso tempo, la BVG ha effettuato un primo ordine fermo per 20 tram e la loro fornitura di pezzi di ricambio per un massimo di 32 anni. Questo call-off ha un valore di circa 115 milioni di euro (140 milioni di dollari USA).

“Ringrazio il nostro cliente BVG, per la fiducia che ci ha accordato, e per l’opportunità che ci ha dato, di aprire un altro capitolo della nostra partnership trentennale, con questo nuovo ordine. Non vediamo l’ora di continuare a fornire a BVG i moderni tram FLEXITY. Per la prima volta con BVG, Bombardier acquisisce la fornitura completa di pezzi di ricambio e materiali per l’intera vita utile dei veicoli. Offriamo un prezzo fisso per chilometro che dà sicurezza a LPP nella pianificazione e nei calcoli a lungo termine”, ha affermato M. MICHEL, capo di Bombardier Transportation Germany.

I nuovi veicoli FLEXITY sono uno sviluppo costante e continuo dei tram collaudati. Dotati di carrelli innovativi, si muoveranno in modo più silenzioso ed efficiente e rappresentano quindi un passo importante nel raggiungimento degli obiettivi di protezione del clima di Berlino”, ha



aggiunto D. WUNDERLICH, capo della Business Unit German Cities di Bombardier Transportation.

Con questo ordine fermo, la famiglia di tram FLEXITY di Berlino crescerà con tre tram da cinque e 17 tram da nove. I tram extra lunghi sono lunghi 50 metri, 10 metri più lunghi di tutti gli altri tram BVG. Offrono anche aumentata abitabilità e sono dotati di un pavimento di pari livello sopra i carrelli, nonché di passaggi più ampi. L'altezza di ingresso ribassata consente inoltre un accesso senza barriere permettendo un imbarco rapido, che può influire positivamente sul rispetto degli orari.

Aree multifunzionali generose e prive di barriere architettoniche offrono molto spazio per passeggeri, passeggeri, sedie a rotelle o biciclette. I passeggeri seduti possono aspettarsi una visuale libera dell'esterno. Inoltre, i tram saranno dotati di tecnologie di sicurezza all'avanguardia come il sistema di assistenza al rilevamento degli ostacoli (ODAS) per evitare le collisioni. L'ampio campo visivo del conducente e la sua postazione di lavoro spaziosa ed ergonomicamente ottimizzata con display touchscreen consentono una buona visione d'insieme e quindi garantiscono anche una maggiore sicurezza.

Il numero di tram FLEXITY a Berlino crescerà fino a un totale di 251. L'ultimo tram dell'attuale flotta di 231 dovrebbe essere consegnato nel 2021. Circa 1.000 tram Bombardier FLEXITY sono in esercizio in 42 città tedesche. Più di 5.000 tram e veicoli ferroviari leggeri di Bombardier vengono utilizzati o ordinati con successo di tutto il mondo (Comunicato Stampa Bombardier, 16 dicembre 2020).

### **Germany: 117 new FLEXITY trams to BVG in Berlin**

*Bombardier Transportation has received a new order for a framework agreement with the Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) for the delivery of up to 117 BOMBARDIER FLEXITY trams and their spare parts supply for*

*up to 32 years. The total amount of the framework contract is valued up to around 571 million euro (\$693 million US). At the same time, the BVG placed an initial firm order for 20 trams and their spare parts supply for up to 32 years. This call-off is valued at around 115 million euro (\$140 million US).*

*"I would like to thank our customer BVG, for the confidence they have placed in us, and for the opportunity they have given us, to open yet another chapter in our thirty-year partnership, with this new order. We look forward to continuing to supply BVG with modern FLEXITY trams. For the first time with BVG, Bombardier is taking over the complete supply of spare parts and materials over the entire service life of the vehicles. We offer a fixed price per kilometre which gives BVG security in their long-term planning and calculations," said M. MICHEL, Head of Bombardier Transportation Germany.*

*The new FLEXITY vehicles are a consistent and continuous development of the proven trams. Equipped with innovative bogies, they will move more quietly and more efficiently and are therefore an important step in achieving Berlin's climate protection goals," added D. WUNDERLICH, Head of Business Unit German Cities at Bombardier Transportation.*

*With this firm order, Berlin's FLEXITY tram family will grow by three five-car and 17 nine-car trams. The extra-long trams are 50 metres long, 10 metres longer than all other BVG trams. They also offer capacity and are equipped with an equal level floor above the bogies, as well as wider passageways. The reduced entry height also enables barrier-free access to the tram, allowing fast boarding, which can positively impact the adherence to the timetable.*

*Generous, barrier-free multifunctional areas offer plenty of space for passengers, strollers, wheelchairs or bicycles. Seated passengers can look forward to an unobstructed view of the outside. In addition, the trams will feature state-of-the art safety technology such as the world's first approved*

*Obstacle Detection Assistance System (ODAS) to avoid collisions. The driver's large vision field and his spacious and ergonomically optimized workstation with touchscreen displays enable a good overview and thereby also ensures increased safety.*

*The number of FLEXITY trams in Berlin will grow to a total of 251 trams. The last tram of the current fleet of 231 trams is expected to be delivered in 2021. Around 1,000 Bombardier FLEXITY trams are in operation in 42 German cities. More than 5,000 trams and light rail vehicles from Bombardier are successfully used or ordered by passengers around the world (Bombardier Press Release, December 16<sup>th</sup>, 2020).*

## **INDUSTRIA MANUFACTURES**

### **Germania: TRENITALIA assume il controllo esclusivo di Netinera Deutschland**

Trenitalia S.p.A., controllata al 100% da Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A., ha assunto il controllo esclusivo di Netinera Deutschland GmbH, società tedesca operativa nel trasporto pubblico e merci su ferro.

L'operazione è stata perfezionata mediante l'acquisizione del 49% del capitale sociale da Cube Transport Sarl, fondo di investimento di diritto lussemburghese specializzato in infrastrutture e servizi pubblici, per un valore pari a euro 117.835.200,00.

Lo scorso 25 novembre 2020 la Commissione Europea aveva fornito il nulla osta all'acquisizione ai sensi del Regolamento (CE) n. 139/2004 del Consiglio dell'Unione Europea (Comunicato Stampa Gruppo FSI, 3 dicembre 2020)

### **Germany: TRENITALIA gets exclusive control of Netinera Deutschland**

*Trenitalia S.p.A., 100% controlled by Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A., has taken exclusive control of Netinera Deutschland GmbH, a Ger-*



*man company operating in public transport and rail freight.*

*The transaction was completed through the acquisition of 49% of the share capital from Cube Transport Sarl, an investment fund under Luxembourg law specializing in public infrastructure and services, for a value of € 117,835,200.00.*

*On 25 November 2020, the European Commission had provided clearance for the acquisition pursuant to Regulation (EC) no. 139/2004 of the Council of the European Union (FSI Group Press Release, December 3<sup>rd</sup>, 2020).*

### **Internazionale: ancora in caduta libera il mercato auto europeo a novembre**

Secondo i dati diffusi da ACEA, nel complesso dei Paesi dell'Unione europea allargata all'EFTA e al Regno Unito (i dati per Malta non sono al momento disponibili, EU 27 + EFTA + Regno Unito; ricordiamo che dal 1 gennaio 2021 il Regno Unito non fa più parte dell'Unione Europea) a novembre le immatricolazioni di auto ammontano a 1.047.409 unità, con un calo del 13,5% rispetto a novembre 2019.

Nel periodo gennaio-novembre 2020, i volumi immatricolati raggiungono 10.746.293 unità, con una variazione negativa del 26,1% rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente. "Un'altra pesante contrazione caratterizza il mercato auto europeo nel penultimo mese di questo difficile 2020 – afferma P. SCUDIERI, Presidente di ANFIA – in cui i governi di molti Paesi hanno dovuto introdurre nuove misure di contenimento della seconda ondata della pandemia.

Nell'area UE-EFTA-UK, a novembre, tutti i mercati presentano il segno meno tranne sei (Norvegia, Irlanda, Cipro, Grecia, Romania e Danimarca). Performance negativa, quindi, per tutti e 5 i major market (incluso UK), che pesano per il 71% del totale immatricolato nel mese: il calo più marcato è quello del Regno Unito (-27,4%), seguito dalla Francia (-27%) e dalla Spagna

(-18,7%), mentre l'Italia chiude a -8,3% e la Germania contiene la flessione al 3%.

Nei primi undici mesi del 2020, tutti i mercati presentano una contrazione a doppia cifra tranne la Norvegia, in ribasso del 7,8%, e le immatricolazioni perse rispetto allo stesso periodo del 2019 arrivano quasi a 3,5 milioni di unità.

In questo momento, è più che mai importante concentrarsi su misure di sostegno e stimolo alla domanda, per evitare un ulteriore tracollo nei primi mesi del 2021 e per proseguire nel rinnovo del parco circolante, favorendo la sostituzione delle vetture più anziane con veicoli a basse emissioni, dotati di tecnologie di ultima generazione.

Va in questa direzione l'accordo sul pacchetto di misure destinate all'automotive raggiunto nella maggioranza di governo italiana, e sostenuto anche dalle opposizioni, di cui si è avuta notizia ieri e di cui ci aspettiamo il recepimento nella Legge di Bilancio 2021, dando ossigeno anche al ricambio del parco circolante dei veicoli commerciali leggeri, comparto strategico per la logistica urbana delle merci.

Contestualmente, occorre accelerare i tempi nella programmazione di spesa delle risorse europee del Recovery Plan spettanti all'Italia, di cui, nell'attuale bozza del Piano nazionale di ripresa e resilienza, 74,3 miliardi sarebbero destinati alla transizione ecologica, 48,7 alla digitalizzazione e 27,7 alle infrastrutture, anche per non maturare un ritardo decisamente penalizzante nella ripartenza rispetto agli altri maggiori Paesi UE".

In Italia, le immatricolazioni totalizzate a novembre si attestano a 138.405 unità (-8,3%). Nei primi undici mesi del 2020, le immatricolazioni complessive ammontano a 1.261.802, con un decremento del 29% rispetto ai volumi dello stesso periodo del 2019.

Secondo i dati ISTAT, a novembre l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra una diminuzione dello 0,1% su base mensile e dello 0,2% su

base annua (da -0,3% del mese precedente). L'inflazione negativa, per il settimo mese consecutivo, è determinata per lo più dalle flessioni dei prezzi dei Beni energetici (-8,6%, da -8,7% del mese precedente).

