



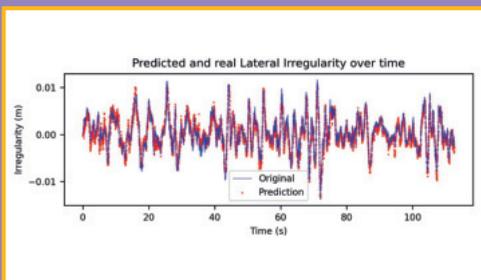
**Soluzioni integrate
per l'industria ferroviaria**



Leading
the
Railway

www.salcef.com

**In questo numero
In this issue**



**Rilievo delle irregolarità laterali
del binario**
*Detecting lateral track
irregularities*



**Tecnologie emergenti:
per la rincalzatura del binario**
*Emerging technologies
for track tamping*

MATISA

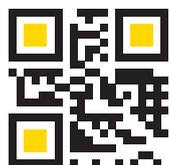


la passion du rail

COLLABORARE PER IL SUCCESSO CON SOLUZIONI INNOVATIVE



RINCALZATRICE UNIVERSALE B 45 UE
VERSATILE, EFFICACE ED AL TOTALE SERVIZIO DEL BINARIO



MATISA S.p.A | Via Ardeatina km. 21 | IT 00071 Pomezia/Santa Palomba (Roma)
Tel.: +39-06-918 291 | Email: matisa@matisa.it



I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.M.T. - GENOVA
 A.T.M. S.p.A. - MILANO
 AI2 S.r.l. - APPLICAZIONI DI INGEGNERIA S.r.l. - BARI
 AIAS - ASS.NE ITALIANA AMBIENTE E SICUREZZA - SESTO SAN GIOVANNI (MI)
 AKKODIS ITALY S.r.l. - BOLOGNA
 ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. - SAVIGLIANO (CN)
 ALTEN ITALIA SPA - MILANO
 ANCEFERR - ROMA
 ANIAF - ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO - ROMA
 ANSFISA - FIRENZE
 ANTIFERR - ASS.NE NAZIONALE TECNOLOG. DEL SETTORE FERROVIARIO - ROMA
 ARMAFER S.r.l. - LECCE
 ARST S.p.A. TRASPORTI REGIONALI DELLA SARDEGNA - CAGLIARI
 ASS.TRA - ASSOCIAZIONE TRASPORTI - ROMA
 ASSIFER - ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE - MILANO
 ASSIFIDI SPA - ROMA
 ATAC S.p.A. - ROMA
 AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE - TRIESTE
 B. & C. PROJECT S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 BITECNO S.r.l. - BOLOGNA
 BONOMI EUGENIO S.p.A. - MONTICHIARI (BS)
 BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. - MILANO
 BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. - BRESCIA
 BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. - MILANO
 C.E.M.E.S. S.p.A. - PISA
 C.L.F. COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.A. - BOLOGNA
 CAPTRAIN ITALIA S.r.l. - PIOSSASCO (TO)
 CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. - SALERNO
 CAVUOTO INGEGNERIA DELLE STRUTTURE S.p.A. - NAPOLI
 CEIE CLAMPS S.r.l. - CHIETI
 CEMBRE S.p.A. - BRESCIA
 CEPAV DUE - MILANO
 CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. - ORVIETO (TR)
 CIRCET ITALIA S.p.A. - SAN GIOVANNI TEATINO (CH)
 COET S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 COLAS RAIL ITALIA S.p.A. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 COMESVIL S.p.A. - VILLARICCA (NA)
 COMMEL S.r.l. - ROMA
 CONSORZIO SATURNO - ROMA
 COSTRUIRE ENERGIE S.r.l. - GUIDONIA MONTECELIO (RM)
 COSTR. MECC. FERR. CO.ME.F. S.r.l. - ROMA
 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'ADDETTA S.p.A. - BERCETO (PR)
 D'ADIUTORIO COSTRUZIONI S.p.A. - MONTORIO AL VOMANO (TE)
 DINAZZANO PO - REGGIO NELL'EMILIA
 DITECFER - PISTOIA
 DUCATI ENERGIA S.p.A. - BOLOGNA
 DYNASTES S.r.l. - ROMA
 ELEN MACHINES S.r.l. - ALBANO LAZIALE (RM)
 EMMEFER SRL - MONTEMILETTO (AV)
 ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. - NAPOLI
 EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. - NAPOLI
 ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI - VENEZIA
 ESIM S.r.l. - BARI
 ETS SRL SOCIETÀ DI INGEGNERIA - LATINA
 EUROS SRL - QUAGLIANO (NA)
 FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. - PIOSSASCO (TO)
 FER S.r.l. - FERROVIE EMILIA ROMAGNA - FERRARA
 FERONE PIETRO & C. S.r.l. - NAPOLI
 FERROTRAMVIARIA S.p.A. - BARI
 FERROTRAMVIARIA ENGINEERING S.p.A. - NAPOLI
 FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. - BARI
 FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. - BARI
 FERROVIE DEL SUD EST - BARI
 FERROVIE DELLA CALABRIA S.r.l. - CATANZARO
 FERROVIE DELLO STATO S.p.A. - ROMA
 FERROVIENORD S.p.A. - MILANO
 FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA
 FOR.FER S.r.l. - ROMA
 G.C.F. GEN.LE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A. - ROMA
 G.T.T. - GRUPPO TRASPORTI TORINESE S.p.A. - TORINO
 GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE - BOLZANO
 GECO S.r.l. - GALLIATE (NO)
 GEISMAR ITALIA S.p.A. - POGGIORE (RE)
 GEOSINTESI S.p.A. - GOZZANO (NO)
 GESTIONE GOVERNATIVA FERROVIA CIRCUMETNEA - ROMA
 GILARDONI S.p.A. - MANDELLO DEL LARIO (LC)
 GRANDI STAZIONI RAIL S.p.A. - ROMA
 GROUND TRANSPORTATION SYSTEMS ITALIA S.r.l. - SESTO FIORENTINO (FI)
 HARPACEAS S.r.l. - MILANO
 HILTI ITALIA S.r.l. - SESTO SAN GIOVANNI (MI)
 HIMA ITALIA - MILANO
 HITACHI RAIL STS S.p.A. - NAPOLI
 HUPAC S.p.A. - BUSTO ARSIZIO (VA)
 IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. - MILANO
 IMAF S.r.l. - NAPOLI
 IMATEQ ITALIA S.r.l. - RIVALTA SCRIVIA (AL)
 IMPRESA LUIGI NOTARI S.p.A. - MILANO
 IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. - BELLUNO
 IMPRESA SIMONE E FIGLI SRL - (NA)
 INFRARAIL FIRENZE S.r.l. - FIRENZE
 INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. - PIOVE DI SACCO (PD)
 INTECS S.p.A. - ROMA
 ITALCERTIFER S.p.A. - FIRENZE
 ITALFERR S.p.A. - ROMA
 ITALO - N.T.V. S.p.A. - MILANO
 IVECOS S.p.A. - COLLE UMBERTO (TV)
 KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. - CAMPI BISENZIO (FI)
 KONUX GmbH - MONACO DI BAVIERA
 KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG - TITTMONING (GERMANIA)
 LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. - AREZZO
 LATERLITE S.p.A. - MILANO
 LEF S.r.l. - FIRENZE
 LOTRAS S.r.l. - FOGGIA
 LUCCHINI RS S.p.A. - LOVERE (BG)
 M2 RAILTECH S.r.l. - LA VALLE - BOLZANO
 M. PAVANI SEGNALEMENTO FERROVIARIO S.r.l. - CONCORDIA SULLA SECCHIA (MO)
 MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. - PONTE SAN GIOVANNI (PG)
 MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. - CISTERNA DI LATINA (LT)
 MATISA S.p.A. - SANTA PALOMBA (RM)
 MER MEC S.p.A. - MONOPOLI (BA)
 MICOS S.p.A. - LATINA
 MM METROPOLITANA MILANESE S.p.A. - MILANO
 MONT-ELE S.r.l. - GIUSSANO (MI)
 MOSDORFER RAIL S.r.l. - RHO (MI)
 NET ENGINEERING S.r.l. - VERONA
 NICCHERI TITO S.r.l. - AREZZO
 NIER INGEGNERIA S.p.A. SOCIETÀ BENEFIT - CASTEL MAGGIORE (BO)
 NORD-ING S.r.l. - MILANO
 OPTOTEC S.p.A. - GARBAGNATE MILANESE (MI)
 PANDROL ITALIA S.r.l. - AGRATE BRIANZA (MB)
 PLASSER ITALIANA S.r.l. - VELLETRI (RM)
 POLISTUDIO S.p.A. - MOSCHETTO (VE)
 PRATI ARMATI S.r.l. - OPERA (MI)
 PROGETTO BR S.r.l. - COSTA DI MEZZATE (BG)
 PROGRESS RAIL SIGNALING S.p.A. - SERRAVALLE PISTOIESE (PT)
 PROJECT AUTOMATION S.p.A. - MONZA (MI)
 PTF S.r.l. - CARINI (PA)
 RAIL TRACTION COMPANY - VERONA
 RAVA - REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA - POLLEIN (AO)
 R.F.I. S.p.A. - RETE FERROVIARIA ITALIANA - ROMA
 RINA CONSULTING S.p.A. - GENOVA
 S.I.C.E. - CHIUSI (PI)
 S.T.A. S.p.A. - STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE - BOLZANO
 SADEL S.p.A. - CASTEL MAGGIORE (BO)
 SAFECERTIFIEDSTRUCTURE INGEGNERIA s.r.l. - ROMA
 SAGA S.r.l. - RAVENNA (RA)
 SALCEF GROUP S.p.A. - ROMA
 SATFERR S.r.l. - FIDENZA (PR)
 SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.A. - MONTEVARCHI (AR)
 SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. - NOVARA
 SENAF S.r.l. - SAIE - GLE - MEC SPE - CASTEL MAGGIORE (BO)
 SICURFERR S.r.l. - CASORIA (NA)
 SIE-FER S.r.l. - MILITELLO IN VAL DI CATANIA (CT)
 SIELTE S.p.A. - ROMA
 SIEMENS S.p.A. SETTORE TRASPORTI - MILANO
 SILSUD S.r.l. - FERENTINO (FR)
 SIMPRO S.p.A. - TORINO
 SINTAGMA S.r.l. - SAN MARTINO IN CAMPO (PG)
 SPEKTRA S.r.l. A TRIMBLE COMPANY - VIMERCATE (MB)
 SPERA S.p.A. - ROMA
 SPII S.p.A. - SARONNO (MI)
 SPITEK S.r.l. - PRATO
 SVECO S.p.A. - BORGOMANERO (VA)
 T&T S.r.l. - NAPOLI
 T.M.C. S.r.l. - TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT - POMPEI (NA)
 TE.SI.FER. S.r.l. - FIRENZE
 TEAM ENGINEERING S.p.A. - ROMA
 TECNOLOGIE MECCANICHE S.r.l. - ARICCIA (RM)
 TECNOSISTEM S.p.A. - NAPOLI
 TECNOTEAM ITALIA S.r.l.s. - MERCATALE DI OZZANO DELL'EMILIA (BO)
 TEKFER S.r.l. - BEINASCO (TO)
 TEKNO KONS INNOVATION S.r.l. - AVERSA (CE)
 TELEFIN S.p.A. - VERONA
 TEORESI S.p.A. - TORINO
 TERMINALI ITALIA - VERONA
 TESMEC S.p.A. - GRASSANO (BG)
 THERMIT ITALIANA S.r.l. - RHO (MI)
 TITAGARH FIREMA S.p.A. - CASERTA
 TPER S.p.A. - TRASP. PASSAGGI EMILIA ROMAGNA - BOLOGNA
 TRAINING S.r.l. - VERONA
 TRASPORTO PASSEGGIERI EMILIA ROMAGNA - TPER - BOLOGNA
 TRENITALIA S.p.A. - ROMA
 TRENITALIA TPER - BOLOGNA
 TRENORD S.r.l. - MILANO
 TRENITINO TRASPORTI S.p.A. - TRENTO
 TUA - SOCIETÀ UNICA ABRUZZESE DI TRASPORTO S.p.A. - CHIETI
 TX LOGISTIK TRANSALPINE GMBH - BOLZANO
 ULIXES S.r.l. UNIPERSONALE - FROSINONE
 URETEK ITALIA S.p.A. - BOSCO CHIESANUOVA (VR)
 VALTELLINA S.p.A. - GORLE (BE)
 VERICERT S.r.l. - FORNACE ZARATTINI (RA)
 VERTIV S.r.l. - ROMA
 VI.D.R. S.r.l. - CATENANUOVA (EN)
 VOITH TURBO S.r.l. - REGGIO EMILIA
 VOSSLOH SISTEMI S.r.l. - CESENA
 VTG RAIL EUROPE GmbH - SARONNO (VA)
 WEGH GROUP S.p.A. - FORNOVO DI TARO (PR)
 Z LAB S.r.l. - VERONA

INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

SALCEF GROUP S.p.A. – Roma	I copertina
MATISA S.p.A. – Santa Palomba – Pomezia (RM)	II copertina
ISOIL S.p.A. - Cinisello Balsamo (MI)	pagina 653
CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	pagina 654
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	pagina 671
MEFA ITALIA S.p.A. - Pogliano M.se (MI)	pagina 672
KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. – Tittmoning (Germania)	pagina 682
CIFI Servizi S.r.l. – Roma	pagina 702
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 705
ESSEN ITALIA S.p.A. – Roma	III copertina
BONOMI EUGENIO S.p.A. – Montichiari (BS)	IV copertina

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2024

- Soci Ordinari e Aggregati con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (cartaceo oppure online)	€/anno	85,00
- Soci Ordinari e Aggregati under 35 con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (cartaceo oppure online). I nuovi soci under 35 (neolaureati oppure neoassunti nell'anno in corso di soci collettivi) beneficeranno per 3 anni o fino al compimento del 35° anno di età della quota dei Soci Juniores	€/anno	60,00
- Soci Juniores con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (solo online)	€/anno	25,00

Tutti i Soci hanno diritto ad avere uno sconto del 20% sulle pubblicazioni edite dal CIFI, ad usufruire di eventuali convenzioni con Enti esterni ed a partecipare alle varie manifestazioni (convegni, conferenze, corsi) organizzati dal Collegio.

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

- Conto corrente postale n. **31569007** intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – Via Giolitti Giovanni, 46 – 00185 Roma.

- Bonifico bancario sul conto: **Codice IBAN: IT29 U 02008 05203 000101180047** – Codice BIC/SWIFT: UNCRITM 1704, intestato a Collegio Ferroviari Italiani, presso UNICREDIT BANCA – Ag. 704 – ROMA ORLANDO.

- Carta di credito/prepagata sul sito www.cifi/shop/.

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.

Il rinnovo della quota va effettuato entro i termini previsti dallo Statuto ovvero entro il **31 dicembre** dell'anno precedente.

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

Contatti - Contacts

Tel. 06.4742987

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

Servizio Pubblicità - Advertising Service

Roma: 06.47307819 - areasoci@cifi.it

Milano: 02.63712002 - 339.1220777 - segreteria@cifimilano.it

Direttore - Editor in Chief

Stefano RICCI

Vice Direttore - Deputy Editor in Chief

Valerio GIOVINE

Comitato di Redazione - Editorial Board

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

Consulenti - Consultants

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

Redazione - Editorial Staff

Massimiliano BRUNER
Ivan CUFARI
Francesca PISANO

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. 06.4742986
Partita IVA 00929941003
Orario Uffici: lun.-ven. 8.30-13.00 / 13.30-17.00
Biblioteca: lun.-ven. 9.00-13.00 / 13.30-16.00

Indice

Anno LXXIX | Settembre 2024 | 9

Condizioni di Associazione al CIFI**630**

**RILIEVO DELLE IRREGOLARITÀ LATERALI DEL BINARIO
ATTRAVERSO MISURE DI ACCELERAZIONI LATERALI
E SPOSTAMENTI DA BORDO TRENO
E ALGORITMI DI MACHINE LEARNING
DETECTING LATERAL TRACK IRREGULARITIES BY ONBOARD
MEASUREMENTS OF LATERAL ACCELERATION AND
DISPLACEMENTS AND MACHINE LEARNING ALGORITHMS**

Nadia KAVIANI

Anders RØNNQUIST

Gunnstein Thomas FRØSETH

Albert Lau

Stefano RICCI

Luca RIZZETTO

633

**SPRUTTARE LE TECNOLOGIE EMERGENTI: UN'ANALISI
APPROFONDIRITA DELLA NUOVA ERA DELLA
RINCALZATURA DEL BINARIO
LEVERAGING EMERGING TECHNOLOGIES: AN IN-DEPTH
ANALYSIS OF THE NEW ERA OF TRACK TAMPING**

Werner MOLING

Bernhard LICHTBERGER

655**Notizie dall'interno****673****Notizie dall'estero***News from foreign countries***683****Borse di Studio 2022-2023 - Bando di concorso****699****IF Biblio****703****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria***Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria***704****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****706****Fornitori di prodotti e servizi****710**

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

LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

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

La collaborazione è aperta a tutti.

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

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

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

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

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

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

Per eventuali ulteriori informazioni sulle modalità di presentazione degli articoli contattare la Redazione della Rivista. – Tel: +39.06.4742986 – e-mail: redazioneif@cifi.it

GUIDELINES FOR THE AUTHORS

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

The collaboration is open to everyone.

The articles can be presented both in English and/or Italian language. The publication is anyway bilingual. The admission of a paper does not imply acknowledgment or approval by the journal of theories and opinions presented by the Authors.