Analizzando il mercato per alimentazione, la quota di auto nuove diesel è del 28% nel mese e del 33% nel cumulato; i volumi calano del 29% a novembre e del 41% da inizio anno. La quota delle auto a benzina si attesta al 31% nel mese e al 38% nel cumulato, mentre i volumi scendono del 37% a novembre e del 38% negli undici mesi. Le immatricolazioni delle vetture ad alimentazione alternativa, invece, raddoppiano anche nel mese di novembre (+111%), raggiungendo una quota del 40%, mentre da inizio 2020 rappresentano il 28% del totale del mercato (13 punti percentuali in più dello stesso periodo del 2019), con una crescita del 29%. Le ibride ed elettriche aumentano, nello stesso periodo, del 108%, e questo incremento, in controtendenza rispetto alla pesante contrazione del mercato, contribuisce ad abbassare le emissioni medie di CO<sub>2</sub> delle nuove autovetture acquistate: 102,7 g/km a novembre e 109,3 g/km a gennaio-novembre 2020.

Nel canale dei privati, le immatricolazioni crescono del 13% nel mese, mentre da inizio anno la riduzione è del 20%; per le vendite a società la flessione è del 32% a novembre e del 40% nel progressivo 2020.

Le marche italiane hanno registrato, nell'area UE-EFTA-UK, 65.091 immatricolazioni nel mese di novembre (-4%), con una quota di mercato del 6,2% (5,6% a novembre 2019). Risulta in crescita nel mese il brand Jeep (+15,6%). Nei primi undici mesi del 2020, i volumi ammontano a 625.564 unità (-28,7%).

La Spagna totalizza 75.708 immatricolazioni nel mese di novembre 2020, il 18,7% in meno rispetto a novembre 2019. Pesanti cali a doppia cifra si registrano in tutti i canali di vendita ad eccezione delle vendite a società, che contengono maggiormente la flessione. Nei primi undici mesi del 2020, il mercato risulta in

ribasso del 35,3%, con 745.369 unità immatricolate.

Le tre associazioni che rappresentano i comparti della produzione, commercializzazione e distribuzione di autoveicoli in Spagna – ANFAC, FACONAUTO e GANVAM – hanno espresso congiuntamente grande preoccupazione per la situazione in cui si trova il mercato automobilistico nell'ultimo anno. L'uscita da questa crisi sarà resa ancora più difficile dal rincaro previsto per la tassa di immatricolazione a partire da gennaio 2021: la metà dei veicoli venduti nel 2021 vedrà infatti aumentare la propria tassazione al momento dell'acquisto per via dell'entrata in vigore della normativa relativa alla nuova procedura di omologazione europea dei veicoli WLTP. Questa norma, che di per sé non mira ad aumentare la tassazione, ma a riformare il metodo di misurazione delle emissioni, in Spagna, così come in Francia e in Portogallo, ma non in tutti i Paesi europei, implicherà un aumento (in Spagna del 5%) della citata imposta, con un conseguente impatto negativo sulla catena del valore del settore automotive, ma anche sull'occupazione e sull'economia dell'intero Paese, di cui il comparto rappresenta, rispettivamente, il 9% della forza lavoro e l'11% del PIL. Le tre associazioni chiedono, quindi, che si intervenga sul previsto incremento della tassa prima del 1 gennaio 2021, in modo che la filiera produttiva e l'intero settore automotive possano riattivarsi e tornare ad essere il motore dell'economia spagnola.

Secondo i canali di vendita, il mercato di novembre risulta così ripartito: 38.719 vendite ai privati (-24% e una quota del 51%), 32.797 vendite alle società (-8% e una quota del 43%) e 4.192 vendite per noleggio (-35% e una quota del 6%); nel periodo gennaio-novembre è ripartito in 375.495 vendite ai privati (il 50% del totale, in calo del 30%), 281.166 vendite a società (38% del totale, -29%) e 88.708 vendite per noleggio (12% del totale, -60%).

Per quanto riguarda le alimentazioni, a novembre calano le immatri-

colazioni di auto diesel (-20%) e benzina (-37%). Le misure del piano MOVES sostengono, invece, l'aumento delle vendite di autovetture ad alimentazione alternativa, che crescono del 49% nel mese (quota di mercato 29%). Nel cumulato del 2020, risultano in calo le immatricolazioni di auto diesel, a benzina e a gas, mentre aumentano quelle di auto ibride ed elettriche. Le emissioni medie di CO<sub>2</sub> delle nuove autovetture si attestano a 107,5 g/km a novembre e a 111,1 g/km da inizio anno.

In Francia, a novembre, si registrano 126.047 nuove immatricolazioni, con un decremento del 27% rispetto a novembre 2019. Il cumulato dei primi undici mesi del 2020 è di 1.463.795 unità, il 26,9% in meno rispetto al periodo gennaio-novembre 2019.

Il mercato dell'usato, secondo le stime di CCFA, registra 444.820 unità a novembre, il 4% in meno rispetto allo stesso mese del 2019. Nel periodo gennaio-novembre 2020, i volumi complessivi si attestano a 5.084.887 unità, con una flessione del 4,2% rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente.

Ancora segno fortemente negativo per le auto a benzina, -45,5% nel mese e -40% nei primi undici mesi del 2020. In calo anche le autovetture diesel, -35% a novembre e -33% nel cumulato. Le autovetture ad alimentazione alternativa, invece, sono in forte crescita e nel mese di novembre aumentano del 112%, con le elettriche triplicate rispetto a novembre 2019 e le ibride plug-in quasi quadruplicate (nei primi undici mesi le variazioni sono state rispettivamente +137,5% e +266%). Le ibride tradizionali crescono del 55,5% nel mese e del 51% nel cumulato.

Nel mercato tedesco sono state immatricolate a novembre 290.150 unità (-3%). Nei primi undici mesi dell'anno, il mercato totalizza 2.606.284 immatricolazioni, in ribasso del 21,6%. Nel mese, le vendite ai privati confermano il trend positivo, aumentando del 23% e rappresentano il 39% del mercato, mentre le immatricolazioni alle società scendono

del 15% e si fermano al 61% del mercato. Con 28.965 nuove immatricolazioni (6 volte in più rispetto a novembre dello scorso anno), le auto elettriche salgono ad una quota di mercato del 10%. Con riferimento alle auto ibride, sono state immatricolate complessivamente 71.904 vetture, in aumento del 177%, con il 25% di quota, di cui 30.621 plug-in, a +383% (11% di quota). Nonostante il calo di immatricolazioni, le auto a combustione interna costituiscono ancora la maggior parte del mercato. Il 40% delle nuove auto è a benzina (117.111 vetture, -32% nel mese) e il 24% è diesel (70.624 vetture, -25%). Le vetture a gas rappresentano lo 0,5% del mercato: 993 veicoli nuovi Gpl (0,3%) e 566 a metano (0,2%).

La media delle emissioni di CO<sub>2</sub> delle nuove autovetture immatricolate a novembre 2020 è pari a 126,2 g/km.

Il mercato inglese, infine, a novembre totalizza 113.781 autovetture (-27,4%). Nel cumulato gennaio-novembre 2020 i volumi complessivi raggiungono 1.498.382 unità, con un decremento del 30,7% rispetto allo stesso periodo del 2019, una perdita di oltre 660.000 unità in 11 mesi: per rispettare le previsioni di chiusura del 2020 formulate a inizio anno sarebbe necessario immatricolare 31.000 nuove auto per ogni giorno lavorativo del mese di dicembre.

L'associazione inglese dell'automotive SMMT rileva che, in un mese in cui i concessionari hanno dovuto chiudere a causa delle misure restrittive del nuovo lockdown, i volumi di immatricolazioni si sono riportati ai livelli della recessione del 2008. In ogni caso, il rallentamento del mercato è stato inferiore rispetto a quello del periodo di lockdown della scorsa primavera, avendo i produttori e i concessionari potuto prepararsi meglio ad evadere gli ordini tramite consegna a domicilio o servizio click and collect. Anche i consumatori si sono mostrati maggiormente pronti ad adeguarsi a soluzioni commerciali compatibili con le restrizioni in vigore. Tuttavia, con una perdita di entrate pari a 1,3 miliardi di sterline

per via delle mancate vendite di nuove auto nel solo mese di novembre, l'importanza delle transazioni negli showroom per l'economia del Regno Unito risulta evidente ed SMMT ritiene indispensabile assicurarsi che rimangano aperti anche di fronte a future restrizioni anti-Covid. Fortunatamente, con il vaccino ora approvato nel Paese, la fiducia delle imprese e dei consumatori, componente fondamentale per la buona salute del settore, non possono che migliorare, infondendo nell'industria maggiore ottimismo per la chiusura d'anno.

La quota di mercato dei privati, nel mese, si attesta al 39%, con volumi in calo del 32%, mentre le vetture destinate a società si riducono del 22% e rappresentano il 59,5% del mercato.

Secondo il tipo di alimentazione, le auto diesel calano del 56% a novembre e del 55% nel cumulato, con una quota ridotta al 14% nel mese e al 16% nei primi undici mesi del 2020. Le vendite di auto a benzina si riducono del 42% nel mese, con il 49% di quota, e perdono il 39% nel cumulato, con il 56% di quota. Le alimentazioni alternative valgono il 37% del mercato di novembre e il 27% del mercato dei primi undici mesi. Nel dettaglio, le auto BEV rappresentano il 9% del mercato – la terza quota di penetrazione mensile più alta di sempre – e crescono del 122% nel solo mese di novembre, mentre nel cumulato la quota è del 6% con un aumento dei volumi del 162%. In crescita anche le vetture ibride ricaricabili, +77%, le mild-hybrid diesel, +8%, le mild-hybrid a benzina, +233% e le fullhybrid, +0,3%. Da inizio anno le vendite di vetture ibride sono così suddivise: le ibride plug-in registrano una crescita dell'89% e conquistano il 4% del mercato, mentre le vendite di auto full-hybrid guadagnano il 10% con una quota del 7%, le vendite di auto mild-hybrid diesel aumentano dell'84% e valgono il 4% del mercato e le vendite di auto mild-hybrid a benzina aumentano del 178% e valgono il 7% del mercato dei primi undici mesi (Comunicato Stampa ANFIA, 17 dicembre 2020).