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

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

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

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

For any further information about the paper presentation, you can contact the editorial staff. – Phone: +39.06.4742986 – e-mail: redazioneif@cifi.it



Rilievo delle irregolarità laterali del binario attraverso misure di accelerazioni laterali e spostamenti da bordo treno e algoritmi di Machine Learning

Detecting lateral track irregularities by onboard measurements of lateral acceleration and displacements and Machine Learning algorithms

Nadia KAVIANI^(*)

Anders RØNNQUIST^(**)

Gunnstein Thomas FRØSETH^(**)

Albert LAU^(***)

Stefano RICCI^(*)

Luca RIZZETTO^(*)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.09.2024.ART.1>)

Sommario - Comprendere lo sviluppo dei difetti del binario, che possono avere un impatto significativo sulla sicurezza, è un compito cruciale per gli ingegneri ferroviari. L'analisi dei parametri della geometria è necessaria per monitorare in modo efficiente le condizioni del binario. La ricerca si è recentemente concentrata sul monitoraggio delle irregolarità della geometria del binario utilizzando i dati raccolti dai treni in servizio commerciale. La maggior parte della ricerca precedente si è concentrata sulle irregolarità verticali del binario, poiché le irregolarità laterali sono notevolmente più impegnative da derivare a causa del complesso moto relativo tra ruota e rotaia. Questo lavoro si concentra sulla ricerca della correlazione tra le accelerazioni laterali a bordo e le irregolarità laterali del binario, a partire dagli spostamenti laterali della ruota rispetto alla rotaia. Un algoritmo di *Machine Learning* (ML) supervisionato viene addestrato e testato con una serie di dati ottenuti tramite simulazione numerica in diverse condizioni operative. Tra gli algoritmi testati, la regressione *Random Forest* mostra il miglior risultato, seguita dalla regressione polinomiale. I risultati ottenuti sono una conferma della possibilità di rilevare le irregolarità laterali del binario mediante un sensore di visione computerizzato a bordo in grado di rilevare gli spostamenti laterali relativi tra ruota e rotaia. Inoltre, viene eseguita un'analisi di sen-

Summary - Understanding the development of track defects, which can have a significant impact on the safety of train operations, is one of the most crucial responsibilities for railway engineers. Analysing track geometry (TG) parameters is necessary to establish an efficient track condition monitoring approach. Research has recently focused on monitoring track geometry irregularities using data collected from trains in service. Most of the previous research has focused on vertical irregularity of track, since the lateral irregularity is considerably more challenging because of the complex relative wheel-rail motion. This research work focuses on finding the relationship between the lateral acceleration and lateral irregularities from the Lateral Displacement of the Wheel relative to the Rail (LDWR). A supervised Machine Learning (ML) model is trained and tested with a dataset composed of numerical simulation on a diverse set of operational conditions. Among the tested algorithms, Random Forest regression shows the best result and polynomial regression is on the second place. Sufficient results are achieved which shows that it is possible to detect the lateral irregularities with on board computer vision sensor which can detect the LDWR. Also, a sensitivity analysis is performed which shows that lateral displacement is the most important parameter in determining the lateral irregularity from vehicle monitoring. The result

^(*) Dipartimento Ingegneria Civile Edile e Ambientale (DICEA), Università La Sapienza di Roma, Via Eudossiana 18, 00184 Roma, Italia.

^(**) Dipartimento di Ingegneria Strutturale NTNU, Richard Birkelands vei 1A, 7034 Trondheim, Norvegia.

^(***) Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale NTNU, Høgskoleringen 7a, 7491 Trondheim, Norvegia.

^(*) Department of Buildings and Environmental Engineering (DICEA), Sapienza University of Rome, Via Eudossiana 18, 00184 Rome, Italy.

^(**) Department of Structural Engineering, NTNU, Richard Birkelands vei 1A, 7034 Trondheim, Norway.

^(***) Department of Civil and Environmental Engineering, NTNU, Høgskoleringen 7a, 7491 Trondheim, Norway.

sibilità che mostra come questi rappresentino il parametro più importante per determinare le irregolarità laterali dal veicolo. I risultati di questo lavoro possono rappresentare un passo avanti verso l'impiego della manutenzione predittiva.

1. Introduzione

Riconoscere i difetti dei binari è un compito cruciale per garantire la sicurezza ferroviaria. L'analisi delle misure della geometria del binario è essenziale per sviluppare una strategia efficace di monitoraggio delle sue condizioni [1][2][3]. La norma europea EN13848-1 [4] definisce i seguenti parametri della geometria del binario da misurare per valutarne la qualità ai fini manutentivi: scartamento, livello trasversale, livello longitudinale, allineamento e sghembo [5]. Attraverso un'analisi statistica completa condotta durante un progetto di ricerca europeo [6], è emerso come il livello longitudinale e l'allineamento siano i principali parametri che influenzano le decisioni manutentive. Infatti, i parametri rimanenti presentano un tasso di degrado più lento o una robusta correlazione lineare con il livello longitudinale. La maggior parte dei gestori delle infrastrutture ferroviarie esegue il monitoraggio del binario utilizzando apparecchiature sofisticate montate su veicoli ferroviari diagnostici specializzati per misurarne i difetti della geometria [7]. Con queste tecnologie si misurano accuratamente i difetti del binario, ma il processo è costoso e richiede molto tempo. Ecco perché numerosi studi negli ultimi anni si sono concentrati sull'identificazione di tecniche innovative di monitoraggio delle condizioni del binario utilizzando misurazioni dinamiche da veicoli in servizio [8]. Oltre all'allineamento e allo scartamento, tutti i parametri della geometria del binario possono essere rilevati efficacemente utilizzando accelerometri. Sfortunatamente, la misurazione precisa dell'allineamento è piuttosto impegnativa e richiede l'uso di sensori ottici. Tuttavia, l'implementazione di tali sensori comporta un compromesso, poiché essi richiedono intense attività di manutenzione per garantirne la costante efficacia [9]. Studi precedenti hanno dimostrato che il livello longitudinale può essere ricostruito con precisione dalle accelerazioni verticali [8]. Tuttavia, non è lo stesso per l'allineamento. Pertanto, l'obiettivo di questo studio è identificare la relazione tra spostamenti laterali relativi ruota-rotai e accelerazioni laterali della ruota, analizzando i dati registrati a bordo treno tramite algoritmi di apprendimento automatico per ricostruire l'allineamento del binario e rendere possibile in futuro l'impiego sistematico della manutenzione predittiva.

2. Esposizione del problema

Per una visione più chiara di questo problema, si fa riferimento alla Fig. 1(a). Nel piano orizzontale, nel punto P di ogni rotaia, che si trova 14 mm sotto il piano del ferro per il profilo di rotaia standard UIC 60E1, l'allineamento è definito come la deviazione laterale tra gli allineamenti

of this work could be a step toward the predictive maintenance as well.

1. Introduction

Recognizing track problems is a crucial responsibility for railway engineers to ensure safe train operations. Analysing the Track Geometry (TG) characteristics is essential for developing an effective track condition monitoring strategy [1][2][3]. TG parameters are defined as the indicators for track maintenance in the European railway standard EN13848-1 [4], namely track gauge, cross-level, longitudinal level, lateral alignment, and twist [5]. Through a comprehensive statistical analysis conducted during a European project [6], it was revealed that longitudinal level and lateral alignment emerge as the most crucial factors influencing maintenance decisions. Notably, the remaining parameters either exhibit a slower rate of degradation or demonstrate a robust linear correlation with the longitudinal level. Most of railway infrastructure managers perform track monitoring by using sophisticated equipment mounted on specialized diagnostic railway vehicles to measure geometry anomalies [7]. This technology measures the track defects accurately, but the process is costly and time-consuming. This is why numerous studies in recent years have concentrated on identifying innovative track condition monitoring techniques utilizing dynamic measurements from in-service vehicles [8].

Apart from lateral alignment and track gauge, all track geometry parameters can be effectively detected using accelerometers. Unfortunately, precise measurement of lateral alignment is quite challenging, necessitating the use of optical sensors. Nevertheless, the implementation of optical sensors comes with a trade-off, as they demand significant maintenance efforts to ensure their continued effectiveness [9].

Previous studies have shown that the longitudinal level can be accurately reconstructed from vertical accelerations [8]. However, it is not the same for lateral alignment. Hence, the objective of this study is to identify the relationship between lateral displacement of the wheel/rail, and lateral acceleration of the wheel by analysing on-board geometry monitoring data through machine learning algorithms to reconstruct the lateral alignment of the track and make it possible to reach to predictive maintenance in future.

2. Statement of problem

To have a clearer look on this issue, refer to Fig. 1 (a) In the horizontal plane, at point P on each rail, which is located 14 mm below the top of the railhead for the standard rail profile UIC 60E1, lateral alignment is defined as the lateral deviation between the actual and reference rail lines [4]. For lateral alignment to be estimated by accelerations, it is expected that the vehicle wheels would follow the impulse of lateral alignment in the lateral direction. The wheels do not, however, follow lateral alignment in the same manner as vertical alignment since the wheel has a freedom of movement in the lateral direction in a clearance between the wheel flange and rail head edge, shown

effettivi e di riferimento delle rotaie [4]. Affinché l'allineamento venga stimato tramite accelerazioni, ci si aspetta che le ruote del veicolo seguano l'impulso dell'allineamento nella direzione laterale. Tuttavia, le ruote non seguono l'allineamento laterale nello stesso modo dell'allineamento verticale, poiché la ruota ha un grado di libertà in direzione laterale pari alla distanza tra il bordino e il fianco della rotaia, mostrata nella Fig. 1(b), anche influenzato dal moto di serpeggio (vedi Fig. 1(c)). Pertanto, il problema è trovare una soluzione per rilevare le irregolarità laterali del binario, che in questo caso potrebbe essere la misura degli spostamenti laterali della ruota rispetto alla rotaia. Dopo aver risolto il problema del sistema di monitoraggio a bordo come illustrato in uno studio precedente [10], l'obiettivo principale è trovare un modello di apprendimento automatico per rilevare le irregolarità laterali tramite il monitoraggio da bordo e migliorare la correlazione tra allineamento e accelerazione laterale.

in Fig. 1(b), also affected by the hunting motion (see Fig. 1(c)). Therefore, the problem is to find a solution that could assess detecting the lateral irregularity, which in here could be detecting the lateral displacement of wheel to rail.

After solving the on-board monitoring issue which was mentioned in the previous study [10], the main objective is to find a Machine Learning model to detect the lateral track irregularity by on-board monitoring and solve the not solved issue of not having a good relationship between lateral alignment and lateral acceleration.

3. Problem description

TRUE et al. [11] conducted a theoretical investigation and found that determining lateral alignment only from vehicle accelerations is not feasible due to complex vehicle dynamics. To address this limitation, IN2SMART Project

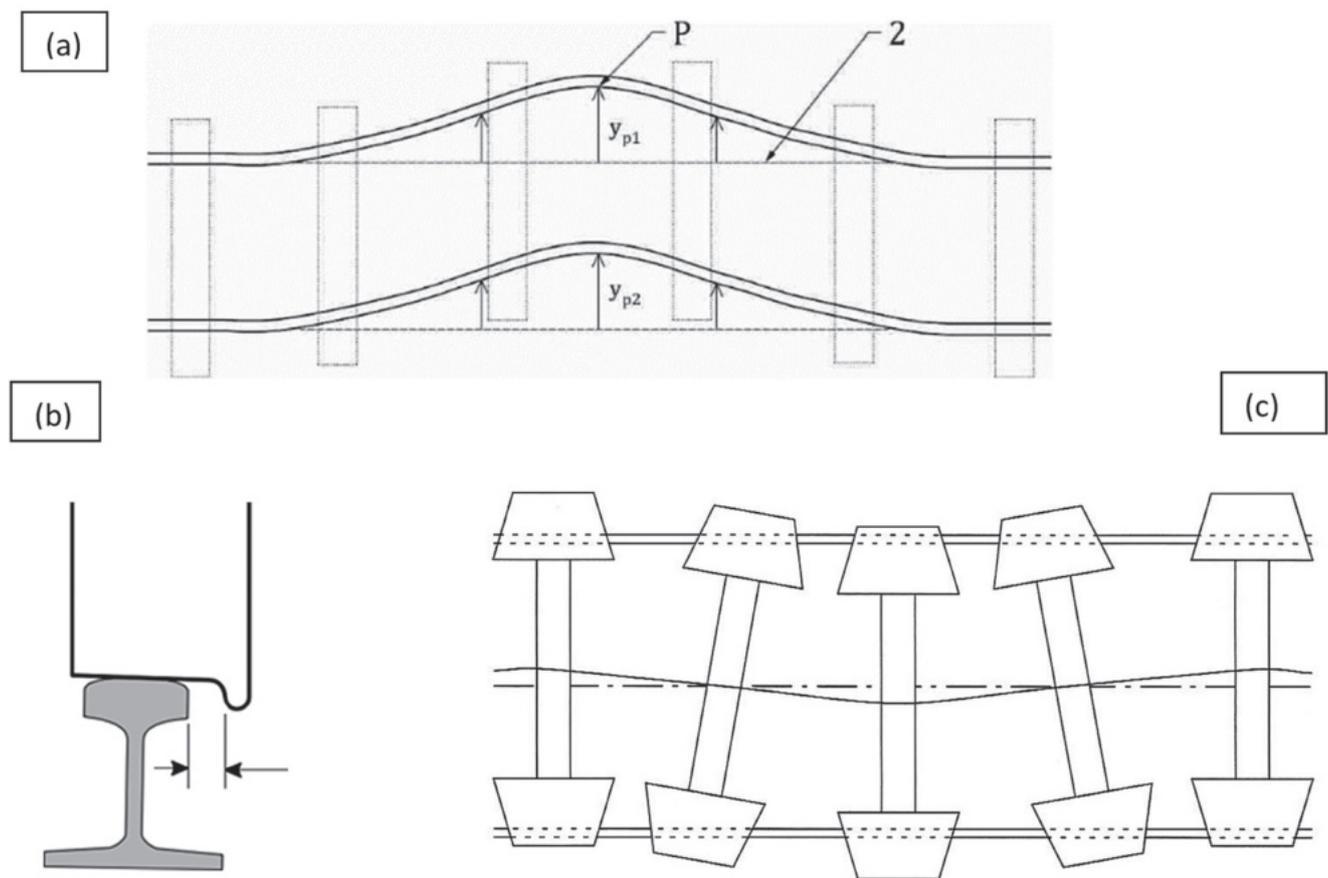


Figura 1 – (a) Allineamento laterale della rotaia sinistra $y_{(P_1)}$ e della rotaia destra $y_{(p_2)}$, dove P indica il punto di riferimento della rotaia e 2 indica la linea di riferimento della rotaia [3]; (b) illustrazione della distanza tra la ruota e la rotaia [7]; (c) rappresentazione schematica del moto di serpeggio [7].

Figure 1 – (a) Lateral alignment of the left rail $y_{(P_1)}$ and right rail $y_{(p_2)}$, where P denotes the rail reference point and "2" denotes the reference rail line [3]; (b) illustration of wheel/rail gauge clearance [7]; (c) schematic view of hunting motion [7].

3. Analisi della letteratura

TRUE *et al.* [11] hanno condotto un'indagine teorica e hanno scoperto che determinare l'allineamento solo dalle accelerazioni del veicolo non è possibile a causa della dinamica complessa del veicolo. Per superare il problema, RIPKE *et al.* [6] hanno impiegato una combinazione di misure di accelerazioni e un modello di simulazione dinamica multi-corpo (*Multi-Body Simulation* = MBS) del veicolo. Il loro approccio utilizzava un meccanismo di correzione dedicato, ciononostante i risultati non hanno soddisfatto le aspettative se confrontati con le misure di un sistema di misura della geometria del binario commerciale. ROSA *et al.* [12] hanno proposto un metodo alternativo basato su modelli che integrano MBS e un filtro di Kalman per stimare l'allineamento laterale. L'incapacità del modello di considerare l'usura del profilo della ruota, che ha un impatto considerevole sulla dinamica del veicolo, è un'importante carenza di questo metodo, così come la non linearità del problema. Pertanto, ROSA *et al.* [13] hanno tentato di utilizzare l'apprendimento automatico di tipo ML con i livelli trasversali e le accelerazioni laterali per rilevare le irregolarità laterali importanti del binario, ma con un'accuratezza inferiore al 90%, dunque non soddisfacente. Gli studi finora presentati hanno dimostrato che le sole accelerazioni laterali non possono essere utilizzate per determinare con accuratezza le irregolarità laterali del binario e che esse devono essere integrate con altri dati.

SHI *et al.* [10] hanno recentemente presentato un metodo per misurare gli spostamenti laterali in tempo reale e hanno suggerito che essi possano essere utili per stimare con accuratezza l'allineamento. La tecnica di misura utilizzata in questo metodo si basa su una telecamera stereoscopica ed è stata sviluppata come parte del progetto Assets4Rail [14][15]. Questo sistema di sensori è stato sviluppato specificamente per fornire come output gli spostamenti laterali relativi della ruota rispetto alla rotaia; a tal fine, le uscite video della telecamera stereo sono state analizzate utilizzando un algoritmo di elaborazione delle immagini. Questo metodo si prefigge di individuare una possibile soluzione al problema irrisolto di ricostruire correttamente l'allineamento del binario, combinando opportunamente le misure degli spostamenti laterali, ottenute tramite il sistema di sensori sopra citato, con le accelerazioni laterali rilevate da accelerometri a bordo del veicolo [6][10].

In questo articolo viene presentata una metodologia per determinare le irregolarità laterali del binario mediante l'utilizzo combinato delle misure degli spostamenti laterali della ruota rispetto alla rotaia, delle accelerazioni laterali della ruota e della conicità equivalente. Inoltre, viene eseguita un'analisi di sensibilità per identificare i parametri più importanti per il monitoraggio da bordo delle irregolarità laterali del binario.