**International: the European car market still in free fall in November**

*According to data released by ACEA, in all the countries of the European Union enlarged to EFTA and the United Kingdom (data for Malta are not available at the moment, EU 27 + EFTA + United Kingdom; we remind you that from 1 February 2020 the United Kingdom is no longer part of the European Union) in November, car registrations amounted to 1,047,409 units, a decrease of 13.5% compared to November 2019.*

*In the period January-November 2020, the volumes registered reached 10,746,293 units, with a negative change of 26.1% compared to the same period of the previous year. "Another heavy contraction characterizes the European auto market in the penultimate month of this difficult 2020 – says P. SCUDIERI, President of ANFIA – in which the governments of many countries have had to introduce new containment measures for the second wave of the pandemic.*

*In the EU-EFTA-UK area, in November, all markets showed a minus sign except six (Norway, Ireland, Cyprus, Greece, Romania and Denmark). Negative performance, therefore, for all 5 major markets (including UK), which account for 71% of the total registered in the month: the most marked decline is that of the United Kingdom (-27.4%), followed by France (-27%) and Spain (-18.7%), while Italy closed at -8.3% and Germany contained the decline to 3%.*

*In the first eleven months of 2020, all markets show a double-digit contraction except Norway, down by 7.8%, and registrations lost compared to the same period in 2019 reach almost 3.5 million units.*

*At this time, it is more important than ever to focus on measures to support and stimulate demand, to avoid a further collapse in the first months of 2021 and to continue with the renewal of the fleet, favoring the replacement of older cars with low-emission vehicles., equipped with the latest generation technologies.*

*The agreement on the package of measures for the automotive industry reached in the majority of the Italian government goes in this direction, and also supported by the opposition, which was heard yesterday and which we expect to be transposed into the 2021 Budget Law, giving oxygen also to the replacement of the light commercial vehicle fleet, a strategic sector for urban freight logistics.*

*At the same time, it is necessary to accelerate the timing of spending the European resources of the Recovery Plan due to Italy, of which, in the current draft of the National Recovery and Resilience Plan, 74.3 billion would be allocated to the ecological transition, 48.7 to digitization and 27.7 to infrastructures, also in order not to accrue a decidedly penalizing delay in restarting compared to the other major EU countries."*

*In Italy, registrations totaled in November amounted to 138,405 units (-8.3%). In the first eleven months of 2020, total registrations amounted to 1,261,802, with a decrease of 29% compared to the volumes of the same period of 2019.*

*According to ISTAT data, in November the national consumer price index recorded a decrease of 0.1% on a monthly basis and 0.2% on an annual basis (from -0.3% in the previous month). Negative inflation, for the seventh consecutive month, is mostly determined by the fall in the prices of energy goods (-8.6%, from -8.7% the previous month).*

*Analyzing the market by fuel, the share of new diesel cars is 28% in the month and 33% in the cumulative; volumes fell by 29% in November and 41% from the beginning of the year. The share of gasoline cars stood at 31% in the month and 38% in the cumulative, while volumes fell by 37% in November and 38% in the eleven months. Registrations of alternative fuel vehicles, on the other hand, also double in November (+111%), reaching a share of 40%, while from the beginning of 2020 they represent 28% of the total market (13 percentage points more than the same period of 2019), with a growth of 29%. Hybrids and*



electric cars increased by 108% in the same period, and this increase, in contrast to the heavy contraction of the market, contributes to lowering the average CO<sub>2</sub> emissions of the new cars purchased: 102.7 g/km in November and 109, 3 g/km in January-November 2020.

In the private sector, registrations grew by 13% in the month, while from the beginning of the year the reduction was 20%; for sales to companies, the decline was 32% in November and 40% in progressive 2020.

Italian brands recorded, in the EU-EFTA-UK area, 65,091 registrations in November (-4%), with a market share of 6.2% (5.6% in November 2019). The Jeep brand grew in the month (+15.6%). In the first eleven months of 2020, volumes amounted to 625,564 units (-28.7%).

Spain totaled 75,708 registrations in November 2020, 18.7% less than in November 2019. Heavy double-digit drops are recorded in all sales channels except for sales to companies, which contain the most of the decline. In the first eleven months of 2020, the market is down by 35.3%, with 745,369 units registered.

The three associations representing the production, marketing and distribution of motor vehicles in Spain – ANFAC, FACONAUTO and GANVAM – have jointly expressed great concern about the situation in the automotive market in the last year. The exit from this crisis will be made even more difficult by the increase expected for the registration tax starting from January 2021: half of the vehicles sold in 2021 will in fact see their taxation increase at the time of purchase due to the entry into force of the legislation relating to the new European homologation procedure for WLTP vehicles. This rule, which in itself does not aim to increase taxation, but to reform the method of measuring emissions, in Spain, as well as in France and Portugal, but not in all European countries, will imply an increase (in Spain of the 5%) of the aforementioned tax, with a consequent negative impact on the value chain of the automotive sector, but also on employment and the econ-

omy of the entire country, of which the sector represents, respectively, 9% of the workforce and 11% of GDP. The three associations are therefore asking for action to be taken on the expected increase in the tax before January 1, 2021, so that the production chain and the entire automotive sector can reactivate and become the engine of the Spanish economy again.

According to the sales channels, the November market is divided as follows: 38,719 sales to individuals (-24% and a share of 51%), 32,797 sales to companies (-8% and a share of 43%) and 4,192 sales per rental (-35% and a share of 6%); in the period January-November it is divided into 375,495 sales to individuals (50% of the total, down 30%), 281,166 sales to companies (38% of the total, -29%) and 88,708 sales per rental (12% of the total, -60%).

As for fuel, diesel (-20%) and petrol (-37%) car registrations fell in November. The measures of the MOVES plan, on the other hand, support the increase in sales of alternative fuel cars, which grew by 49% in the month (market share 29%). In the cumulative of 2020, registrations of diesel, petrol and gas cars decreased, while those of hybrid and electric cars increased. The average CO<sub>2</sub> emissions of new cars amounted to 107.5 g/km in November and 111.1 g/km from the beginning of the year.

In France, in November, 126,047 new registrations were registered, with a decrease of 27% compared to November 2019. The cumulative of the first eleven months of 2020 is 1,463,795 units, 26.9% less than in the January-November 2019.

The second-hand market, according to CCFA estimates, recorded 444,820 units in November, 4% less than in the same month of 2019. In the period January-November 2020, the total volumes stood at 5,084,887 units, with a decrease of 4.2% compared to the same period of the previous year.

Still a strongly negative sign for petrol cars, -45.5% in the month and -40% in the first eleven months of

2020. Diesel cars also fell, -35% in November and -33% in the cumulative. Alternatively powered cars, on the other hand, are growing strongly and in November they increased by 112%, with electric threefold compared to November 2019 and plug-in hybrids almost quadrupled (in the first eleven months the changes were +137 respectively, 5% and +266%). Traditional hybrids grow by 55.5% in the month and 51% in the cumulative.

In the German market 290,150 units were registered in November (-3%). In the first eleven months of the year, the market totaled 2,606,284 registrations, down by 21.6%. During the month, sales to individuals confirmed the positive trend, increasing by 23% and representing 39% of the market, while registrations to companies fell by 15% and stopped at 61% of the market. With 28,965 new registrations (6 times more than in November last year), electric cars climb to a market share of 10%. With reference to hybrid cars, a total of 71,904 cars were registered, up by 177%, with a 25% share, of which 30,621 plug-ins, up 383% (11% share). Despite the decline in registrations, internal combustion cars still make up the majority of the market. 40% of new cars are petrol (117,111 cars, -32% in the month) and 24% are diesel (70,624 cars, -25%). Gas-powered cars represent 0.5% of the market: 993 new LPG vehicles (0.3%) and 566 natural gas vehicles (0.2%).

The average CO<sub>2</sub> emissions of new cars registered in November 2020 amounted to 126.2 g/km.

Finally, the English market in November totaled 113,781 cars (-27.4%). In the cumulative January-November 2020, the total volumes reached 1,498,382 units, with a decrease of 30.7% compared to the same period of 2019, a loss of over 660,000 units in 11 months: to comply with the 2020 closing forecasts formulated at the beginning of the year, 31,000 new cars would have to be registered for each working day in December.

The British automotive association SMMT notes that, in a month in which dealers had to close due to the

restrictive measures of the new lockdown, the volumes of registrations have returned to the levels of the 2008 recession. In any case, the slowdown of the market was lower than in the lockdown period last spring, as manufacturers and dealers were better prepared to fulfill orders via home delivery or click and collect service. Consumers have also shown themselves more ready to adapt to commercial solutions compatible with the restrictions in force. However, with a £ 1.3 billion loss in revenue from lost new car sales in November alone, the importance of showroom transactions to the UK economy is clear and SMMT believes it is imperative to secure that remain open even in the face of future anti-Covid restrictions. Fortunately, with the vaccine now approved in the country, the confidence of businesses and consumers, a fundamental component for the good health of the sector, can only improve, infusing the industry with greater optimism for the end of the year.

The market share of private individuals, in the month, stood at 39%, with volumes down by 32%, while cars destined for companies fell by 22% and represented 59.5% of the market.

According to the type of fuel, diesel cars fell by 56% in November and 55% in the cumulative, with a share reduced to 14% in the month and to 16% in the first eleven months of 2020. Sales of petrol cars are reduced 42% in the month, with 49% share, and lose 39% in the cumulative, with 56% share. Alternative power supplies are worth 37% of the November market and 27% of the market in the first eleven months. In detail, BEV cars represent 9% of the market – the third highest monthly penetration share ever – and grow by 122% in November alone, while in the cumulative the share is 6% with an increase in volumes of 162%. Rechargeable hybrid cars also grew, +77%, diesel mild-hybrids, +8%, petrol mild-hybrids, +233% and full-hybrids, +0.3%. Since the beginning of the year, sales of hybrid cars have been divided as follows: plug-in hybrids recorded an 89% growth and conquered 4% of the mar-

ket, while sales of full-hybrid cars gained 10% with a 7% share, sales of diesel mild-hybrid cars increase by 84% and are worth 4% of the market and sales of gasoline mild-hybrid cars increase by 178% and are worth 7% of the market in the first eleven months (ANFIA Press Release, December 17<sup>th</sup>, 2020).

### VARIE OTHERS

#### **Internazionale: Alstom Italia si aggiudica la medaglia d'oro al Premio Innovazione 2020**

“I Nove You” è un concorso annuale di Alstom ideato per promuovere il talento creativo di tutti i team e i singoli dipendenti di Alstom. Nella giornata di ieri, in via del tutto eccezionale online, si è svolta la cerimonia di premiazione dei 20 progetti finalisti. La cerimonia ha visto la partecipazione di tutti i dipendenti Alstom del mondo, oltre ai team coinvolti e al presidente e CEO di Alstom. Quest'anno, il programma ha raggiunto un successo strepitoso, con oltre 850 progetti presentati in tutto il mondo, che hanno coinvolto più di 2.000 persone.

Alstom Italia è stata premiata con la medaglia d'oro nella categoria “Processi Innovativi” e con la medaglia d'argento nella categoria “Small but Smart”. In totale, due progetti italiani sono saliti sul podio e altri due team hanno contribuito ad altrettanti progetti pluripremiati a livello internazionale: soluzioni innovative per il segnalamento di terra e di bordo e la manutenzione di impianti e materiale rotabile all'avanguardia.