Il seguente capitolo 4 descrive la metodologia proposta, inclusa l'illustrazione della simulazione numerica svolta e del metodo ML applicato ai risultati della simula-

[6] *employed a combination of acceleration measurements and a Multi-Body dynamic Simulation (MBS) model of the vehicle. While their approach utilized a dedicated correction mechanism, the results fell short of expectations when compared to measurements from a commercial track geometry inspection system. Rosa et al. [12] proposed an alternative model-based method that integrated MBS and a Kalman filter to estimate lateral alignment. The model's inability to consider wheel profile wear, which has a considerable impact on vehicle dynamics, is an important weakness of this technique, as well as non-linearity of the problem. Therefore, Rosa et al. [13] attempted to use machine learning (ML) with cross-level and lateral acceleration information to detect large track lateral irregularities, but the accuracy was less than 90% and not satisfying.*

The studies presented above have shown that lateral accelerations alone cannot be used to accurately determine the lateral irregularity and that accelerations must be supplemented by other proper response quantities.

SHI et al. [10] recently presented a method to measure LDWR in a real-time and suggested that LDWR can be useful to accurately estimate lateral alignment. The measurement technique utilized in this method relies on a stereo camera, which was developed as part of the Assets4Rail project [14] [15]. This sensor system was developed specifically to provide the LDWR as an output, and then the video outputs of the stereo camera were analyzed using the image processing algorithm. It offers a possible answer to the unsolved problem of properly reconstructing alignment on in-service cars by fusing this suggested method with accelerometers [6][10].

In the current work, a methodology for determining lateral irregularities by incorporating LDWR, lateral accelerations, and conicity is presented. Furthermore, a sensitivity analysis to identify the most crucial parameters for on-board monitoring of lateral irregularity is performed.

Section 4 describes the methodology, including the explanation of the numerical simulation and the ML method applied to the simulation results. The findings using the ML method are presented as the results of this paper.

4. Methodology

4.1. Estimating the lateral irregularity of track with onboard response measurements

The methodology employed in this study aims to estimate lateral irregularity by utilizing measurements of LDWR and lateral acceleration from a train, in conjunction with a trained ML model. The rationale behind choosing ML models lies in the inverse problem which this study seeks to address and using system responses such as acceleration, LDWR, and conicity to estimate lateral irregularity accurately is the final goal. Machine learning regression methodology is proposed as it has demonstrated remarkable efficiency in handling various forms of non-linearity that may be present in the data, making it well-suited for tackling the complexities of the lateral irregularity estimation problem.

zione. Vengono, quindi, presentati i risultati ottenuti utilizzando il metodo ML.

4. Metodologia

4.1. Stima delle irregolarità laterali della rotaia con misurazioni da bordo treno

La metodologia impiegata in questo studio mira a stimare le irregolarità laterali del binario utilizzando le misurazioni di spostamenti e accelerazioni laterali effettuate da bordo treno, assieme a un modello di apprendimento automatico (ML) addestrato (Fig. 2). La logica alla base della scelta dei modelli ML risiede nel problema inverso che questo studio cerca di affrontare e l'utilizzo di risposte di sistema come accelerazioni, spostamenti laterali relativi ruota-rotaia e conicità per stimare accuratamente le irregolarità laterali rappresenta l'obiettivo finale. La metodologia di regressione di apprendimento automatico è proposta in quanto ha dimostrato una notevole efficienza nella gestione di varie forme di non linearità che possono essere presenti nei dati, rendendola adatta per affrontare le complessità del problema di stima delle irregolarità laterali. Idealmente, per ottenere risultati accurati, sarebbe richiesta una conoscenza perfetta del sistema e del processo, il che comporta la misurazione di tutti i parametri di input e risposta [16]. Tuttavia, limitazioni pratiche come vincoli economici e tecnologici rendono impossibile raccogliere dati così completi. Per superare questa problematica, è stata utilizzata la simulazione numerica per valutare il metodo proposto, sviluppare algoritmi ed eseguire uno studio di sensibilità per identificare le variabili chiave per future misurazioni in campo. Il metodo suggerito per la stima delle irregolarità laterali è quindi quello di misurare spostamenti e accelerazioni su un binario con irregolarità laterali note per costruire un modello ML, quindi misurare i dati di input su qualsiasi altro binario e applicare il modello ML addestrato per stimare le irregolarità del binario.

Ideally, to achieve accurate results, perfect knowledge of both the system and the process, which entails measuring all input and response parameters would be required [16]. However, practical limitations such as economic and technological constraints make it infeasible to gather such comprehensive data. To overcome these challenges, numerical simulation was used to evaluate the proposed method, develop algorithms, and perform a sensitivity study to identify key variables for future real-world measurements.

The suggested method for lateral irregularity estimation is therefore to measure LDWR and acceleration at a track with known lateral irregularity to build a ML model, then run the train with measurements on any other track and apply the trained ML model to estimate track irregularity.

Hence, in this study, the focus is on detecting track faults using various machine learning models. To achieve this, relevant features have been carefully selected. The methodology follows a systematic approach, commencing with the simulation phase. Subsequently, the steps of the methodology are outlined in the following sections.

The simulation was performed using Gensys multibody simulation software on two standard tracks: Czech high-speed test track in Velim (ST1) and Polish lower-speed test track in Zmigrod (ST2), both have various curves and inclinations. The output of this step would be the features of the model described in Fig. 2.

Different algorithms which are used in this study are random forest regression, polynomial regression, and support vector machine regression, to predict lateral irregularity by using numerical simulated lateral acceleration of the train bogie and lateral displacement of the leading wheelset.

4.2. Numerical simulation and case study

To simulate the vehicle-track dynamic behaviour, and analyse if the proposed idea is working well, numerical sim-

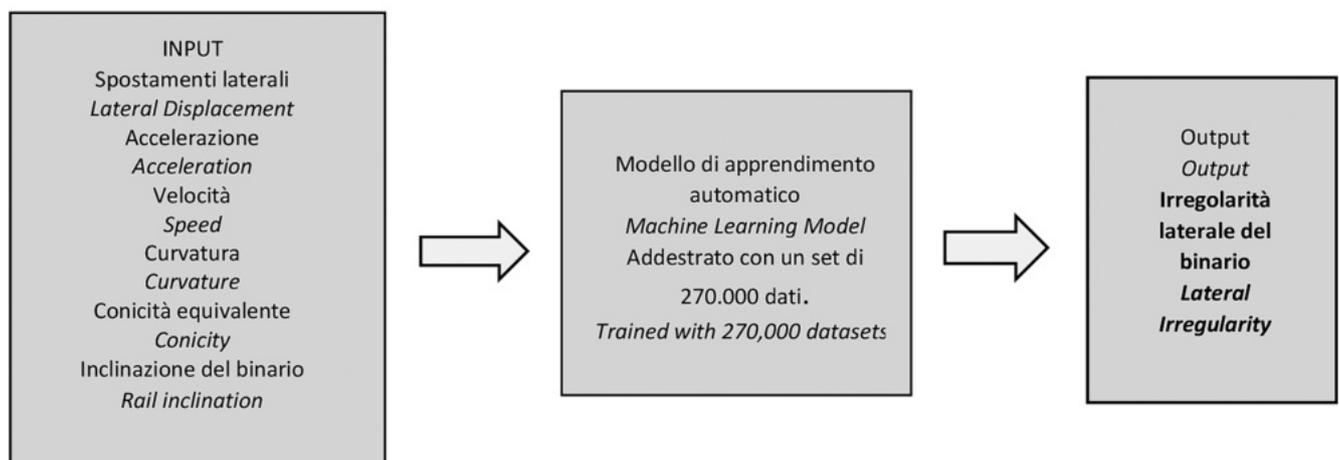


Figura 2 – Input e output del modello di apprendimento automatico.
 Figure 2 – Input-Output for Machine Learning Model.

Pertanto, in questo studio, l'attenzione è rivolta al rilevamento di difetti laterali del binario utilizzando vari modelli di apprendimento automatico. Per raggiungere questo obiettivo, sono state attentamente selezionate le grandezze da prendere in considerazione nel modello. La metodologia segue un approccio sistematico, a partire dalla fase di simulazione, con i passaggi che vengono illustrati nei paragrafi seguenti.

La simulazione è stata eseguita utilizzando il software di simulazione *Multi-body Gensys®* su due binari standard: il binario di prova ad alta velocità ceco di Velim (ST1) e il binario di prova a bassa velocità polacco di Zmigrod (ST2), entrambi con varie curve e considerando diverse inclinazioni di posa delle rotaie (Fig. 3). L'output delle simulazioni multicorpo sono le grandezze di input del modello di apprendimento automatico, elencate nella colonna di sinistra della Fig. 2.

I diversi algoritmi utilizzati in questo studio sono la regressione *Random Forest*, la regressione polinomiale e la *Support Vector Machine Regression*. Tali algoritmi sono stati utilizzati per prevedere le irregolarità laterali del binario a partire dai valori dell'accelerazione laterale del carrello e degli spostamenti laterali della sala montata di testa, ottenuti mediante le simulazioni numeriche.

4.2. Simulazione numerica e caso di studio

Per simulare il comportamento dinamico veicolo-via e verificare il funzionamento dell'idea proposta, sono state eseguite simulazioni numeriche con il software *Gensys®*. Nelle simulazioni è stato viaggiare su due diversi binari standard un veicolo composto da una cassa con due carrelli e quattro assili. La cassa, i carrelli e gli assili sono accoppiati con molle e smorzatori. Le caratteristiche del veicolo sono riportate in [17].

Le caratteristiche dei binari standard sono le seguenti:

- ST1 – Binario di prova ad alta velocità a Velim (Cechia), che include 2 curve, con una lunghezza totale del tracciato di 13.276 m.

ulations have been carried out by the software Gensys®. A train running on two different Standard Tracks (ST) is used in this work. The train has one car body with two bogies and 4 wheelsets. Car body, bogies and wheelsets are rigid masses coupled by spring and dampers. The characteristic of the train can be found in [17].

The characteristics of the standard tracks (ST) are as follow and seen in Fig. 3.

- ST1 – Czech high speed test track in Velim, including 2 curves, with a total track length 13,276 m.
- ST2 – Polish lower speed test track in Zmigrod, including several curves, with a length of test track. 7,725 m.

These tracks were chosen due to their availability of access to their characteristics and well layout design of operation parameter [18][19]. In the simulation software, the lateral irregularity of the track was modelled using Swedish standard irregularity on the first quality level (QN1) based on the UIC 518.2009 [20] and EN 14363:2005 [21], which is called K0 for this work. Three distinct speeds were used for each track during the simulation test: ST1 speeds were 130, 160, and 210 km/h, and ST2 speeds were 50, 80, and 120 km/h. Different inclinations were used during the simulations, including 1:20, 1:30, and 1:40. Lateral irregularity was the only geometry parameter considered in the study, and 18 simulations were conducted, which could be seen in Tab. 1.

The Swedish wheel profile defined in EN S1002 T32.5, and the rail profile was 60 E1 with with the equivalent conicity calculated using the Gensys® software.. It affects the lateral stability and steering of the vehicle, with higher conicity leading to stronger self-centering forces and influencing ride quality and safety. The focus among the results of the simulation, is just the lateral acceleration of the wheel, and LDWR which could be used for the Machine Learning model inputs, with the goal to find the relationship between lateral track irregularities and the lateral displacement.

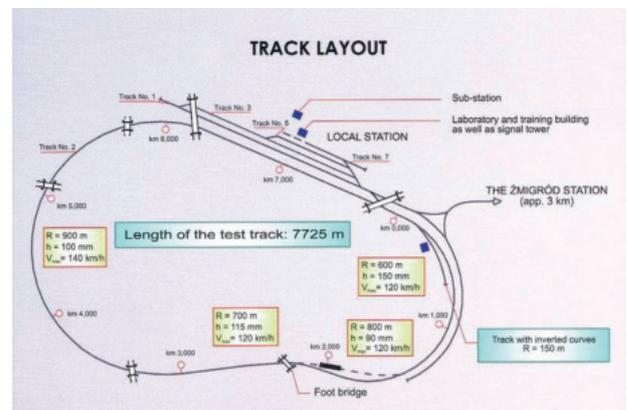
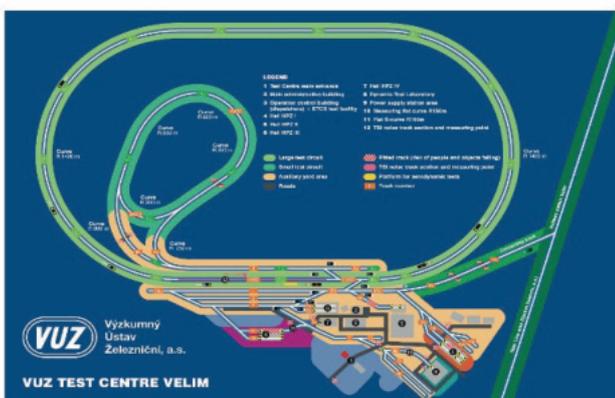


Figura 3 – Binari standard: circuito ceco di Velim (sinistra) e circuito polacco di Zmigrod (destra) [18][19].
 Figure 3 – Standard Tracks: Czech Velim track (left), Polish Zmigrod track (right)[18][19].

Simulazione Gensys®
Gensys® Simulation

Scenario Scenario	Tipo di binario Track type	Velocità (km/h) Speed (km/h)	Inclinazione Inclination	Tipo di irregolarità Irregularity type
1	ST2	50	1:20	K0
1	ST2	50	1:20	K0
2	ST2	50	1:30	K0
3	ST2	50	1:40	K0
4	ST2	80	1:20	K0
5	ST2	80	1:30	K0
6	ST2	80	1:40	K0
7	ST2	120	1:20	K0
8	ST2	120	1:30	K0
9	ST2	120	1:40	K0
10	ST1	130	1:20	K0
11	ST1	130	1:30	K0
12	ST1	130	1:40	K0
13	ST1	160	1:20	K0
14	ST1	160	1:30	K0
15	ST1	160	1:40	K0
16	ST1	210	1:20	K0
17	ST1	210	1:30	K0
18	ST1	210	1:40	K0

- ST2 – Binario di prova a bassa velocità di Zmigrod (Polonia), che include diverse curve, con una lunghezza totale del tracciato di 7.725 m.

Questi binari sono stati scelti per la disponibilità dei loro dati caratteristici e per la progettazione del layout [18][19]. Nel software di simulazione, l'irregolarità laterale del binario è stata modellata utilizzando le irregolarità standard svedesi sul primo livello di qualità (QN1) in base agli standard UIC 518.2009 [20] ed EN 14363:2005 [21], e viene denominata K0 nel presente lavoro. Sono state utilizzate tre velocità distinte per ciascun binario durante i test di simulazione: le velocità in ST1 sono state di 130, 160 e 210 km/h e le velocità in ST2 sono state di 50, 80 e 120 km/h. Durante le simulazioni sono state anche utilizzate diverse inclinazioni della rotaia: 1:20, 1:30 e 1:40. L'unico parametro geometrico preso in considerazione nello studio è stata l'irregolarità laterale e sono state condotte 18 simulazioni, come riportato nella Tab. 1.

Il profilo di ruota utilizzato nelle simulazioni era quello svedese definito nella EN S1002 T32.5 e il profilo della rotaia era il 60 E1 con la conicità equivalente calcolata per mezzo del software Gensys®. La conicità influisce sulla stabilità laterale e il comportamento in curva del veicolo; un incremento della conicità comporta forze autocentranti maggiori e influenza la qualità di marcia e la sicurezza. Tra gli output della simulazione ci si è focalizzati sull'accelerazione laterale della ruota e sullo spostamento laterale ruota-rotaia, che sono stati successivamente utilizzati

4.3. Regression models by Machine Learning approach

Recently, the capability of ML models to monitor the health of structures and track geometry has been proven and is in a high interest of researchers and industry. As it was mentioned before, it is a powerful method since it is capable to handle the non-linearity of the problem.

Regression methods are used in this work to investigate the relationship between the variables and to confirm the simulation results. Regression is a technique which helps in examining the relationship between independent features or variables and a dependent feature, outcome, or variable. To ensure that altering one algorithmic parameter does not drastically change the results of the entire model, it is intended to start with simple regression algorithms that can support related case studies without relying on many algorithmic parameters.

For this project, supervised learning was chosen since it is a machine learning task of establishing a function that maps an input to an output based on example input-output pairs [22]. Regression entails choosing the best model to suit the provided data set and then using the model to make predictions in the future [23][24].

In different situations, various regression models are utilized, and their appropriateness depends on the type of data and the relationships between the variables. For instance, when dealing with multiple variables showing a polynomial relationship, the preferred choice is a Polynomial Regression

come input del modello di Machine Learning, con l'obiettivo di trovare una relazione tra le irregolarità laterali del binario e lo spostamento laterale relativo della ruota rispetto alla rotaia

4.3. Modelli di regressione mediante approccio di apprendimento automatico

Idi recente, la capacità dei modelli ML di monitorare lo stato di salute delle strutture e la geometria del binario è stato dimostrato essere di grande interesse per la ricerca e l'industria ferroviaria. Come accennato in precedenza, si tratta di un metodo potente poiché è in grado di gestire la non linearità del problema.

In questo lavoro vengono utilizzati metodi di regressione per indagare la relazione tra le variabili e confermare i risultati della simulazione. La regressione è una tecnica che aiuta a esaminare la relazione tra caratteristiche o variabili indipendenti e una caratteristica, risultato o variabile dipendente. Per garantire che la modifica di un parametro dell'algoritmo non modifichi drasticamente i risultati dell'intero modello, si inizia con semplici algoritmi di regressione in grado di supportare casi di studio correlati senza basarsi su molti parametri algoritmici.