“L'edizione 2020 di I Nove You ha riscosso anche quest'anno un grande successo, registrando oltre 30 progetti presentati da team italiani. È un concorso aperto a tutti i dipendenti di tutte le linee di business e siti di Alstom e premia la creatività a 360 gradi, dall'innovazione di prodotto ai sistemi, dai processi allo sviluppo sostenibile e all'open innovation. Con questo approccio il Gruppo conferma l'importanza dell'innovazione al

centro della strategia di Alstom per costruire la mobilità del futuro” – ha affermato V. VEZZINI, Change & Continuous Improvement Director Alstom Italia e Svizzera.

Aperto ai dipendenti di tutte le linee di business e di tutti i siti, il concorso premia la creatività in ogni sua forma ed espressione, spaziando dai prodotti ai sistemi, ai processi, allo sviluppo sostenibile e persino all'open innovation e all'innovation to market. Con questo approccio il Gruppo conferma l'importanza dell'innovazione, al centro del piano strategico “Alstom In Motion”, per costruire e reinventare la mobilità di domani.

“L'innovazione è essenziale nella nostra strategia. Mi congratulo con tutti coloro che hanno partecipato al programma di quest'anno, con i vincitori, naturalmente, per le loro straordinarie idee, ma anche con tutte le persone e i team che hanno presentato un progetto. Insieme rappresentano la forza innovativa di Alstom”, ha affermato J.F. BEAUDOIN, Vicepresidente senior di Alstom Digital Mobility.

A titolo di esempio, uno dei progetti innovativi finalisti di quest'anno nella categoria “Innovative Processes” si chiama “Robotized Standard Unit for Watertightness Tests of Traction Equipment”. In sostanza, si tratta di un sistema robotizzato che consente di effettuare prove di impermeabilità all'acqua estremamente affidabili e coerenti, con un notevole risparmio sui costi e una riduzione dei tempi di prova di due terzi rispetto ai metodi manuali.

Nel corso degli anni, ‘I Nove You’ ha dato vita a numerose soluzioni innovative, migliorando l'esperienza e il servizio clienti di Alstom. Tra le innovazioni dell'ultimo decennio, citiamo il Coradia iLint, il primo treno al mondo a idrogeno, StationOne, la piattaforma online per i pezzi di ricambio, e ancora HealthHub, la suite di manutenzione digitale di Alstom o Hesop, un sistema di frenata rigenerativa che può reintegrare fino al 99% di energia nella rete (Comunicato Stampa Alstom, 17 dicembre 2020).

**International: Alstom Italia wins the gold medal at the 2020 Innovation Award**

*“The Nine You” is an annual Alstom competition designed to promote the creative talent of all Alstom teams and individual employees. Yesterday, in an exceptional way online, the award ceremony for the 20 finalist projects was held. The ceremony was attended by all Alstom employees around the world, as well as the teams involved and Alstom’s president and CEO. This year, the program has achieved tremendous success, with over 850 projects presented worldwide, which involved more than 2,000 people.*

*Alstom Italia was awarded with the gold medal in the “Innovative Processes” category and with the silver medal in the “Small but Smart” category. In total, two Italian projects took the podium and two other teams contributed to as many internationally awarded projects: innovative solutions for ground and on-board signaling and maintenance of cutting-edge systems and rolling stock.*

*“The 2020 edition of I Nove You was also a great success this year, recording over 30 projects presented by Italian teams. It is a competition open to all employees of all Alstom business lines and sites and rewards creativity at 360 degrees, from product innovation to systems, from processes to sustainable development and open innovation. With this approach, the Group confirms the importance of innovation at the heart of Alstom’s strategy to build the mobility of the future”- stated V. VEZZINI, Change & Continuous Improvement Director of Alstom Italy and Switzerland.*

*Open to employees of all business lines and sites, the competition rewards creativity in all its forms and expressions, ranging from products to systems, processes, sustainable development and even open innovation and innovation to market. With this approach, the Group confirms the importance of innovation, at the heart of the “Alstom In Motion” strategic plan, to build and reinvent the mobility of tomorrow.*

*“Innovation is essential in our strategy. I congratulate everyone who participated in this year’s program, the winners, of course, for their amazing ideas, but also all the people and teams who have submitted a project. Together they represent Alstom’s innovative strength,” said J.F. BEAUDOIN, Senior Vice President of Alstom Digital Mobility.*

*As an example, one of this year’s finalist innovative projects in the “Innovative Processes” category is called “Robotized Standard Unit for Watertightness Tests of Traction Equipment”. In essence, it is a robotic system that allows you to perform extremely reliable and consistent waterproofing tests, with significant cost savings and a two-thirds reduction in test times compared to manual methods.*

*Over the years, ‘The Nine You’ has spawned numerous innovative solutions, enhancing Alstom’s experience and customer service. Among the innovations of the last decade, we mention the Coradia iLint, the world’s first hydrogen train, StationOne, the online platform for spare parts, and Health-Hub, the digital maintenance suite from Alstom or Hesop, a braking system regenerative that can reintegrate up to 99% of energy into the grid (Alstom Press Release, December 17<sup>th</sup>, 2020).*

**India: FSI speaker alla 26<sup>a</sup> edizione del CII Partnership Summit**

La Confederation of Indian Industry (CII), in collaborazione con il Ministero del Commercio e dell’Industria indiano, ha organizzato la 26<sup>a</sup> edizione del Partnership Summit, l’evento annuale di punta del CII svolto in modalità digitale dal 15 al 18 dicembre 2020.

L’evento è stato presieduto da Piyush Goyal, Ministro delle Ferrovie e del Commercio e Industria e da Uday Kotak, Presidente della Confederazione delle Industrie indiane (CII).

Fondata nel 1895, l’Associazione CII si è evoluta poi come organizzazione strettamente allineata con le strategie di sviluppo economico-in-

dustriale definite dal Governo indiano. Con oltre 9.000 associati provenienti da tutto il Paese (multinazionali, grandi, piccole e medie imprese, e il settore pubblico), il CII può contare circa 300.000 aziende operative in ogni settore produttivo.

Il Partnership Summit 2020, il cui tema cardine è stato Partnerships for lives, livelihood and growth, mirava a cogliere le opinioni e le previsioni di autorevoli personalità sugli attesi sviluppi geopolitici e strategici, sull’andamento del commercio internazionale e dell’economia, sull’evoluzione delle tecnologie, sugli aspetti socio-culturali e di sostenibilità.

Ferrovie dello Stato Italiane ha preso parte, come speaker, al panel del 17 dicembre dedicato alla sostenibilità (Session on Sustainability and new business models), definita come uno degli obiettivi prioritari del Governo indiano.

In particolare, dopo avere esposto una breve analisi comparativa relativa all’ecosostenibilità delle diverse modalità di trasporto sia in ambito passeggeri che merci, i referenti di FS hanno offerto un esempio pratico confrontando l’assorbimento energetico e l’inquinamento nel trasporto merci tra la capitale New Delhi e Mumbai (circa 1.400 km).

È stato dunque sottolineato l’impegno concreto di FS Italiane per la sostenibilità, che rappresenta uno degli elementi chiave della strategia di sviluppo del Gruppo. È stato portato come esempio il Frecciarossa1000, caratterizzato dall’Environmental Impact Certification EPD (Environmental Product Declaration), che indica le prestazioni ambientali nell’intero ciclo di vita (Life Cycle Assessment) seguendo gli standard della serie ISO 14040 (ISO 14.025), e dalla riciclabilità prossima al 100% dei materiali utilizzati per la costruzione. Grazie a queste sue caratteristiche, è stato possibile finanziare nel l’acquisto dei FrecciaRossa1000 attraverso l’emissione di Green Bond.

Infine, è stato ricordato l’impegno e il contributo del Gruppo allo



sviluppo infrastrutturale e, in generale, trasportistico del subcontinente indiano.

L'intervento ha generato notevole interesse e un discreto numero di domande di approfondimento sui temi trattati (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 21 dicembre 2020)

### **India: FSI speaker at the 26<sup>th</sup> edition of the CII Partnership Summit**

*The Confederation of Indian Industry (CII), in collaboration with the Indian Ministry of Commerce and Industry, organized the 26<sup>th</sup> edition of the Partnership Summit, the flagship annual event of the CII held digitally from 15 to 18 December 2020.*

*The event was chaired by Piyush Goyal, Minister of Railways and Trade and Industry and Uday Kotak, President of the Confederation of Indian Industries (CII).*

*Founded in 1895, the CII Association then evolved as an organization closely aligned with the economic-industrial development strategies defined by the Indian government. With over 9,000 associates from all over the*

*country (multinationals, large, small and medium-sized enterprises, and the public sector), the CII can count about 300,000 companies operating in every production sector.*

*The Partnership Summit 2020, whose pivotal theme was Partnerships for lives, livelihood and growth, aimed to capture the opinions and forecasts of authoritative personalities on the expected geopolitical and strategic developments, on the trend of international trade and the economy, on the evolution of technologies, on socio-cultural and sustainability aspects.*

*Ferrovie dello Stato Italiane took part, as speaker, in the panel on December 17 dedicated to sustainability (Session on Sustainability and new business models), defined as one of the priority objectives of the Indian government.*

*In particular, after having presented a brief comparative analysis relating to the eco-sustainability of the various modes of transport both in the passenger and freight sectors, the FS representatives offered a practical example by comparing the energy absorption and pollution in freight transport between the capital New*

*Delhi and Mumbai (approximately 1,400 km).*

*FS Italiane's concrete commitment to sustainability was therefore underlined, which represents one of the key elements of the Group's development strategy. The Frecciarossa1000 was given as an example, characterized by the Environmental Impact Certification - EPD (Environmental Product Declaration), which indicates environmental performance throughout the entire life cycle (Life Cycle Assessment) following the standards of the ISO 14040 (ISO 14.025) series and the recyclability close to 100% of the materials used for construction. Thanks to these characteristics, it was possible to finance the purchase of the FrecciaRossa1000 through the issue of Green Bonds.*

*Finally, the commitment and contribution of the Group to the infrastructural and, in general, transport development of the Indian subcontinent was recalled.*

*The speech generated considerable interest and a fair number of in-depth questions on the topics covered (Press Release FSI Group, December 21<sup>st</sup>, 2020).*

## NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

Giuseppe ACQUARO

### LA SICUREZZA FERROVIARIA

#### Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee

Il progetto politico comunitario di riassetto del comparto ferroviario europeo si basa sul principio della libera circolazione di persone, beni e servizi.

Scopo del progetto è rendere il “sistema di trasporto ferroviario”, sia delle merci sia delle persone, strategico fra tutti gli strumenti a disposizione per raggiungere obiettivi di sostenibilità sociale.

In particolare, l’obiettivo primario posto dall’Unione, è dar vita a uno spazio unico europeo privo di ostacoli residui tra i sistemi nazionali, facilitando in tal modo sia il processo di integrazione che l’emergere di nuovi operatori multinazionali e multimodali.