Per questo progetto, è stato scelto l'apprendimento supervisionato, attività di apprendimento automatico per stabilire una funzione che mappi input e output in base a coppie di esempio [22]. La regressione comporta la scelta del modello migliore per adattarsi all'insieme di dati fornito e quindi l'utilizzo del modello per fare previsioni in futuro [23] [24]. In diverse situazioni, vengono utilizzati vari modelli di regressione, e la loro appropriatezza dipende dal tipo di dati e dalle relazioni tra le variabili. Ad esempio, quando si ha a che fare con più variabili che mostrano una relazione polinomiale, la scelta preferita è un modello di regressione di questo tipo. D'altro canto, per i dati che mostrano una relazione lineare tra due variabili, l'opzione più adatta è un modello di regressione di questo secondo tipo [25]. Gli algoritmi utilizzati in questo studio sono la regressione *Random Forest*, la regressione polinomiale e la *Support Vector Machine Regression*, per prevedere le irregolarità laterali del binario utilizzando i valori simulati delle accelerazioni laterali del carrello e degli spostamenti laterali del primo assile.

4.3.1. Analisi dei dati

Nel processo di training (addestramento) del modello, quattro parametri vengono impiegati come input per l'apprendimento supervisionato. Questi parametri sono le accelerazioni e gli spostamenti laterali della ruota, la conicità e le irregolarità laterali della rotaia. Quest'ultime sono utilizzate durante l'addestramento in quanto fungono da variabile obiettivo per l'approccio di apprendimento supervisionato.

Durante la fase di addestramento, il modello impara a rilevare irregolarità laterali utilizzando i dati forniti di ac-

Model. On the other hand, for data exhibiting a linear relationship between two variables, the most suitable option is a *Linear Regression Model* [25].

Different algorithms which are used in this study are random forest regression, polynomial regression, and support vector machine regression, to predict lateral irregularity by using numerical simulated lateral acceleration of the train bogie and lateral displacement of the leading wheelset.

4.3.1 Data management:

In the training process of the model, four parameters are employed as inputs for supervised learning. These parameters include the lateral acceleration of the wheel, LDWR, conicity, and the lateral irregularity of the track. Among these, the lateral irregularity is used during training as it serves as the target variable for the supervised learning approach.

Through the training phase, the model learns how to detect lateral irregularities by utilizing the provided lateral acceleration and LDWR data. The relationship between these input parameters and the target variable (lateral irregularity) is learned and captured by the model, allowing it to later predict or detect lateral irregularities solely based on the observed lateral acceleration and LDWR without directly using the lateral irregularity in the prediction process. This demonstrates the model's ability to generalize and identify lateral track irregularities based on the learned patterns from the training data.

Several attempts were made at the train-test, and it was found that changes in inclination could significantly affect the results if the model was not trained and tested on the same inclinations. To address this, three different groups were created based on the different inclinations, and the sample model was selected based on the highest accuracy of each group. Each sample model was then trained using the full dataset of that group and tested on other case studies with the same inclination.

The sample model chosen for analysis is the standard track 1 located in the Czech Republic. This model was trained at a speed of 130 km/h, considering three distinct inclinations: 1:20, 1:30, and 1:40. To assess and determine the most effective method for the stated objective, three regression techniques were employed: Random Forest Regression, Polynomial Regression, and Support Vector Machine Regressor.

During the testing phase, the track was divided into various sections, including the whole track, straight track segments, and only the curved sections. This division was implemented to gain deeper insights into the model's performance and finding the reason of some low accuracies by checking each predictive accuracy.

By evaluating the results on different track sections, the study aims to identify the strengths and weaknesses of each regression model, leading to the selection of the most suitable and reliable method for accurately predicting lateral irregularities based on the given dataset.

celerazioni e spostamenti laterali. La relazione tra questi parametri di input e la variabile target (irregolarità laterali) viene appresa e catturata dal modello, consentendogli in seguito di prevedere o rilevare irregolarità laterali basandosi esclusivamente sulle accelerazioni e gli spostamenti laterali osservati, senza utilizzare direttamente le irregolarità laterali nel processo di previsione. Ciò dimostra la capacità del modello di generalizzare e identificare le irregolarità laterali del binario in base all'apprendimento dai dati di training.

Sono stati effettuati diversi test e si è scoperto che i cambiamenti dell'inclinazione di posa delle rotaie potrebbero influenzare significativamente i risultati se il modello non fosse stato addestrato e testato sui medesimi valori di inclinazione. Per risolvere questo problema, sono stati creati tre gruppi diversi in base alle diverse inclinazioni e il modello campione è stato selezionato in base alla massima accuratezza di ciascun gruppo. Ogni modello campione è stato quindi addestrato utilizzando il set di dati completo di quel gruppo e testato su altri casi di studio con lo stesso valore di inclinazione.

Il modello campione scelto per l'analisi è il binario ST1. Questo modello è stato addestrato a una velocità di 130 km/h, considerando tre inclinazioni distinte: 1:20, 1:30 e 1:40. Per valutare e determinare il metodo più efficace per l'obiettivo dichiarato, sono state impiegate le tecniche di regressione *Random Forest Regression*, regressione polinomiale e *Support Vector Machine Regression*.

Durante la fase di test, il tracciato è stato diviso in varie sezioni, tra cui l'intero tracciato, i tratti rettilinei e le curve. Questa divisione è stata implementata per ottenere informazioni più approfondite sulle prestazioni del modello e trovare il motivo di alcune basse accuratezze controllando ogni valore di accuratezza predittiva. Valutando i risultati su diverse sezioni di binario, lo studio mira a identificare i punti di forza e di debolezza di ciascun modello di regressione, portando alla selezione del metodo più adatto e affidabile per prevedere accuratamente le irregolarità laterali in base al set di dati fornito. Dopo aver applicato il modello su diversi casi di studio, gli errori sono stati calcolati e classificati dal migliore al peggiore, facendo riferimento alle due metriche seguenti.

4.3.2. Misure di prestazione

La valutazione delle prestazioni del modello ha comportato il calcolo dei valori *Root Mean Squared Error* (RMSE) e *R-squared* (R2). Questi due indicatori sono comunemente utilizzati dagli statistici per valutare l'adattamento di un modello di regressione a un set di dati. Il RMSE misura la differenza media tra i valori previsti e quelli effettivi nel set di dati e non è rapportato a nessun valore. D'altro canto, R2, noto anche come coefficiente di determinazione, varia tra 0 e 1, dove i valori più vicini a 1 indicano un migliore adattamento del modello al set di dati. L'obiettivo era ottenere un RMSE basso e un R2 alto per dimostrare l'efficacia del modello [26]. Essi sono calcolati come:

After applying the model on different case studies, errors were calculated and identified as based on finding best and worst which would be explained by referring to the two following metrics:

4.3.2. Performance metrics

The evaluation of the model's performance involved calculating the Root Mean Squared Error (RMSE) and R-squared (R2) values. These two indicators are commonly used by statisticians to assess the fit of a regression model to a dataset. The RMSE measures the average difference between the predicted and actual values in the dataset and is not scaled to any value. On the other hand, R2, also known as the coefficient of determination, ranges between 0 and 1, where values closer to 1 indicate a better fit of the model to the dataset. The aim was to obtain a low RMSE and a high R2 to demonstrate the effectiveness of the model [26].

They are calculated as:

$$RMSE = \sqrt{\sum(P_i - O_i)^2 / n}$$

where:

- P_i is the predicted value for the i^{th} observation;
- O_i is the observed value for the i^{th} observation;
- n is the sample size;
- $R^2 = 1 - (RSS/TSS)$;
- *RSS (Residual Sum of Squares): represents the sum of the squared differences between the observed values and the predicted values;*
- *TSS (Total Sum of Squares): represents the total sum of the squared differences between the observed values and their mean.*

4.3.3. Data aggregation to develop the model

Through comprehensive data analysis, certain parameters were chosen among the simulation outcomes that exhibit good influence on the model's predictive capabilities. To create a generalized model, all these important parameters were included as input features. Then, a 70/30 data split was used to train and evaluate this model. Several parameters and track variables are included in the model, including LD-WR, lateral acceleration, speed, inclination, curvature, and conicity. Conicity was used as an input characteristic in the model even though it cannot be measured. The model was put to the test twice, once using conicity as input and once without, to evaluate its influence and the performance of the model. The study's subsequent chapter details the outcomes of these tests, including the distribution of errors discovered during the evaluation process.

4.3.4. Sensitivity analysis

As it was mentioned earlier, ML methods have been widely used, especially to solve high-dimensional and non-linear problems [27][28]. However, handling high-dimensional data poses difficulties for decision-making and data analysis. Feature Selection (FS) techniques have been developed

$$RMSE = \sqrt{\sum(P_i - O_i)^2/n}$$

In cui:

- \sum è il simbolo di sommatoria;
- P_i è il valore previsto per la i-esima osservazione;
- O_i è il valore osservato per la i-esima osservazione;
- n è la dimensione del campione;
- $R^2 = 1 - (RSS/TSS)$;
- **RSS (Residual Sum of Squares)**: rappresenta la somma delle differenze al quadrato tra i valori osservati e i valori previsti;
- **TSS (Total Sum of Squares)**: rappresenta la somma totale delle differenze al quadrato tra i valori osservati e la loro media.

4.3.3. Raccolta dei dati per sviluppare il modello

Attraverso un'analisi completa dei dati, sono stati scelti alcuni parametri tra i risultati della simulazione che mostrano una buona influenza sulle capacità predittive del modello. Per creare un modello generalizzato, tutti questi parametri sono stati inclusi come caratteristiche di input. Quindi, è stata utilizzata una suddivisione dei dati 70/30 per valutare il modello. Diversi parametri del binario sono compresi nel modello, tra cui spostamenti e accelerazioni laterali, velocità, inclinazione della rotaia, curvatura del tracciato e conicità della ruota. La conicità è stata utilizzata come caratteristica di input nel modello anche se non può essere misurata nella realtà. Il modello è stato messo alla prova due volte, una volta utilizzando la conicità come input e una volta senza, al fine di valutarne l'influenza e le prestazioni del modello. Il paragrafo successivo descrive in dettaglio i risultati di questi test, inclusa la distribuzione degli errori scoperti durante il processo di valutazione.

4.3.4 Analisi di sensibilità

Come accennato in precedenza, i metodi di apprendimento automatico (ML) sono stati ampiamente utilizzati, in particolare per risolvere problemi ad alta complessità e non lineari [27][28]. Tuttavia, la gestione di dati ad alta complessità (dati che presentano un gran numero di caratteristiche o attributi) pone difficoltà per il processo decisionale e l'analisi dei dati stessi. Le tecniche di selezione delle caratteristiche (Feature Selection = FS) sono state sviluppate con l'obiettivo di elaborare in modo efficiente dati ad alta complessità per affrontare questo problema. Per migliorare la correttezza del modello, il metodo FS cerca il miglior set di caratteristiche possibile, che fornisca la maggior parte delle informazioni [29]. Sulla base di un set di parametri, CAI et al. [30] hanno categorizzato gli approcci FS in più gruppi. Le tre categorie generali dei metodi FS sono i modelli di *filtering*, *wrapper* ed *embedding*, che si distinguono per le rispettive connessioni agli approcci di apprendimento. In questo lavoro, è stata scelta l'importanza della caratteristica di permutazione per l'analisi di sensibilità. Quando i dati sono tabellari, un metodo di ispezione del modello chiamato importanza

with the goal of efficiently processing high-dimensional data in order to address this problem. To improve model correctness, the FS method looks for the best possible feature set that yields the most information [29]. Based on a variety of parameters, Cai et al. [30] categorized FS approaches into multiple groups. The three general categories of FS methods are filter, wrapper, and embedding models, which are distinguished by their respective connections to learning approaches.

In this work, the importance of the Permutation feature was chosen for sensitivity analysis. When the data is tabular, a model inspection method called permutation feature importance can be used to any fitted estimator. This is particularly helpful for unclear or non-linear estimators. The reduction in a model score resulting from a single feature value being shuffled at random is known as the permutation feature significance [31]. As a result, it can evaluate the relative impact of each quantity on the issue; the outcomes are displayed in the following paragraph.

4.3.5. Outline of the permutation importance algorithm

As it was mentioned in the previous section, the permutation importance algorithm is a method used to assess the importance of each feature in a predictive model. This technique involves evaluating the model's performance after systematically shuffling each feature to break its association with the target variable. The decrease in the model's performance indicates the importance of the feature: the more significant the drop, the more important the feature is [31]. The following section details the permutation importance algorithm, explaining the steps involved and presenting the formula used to calculate the importance of each feature:

- **Inputs:** fitted predictive model m , tabular dataset (training or validation) D .
- Compute the reference score s of the model m on data D (for instance the accuracy for a classifier or the R^2 for a regressor).
- For each feature j (column of D):

For each repetition k , which is counting the permutations of feature f_j for which the performance metric $s_{(k,j)}$ is calculated and then averaged to determine the feature's importance:

- Randomly shuffle column j of dataset D to generate a corrupted version of the data named $\tilde{D}_{k,j}$.
- Compute the score $s_{(k,j)}$ of model m on corrupted data $\tilde{D}_{k,j}$.
- Compute importance $i_{(k,j)}$ for feature f_j defined as [26]:

$$i_j = s - \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k s_{k,j}$$

In this formula:

- i_j represents the importance score for feature f_j ;

della caratteristica di permutazione può essere utilizzato per qualsiasi stimatore adattato. Ciò è particolarmente utile per stimatori poco chiari o non lineari. Il fatto che i valori di una singola caratteristica vengano mescolati in modo casuale, per osservare la conseguente degradazione del punteggio del modello, è noto come significatività della caratteristica di permutazione [31]. Di conseguenza, il metodo consente di valutare l'impatto relativo di ciascuna caratteristica sul problema; i risultati dell'applicazione del metodo sono presentati nel paragrafo seguente.

4.3.5. Schema dell'algoritmo di importanza della caratteristica di permutazione

Come accennato nella sezione precedente, l'algoritmo di importanza della caratteristica di permutazione è un metodo utilizzato per valutare l'importanza di ogni caratteristica in un modello predittivo. Questa tecnica comporta la valutazione delle prestazioni del modello dopo aver sistematicamente mescolato ogni caratteristica per interromperne l'associazione con la variabile target. La diminuzione delle prestazioni del modello indica l'importanza della caratteristica: più il calo è significativo, più importante è la caratteristica [31]. La sezione seguente descrive in dettaglio l'algoritmo di importanza della caratteristica di permutazione, spiegandone i passaggi e presentando le formule utilizzate per calcolare l'importanza di ogni caratteristica:

- Input: modello predittivo adattato m e set di dati tabellari D di training o validazione.
- Calcolo del punteggio di riferimento s del modello m sui dati D (ad esempio l'accuratezza per un classificatore o la R^2 per un regressore).
- Per ogni caratteristica j (colonna di D):
 - Per ogni ripetizione k , che conta le permutazioni della caratteristica f_j per la quale si calcola $s_{(k,j)}$ e se ne fa la media per determinare l'importanza della caratteristica:
 - Colonna j del dataset D distribuita casualmente per generare una versione alterata dei dati chiamata $\tilde{D}_{k,j}$.
 - Calcolo del punteggio $s_{(k,j)}$ del modello m sui dati $\tilde{D}_{k,j}$.
 - Calcolo dell'importanza $i_{(k,j)}$ per la caratteristica f_j definita come in [26]:

$$i_j = s - \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k s_{k,j}$$

In questa formula:

- i_j rappresenta il punteggio di importanza della caratteristica f_j ;
- s è una metrica di base (ad esempio: accuratezza, RMSE) calcolata utilizzando i dati originali;
- $s_{(k,j)}$ è la metrica calcolata dopo aver permutato i valori della caratteristica f_j nel k -esimo caso;

- s is a baseline metric (e.g., accuracy, RMSE) computed using the original data;
- $s_{(k,j)}$ is the metric computed after permuting the values of feature f_j in the k -th instance;
- The summation $\sum_{k=1}^k s_{k,j}$ indicates the average metric over k permutations;
- k refers to the number of permutations performed for the feature; essentially, it counts the number of times the feature f_j is permuted and the metric $s_{(k,j)}$ is calculated.

5. Results and discussion

5.1. Influence of track inclination on estimation of lateral track irregularity

While analysing the data output from the Gensys® simulation for model creation and development, a notable finding emerged as an initial result. This interesting finding revolves around the impact of rail inclination on the model.

Fig. 4 illustrates the initial validation attempt, which resulted in failure. This outcome underscores a crucial finding: the model's testing accuracy is contingent upon training with the same inclination. For instance, the model was trained with an inclination of 1:20 at a speed of 130 km/h and tested on a similar track and speed but with an inclination of 1:30. The figure vividly portrays the failure in detecting lateral irregularities, manifested by a substantial disparity between real and predicted values, indicative of notably low accuracy.

Hence, it was observed that the model exhibited optimal performance when trained and tested under consistent rail inclinations. The accuracy of the model proved to be dependent on maintaining a uniform inclination between the training and testing phases. Therefore, when the inclination remains constant during both phases, the model can effectively identify lateral irregularities even in the presence of varying track characteristics and speeds.

Consequently, a categorization procedure was started, dividing the data into three different groups according to different inclinations. Every group had distinct phases of training and testing, with consistent inclinations within the respective group. Using Random Forest Regression, one group's features best and worst performances. This algorithm was selected because it performed better at inclinations of 1:20, 1:30, and 1:40 than Polynomial Regression and Support Vector Regression. The subsequent sections of this thesis will predominantly present results based on Random Forest Regression owing to its heightened accuracy and efficiency.