Tutto ciò deve però avvenire all’interno di un quadro normativo di tutela della pubblica sicurezza nei trasporti mediante la definizione di un sistema di regole che garantiscono trasporti sicuri ispirati a criteri universalmente riconosciuti di buona gestione.

I recenti cambiamenti introdotti nella normativa europea e nazionale in tema di sicurezza dei sistemi ferroviari. In particolare i recenti decreti legislativi 50 e 57 di giugno 2019, hanno recepito il pilastro tecnico del cosiddetto pilastro tecnico del IV pacchetto ferroviario europeo nonché il nuovo regolamento europeo (n. 762/2016) sui requisiti dei sistemi di gestione della sicurezza.

Con questi nuovi provvedimenti il legislatore ha voluto rimarcare l’importanza, nella gestione dei servizi ferroviari, di un approccio di tipo rischio-centrico. Ciò in quanto, nel trasporto ferroviario gli incidenti possono dare origine a conseguenze catastrofiche e questi sono prevalentemente legati a fattori umani: l’uomo, infatti, nonostante gli enormi progressi raggiunti dalla tecnologia a favore della sicurezza, rimane ancora un elemento nella gestione della sicurezza.

Per garantire elevati standard di sicurezza, i sistemi ferroviari devono quindi essere gestiti con approcci e metodi che consentano di ottenere il giusto equilibrio fra l’offerta di un servizio di mobilità (delle persone e delle merci) efficiente ed economico oltretutto interoperabile nell’Unione e i vincoli - e i costi - della sicurezza: in altre parole, è necessario che nelle aziende sia radicata la cosiddetta “giusta cultura”.

A tale scopo, già da tempo sia il legislatore (nazionale ed europeo) che gli organismi di normazione tecnica, si sono preoccupati di regolamentare minuziosamente tutti gli aspetti gestionali che possono avere un impatto sulla sicurezza. Tuttavia, l’enorme sforzo profuso nella definizione di norme a garanzia della incolumità della popolazione ha generato un quadro normativo che, allo stato attuale, si presenta copioso e, molto frammentato.

Questo volume si propone di fornire al lettore un quadro organico ed omogeneo degli approcci e dei modelli gestionali che devono essere adottati nel rispetto dei principi e dei criteri definiti nelle norme tecniche e nella vigente legislazione in tema di sicurezza ferroviaria, ivi compreso, appunto, il recente pilastro tecnico del quarto pacchetto ferroviario e le principali norme attuative ad esso correlate: un significativo numero di figure tabelle aiutano ad acquisire una visione d’insieme di molti aspetti altrimenti descritti in modo frammentato nella normativa.

Il libro è suddiviso in tre parti. Nella parte prima è descritto il contesto normativo di riferimento europeo e nazionale, il quale viene descritto all’interno della cornice costituita dal processo di liberalizzazione del trasporto ferroviario.



Nella parte seconda è affrontata la tematica legata alla implementazione dei sistemi di gestione della sicurezza e, più in generale, alla gestione della sicurezza integrata. Infatti, ormai è universalmente riconosciuta - e questo è anche l’orientamento del legislatore - la necessità di gestire gli aspetti di sicurezza dell’esercizio, di sicurezza dei lavoratori e degli addetti nonché di tutela dell’ambiente con un approccio di tipo integrato, vista la loro mutua interferenza.

In questa parte, quindi, particolare attenzione è posta al tema del controllo e della gestione dei rischi, alla gestione degli asset in logica rischio-centrica e alla realizzazione dell’interoperabilità, vista non già solo come strumento per abbattere le barriere nazionali, ma anche come definizione di standard di sicurezza tecnici e operativi minimi da realizzare.

Infine, nella parte è affrontato il grande tema della valutazione e del miglioramento delle prestazioni di sicurezza. In questa parte, una particolare attenzione è stata dedicata alla tematica della cultura della sicurezza e dell’importanza dei ritorni di esperienza, quale strumento fondamentale per tenere sotto controllo e ridurre la probabilità di accadimento degli errori umani.

Formato cm 24x17, 331 pagine in b/n,

Prezzo di copertina € 25,00.

E’ acquistabile presso il CIFI con modalità e sconti come riportato nelle pagine “Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI” sempre presente in questa rivista.

## 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

- 1.3.4. P.E. DEBARBIERI - F. VALDAMBRINI - E. ANTONELLI - “A.C.E.I. telecomandati per linee a semplice binario” (Quaderno 12) ..... esaurito
- 1.3.5 V. FINZI – G. CERULLO - B. COSTA - E. ANTONELLI - N. FORMICOLA - “A.C.E.I. nuova serie” (Quaderno 13) ..... esaurito
- 1.3.10 V. FINZI – “Impianti di sicurezza: Apparecchiature” (Vol. 4° - parte I) ..... esaurito
- 1.3.16 A. FUMI – “La gestione degli Impianti Elettrici Ferroviari” ..... € 35,00
- 1.3.17 U. ZEPPA – “Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione” ..... € 30,00
- 1.3.18 V. VALFRÈ – “Il segnalamento di manovra nella impiantistica FS” ..... esaurito

### 2 – TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

- 2.1 G. VICUNA – “Organizzazione e tecnica ferroviaria” (in attesa di nuova edizione) ..... € 50,00
- 2.2 L. MAYER – “Impianti ferroviari – Tecnica ed Esercizio” (Nuova edizione a cura di P.L. GUIDA-E. MILIZIA) ..... € 50,00
- 2.3 P. DE PALATIS – “Regolamenti e sicurezza della circolazione ferroviaria” ..... € 25,00
- 2.5 G. BONO-C. FOCACCI-S. LANNI – “La Sovrastruttura Ferroviaria” (in attesa di nuova edizione) ..... esaurito
- 2.6 G. Bonora-L. FOCACCI – “Funzionalità e Progettazione degli Impianti Ferroviari” ..... esaurito
- 2.7. L. Franceschini - A. Garofalo - R. Marini - V. Rizzo – “Elementi generali dell’esercizio ferroviario” 2° Edizione ..... € 40,00
- 2.8 P.L. GUIDA-E. MILIZIA – “Dizionario Ferroviario – Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza” ..... € 35,00

- 2.9 P. DE PALATIS – “L’avvenire della sicurezza – Esperienze e prospettive” ..... € 20,00
- 2.10 AUTORI VARI – “Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management” ..... € 25,00
- 2.12 R. PANAGIN – “Costruzione del veicolo ferroviario” ..... € 40,00
- 2.13 F. 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

### 3 – TESTI DI CARATTERE STORICO

- 3.1. G. PAVONE – “Riccardo Bianchi: una vita per le Ferrovie Italiane” ..... € 15,00
- 3.2. E. PRINCIPE – “Le carrozze italiane” ..... € 50,00
- 3.3. G. PALAZZOLO (in Cd-Rom) – “Cento Anni per la Sicilia” ..... € 6,00
- 3.5. AUTORI VARI – La Museografia Ferroviaria e il museo di Pietrarsa ..... € 12,00
- 3.6 Ristampa a cura del CIFI del Volume “La Stazione Centrale di Milano ed. 1931” ..... esaurito
- 3.7 M. Gerlini – P. Mori – R. Paiella – “Architettura e progetti delle Stazioni Italiane dall’Ottocento all’Alta Velocità” ..... esaurito

### 4 – ATTI CONVEGNI

- 4.4. ROMA – “Next Station”, bilingue italo inglese (3-4 febbraio 2005) ..... € 40,00
- 4.8. ROMA – “Stazioni ferroviarie italiane - qualità, funzionalità, architettura” (4 luglio 2007) ..... esaurito
- 4.9. BARI – DVD “Stato dell’arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese” (6 giugno 2008) ..... € 15,00
- 4.10. BARI – 2 DVD Convegno “Il sistema integrato dei trasporti nell’area del mediterraneo” (18 giugno 2010) ..... € 25,00



## 6 – TESTI ALTRI EDITORI

6.1.	V. FINZI (ed. Coedit) – “Impianti di sicurezza” parte II.....	esaurito	6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia”.....	€ 20,00
6.2.	V. FINZI (ed. Coedit) – “Trazione elettrica. Le linee primarie e sottostazioni”.....	esaurito	6.62.	C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) “In treno sui luoghi della grande guerra”.....	€ 14,00
6.3.	V. FINZI (ed. Coedit) – “Trazione elettrica. Linee di contatto”.....	esaurito	6.63.	PL. GUIDA (ed. Franco Angeli) “Il Project Management - la Norma UNI ISO 21500”.....	€ 45,00
6.5.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a media distanza”.....	esaurito	6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) “L’Italia in treno”.....	€ 29,00
6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani”.....	€ 28,00	6.65.	A. CARPIGNANO “La Locomotiva a vapore (Viaggio tra tecnica e condotta di un Mezzo di ieri)” 2° Edizione – L’Artistica Editrice Savigliano (CN).....	€ 70,00
6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia”.....	€ 35,00	6.66.	A. CARPIGNANO “Meccanica dei trasporti ferroviari e Tecnica delle Locomotive” 3° Edizione.....	€ 60,00
6.8.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani ETR 500 Frecciarossa”.....	esaurito	6.67.	C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) “In treno sui luoghi della Seconda Guerra Mondiale”.....	€ 15,00

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell’I.V.A. Gli acquisti delle pubblicazioni, con pagamento anticipato, possono essere effettuati mediante versamento sul conto corrente postale 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, Via Giolitti, 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 sottoindicato. Per spedizioni l’importo del versamento dovrà essere aumentato del 10% per spese postali.

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

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

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

### Modulo per la richiesta dei volumi

(da compilare e inviare per posta ordinaria o via e-mail o via fax unitamente alla ricevuta di versamento)

I volumi possono essere acquistati anche on line tramite il sito [www.cifi.it](http://www.cifi.it)

Richiedente: (Cognome e Nome).....

Indirizzo:..... Telefono:.....

P.I.V.A./C.F.:.....(l’inserimento di Partita IVA o C. Fiscale è obbligatorio)

Conferma con il presente l’ordine d’acquisto per:

n. ....(in lettere .....) copie del volume:.....

n. ....(in lettere .....) copie del volume:.....

n. ....(in lettere .....) copie del volume:.....

La consegna dovrà avvenire al seguente indirizzo:

.....

Data.....

**Si allega la ricevuta del versamento**

**Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (P.I. 00929941003)**

Via Giolitti, 46 - 00185 Roma - Tel. 06/4882129-06/4742986 - Fs 970/66825 - Fax 06/4742987 e-mail: [info@cifi.it](mailto:info@cifi.it) - [biblioteca@cifi.it](mailto:biblioteca@cifi.it)

## RECENSIONE

Oltre alle pubblicazioni edito dal CIFI, che rappresentano ovviamente i nostri volumi più cari, riteniamo opportuno, nei limiti del possibile, presentare anche i volumi di altre case editrici con le quali è stato instaurato un reciproco rapporto di informazione e collaborazione.

**Roberto Cambursano**

### **UN MONDO DI TRAM**

**Storia e tecnica**

Una pubblicazione di tipo enciclopedico che narra la storia integrale del “sistema tram” nel mondo, dalle origini ai nostri giorni, inquadrata nelle vicende storiche delle varie epoche e ordinata secondo gli sviluppi tecnologici via via applicati in questo campo.

Una storia lunga quasi due secoli, che inizia con il primo tram a cavalli, in circolazione a New York nel 1832, prosegue con l’epopea dell’elettrificazione alla fine dell’Ottocento e raggiunge l’”epoca d’oro” nella prima metà del Novecento, con il massimo sviluppo mondiale delle reti tranviarie. Si affrontano poi gli anni della grande crisi del tram, in cui l’avvento della motorizzazione di massa è causa del progressivo e dissennato smantellamento delle reti, per giungere alla “rinascita” del tram in chiave moderna fino agli odierni veicoli ad azionamento elettronico, con un occhio ai futuri sviluppi.

Completa l’opera una serie di tabelle, ordinate per paese, con i dati aggiornati essenziali di tutte le oltre 450 reti tranviarie oggi in funzione nel mondo: per ogni città sono indicati l’anno di apertura, lo scartamento, il numero di linee gestite, l’estensione della rete e la consistenza del parco rotabile.

#### **L’autore**

Roberto Cambursano è nato a Torino il 26 agosto 1955. Si è laureato in Ingegneria dei Trasporti presso il Politecnico di Torino nel 1980.

Dal 1981 al 2016 ha lavorato per il Gruppo Torinese Trasporti (GTT), ricoprendo vari incarichi tra cui quelli di Direttore di Esercizio e di Direttore Commerciale. È stato componente di commissioni e gruppi di lavoro UITP, ASSTRA e UNIFER e re-



latore in importanti convegni e seminari nazionali e internazionali (UITP, ASSTRA, CIFI, Politecnico di Torino), con particolare riferimento alle tematiche legate all’esercizio tranviario. È delegato CIFI per la sezione di Torino dal 2013.

Da sempre appassionato di trasporti e in particolare di tram, insieme a GTT ha fondato l’Associazione Torinese Tram Storici (ATTS), di cui è presidente dal 2005.

Edizione Alzani, Pinerolo, ottobre 2017.

Formato 17 x 24 cm - 250 pagine - 160 immagini - 60 tabelle.

Prezzo di copertina euro 27,00.

È acquistabile presso il CIFI con modalità e sconti come riportato nelle pagine “Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI” sempre presente in questa rivista.

## INDICE PER ARGOMENTO

- 1 – CORPO STRADALE, GALLERIE, PONTI, OPERE CIVILI
- 2 – ARMAMENTO E SUOI COMPONENTI
- 3 – MANUTENZIONE E CONTROLLO DELLA VIA
  
- 4 – VETTURE
- 5 – CARRI
- 6 – VEICOLI SPECIALI
- 7 – COMPONENTI DEI ROTABILI
  
- 8 – LOCOMOTIVE ELETTRICHE
- 9 – ELETTROTRENI DI LINEA
- 10 – ELETTROTRENI SUBURBANI E METRO
- 11 – AZIONAMENTI ELETTRICI E MOTORI DI TRAZIONE
- 12 – CAPTAZIONE DELLA CORRENTE E PANTOGRAFI
- 13 – TRENI, AUTOMOTRICI E LOCOMOTIVE DIESEL
- 14 – TRASMISSIONI MECCANICHE E IDRAULICHE
- 15 – DINAMICA, STABILITÀ DI MARCIA, PRESTAZIONI, SPERIMENTAZIONE
  
- 16 – MANUTENZIONE, AFFIDABILITÀ E GESTIONE DEL MATERIALE ROTABILE
- 17 – OFFICINE E DEPOSITI, IMPIANTI SPECIALI DEL MATERIALE ROTABILE
  
- 18 – IMPIANTI DI SEGNALAMENTO E CONTROLLO DELLA CIRCOLAZIONE - COMPONENTI
- 19 – SICUREZZA DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO
- 20 – CIRCOLAZIONE DEI TRENI
  
- 21 – IMPIANTI DI STAZIONE E NODALE E LORO ESERCIZIO
- 22 – FABBRICATI VIAGGIATORI
- 23 – IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI E LORO ESERCIZIO
  
- 24 – IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA
  
- 25 – METROPOLITANE, SUBURBANE
- 26 – TRAM E TRAMVIE
  
- 27 – POLITICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI, TARIFFE
- 28 – FERROVIE ITALIANE ED ESTERE
- 29 – TRASPORTI NON CONVENZIONALI
- 30 – TRASPORTI MERCI
- 31 – TRASPORTO VIAGGIATORI
- 32 – TRASPORTO LOCALE
- 33 – PERSONALE
  
- 34 – FRENI E FRENATURA
- 35 – TELECOMUNICAZIONI
- 36 – PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
- 37 – CONVEGNI E CONGRESSI
- 38 – CIFI
- 39 – INCIDENTI FERROVIARI
- 40 – STORIA DELLE FERROVIE
- 41 – VARIE

**I lettori che desiderano fotocopie delle pubblicazioni citate in questa rubrica, e per le quali è autorizzata la riproduzione, possono farne richiesta al CIFI - Via Giolitti, 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.**



## 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'attrattività 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 su 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".

	IF Biblio	<i>Elettrotreni di linea</i>	9
	<p><b>144 Elettrotreni ETR 700</b> (SCALA - DONADIO - CERFEDA - PIZZI) <i>La Tecnica Professionale</i>, novembre 2018, pagg. 30-40, figg. 6, tabb. 3. Principali caratteristiche tecniche del treno ETR 700.</p> <hr/> <p><b>145 I veicoli Alstom Coradia serie ELT 200 - Aggiornamento della documentazione per la manutenzione in accordo alle linee guida dell'ANSF</b> (ALTIERI - CATERINO - MASTRODONATO - TIMO) <i>Alstom Coradia ELT 200 series vehicles – Update of maintenance documentation according to ANSF guidelines</i> <i>Ingegneria Ferroviaria</i>, marzo 2019, pagg. 209-217, figg. 4, tabb. 2. Biblio 7 titoli. Progetto di adeguamento alle ultime linee guida dell'ANSF della manualistica di uso e manutenzione della Flotta Alstom Coradia serie ELT 200 in esercizio sulla tratta Bari-Barletta gestita da Ferrotramviaria SpA.</p>	<p><b>146 Il treno di nuova generazione. 20 anni di ricerca ferroviaria</b> (WINTER) <i>Next Generation Train. 20 Jahre Forschung für die Eisenbahn</i> ETR, marzo 2019, pagg. 17-21, figg. 6. Biblio 5 titoli.</p> <hr/> <p><b>147 Elettrotreni EC 250 (Giruno)</b> (ANTONACCI - CERFEDA - CORTESE - MEOLI - ALLEMANN) <i>La Tecnica Professionale</i>, luglio-agosto 2019, pagg. 12-21, figg. 14, tabb. 3. Nell'articolo sono elencate le principali caratteristiche tecniche del treno Giruno e analizzate le attività necessarie per le esecuzioni delle prove sulla rete ferroviaria.</p>	

Massimo Gerlini, Paolo Mori e Raffaello Paiella

## ARCHITETTURA E PROGETTI DELLE STAZIONI ITALIANE ... DALL'OTTOCENTO ALL'ALTA VELOCITÀ

Il volume condensa, in 675 pagine, 175 anni di storia delle stazioni ferroviarie italiane, in particolare dei Fabbricati Viaggiatori, raccontandone l'evoluzione e lo sviluppo dal 1830 ad oggi.

Gli autori, architetti che hanno operato a lungo nella struttura erede dello storico Ufficio Architettura e Fabbricati di Ferrovie dello Stato Italiane, dopo aver illustrato sinteticamente questo lungo percorso, anche attraverso esempi internazionali, scandito nei vari passaggi evolutivi in termini tipologici e architettonici (dai semplici imbarcaderi del primo periodo ai magnificenti edifici di fine '800, dagli esempi ispirati al movimento moderno e al pragmatismo della ricostruzione sino agli attuali poli d'interscambio e centralità urbana), ne condensano in 135 schede alcuni significativi esempi, selezionati tra le circa 2.200 stazioni che caratterizzano il panorama nazionale, rivisitati dalle fasi progettuali iniziali alle loro attuali configurazioni.

Dalla stazione di Lucca, del 1848, fino a quella di Vesuvio Est per l'Alta Velocità, in fase di progettazione, le schede, presentate in ordine cronologico, contrassegnano i Fabbricati Viaggiatori in base al prevalente interesse culturale, architettonico, funzionale e/o territoriale.

Per ciascuna stazione sono esposti sinteticamente i dati territoriali, tipologici e di progetto dell'impianto, illustrandone poi i cenni storici e le caratteristiche architettoniche salienti con numerose fotografie e la riproduzione di elaborati progettuali in larga parte inediti, resa possibile da un lungo lavoro di ricerca, svolto anche nella cura e nella organizzazione dell'Archivio Architettura che gli autori hanno contribuito a costituire negli anni recenti, presso la Fondazione delle Ferrovie dello Stato Italiane.

Il lavoro risultante, oltre che colmare una lacuna editoriale in questo campo, pur oggetto di tante pubblicazioni, ha il merito di costituire il primo compendio di "oggetti



**Esempio dei contenuti del volume:**  
Stazione ferroviaria di Albenga - 1937: progetto  
Arch. Roberto Narducci (FS)




architettonici" che sarà particolarmente utile a studiosi, ricercatori e cultori oltre che a tutti gli appassionati dell'affascinante mondo delle ferrovie.

"La rassegna cronologicamente ordinata delle architetture e dei progetti di stazioni ferroviarie - scrive la Prof. Arch. Elisabetta Collenza nella presentazione del volume - ritenute maggiormente significative a livello storico, tipologico, architettonico e urbano aderisce alla logica del "manuale" tesa a raccogliere e organizzare il "materiale" prodotto sino ad oggi sul tema per permetterne un'agevole conoscenza soprattutto nella formazione scientifica e professionale dello studente e per la formulazione di nuove proposte progettuali.

La stazione ferroviaria appartiene a quella categoria di edifici che rivestono un ruolo istituzionale nella società e che attraverso l'evolversi dei fattori storici, culturali, funzionali, sintetizzati nel "tipo edilizio", sono nella costante ricerca di un'identità consona al contesto storico e territoriale in continua trasformazione. È per questo un tema "aperto" a nuovi approfondimenti: lo dimostrano, infatti, le numerose pubblicazioni su riviste di architettura, i libri e le ricerche condotte in ambito universitario che hanno svolto un'efficace azione divulgativa delle più interessanti opere di architettura ferroviaria realizzate dalla metà circa del XIX secolo sino ai nostri giorni.