It should be noted that similar special limitations have not been found for other variables than inclination, like different characteristics for different tracks. Therefore, it is possible to test the case with the model trained on another track with different characteristics and speed but the same inclination.

- La sommatoria $\sum_{k=1}^k s_{k,j}$ indica la media delle metriche per le k permutazioni;
- k si riferisce al numero di permutazioni eseguite per la caratteristica. Essa conta il numero di volte che la caratteristica f_j viene permutata e la metrica $s_{(k,j)}$ viene calcolata.

5. Risultati e discussione

5.1. Influenza dell'inclinazione della rotaia sulla stima delle irregolarità laterali

Durante l'analisi dei dati di output della simulazione Gensys® per la creazione e lo sviluppo del modello, è emerso un dato significativo, che riguarda l'influenza dell'inclinazione della rotaia sul modello. La Fig. 4 illustra il tentativo di validazione iniziale, che ha portato a un fallimento. Questo risultato evidenzia un aspetto cruciale: l'accuratezza del test del modello è subordinata all'addestramento con la stessa inclinazione. Ad esempio, il modello è stato addestrato con un'inclinazione di 1:20 a una velocità di 130 km/h e testato su un tracciato e una velocità simili ma con un'inclinazione di 1:30. La figura rappresenta chiaramente l'insuccesso nel rilevamento delle irregolarità laterali, manifestato da una sostanziale disparità tra valori reali e previsti dal modello, indicativa di un'accuratezza molto bassa di quest'ultimo.

Il modello ha mostrato prestazioni ottimali quando addestrato e testato con inclinazioni coerenti. L'accuratezza del modello si è dimostrata dipendente dal mantenimento di un'inclinazione uniforme tra le fasi di addestramento e di test: quando l'inclinazione rimane costante durante entrambe le fasi, il modello può identificare efficacemente le irregolarità laterali, anche in presenza di caratteristiche e velocità variabili del binario. Di conseguenza, è stata avviata una procedura di categorizzazione, dividendo i dati in tre gruppi diversi in base alle diverse inclinazioni. Ogni gruppo ha avuto fasi distinte di addestramento e test, con inclinazioni coerenti all'interno del rispettivo gruppo. Utilizzando la regressione *Random Forest*, sono state individuate le caratteristiche migliori e peggiori di ciascun gruppo. Questo algoritmo è stato selezionato perché ha funzionato meglio con le inclinazioni di 1:20, 1:30 e 1:40 rispetto alla *Regressione Polinomiale* e alla *Support Vector Machine Regression*. Nel seguito dell'articolo si presenteranno principalmente risultati basati sulla regressione *Random Forest*, grazie alla sua maggiore accuratezza ed efficienza.

5.2. Data analysis and visualisations

The sample model, trained with an inclination of 1:20 and a speed of 130 km/h, was used to test the different case studies which could be seen in the Tab. 2. Among the case studies, the highest accuracy was achieved for the ST1 track at a speed of 160 km/h, while the ST1 track at 210 km/h had the worst performance in this group. Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9 and Fig. 10 show the accuracy results for the 160 km/h and 210 km/h case studies for the sections of whole track, straight and curve, respectively.

The data analysis presented in the figures above revealed the successful identification of lateral irregularity for group 1, which is the one with the inclination of 1:20; as it has the best accuracy for speed of 160 km/h, with R2 scores of 0.92, 0.90, and 0.94 for the entire track, straight track, and curve track, respectively. The accuracy levels were found to be high, but as the speed of the train increased, the accuracy of the curve began to drop due to greater lateral displacement. The accuracy of the entire track also decreased with higher speeds, while the accuracy of the straight track remained almost constant. Therefore, it is recommended to focus on overall track accuracy while considering the speed fluctuation.

Similar accuracy-speed trends were observed for the other groups with inclinations of 1:30 and 1:40, suggesting that the speed limit for the functionality of this study should be

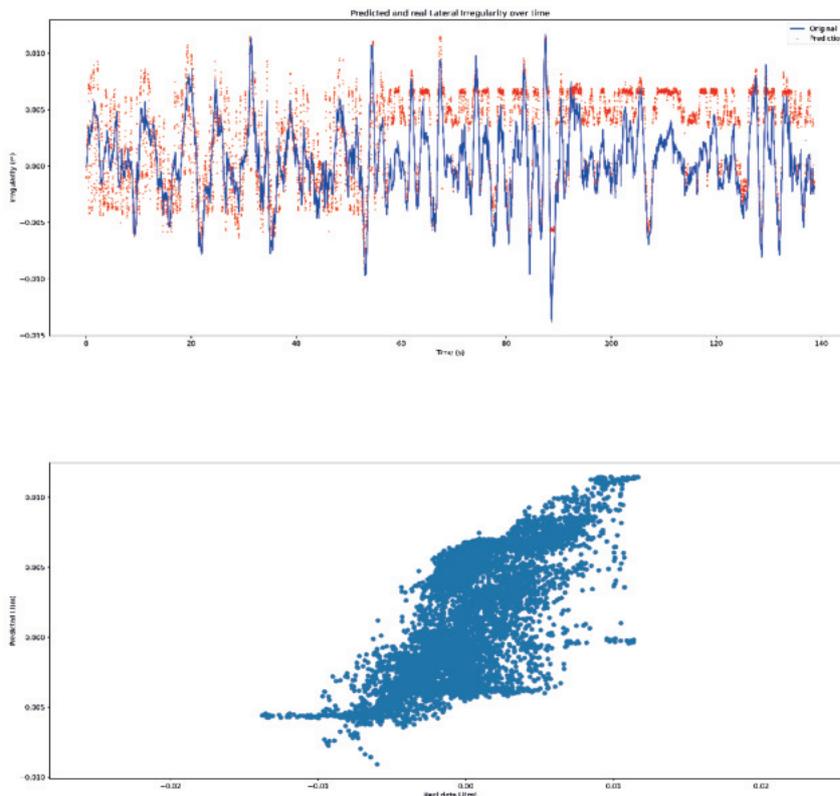


Figura 4 – Validazione fallita. Figure 4 – Failed validation.

Caratteristiche dei casi di studio
Case Studies Characteristics.

Caso di studio Case Studies	Velocità (km/h) Speed (km/h)	Inclinazione Inclination	Profilo della ruota Wheel Profile	Profilo del binario Rail Profile	Curve Curves	Lunghezza del tracciato (m) Track Length (m)
ST1	130, 160, 210	1:20, 1:30, 1:40	EN S1002	60 EI	2	13,276
ST2	50, 80, 120	1:20, 1:30, 1:40	EN S1002	60 EI	Molte Several	7,725

Va notato che un problema simile non è stato riscontrato per variabili diverse dall'inclinazione, come ad esempio le altre caratteristiche del binario. Pertanto, è possibile testare il modello addestrato su un binario con altre caratteristiche e percorso a velocità diverse ma che presenti la stessa inclinazione del binario di test.

5.2. Analisi e visualizzazione dei dati

Il modello campione, addestrato con un'inclinazione di 1:20 e una velocità di 130 km/h, è stato utilizzato per testare i diversi casi di studio descritti nella Tab. 2. Tra i casi di studio, la massima accuratezza è stata raggiunta per il tracciato ST1 a una velocità di 160 km/h, mentre il tracciato ST1 a 210 km/h ha avuto la peggiore prestazione. In Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10 sono mostrati i risultati di accuratezza per i casi di studio a 160 km/h e 210 km/h per i tre casi relativi all'intero tracciato, al tratto rettilineo e al tratto in curva.

L'analisi dei dati presentata nelle figure ha rivelato l'identificazione riuscita delle irregolarità laterali per il gruppo 1, che è quello con l'inclinazione di 1:20, poiché ha la migliore accuratezza per la velocità di 160 km/h, con punteggi R2 di 0,92, 0,90 e 0,94 per l'intero tracciato, il tratto rettilineo e quello in curva, rispettivamente. I livelli di accuratezza riscontrati sono stati elevati, ma all'aumentare della velocità del veicolo l'accuratezza del tratto in curva ha iniziato a diminuire a causa dei maggiori spostamenti laterali. Anche l'accuratezza dell'intero tracciato è diminuita a velocità più elevate, mentre l'accuratezza del tratto rettilineo è rimasta pressoché costante. Pertanto, si raccomanda di concentrarsi sull'accuratezza complessiva del tracciato tenendo conto della variazione della velocità. Simili andamenti dell'accuratezza in funzione della velocità sono stati osservati per gli altri gruppi con inclinazioni di 1:30 e 1:40, il che suggerisce che i risultati di questo

around 210 km/h. Among the tested models, the ST1 with a speed of 160 km/h exhibited the best accuracy with R2 of 0.92 (92% prediction accuracy), and an RMSE of 0.000930. The other tested models in this group of 1:20 inclinations, also showed good accuracy levels, except for the ST1 with a speed of 210 km/h, which had the worst scenario with R2 of 0.80 (80% accuracy) and an RMSE of 0.001514. The ST2 had a maximum accuracy of R2 = 0.91 at a speed of 50 km/h and a minimum accuracy of R2 = 0.78 at a speed of 120 km/h.

Analysing all the error distribution of the prediction on the histograms with the percentiles of 1 and 99, is illustrating that the 99% of the errors are in average distributed between ±2 mm, which is acceptable for our case study.

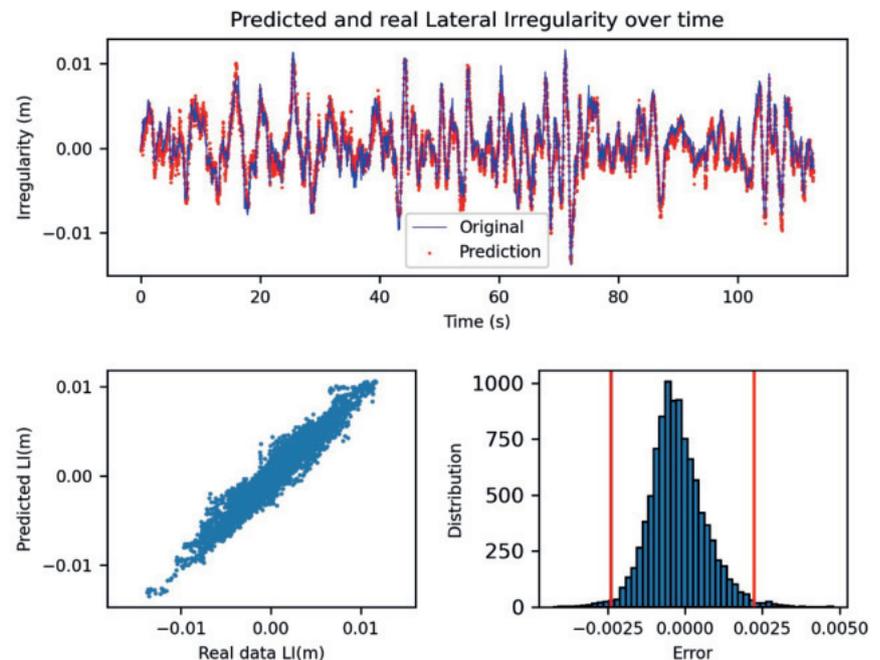


Figura 5 – Irregolarità laterali previste e reali nel tempo e distribuzione degli errori per l'intero tracciato testato sul percorso Velim (ST1) con inclinazione di 1:20 a 160 km/h.

Figure 5 – Predicted and real Lateral Irregularity over time, and error distribution for the whole track tested on the Velim Track (ST1) with the Inclination of 1:20, 160 km/h.

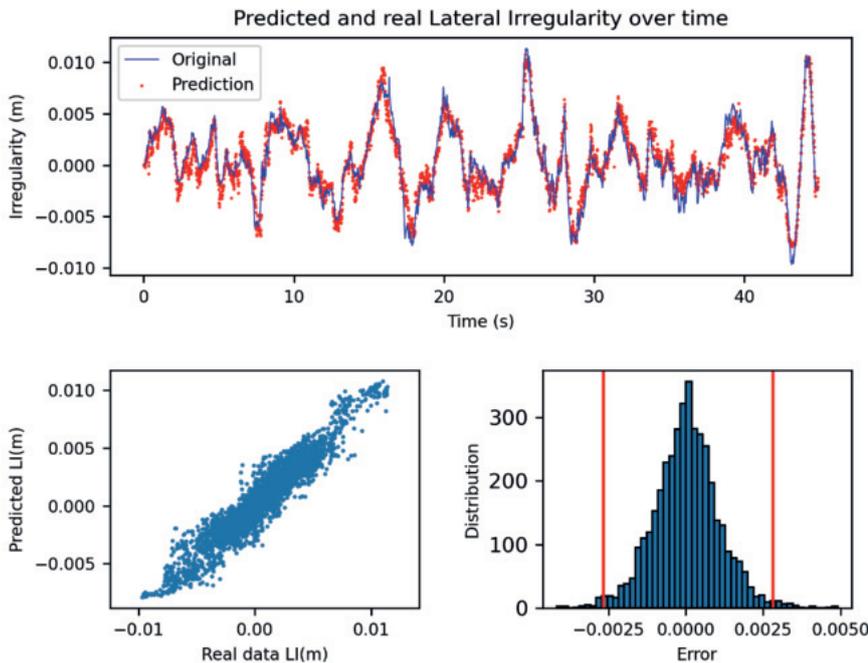


Figura 6 – Irregolarità laterali previste e reali nel tempo e distribuzione degli errori per il tratto rettilineo testato sul percorso Velim (ST1) con inclinazione di 1:20 a 160 km/h.

Figure 6 – Predicted and real Lateral Irregularity over time and error distribution for the Straight track tested on the Velim Track (ST1) with the Inclination of 1:20, 160 km/h.

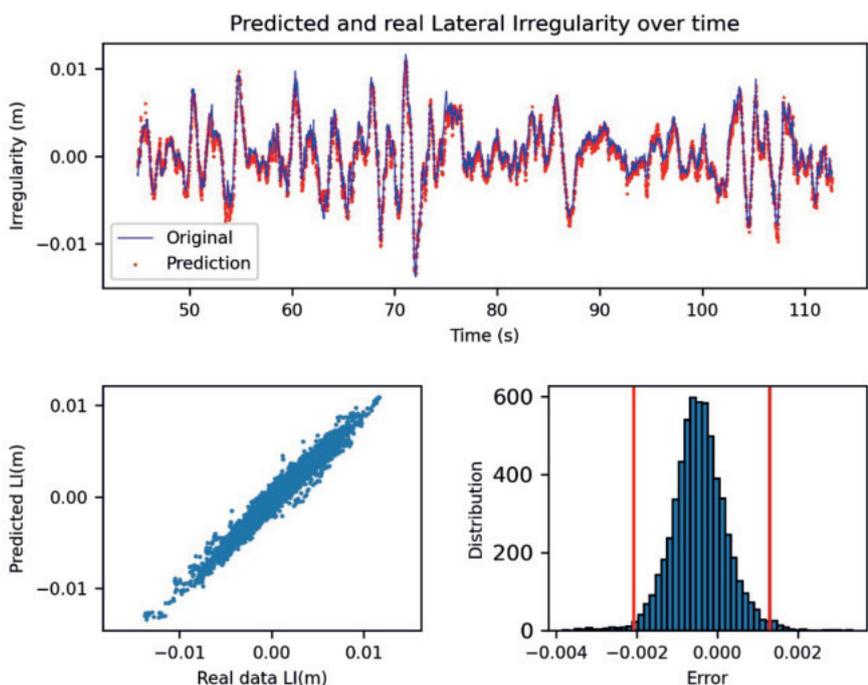


Figura 7 – Irregolarità laterali previste e reali nel tempo e distribuzione degli errori per il tratto in curva testato sul percorso Velim (ST1) con inclinazione di 1:20 a 160 km/h.

Figure 7 – Predicted and real Lateral Irregularity over time and error distribution for the Curve track tested on the Velim Track (ST1) with the Inclination of 1:20, 160 km/h.

To address concerns regarding the decrease in accuracy at higher speeds, potential convergence issue was considered and an investigation into convergence behaviour during the training phase was conducted, monitoring key metrics such as loss function values and validation accuracy. Training curves were examined for signs of instability or erratic fluctuations.

The selected algorithms and learning rates were explored to assess their impact on convergence. The persistent decrease in accuracy suggested that the challenge at higher speeds is not due to convergence issues but may be influenced by the inherent complexities of the problem domain. Hence, as the convergency issue was checked, and it did not have any effect on the accuracy, the results are reliable.

After aggregating all data and effective features, the main model was created and trained with a test size of 0.07, which means that 30% of the data was used for training while 70% was used for the testing. The results were satisfactory for both Random Forest and polynomial regressions. In Fig. 11, one example of the error distribution of each model is showed, and still the error is distributed with the same values as before for both different algorithms. The total average accuracy is 0.921 (R2 Score) for RFR and 0.926 for polynomial regressions.

5.3. Sensitivity Analysis Result

For sensitivity analysis, feature importance analysis was conducted to detect the relative significance and contribution of each input variable in the model's predictive performance. This analysis results for the random forest model reveal that the most significant impact on the model is attributed to lateral displacement, while the least crucial feature among the considered variables is associated with lateral acceleration. This outcome, though surprising, aligns with the initial notion that there is no discernible relationship between lateral acceleration and lateral irregularity in the track due to the variables between the wheel and the rail in the lateral direction. Following LDWR, curvature emerges as the next most influential parameter, with the remaining variables contribute to a lesser extent.

studio sono attendibili fino a una velocità massima di circa 210 km/h. Tra i modelli testati, l'ST1 con una velocità di 160 km/h ha mostrato la migliore accuratezza con R2 di 0,92 (accuratezza di previsione del 92%) e un RMSE di 0,000930. Anche gli altri modelli testati in questo gruppo di 1:20 hanno mostrato buoni livelli di accuratezza, eccetto il ST1 con una velocità di 210 km/h, che ha avuto lo scenario peggiore con R2 di 0,80 (accuratezza dell'80%) e RMSE di 0,001514. Il ST2 ha avuto un'accuratezza massima di R2 = 0,91 a una velocità di 50 km/h e un'accuratezza minima di R2 = 0,78 a una velocità di 120 km/h.