	IF Biblio	<b>Captazione della corrente e pantografi</b>	<b>12</b>
	<p>80 Il pantografo innovativo JRC15 a 3kVcc (CARNEVALE - COLLINA - FRATTOLILLO - DEL GOBBO - MARINIS - MENCI - RAMIERI) <i>The innovative JRC15 3kVDC pantograph</i> <i>Ingegneria Ferroviaria</i>, novembre 2015, pagg. 827-863, figg. 47, tabb. 9. Biblio 6 titoli.</p> <p>Primo approccio alla presentazione del pantografo JRC15, sviluppato come sottosistema innovativo per l'equipaggiamento dei rotabili regionali e intercity, su tratti media e lunga percorrenza (con velocità massima 200 km/h). Vengono descritti i dispositivi elettromeccanici che compongono il pantografo, l'elettronica di comando e controllo e la sua diagnostica integrata ed armonizzata con quella di bordo rotabile e della flotta dell'operatore ferroviario.</p>	<p>82 Misure sui pantografi (MOACK) <i>Messungen an Stromabnehmern</i> <i>Zevrail</i>, marzo 2018, pagg. 95-99, figg. 4. Biblio 3 titoli.</p>	
	<p>81 Un impianto per la sperimentazione della linea di contatto a terza rotaia aerea (BERLUSCONI) <i>Proving ground for overhead conductor rail</i> <i>Railway Gazette</i>, febbraio 2017, pagg.38-41, figg. 14. Impianto della metro di Milano.</p>	<p>83 Eccitazione di vibrazioni strutturali provocate dall'azionamento di trazione dei rotabili ferroviari (VOLLER - RIEDL - BEITSCHMIDT) <i>Körperschallanregung von Wagenkastensstrukturen durch den elektrischen Antriebsstrang eines Schienefahrzeugen</i> <i>ZEVrail</i>, maggio 2018, pagg. 190-197, figg. 8. Biblio 17 titoli.</p> <p>Analisi delle vibrazioni indotte da vari elementi come cassa, carrelli azionamenti elettrici. Argomento trattato raramente.</p>	

# 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.margaritelli.com – Progettazione e produzione di manufatti**

per armamento ferroviario, tramviario 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 ITALIA S.r.l. – Via Dante, 68-70 – 20081 ABBiateGRASSO (MI) – Tel. 02/94966945 – Fax 02/94696531 – E-mail: info@afluryitalia.it – www.afluryitalia.it – Progettazione e costruzione di accessori per linee di contatto (TE) ferroviarie, metropolitane, tramviarie e filoviarie. Isolatori di sezione per binari secondari e di scalo fino a 60 km/h, isolatori di sezione per comunicazioni di stazione fino a 90 km/h e binari di corsa fino a 200 km/h ed asta di montaggio per isolatori cat. 773/145 e 146. Morsetteria in CuNiSi, morse di ormeggio Inox, morsetti di giunzione per filo di contatto 100-150 mmq. Sistema di messa a terra e corto circuito completo di rilevatore di tensione per linee AV 25 kV. Filo sagomato Cu/ Cu-Ag/ Cu-Mg e fune portante per impianti RFI 3 kV cc e 25 kV ca.**

**BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030.9650304 – Fax 030.962349 – e-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tramviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Dispositivi di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, morsetteria e connettori, attrezzatura ed utensili meccanici ed oleodinamici (prodotti per linee da 1,5 kV a 25 kV).**

**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.canavera.com – Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino a 200 kg – Lavorazioni meccaniche – Costruzione componenti per carri, carrozze, tram e metropolitane.**

**CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. – Via Como, 2 – 20020 LAINATE (MI) – Tel. 02/93176201 – Fax 02/93176200 – Apparecchiature di segnalamento e controllo – Interruttori a scatto per ACE serie FS68 in c.c. e**

c.a. – Relè unitari in c.c. serie FS58-86-89 – Relè schermo – Segnali a specchi dicroici SPDO – Gruppi ottici a commutazione statica ed altro analogo su richiesta.

**CEMBRE S.p.A. – Via Serenissima, 9 – 25135 BRESCIA** – Tel. 030/36921 – (r.a. + Sel. pass.) – Fax 030/3365766 – E-mail: info@cembre.com – Produzione e commercio di: capicorda e connettori elettrici – Utensili per la compressione dei capicorda e connettori, tranciacavi e 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 Lampedusa, 13/F – 20141 MILANO** – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – www.colasrail.com – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tramvie – Studi di fattibilità, progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane – Sottostazioni elettriche per alimentazione in c.c. e c.a. – Linee primarie; impianti di telecomando – Impianti luce e forza motrice.

**CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – Via Cortemilia, 71 – 17014** – Tel. 019/502571 – www.cronosrail.com – Installazione impianti ed apparecchiature per la trazione elettrica per trasporti ferroviari, metropolitane e tramvie – 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 tramviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Isolatori in silicone d'ormeggio, di sospensione, di sezione – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità - Isolatori in resina epossidica per interno, scaricatori, sezionatori, interruttori (prodotti per linee da 1,5 kV a 500 kV).

**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 tramviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Sistemi di antipattinaggio e antislittamento – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma completa dei dischi del freno in ghisa e in acciaio – Compressori a pistoni, compressori rotativi a vite, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento dell'aria compressa – Sistemi diagnostici di bordo di manutenzione – Apparecchiature elettroniche di comando e controllo del freno.

*Sistemi e prodotti a marchio FAIVELEY*: Convertitori statici di potenza e carica batterie – Impianti di riscaldamento e condizionamento – Porte e comandi porte – Sistemi di piattaforme – Porte di accesso treno – Pantografi – Interruttori di alta tensione – Sistemi di scatola nera – Registratori di eventi (DIS) – Sistemi diagnostici e telediagnostici di bordo – Sistemi di videosorveglianza.

**FASE S.a.s. di Eugenio Di Gennaro & C. – Via del Lavoro, 41 – 20030 SENAGO (MI)** – Tel. 02/9986557-02/9980622



– Fax 02/9986425 – E-mail: info@fase.it – Sito internet: www.fase.it – Strumentazione da quadro (indicatori analogici e digitali – TA e TV – Shunts e divisori di tensione) – Convertitori statici di misura – Strumentazione di bordo per mezzi rotabili (Treni A.V. – Locomotive elettriche e diesel-idrauliche – Veicoli ferroviari – Metropolitane e tranvie) – Apparecchiature elettroniche di misura e diagnostica costruite su specifica del Cliente – Fanali di coda e indicatori luminosi a led.

**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.

**H.T.C. S.r.l. – Via Osella 7-9 – 10040 LEINÌ (TO)** – Tel. 011/9986811 – Fax 011/9988152 – e-mail: ferroviario@htcsrl.com – www.htcsrl.com – Sistemi precablati di connessione per casse di manovra da deviatore P80 – Kit connessione per sistemi oleodinamici – Kit connessione per DCF – Cablaggi per RCE, ACEI, ACC – Connessioni per BOE SCMT – Telai per interruttori (IRC-IRA) per alimentazione impianti con connettizzazione AMP completi di piastre d'adattamento e cavi – Filatura e spunta secondo IS 717.

**ISOIL INDUSTRIA S.p.A. – Via F.lli Gracchi, 27 – 20092 CINISELLO BALSAMO (MI)** – Tel. 02/660271 – Fax 02/6123202 – E-mail: vendite@isoil.it – Web: www.isoil.com – Strumentazione del materiale rotabile: Pick-up ad effetto Hall per misure di velocità anche multicanale - Generatori di velocità - Sensori Radar ad effetto doppler per velocità e distanza - Indicatori di velocità standard e applicazioni di sicurezza (SIL 2) - Juridical Recorder - MMI: Multifunctional Display per ERTMS - Videocamere - Passenger Information - Switch e Fotocellule di Sicurezza per porte - Livelli carburante - Pressostati e Termostati - Agente esclusivo di: DEUTA WERKE / JAQUET / GEORGIN / KAMERA & SYSTEM TECHNIK.

**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 toilette 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 elet-

trici 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 metropolitani; ruote cerchiate; ruote elastiche; ruote monoblocco; assili; cerchioni; boccole; sale montate da carro, carrozza e locomotiva completa di componenti; cuori fusi al manganese per scambi ferroviari – Riparazione e ripristino di sale montate con sostituzione di ruote e cerchioni – Revisione e collaudo di altri componenti.

**MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – Via A. Chiarucci, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA** – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – e-mail: info@mariniimpianti.it - Sito web: www.mariniimpianti.it – Registratori Cronologici di Eventi (RCE) – Monitoraggio della temperatura delle rotaie (UMTR) – Apparecchiature di diagnostica centralizzate degli impianti di Segnalamento di linea e di stazione (SDC) – Sistemi di supervisione – Strumenti di misura per sotto stazioni – Rilevatore differenziale per segnali luminosi alti a commutazione statica SDO – Generatore di alimentazione 83 Hz PSK – Progettazione ed installazione degli impianti.

**MATISA S.p.A. – Via Ardeatina km. 21 – Loc. S. Palomba – 00040 POMEZIA (ROMA)** – Tel. 06.918291 – Telefax 06.91984574 – e-mail: matisa@matisa.it – Vagliatrici, rinalzatrici, profilatrici, veicoli di servizio per infrastruttura e catenaria, drasine di misura della geometria del binario, treni di costruzione nuovo binario, incavigliatrici, foratrasverse, forarotaie, apparecchiatura di controllo, segarotaie, gruppi rinalzatrici a lame vibranti.

**MERSEN ITALIA S.p.A. - Via dei Missaglia, 97/B2 - 20142 MILANO (ITALIA)** – Tel. 02/826813.1 - E-mail: ep.italia@mersen.com – Web: www.mersen.com – Fusibili e portafusibili MERSEN (Ferraz Shawmut) in BT e MT, in c.a. e c.c. e per semi-conduttori – Sezionatori, commutatori e corto circuitatori di potenza – Dissipatori di calore vacuum brazed, heat pipes, aria per componenti IGBT e press-pack – Ritorni di corrente per Messa a terra di rotabili ferrotramviari – Prese di corrente per 3<sup>a</sup> rotaia – Laminated Busbar – Resistenze industriali “Silohm” (lineari), “Carbohm” – Spazzole e portaspazzole per macchine elettriche rotanti – Striscianti per pantografi, sminatrici e rettifiche per collettori – Grafiti per applicazioni meccaniche (guarnizioni, cuscinetti, ecc.).