Analizzando la distribuzione degli errori della previsione sugli istogrammi con i percentili di 1 e 99, si dimostra che il 99% degli errori è in media distribuito tra ± 2 mm, il che è accettabile per il nostro caso di studio. Per affrontare le preoccupazioni relative alla diminuzione dell'accuratezza a velocità più elevate, è stato preso in considerazione un potenziale problema di convergenza ed è stata condotta un'indagine sul comportamento della convergenza durante la fase di addestramento del modello, monitorando parametri chiave come i valori della funzione di perdita e la precisione di convalida. Le curve di addestramento sono state esaminate per individuare segnali di instabilità o fluttuazioni irregolari.

Gli algoritmi selezionati e i tassi di apprendimento sono stati indagati per valutare il loro impatto sulla convergenza. Il persistere della diminuzione di accuratezza ha suggerito che le problematiche a velocità più elevate non siano dovute a problemi di convergenza, ma possano essere influenzate dalle complessità intrinseche del dominio del problema. Quindi, poiché la questione della convergenza è stata controllata dimostrando di non avere alcun effetto sull'accuratezza, i risultati si sono ritenuti affidabili.

Dopo aver aggregato tutti i dati e le caratteristiche efficaci, il modello principale è stato creato e addestrato con una dimensione di test di 0,07, il che significa che il 30% dei dati è stato utilizzato per l'addestramento mentre il 70% è stato utilizzato per il test. I risultati sono stati soddisfacenti sia per *Random Forest Regression* (RFR), sia per la *Regression*

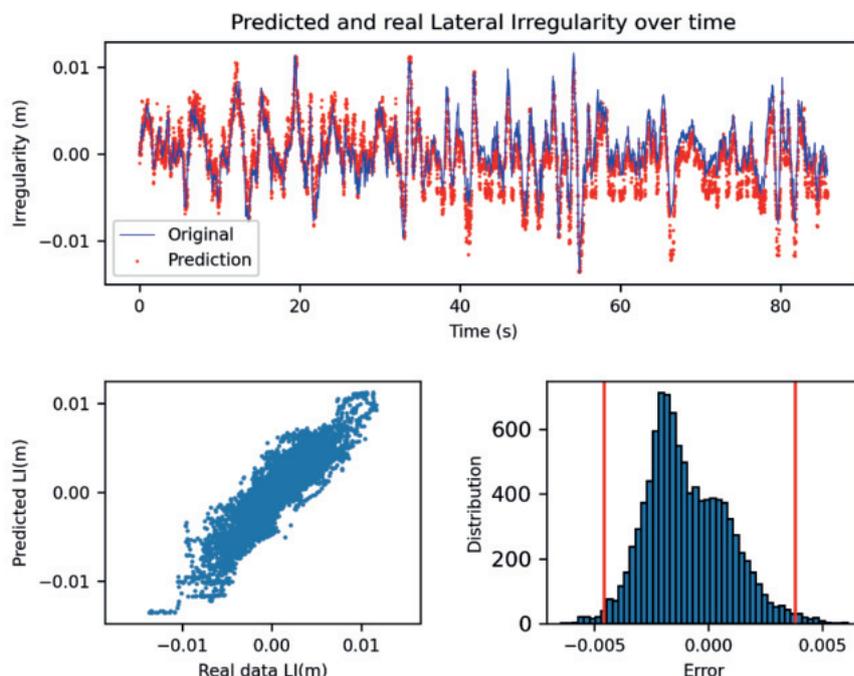


Figura 8 – Irregolarità laterali previste e reali nel tempo e distribuzione degli errori per l'intero tracciato testato sul percorso Velim (ST1) con inclinazione di 1:20 a 210 km/h.

Figure 8 – Predicted and real Lateral Irregularity over time and error distribution for the whole track tested on the Velim Track (ST1) with the Inclination of 1:20, 210 km/h.

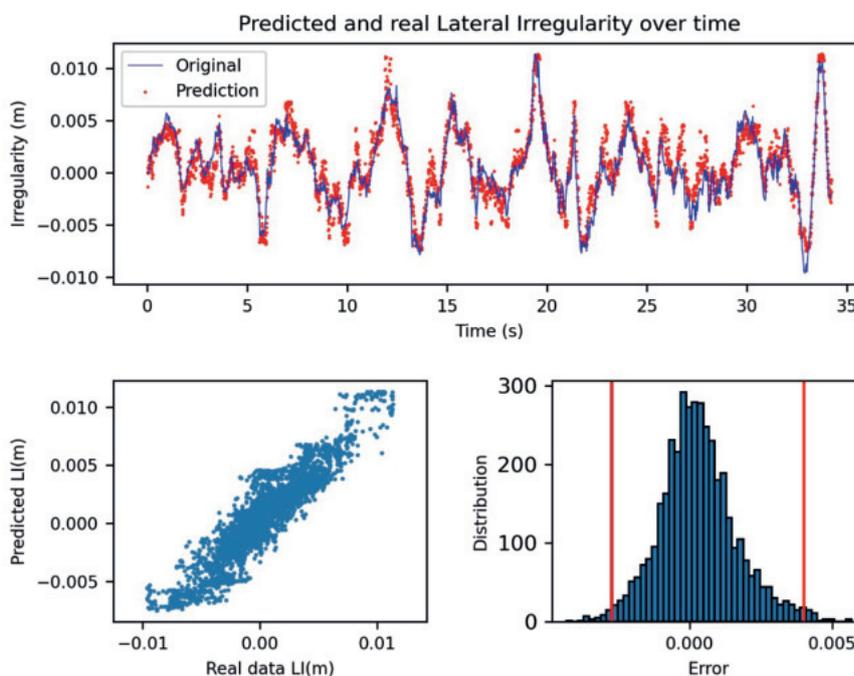


Figura 9 – Irregolarità laterali previste e reali nel tempo e distribuzione degli errori per il tratto rettilineo testato sul percorso Velim (ST1) con inclinazione di 1:20 a 210 km/h.

Figure 9 – Predicted and real Lateral Irregularity over time and error distribution for the Straight track tested on the Velim Track (ST1) with the Inclination of 1:20, 210 km/h.

Polinomiale. Nella Fig. 11, si può vedere un esempio della distribuzione dell'errore di ogni modello, ancora distribuito con gli stessi valori per entrambi gli algoritmi. L'accuratezza media totale è 0,921 (punteggio R2) per RFR e 0,926 per la regressione polinomiale.

5.3. Risultati dell'analisi di sensibilità

Riguardo all'analisi di sensibilità, è stata condotta un'analisi dell'importanza delle caratteristiche per comprendere l'importanza relativa e il contributo di ciascuna variabile di input nelle prestazioni predittive del modello. I risultati di questa analisi per il modello *Random Forest* hanno mostrato che l'influenza più significativa sul modello è degli spostamenti laterali, mentre la caratteristica meno significativa tra le variabili considerate è l'accelerazione laterale. Questo risultato, sebbene sorprendente, è in linea con l'osservazione iniziale secondo cui non esiste una relazione discernibile tra accelerazioni e irregolarità laterali del binario a causa delle diverse variabili che influenzano il moto relativo della ruota rispetto alla rotaia nella direzione laterale. Dopo gli spostamenti laterali, la curvatura del tracciato emerge come il parametro più influente, con le variabili rimanenti che contribuiscono in misura minore. È significativo notare che i test numerici sono stati condotti sia tenendo conto della conicità della ruota sia non considerandola. In assenza di conicità, l'accelerazione laterale assume un ruolo più importante, fornendo il contributo che altrimenti sarebbe fornito dalla conicità. Sorprendentemente, anche senza considerare la conicità, il rilievo delle irregolarità rimane accettabile. Considerare la conicità ha migliorato le prestazioni della *Random Forest Regression* (RFR), mentre il suo effetto sulla regressione polinomiale è risultato relativamente modesto. La Fig. 12 fornisce una rappresentazione grafica di questi risultati.

5.4. Analisi di accuratezza considerando l'inclinazione della rotaia, la velocità e l'effetto dell'algoritmo

Il confronto delle accuratèzze ottenute con la *Random Forest Regression*

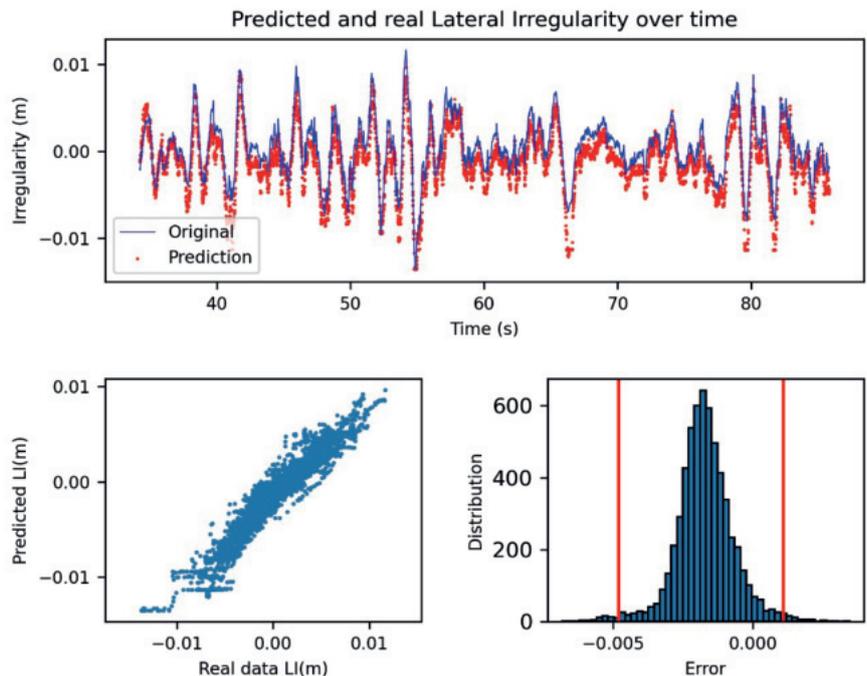


Figura 10 – Irregolarità laterali previste e reali nel tempo e distribuzione degli errori per il tratto curvo testata sul percorso Velim (ST1) con inclinazione di 1:20 a 210 km/h.

Figure 10 – Predicted and real Lateral Irregularity over time and error distribution for the Curve track tested on the Velim Track with the Inclination of 1:20, 210 km/h.

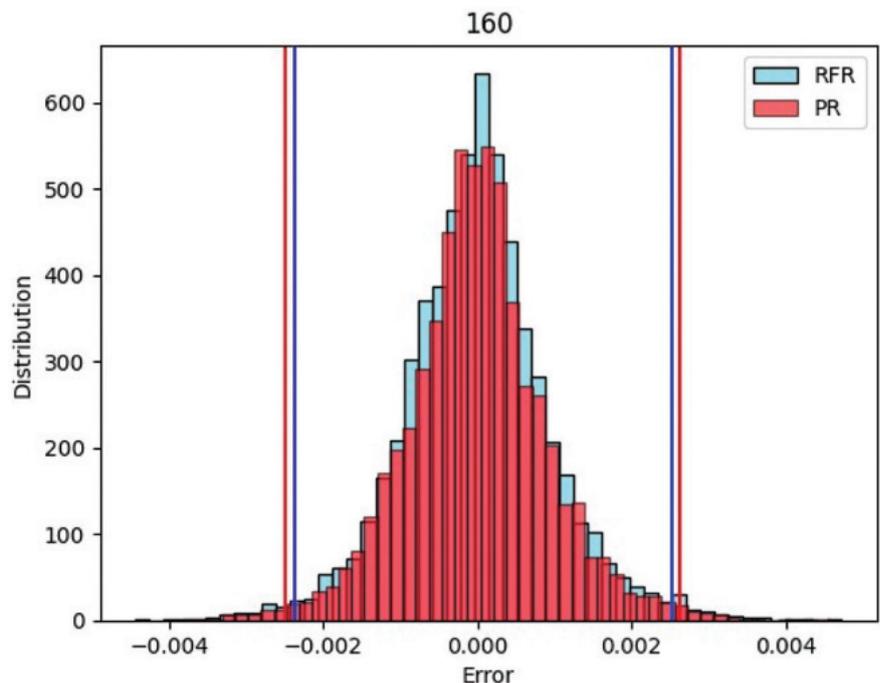


Figura 11 – Distribuzione degli errori per la velocità di 160 km/h testata con RFR e regressione polinomiale.

Figure 11 – Error Distribution for the speed of 160 km/h tested RFR and PR.

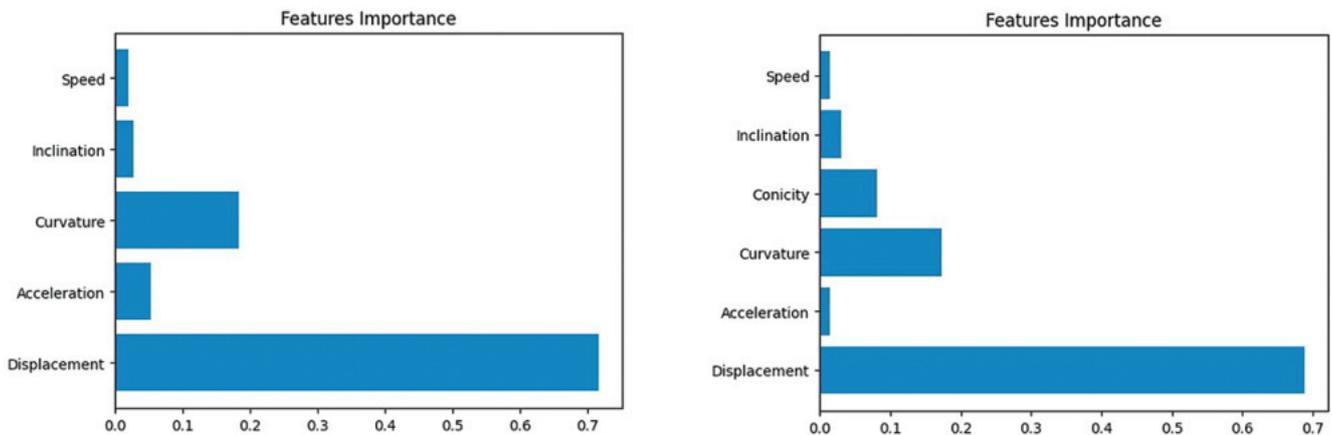


Figura 12 – Analisi delle caratteristiche del modello *Random Forest* senza conicità (sinistra), con conicità (destra).
 Figure 12 – Feature analysis of *Random Forest* model without Conicity (Left) and with Conicity (Right).

(RFR) e con la regressione polinomiale è stato condotto in funzione della velocità e all'inclinazione della rotaia, come illustrato nelle Fig. 13 e Fig. 14. I risultati rivelano un andamento in cui all'aumento della velocità corrisponde una diminuzione dell'accuratezza. Inoltre, anche l'inclinazione della rotaia influenza l'accuratezza, con inclinazioni maggiori che contribuiscono a una maggiore stabilità nello spostamento delle ruote sulla rotaia. In particolare, l'inclinazione di 1:40 mostra gli intervalli di accuratezza più elevati, seguita da 1:30, mentre 1:20 mostra l'accuratezza più bassa. Sebbene l'accuratezza diminuisca a velocità più elevate per tutte le inclinazioni, con inclinazioni di 1:40 e 1:30 rimane comunque accettabile, superando l'80%, mentre l'intervallo di accuratezza per l'inclinazione di 1:20 scende al di sotto del 75%, suggerendo l'opportunità di ulteriori indagini in ricerche future. Il punteggio R2 medio complessivo per entrambi gli algoritmi è di circa 0,88 in

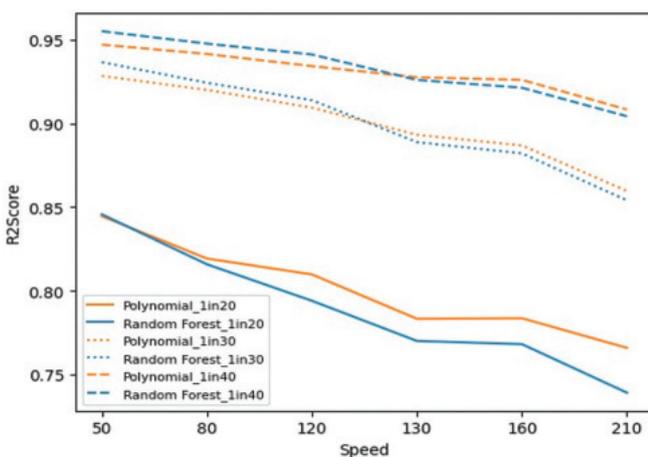


Figura 13 – Accuratezza in funzione di velocità e inclinazione senza conicità.
 Figure 13 – Accuracies based on Speed and Inclination without Conicity.

It is significant to note that the numerical tests conducted both with and without consideration of conicity. Interestingly, in the absence of conicity, acceleration assumes a more prominent role, taking the contribution that would otherwise be attributed to conicity. Strikingly, even without measuring conicity, the detection of irregularities remains feasible. The impact of conicity is observed as an enhancement in the performance of random forest regression (RFR), while its effect on polynomial regression (PR) is comparatively minimal. Fig. 12 provide with visual representations of these findings.

5.4. Accuracy analysis Considering Rail Inclination, Speed and Algorithmic Impact

The comparison of accuracies between Random Forest Regression (RFR) and polynomial regression was conducted based on speed and rail inclination, as illustrated in Fig. 13 and Fig. 14. The findings reveal a trend where increasing speed corresponds to a decrease in accuracy. Moreover, the rail inclination also influences accuracy, with higher inclinations contributing to greater stability in wheel displacement on the rail.

Specifically, the inclination of 1:40 exhibits the highest accuracy ranges, followed by 1:30, while 1:20 demonstrates the lowest accuracy. Although the accuracy drops in higher speed for all inclinations but at inclinations of 1:40 and 1:30 remains acceptable, exceeding 80%, and the accuracy range for the inclination of 1:20 falls below 75%, warranting further investigation in future research. The overall average R2 Score for both algorithms is approximately 0.88 in the absence of conicity. In the presence of conicity, the R2 Score is 0.96 for RFR and 0.86 for PR.

Since most of the results of this work was focused on the Random Forest Regression algorithm, in Fig. 15 accuracies based on the rail inclination and speed considering conicity specifically for illustrating, and comparing the Random Forest with other potential algorithms.

assenza di conicità. In presenza di conicità, il punteggio R2 è 0,96 per la RFR e 0,86 per regressione polinomiale.

Poiché la maggior parte dei risultati di questo lavoro si è concentrata sull’algoritmo *Random Forest Regression*, nella Fig. 15 l’andamento delle accuratèzze in funzione della velocità e dell’inclinazione della rotaia, che considera la conicità, è riportato per la *Random Forest Regression* e confrontato con gli altri algoritmi.

6. Conclusioni

Questo studio ha confermato la possibilità di rilevare le irregolarità laterali del binario tramite gli spostamenti laterali della ruota rispetto alla rotaia grazie alla loro correlazione. Ciò potrebbe aprire opportunità per lo sviluppo di sistemi di monitoraggio a bordo, privi di piattaforma inerziale, e adatti ad essere installati a bordo dei treni in servizio commerciale. L’importante volume di dati raccogliabile quotidianamente dai vari treni commerciali offrirebbe la possibilità di sviluppare le pratiche di manutenzione predittiva. Dopo aver testato diversi algoritmi di apprendimento supervisionato, i risultati hanno mostrato che la regressione *Random Forest* e la Regressione Polinomiale hanno entrambe un’eccellente accuratezza, dimostrando la loro idoneità per il rilevamento delle irregolarità laterali in base agli spostamenti laterali della ruota. La *Support Vector Machine Regression*, d’altro canto, si è dimostrata inadeguata per questo scopo. Le caratteristiche essenziali per la costruzione del modello sono state classificate nel seguente ordine: spostamenti laterali, curvatura, conicità (se applicabile), accelerazione laterale e velocità. Questi risulti sono significativi, considerando che gran parte della ricerca precedente si è concentrata principalmente sulla ricostruzione delle irregolarità laterali del binario sulla base delle accelerazioni. È fondamentale sottolineare che l’inclinazione di posa della rotaia ha svolto un ruolo significativo nelle simulazioni e nello sviluppo degli algoritmi; pertanto, il suo valore non deve variare per le fasi di ad-

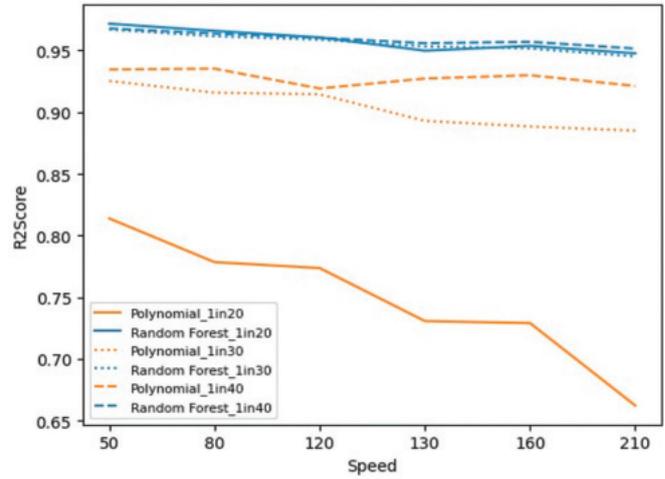


Figura 14 – Accuratezza in funzione di velocità e inclinazione con conicità.

Figure 14 – Accuracies based on Speed and Inclination with Conicity.

6. Conclusion

This study has demonstrated the feasibility of detecting lateral irregularities through the lateral displacement of the Wheel/Rail with their correlation. This opens opportunities for the development of an on-board monitoring system, eliminating the need for inertial platforms and enabling frequent monitoring. The substantial volume of data collected daily from various commercial trains holds the potential for advancing predictive maintenance practices.

After testing several supervised learning algorithms, the results showed that random forest regression and polynomial regression offer both excellent accuracies, proving their suitability for lateral irregularity detection based on the wheel’s lateral displacement. Support vector machines, on the other hand, proved inadequate for this purpose.

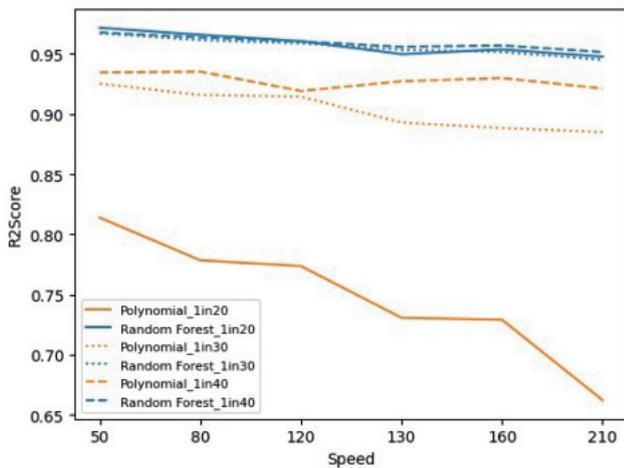
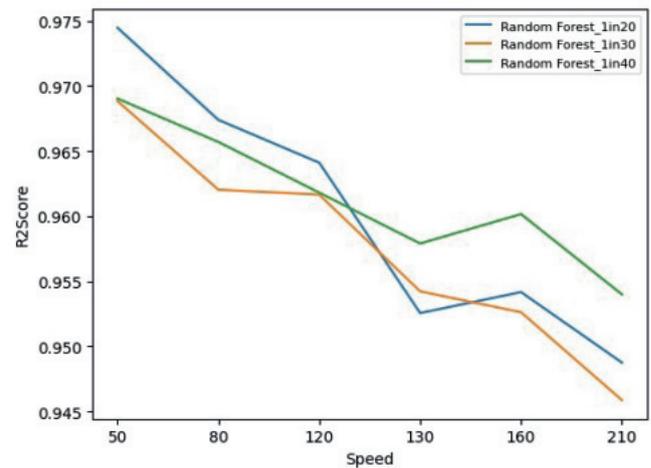


Figura 15 – Accuratezze in funzione di velocità e inclinazione con conicità per l’algoritmo *Random Forest Regression*.
Figure 15 – Accuracies based on Speed and Inclination with conicity for *Random Forest Regression* Algorithm.



destramento e di test del modello. Mentre l'inclinazione della rotaia potrebbe inizialmente non sembrare un fattore significativo nelle valutazioni della dinamica di marcia, questo studio rivela il suo impatto sul comportamento in condizioni normali di marcia, come evidenziato dai modelli *Random Forest* e di regressione polinomiale.

La riduzione dell'accuratezza della previsione per l'allineamento all'aumentare dell'inclinazione della rotaia, specialmente nel caso di un'inclinazione di 1:20, è attribuita ad ampiezze di oscillazione laterale causate da più importanti movimenti di *body hunting* a bassa frequenza. La conicità equivalente eccezionalmente bassa della ruota S1002, abbinata all'inclinazione della rotaia di 1:20, fa sì che questi movimenti diventino potenzialmente instabili, a meno che i parametri del modello non siano attentamente selezionati.

Si prevede che questi risultati possano supportare il miglioramento delle ipotesi di modellazione quando si utilizza la simulazione multi-corpo (MBS) per la generazione di set di dati di addestramento per monitoraggio. Si sottolinea inoltre l'importanza di utilizzare set di dati misurati per l'addestramento ML e di limitare la simulazione alle attività preliminari di *screening*.

L'impatto della velocità sull'accuratezza è risultato evidente nell'analisi delle sezioni in curva, con l'aumento della velocità che ha comportato una riduzione dell'accuratezza per entrambi gli algoritmi e per tutte le inclinazioni della rotaia. L'algoritmo sviluppato in questo studio ha dimostrato affidabilità fino a una velocità di 210 km/h.

I risultati di questo lavoro potrebbero rappresentare un passo avanti verso la manutenzione predittiva del binario. Si è dimostrato, infatti, che risulta possibile rilevare le irregolarità laterali del binario in funzione degli spostamenti laterali relativi ruota-rotaia. Pertanto, risolvendo il problema della misura da bordo treno delle irregolarità laterali, tenendo conto dell'effetto delle accelerazioni, è possibile ottenere un sistema completo per il rilievo della geometria del binario. Quindi, monitorando lo stesso binario più volte al giorno da treni in servizio commerciale, sarà possibile ottenere una grande quantità di dati utili a studiare l'evoluzione temporale delle caratteristiche geometriche, rendendo possibile un monitoraggio predittivo affidabile.

The crucial features essential for constructing the model were ranked in the following order: Lateral displacement, curvature, conicity (if applicable), acceleration, and speed. This finding is noteworthy, considering that much of the previous research has primarily concentrated on reconstructing irregularities based on acceleration. It is imperative to highlight that the inclination played a significant role in both simulations and the development of algorithms, and its value must remain consistent for both the training and testing phases. While rail inclination might not initially appear to be a significant factor in running dynamics assessments, this study reveals its impact on the behaviour under normal running conditions, as identified by the Random Forest and polynomial regression models.

The reduction in prediction accuracy for lateral alignment with higher rail inclination, especially in the case of a 1:20 inclination, is attributed to amplified lateral oscillation amplitudes caused by low-frequency body-hunting motions. The exceptionally low equivalent conicity of the S1002 wheel, coupled with the 1:20 rail inclination, results in these motions potentially becoming unstable unless the model parameters are carefully selected.

This finding is expected to support improved modelling assumptions when using MBS for the generation of training datasets for condition monitoring developments. It also stresses the importance of using measured datasets for definitive ML training and limiting simulation to preliminary screening activities.

The impact of speed on accuracy was evident in the analysis of curved sections, with higher speeds resulting in decreased accuracy for both algorithms and across all inclinations. The algorithm developed in this study demonstrated reliability up to a speed of 210 km/h.

Finally, the result of this work could be a step toward the predictive maintenance. It was illustrated that it is possible to detect the lateral irregularities based on displacements and by solving this challenge of monitoring the lateral irregularity through on-board measurement by adding the effect of acceleration, it is possible to have a full track geometry system. Hence, by monitoring the same track every day, it will be possible to get a large amount of data, which gives the chance of studying the temporal evolution of geometrical characteristics and the predictive maintenance would be the new challenge for the future work.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] SOLEIMANMEIGOUNI I. (2019), "Predictive Models for Railway Track Geometry Degradation" – Doctoral Thesi, Luleå University of Technology.
- [2] CÁRDENAS-GALLO I., SARMIENTO C.A., MORALES G.A., BOLIVAR M.A., AKHAVAN TABATABAEI R. (2017), "An ensemble classifier to predict track geometry degradation. Reliability Engineering & System Safety" - Reliability Engineering and System Safety, 161(C), 53-60 (DOI: 10.1016/j.ress.2016.12.012).
- [3] ROSANO G., MASSINI D., BOCCIOLINI L., ZAPPACOSTA C., DI GIALLEONARDO E., SOMASCHINI C., LA PAGLIA I., PUGI L. (2024), "Diagnostics of the railway track - Possibility of development through the measurement of accelerations and contact forces" - Ingegneria Ferroviaria, 2 (DOI: 10.57597/IF.02.2024.ART.1).

- [4] European Committee for standardization (2019), “EN 13848-1: Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 1: Characterization of track geometry”.
- [5] MANCINI M. (2007), “Aspetti della qualità geometrica del binario”, *Ingegneria Ferroviaria*, 2”.
- [6] IN2SMART Project (2019), “Report on track/switch parameters and problem zones” - Technical report, Deliverable D4.1 (DOI: 10.3030/730569).
- [7] WESTON P., LING C.S., GOODMAN C.J., ROBERTS C., LI P., GOODALL R.M. (2007), “Monitoring lateral track irregularity from in-service railway vehicles - Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers”, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 221(1), 89-100 (DOI: 10.1243/0954409JRRT64).
- [8] WESTON P., ROBERTS C., YEO G., STEWART E. (2015), “Perspectives on railway track geometry condition monitoring from in-service railway vehicles” - *Vehicle System Dynamics* 53(7), 1063-1091 (DOI: 10.1080/00423114.2015.1034730).
- [9] ASSETS4RAIL Project (2020), “Wheel-rail transversal position monitoring technologies” - Technical Report, Deliverable D8.1 (<http://www.assets4rail.eu/results-publications/>).
- [10] SHI D., SABANOVIC E., RIZZETTO L., SKRICKIJ V., OLIVERIO R., KAVIANI N., YE Y., BUREIKA G., RICCI S., HECHT M. (2022), “Deep learning based virtual point tracking for real-time target-less dynamic displacement measurement in railway applications” - *Mechanical Systems and Signal Processing*, 166, 108482, 2022 (doi: 10.1016/j.ymssp.2021.108482).
- [11] TRUE H., CHRISTIANSEN L.E., PLESNER A., LONSTRUP AMMITZBOLL A., JERRAM DAHL B. (2017), “Why is it so difficult to determine the lateral Position of the Rails by a Measurement of the Motion of an Axle on a moving Vehicle? – Proceedings of First International Conference on Rail Transportation”, Chengdu (DOI: 10.1061/9780784481257.fm).
- [12] ROSA A.D., ALFI S., BRUNI S. (2019), “Estimation of lateral and cross alignment in a railway track based on vehicle dynamics measurements” - *Mechanical Systems and Signal Processing*, 116, 606-623 (DOI: 10.1016/j.ymssp.2018.06.041).
- [13] ROSA A.D., KULKARNI R., QAZIZADEH A., BERG M., DI GIALLEONARDO E., FACCHINETTI A., BRUNI S. (2020), “Monitoring of lateral and cross level track geometry irregularities through onboard vehicle dynamics measurements using machine learning classification algorithms”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 235, 1 (DOI: 10.1177/0954409720906649).
- [14] ANTOGNOLI M., BUREIKA G., KAVIANI N., RICCI S., RIZZETTO L., SKRICKIJ V. (2021), “Development of a contactless sensor system to support rail track geometry on-board monitoring”, *Proceedings of CETRA 6th International Conference on Road and Rail Infrastructure*, Zagreb (DOI: 10.5592/CO/cetra.2020.1105).
- [15] ANTOGNOLI M., MARINACCI C., RICCI S., RIZZETTO L. (2020), “Requirement specifications for track measuring and monitoring systems” - *Ingegneria Ferroviaria*, 75, 11, 841-864.
- [16] MANNARA G. (2023) - “What can be done to make a measurement more and more useful?” (2023) - *Ingegneria Ferroviaria*, 78, 10 (DOI: 10.57597/IF.10.2023.ART.2)
- [17] GENSY (2022), “Railroad applications”, (https://www.gensys.se/doc_html/analyse_sum.html#Mainmenu).
- [18] VUZ (2022), “VUZ Test Centre Velim” (<https://www.cdvuz.cz/en/page/zkusebni-centrum-vuz-velim>).
- [19] IK (2022), “IK Test Centre Zmigrod” (<http://www.ikolej.pl/en/units/test-track-centre-near-zmigrod>).
- [20] UIC (2009), “Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour - safety - track fatigue - ride quality”, UIC518: 4ED 2009.
- [21] EN (2205), “Railway applications - testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles - testing of running behaviour”, EN 14363:2005.
- [22] KOTSIANTIS S.B. (2007), “Supervised machine learning: a review of classification techniques” - *Informatica*, 31, 3-24.
- [23] LEE J.S., HWANG S.H., CHOI I.Y., KIM I.K. (2018), “Supervised machine learning: a review of classification techniques” - *Informatica*, 31, 3-24.
- [24] LUGARÀ A. (2018), “The railway predictive maintenance and the enabling role of the “Internet of Things””, *Ingegneria Ferroviaria*, 5, 434.
- [25] LYASHENKO V. (2022), “How to use Random Forest for regression: notebook, examples and documentation” – Intel Tiber AI Studio (<https://cnvrg.io/random-forest-regression/>).
- [26] BOBBITT Z. (2021), “RMSE vs. R-Squared: Which Metric Should You Use?” <https://www.statology.org/rmse-vs-rsquared>.

- [27] ZHAN D., JING D., WU M., ZHANG D., YU L., CHEN T. (2018), "An Accurate and Efficient Vision Measurement Approach for Railway Catenary Geometry Parameters" - IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 67(12), 2841-2853 (DOI: 10.1109/TIM.2018.2830862).
- [28] TAO Z., HUILING L., WENWEN W., XIA Y. (2019), "GA-SVM based feature selection and parameter optimization in hospitalization expense modeling" - Applied Soft Computing, 75, 323-332 (DOI: 10.1016/j.asoc.2018.11.001).
- [29] ZHANG P. (2019), "A novel feature selection method based on global sensitivity analysis with application in machine learning-based prediction model" - Applied Soft Computing, 85, 105859 (DOI:10.1016/j.asoc.2019.105859).
- [30] CAI J., LUO J., WANG S., YANG S. (2018), "Feature selection in machine learning: A new perspective". Neurocomputing, 300, 70-79 (DOI: 10.1016/j.neucom.2017.11.077).
- [31] PEDREGOSA F., VAROQUAUX G., GRAMFORT A., MICHEL V., THIRION B., GRISEL O., BLONDEL M., PRETTENHOFER P., WEISS R., DUBOURG V., VANDERPLAS J., PASSOS A., COURNAPEAU D., BRUCHER M., PERROT M., DUCHESNAY E. (2011), "Scikit-learn: Machine learning in python" - Journal of Machine Learning Research, 12, 2825-2830 (DOI: 10.5555/1953048.2078195).