**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: – Contattori 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 manutenzione di apparecchiature elettroniche specifiche per la gestione del tempo: centrali orarie controllate via DCF e GPS, NTP server, sistemi di supervisione, orologi analogici e digitali (per interni ed esterni), orologi da pensilina, orologi monumentali da facciata, RCE Registratori Cronologici di Eventi, sistemi integrati per il controllo degli accessi veicolari e pedonali, sistemi TVPL, TVCC, sistemi di rilevamento presenze certificati SAP.

**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 – Assiati 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 assiati di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

**POWER MISURE S.r.l. – Via Balossa, 25 – 20032 CORMANO (MI)** – Tel. 02.25060990 - Fax 02.2506091 – E-mail: romano@powermeasure.it – Sito internet: www.powermeasure.it – Produzione e vendita di strumenti di verifica impianti elettrici e macchine elettriche in bassa-media e alta tensione – Misuratori di resistenza isolamento – Misuratori di terra – Misuratori passo e contatto – Misuratori di Tan Delta – Rigidimetri in c.c./c.a. fino a 300 kV – Alimentatori c.c./c.a. – Analizzatori di gas – Multimetri digitali e pinze amperometriche.

**PROJECT AUTOMATION S.p.A. – Viale Elvezia, 42 – 20052 MONZA (MI)** – Tel. 039/2806233 – Fax 039/2806434 – www.p-a.it – Sistemi ed apparecchiature di segnalamento, controllo e supervisione del traffico per metrotramvie e tramvie – Radiocomando scambi, casse di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico – Priorità mezzi pubblici – Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

**QSD SISTEMI S.r.l. – Via Isonzo, 6/bis – 20060 PESSANO CON BORNAGO (MI)** – Tel. 02.95741699 – 02.9504773 – Fax 02.95749915 – e-mail: gio.galimberti@qsd sistemi.it – www.qsd sistemi.it – Elettronica per ferroviario a norme EN50155 – Passenger Information System – Interfoni – Cruscotti – Terminali video Touch Screen – Sistemi Radio Terra Treno – Realizzazione apparecchiature custom – Riprogettazione apparecchiature obsolete – Consulenza sviluppo Hw Sw.

**RAND ELECTRIC S.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILANO** – Tel. 02.26144204 – Fax 02.26146574 – Canaline, fascette, sistemi di identificazione, guaine corrugate, guaine metalliche ricoperte, tutte con caratteristiche di reazione al fuoco e tossicità entro i parametri della specifica FS 304142 – Connettori elettrici di potenza standard o custom.

**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, pannotografi, striscianti, dispositivi di messa a terra, prese di corrente laterale, sistemi ungiobordo, dispositivi di protezione corrente parassite, ricambi.

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

**SIRTEL S.r.l. – Via Taranto 87A/10 – 74015 MARTINA FRANCA (TA)** – Tel. 080/4834959 – Fax 080 4304011 – E-mail: info@sirtel.it – Sito web: www.sirtel.biz – Lanterne portatili ricaricabili ad uso ferrotranviario con luce principale alogena o LED e segnalazione (a 1/2 LED ad elevata luminosità) con possibilità di avere fino a 3 diversi colori sulla stessa lanterna.

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

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

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

**TEKFER S.r.l. – Via 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.

**T&T S.r.l. – Via Vicinale S. Maria del Pianto - Complesso Polifunzionale Inail - Torre 1 – 80143 NAPOLI** – Tel./Fax 081.19804850/3 – E-mail: info@ttsolutions.it – www.ttsolutions.it – T&T (Technology & Transportation) opera da anni in ambito ferroviario offrendo servizi di consulenza ingegneristica – Specializzata per attività di System & Test Engineering – Progettazione e Sviluppo di Sistemi Embedded Real-Time per applicazioni Safety-Critical, Analisi RAMS, Verifica & Validazione, Preparazione Safety Assessment, Supporto alla Progettazione e alla Configurazione di Impianti di Segnalamento Ferroviario, Commissioning & Maintenance.

**VAIA CAR S.p.A. – Via Isorella, 24 – 25012 CALVISANO (BS)** – Tel. 0309686261 - Fax 0309686700 - e-mail vaia-car@vaia-car.it - Saldatrici mobili strada-rotaia per la saldatura elettrica a scintillio delle rotaie - Gru mobili/ Escavatori strada-rotaia completi di accessori intercambiabili - Macchine operatrici mobili strada-rotaia con equipaggiamenti specifici - Macchine operatrici mobili ferroviarie e/o strada-rotaia per la manutenzione delle linee ferroviarie e delle linee elettriche aeree - Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi ferroviari, campate, traverse e rotaie - Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi e campate tramviari e/o metropolitani - Treni completi di sistemi per la costruzione delle linee ferroviarie ad alta velocità - Treni di sostituzione delle rotaie con sistemi per il carico e lo scarico delle rotaie - Unità di rinalzata del binario e di compattamento della massicciata.

**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](http://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](mailto:tommaso.sa_vi@strail.it) - [www.strail.it](http://www.strail.it) - Sistemi modulari in gomma vulcanizzata per attraversamenti a raso STRAIL, innoSTRAIL, pedeSTRAIL, pontiSTRAIL - Moduli esterni per i carichi più pesanti - veloSTRAIL - Moduli interni che eliminano la gola - Per tutti i tipi di traffico, strade e armamento (anche per ponti, scambi, gallerie, curve, impianti industriali) - Dispositivi elastici per la riduzione del rumore, delle vibrazioni oltre che per l'isolamento elettrico del binario - STRAILastic\_P, STRAILastic\_S, STRAILastic\_R, STRAILastic\_K, STRAILastic\_DUO, STRAILastic\_USM ed infine STRAILastic\_A costituiscono la gamma completa di questa nuova linea.

**IVG COLBACHINI S.p.A. – Via Fossona, 132 – 35030 CERVARESE S. CROCE (PD)** – Tel. 049/9997311 – Fax 049/9915088 – e-mail: [market.italy@ivgspa.it](mailto:market.italy@ivgspa.it) - [ivg.colbarchini@ivgspa.it](http://ivg.colbarchini@ivgspa.it) - [www.ivgspa.it](http://www.ivgspa.it) – Capitale Sociale L. 10.575.000 – Tubi di gomma a basse e medie pressioni e flessibili con raccordi per ogni uso ed applicazione, studiati su specifiche richieste, in modo particolare per il settore rotabile (tubi per impianti frenanti tipo RAILWS e guaine gomma-tela a Dis. FS 304188).

**PANTECNICA S.p.A. – Via Magenta, 77/14A – 20017 RHO (MI)** – Tel. 02.93261020 – Fax 02.93261090 – e-mail: [info@pantecnica.it](mailto:info@pantecnica.it) - [www.pantecnica.it](http://www.pantecnica.it) – Sistemi antivibranti per materiale rotabile e per armamento ferrotranviario – Completa gamma di guarnizioni per tenuta fluidi – Certificata ISO 9001:2015 e prEN 9120:2016 – 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](mailto:info@plastiroma.it) – Sito web: [www.plastiroma.it](http://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](mailto:abateing@libero.it) – Armamento ferroviario – Progettazione e direzione lavori di linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie – Armamento ferroviario e linee per trazione elettrica – Redazione di progetti costruttivi preliminari e definitivi comprensivo dei piani di sicurezza e di coordinamento sia in fase di progettazione che in fase di esecuzione per raccordi industriali – Rilievi e tracciamenti finalizzati alla progettazione di linee ed impianti ferroviari.

**ARMAMENTO FERROVIARIO – Ing. Marino CINQUEPALMI** – Tel. 3476766033 - E-mail: [info@armamentoferroviario.com](mailto:info@armamentoferroviario.com) – [www.armamentoferroviario.com](http://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 estimativi 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](mailto:segreteria@isifer.com) – [info@isifer.com](mailto:info@isifer.com) – [www.isifer.com](http://www.isifer.com) – Azienda di ingegneria specializzata nel settore ferroviario con particolare riferimento alle attività di Concezione, Progettazione, Realizzazione, Verifica, Validazione, Collaudo, Messa in Servizio, Diagnostica e Manutenzione.

**PRISMA ENGINEERING S.r.l. – Via Villa Lidia, 45 – 16014 CERENESI (GE)** – Tel./Fax 010.7172078 – E-mail: [nadia.barbagelata@prismaengineering.net](mailto:nadia.barbagelata@prismaengineering.net) – [www.prismaengineering.net](http://www.prismaengineering.net) – Impianti di segnalamento ferroviario – Realizzazione Progetti di Fattibilità, Definitivi, Esecutivi e Costruttivi di impianti IS (ACEI-ACC-ACCM-SCMT) – 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.pedrinazzi@schweizer-electronic.com – Sito: www.schweizer-electronic.com – **Sede Legale: Via Gustavo Modena, 24 – 20129 MILANO** – Sistemi di Sicurezza Protezione Cantieri (SAPC) e può fornire servizio chiavi in mano, di protezione cantieri con SAPC “Sistema Minimel 95”, comprensivo di: Progettazione, installazione, formazione del personale, disinstallazione, manutenzione ed a richiesta gestione del SAPC in cantiere con proprio personale – Sistemi di segnalamento fisso, Minimel, ISP, che integrano le parti mobili di SAPC Minimel 95 nel segnalamento esistente – Sistemi di comunicazione nell’ambito della sicurezza ad alto contenuto tecnologico.

## **M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari:

## **N** Vetrofanie, targhette e decalcomanie:

## **O** Formazione

## **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 Gennaio 2021*



# GOLDSCHMIDT

Smart Rail Solutions



## SMARTWELD JET

**SALDATURA RIDEFINITA:**

**MINORE SFORZO, MAGGIORE EFFICIENZA**

Il dispositivo Smartweld Jet garantisce l'affidabilità e la corretta esecuzione del processo di preriscaldamento aumentando la qualità delle saldature Original Thermit®. Il dispositivo ottimizza il processo di saldatura automatizzando il preriscaldamento e consentendo di lavorare senza bombole di ossigeno. Smartweld Jet è omologato da Rete Ferroviaria Italiana.

Tutti i parametri di processo sono registrati e sincronizzati elettronicamente attraverso l'applicazione Goldschmidt Digital. Questo consente di registrare i parametri di ogni singola saldatura, tracciare ogni singola porzione attraverso la scansione del codice a barre e salvare ed esportare i dati nel database Dari®. Con Smartweld Jet migliorate l'efficienza delle saldature ottenendo un vantaggio competitivo decisivo.

THERMIT ITALIANA S.R.L. · A GOLDSCHMIDT COMPANY

Via Sirtori, 11 · 20017 Rho (MI) · Italia · Phone: +39 02 931 80 932 · E-Mail: ti@goldschmidt.com

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





# Costruzioni Linee Ferroviarie



# dal 1945 il futuro viaggia su binari sicuri



**Strukton**  
Rail