La qualità è il nostro viaggio quotidiano.

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

LE NOSTRE APPLICAZIONI

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

SERVIZI DI QUALITÀ

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



www.isoil.it

ISOIL Industria s.p.a.
Cinisello Balsamo - Milano (Italy)
Via Fratelli Gracchi, 27
tel. +39 0266027.1 - fax +39 026123202
vendite@isoil.it

ISOIL
INDUSTRIA
Le soluzioni che contano



Costruzioni
Linee
Ferroviarie



Promofer
Safety Services



dal 1945
il futuro viaggia
su binari sicuri



Strukton
Rail



Sfruttare le tecnologie emergenti: un'analisi approfondita della nuova era della rinalzatura del binario

Leveraging emerging technologies: an in-depth analysis of the new era of track tamping

Bernhard LICHTBERGER ^(*)
Werner MOLING ^(**)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.09.2024.ART.2>)

Come la digitalizzazione sta trasformando radicalmente la manutenzione ferroviaria
How digitalisation is radically transforming railway maintenance

Sommario - La rinalzatura del binario è un intervento essenziale per la manutenzione della rete ferroviaria, garantendo sicurezza, efficienza e comfort nel trasporto su rotaia. Tradizionalmente effettuato con macchine operatrici che utilizzano moto di vibrazione e compressione [1], il processo di compattazione del ballast preserva l'integrità strutturale e la funzionalità dell'infrastruttura ferroviaria. Le metodologie convenzionali, basate su sistemi meccanici con alberi eccentrici, affrontano oggi sfide legate all'evoluzione delle esigenze operative, alla sostenibilità e alla digitalizzazione dei processi. Tra le principali sfide vi sono la necessità di una compattazione omogenea e ottimale, la gestione dell'usura dei componenti e l'ergonomia per il personale operativo. Con l'espansione dell'infrastruttura ferroviaria e l'incremento delle esigenze funzionali e ambientali, si presentano nuove problematiche, tra cui difficoltà di sincronizzazione dovute ai sistemi di misurazione analogici, emissioni rumorose e inquinanti, e dispersione di polveri nocive. La tecnologia ferroviaria si sta trasformando con l'integrazione di sistemi digitali, telecamere avanzate, unità di misura inerziali e tecniche di machine learning e intelligenza artificiale, migliorando la precisione e l'efficienza e favorendo la manutenzione predittiva. Queste innovazioni, basate su tecnologie chiave abilitanti (KET) [11], accelerano la transizione verso un'infrastruttura ferroviaria più avanzata e sostenibile.

1. Soluzioni tecniche delle rinalzatrici convenzionali e stato dell'arte

Le rinalzatrici convenzionali attualmente in esercizio, operano generando [...] l'azione vibrante tramite alberi eccentrici che sviluppano una frequenza di rinalzatura

Summary - The track tamping is an essential intervention for the maintenance of the railway network, ensuring safety, efficiency and comfort in rail transport. Traditionally carried out with operating machines that use vibration and compression motion [1], the ballast compaction process preserves the structural integrity and functionality of the railway infrastructure. Conventional methodologies, based on mechanical systems with eccentric shafts, today face challenges related to the evolution of operational needs, sustainability and digitisation of processes. The need for homogeneous and optimal compaction, component wear management and ergonomics for operating personnel are among the main challenges. New problems arise with the expansion of railway infrastructure and the increase in functional and environmental needs, including synchronisation difficulties due to analogue measurement systems, noise and pollutant emissions, and the dispersion of harmful dust. Railway technology is changing with the integration of digital systems, advanced cameras, inertial measurement units and machine learning and artificial intelligence techniques, improving accuracy and efficiency and promoting predictive maintenance. Based on key enabling technologies (KETs) [11], these innovations, accelerate the transition to a more advanced and sustainable railway infrastructure.

1. Technical solutions of conventional tamping machines and state of the art

Conventional tamping machines actually in service, operate by generating [...] the vibrating action through eccentric shafts that develop a tamping frequency proportional to the number of revolutions of the drive motors. The oscillations are known to have an amplitude of 10-11 mm with a cycle

^(*) Direttore Tecnico System7 rail GmbH, bernhard.lichtberger@ s7-rail.com.

^(**) Direttore Tecnico m2 Railgroup S.r.l., w.moling@m2railgroup.com.

^(*) Technical Director System7 rail GmbH, bernhard.lichtberger@s7-rail.com.

^(**) Technical Director m2 Railgroup S.r.l., w.moling@m2railgroup.com.

proporzionale al numero di giri dei motori degli azionamenti. Le oscillazioni hanno un'ampiezza notoriamente di 10-11 mm con una frequenza di cicli pari a 35,5-36 HZ [1]. Questo sistema produce una vibrazione lineare ad ampiezza costante, tipicamente di circa 35 Hz, trasferita alle batte di rincalzatura attraverso un punto rotatorio fisso. L'ampiezza di compattazione, intesa come l'ampiezza del movimento laterale o verticale dei martelli vibranti che compattano il ballast intorno alle traverse, risulta fissa e dipende dall'eccentricità meccanica dell'azionamento. Lo stringimento avviene secondo tempi prestabiliti e i parametri di rincalzatura, quali durezza della massicciata e forza/tempo di stringimento, vengono impostati soggettivamente dall'operatore. Inoltre, un volano funge da accumulatore di energia e stabilizza la velocità, mentre il movimento di stringimento rimane sempre lineare. Ciò significa che l'ampiezza della vibrazione è indipendente dal grado di compattazione o dalla resistenza esercitata dalla massicciata e i grandi picchi di potenza possono essere distribuiti per un breve periodo di tempo accumulando l'energia rotazionale. Il grado di compattazione della massicciata, in maniera più specifica, è definito in base alla durezza del pietrisco e, di conseguenza, dallo stato di compattazione del pietrisco.

I dispositivi di comando e misurazione sono costituiti da due funi d'acciaio, per il livello longitudinale, e da una fune d'acciaio centrale per la linea (freccia), limitando gli spazi di costruzione della rincalzatura (Fig. 1). I valori di misura vengono rilevati mediante trascinatori collegati a trasduttori elettrici che rilevano la posizione delle funi. Le forze applicate alle funi ne determinano la tensione, esse vibrano e si rompono quando vengono sollecitate eccessivamente. Le funi d'acciaio acquisiscono la geometria del binario secondo la seguente formula:

$$f = \frac{a \cdot b}{2 \cdot R}$$

dove a e b corrispondono alle sezioni della corda, R è il raggio e f è la freccia per l'allineamento longitudinale. Questo campionamento porta ad una funzione di trasferimento che dipende dalla lunghezza d'onda del difetto secondo fase e amplificazione.

L'inclinazione trasversale (sopraelevazione) è registrata da pendoli fisici, che devono essere calibrati e mantenuti regolarmente. Le vibrazioni hanno un effetto dannoso sulla precisione dei pendoli, così come nel percorrere tratti in curva, dove gli errori di rilievo, causati dall'accelerazione centrifuga, dipendono dalla velocità e dal raggio della curva stessa. Le corse di misurazione sono quindi limitate a velocità di < 5 km/h.

Il progresso tecnologico ha condotto all'implementazione di soluzioni innovative volte ad affrontare le sfide precedentemente menzionate, manifestandosi in un significativo avanzamento della tecnologia finora disponibile. Tale avanzamento è riflesso nel passaggio da un azionamento di rincalzatura meccanico a uno esclusivamente idraulico. Un sistema idraulico consente di ridurre significativamente la dipendenza da componenti soggetti

frequency of 35.5-36 HZ [1]. This system produces a linear vibration of constant amplitude, typically about 35 Hz, transferred to the tamping picks through a fixed rotating point. The compaction amplitude, understood as the amplitude of the lateral or vertical movement of the vibrating hammers that compact the ballast around the sleepers, is fixed and dependent on the mechanical eccentricity of the drive. The tightening takes place according to pre-established times and the tamping parameters, such as hardness of the ballast and force/tightening time, are set subjectively by the operator. In addition, a flywheel acts as an energy accumulator and stabilises the speed, while the tightening movement always remains linear. This means that the amplitude of the vibration is independent of the degree of compaction, or the resistance exerted by the ballast and the large power peaks can be distributed for a short period of time accumulating the rotational energy. The degree of compaction of the ballast, more specifically, is defined on the basis of the hardness of the ballast and, consequently, the state of compaction of the ballast.

The command and measuring devices consist of two steel cables, for the longitudinal level, and a central steel cable for the line (versed sine), limiting the construction spaces of the tamping machine (Fig. 1). The measurement values are detected by means of drivers connected to electrical transducers that detect the position of the cables. The forces applied to the cables determine their tension, they vibrate and break when they are stressed excessively. Steel cables acquire the geometry of the track according to the following formula:

$$f = \frac{a \cdot b}{2 \cdot R}$$

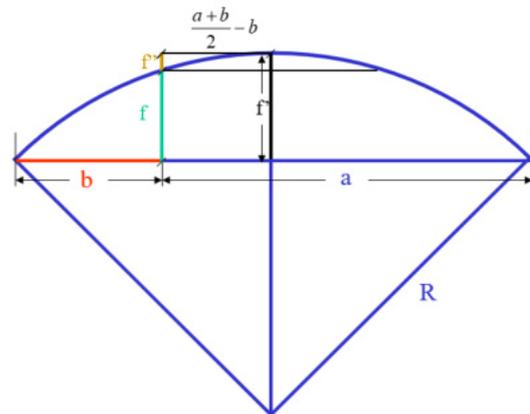


Figura 1 – Esempio misura di freccia su corda asimmetrica
Figure 1 – Example of versed sine measurement on asymmetric chord.

where a and b correspond to the sections of the chord, R is the radius and f is the versed sine for longitudinal alignment. This sampling leads to a transfer function that depends on the defect wavelength according to phase and amplification.

The transverse inclination (superelevation) is recorded by physical pendulums, which must be calibrated and maintained regularly. The vibrations have a detrimental effect

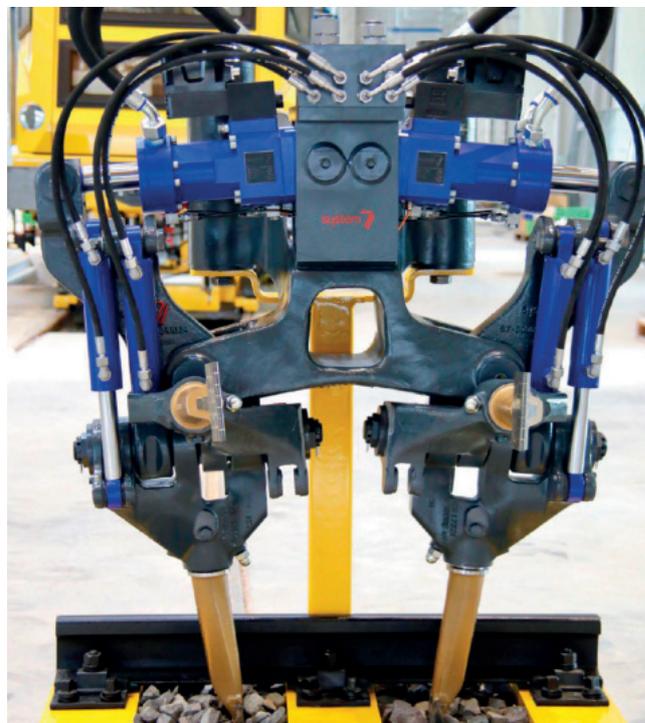
a usura, come alberi eccentrici, cuscinetti volventi, bielle, volani e motori di azionamento. Questa innovazione non solo prolunga la durata delle unità di rinalzataura, ma allo stesso tempo riduce anche i costi di manutenzione e i costi complessivi del ciclo di vita come dimostrano gli studi condotti da Colas Rail e Network Rail.

La caratteristica distintiva dell'azionamento idraulico (Fig. 2) risiede nella regolazione elettronica di una valvola ad alte prestazioni per generare le vibrazioni necessarie alla compattazione e controllare la corsa di stringimento. L'amplitudine di rinalzataura e la frequenza di compattazione sono liberamente regolabili e con l'utilizzo di pressostati e sensori di spostamento integrati nell'azionamento (cilindro di stringimento), l'andamento e l'entità della forza di compattazione vengono continuamente rielaborati fornendo i relativi report e specifiche dei dati raccolti. L'unità di rinalzataura diventa così un dispositivo di misura che registra le proprietà della massiccata, determinando automaticamente la compattazione ottimale in base all'andamento della forza di stringimento. La situazione ottimale viene raggiunta quando la compattazione della massiccata è tale da spingere il pietrisco a fluire verso le estremità delle traverse. L'andamento della forza di compattazione fornisce informazioni sulla durezza, la compattezza, la rigidità e il fattore di attenuazione della massiccata. Durante il processo di rinalzataura gli aggregati vibrano solamente durante la fase di penetrazione nella massiccata e durante il processo di stringimento/compattazione. Una volta raggiunta la compattazione ottimale, la vibrazione viene disattivata su ciascun azionamento, lasciandolo in posizione di mantenimento. Solo quando tutti gli azionamenti hanno raggiunto la compattazione ottimale, i martelli si aprono e l'aggregato si solleva (rientro in posizione alta). Questo approccio riduce significativamente i livelli di rumore [3], l'emissione di polveri [7] e comporta un minor consumo di energia, riducendo le emissioni di CO₂ del 35% rispetto ai sistemi di rinalzataura tradizionali [12]. I tempi usuali di stringimento per raggiungere una compattazione ottimale sono distribuiti statisticamente intorno a 0,7 - 0,8 secondi, rappresentando l'intervallo in cui si ottiene, statisticamente, la migliore compattazione. Attraverso l'impiego di sensori e controlli elettronici, un aggregato di rinalzataura diventa interconnesso e sincronizzato per un monitoraggio costante (monitoraggio in continuo effettuato dai programmi di gestione della macchina) e rendendo disponibili tutte le informazioni anche per l'accesso da remoto. Ciò consente l'implementazione di una modalità automatica di rinalzataura che, senza richiedere intervento umano diretto, determina il tempo di stringimento ottimale, controllando singolarmente e indipendentemente ogni azionamento. La modalità automatica produce coni di compattazione più ampi e ottimali sotto la traversa, estendendo del 30% la durata media tra una rinalzataura e l'altra rispetto agli azionamenti eccentrici convenzionali. Studi condotti da Network Rail nel Regno Unito hanno dimostrato una diminuzione del 50% nel tasso di deterioramento dei binari nelle sezioni lavorate in modalità automatica [4][6]

on the accuracy of the pendulums, as well as in cornering, where the land survey errors, caused by centrifugal acceleration, depend on the speed and radius of the curve itself. The measurement runs are therefore limited to speeds of < 5 km/h.

Technological progress has led to the implementation of innovative solutions aimed at addressing the aforementioned challenges, manifesting itself in a significant progress of the technology available so far. This progress is reflected in the transition from a mechanical to an exclusively hydraulic tamping drive. A hydraulic system allows to significantly reduce the dependence on components subject to wear, such as eccentric shafts, rolling bearings, connecting rods, flywheels and drive motors. This innovation not only prolongs the life of the tamping units, but at the same time also reduces maintenance costs and overall life cycle costs as shown by the studies conducted by Colas Rail and Network Rail.

The distinguishing feature of the hydraulic drive (Fig. 2) lies in the electronic adjustment of a high-performance valve to generate the vibrations necessary for compaction and to control the tightening stroke. The tamping amplitude and compaction frequency are freely adjustable and with the use of pressure switches and displacement sensors integrated into the drive (auxiliary cylinder), the trend and magnitude of the compaction force are continuously reworked by providing the relevant reports and specifications of the data collected. The tamping unit thus becomes a measuring device that records the properties of the ballast, automatically



(Fonte - Source: System7 rail GmbH)

Figura 2 – Aggregato di rinalzataura ad azionamento idraulico.

Figure 2 – Hydraulically operated tamping unit.

[9] (50% delle tratte lavorate ha registrato una riduzione del deterioramento). Il controllo elettronico delle singole unità di rinalzata consente così un perfetto sincronismo, ottimizzando la qualità del lavoro di rinalzata e prevenendo in gran parte la generazione di vibrazioni indesiderate.

Anche nei sistemi di misura, le tecnologie attualmente utilizzate si differenziano notevolmente dai metodi e dagli approcci tradizionali che si basano sull'impiego di funi d'acciaio. Una delle tecnologie attuali più innovative consiste nell'utilizzo di telecamere digitali ad alta risoluzione per il riconoscimento delle immagini e unità trasmissive a LED posizionate su carrellini esterni. A differenza delle soluzioni convenzionali, l'approccio adottato si basa su un sistema di rilievo ottico avanzato. Gli elementi del sistema di misura sono disposti lungo un asse ottico e i trasmettitori a LED emettono una modulazione luminosa di elevata intensità al fine di minimizzare l'interferenza della luce solare. Il sistema adotta tecnologie di identificazione delle immagini, come l'intelligenza artificiale e tecniche associate di *deep learning* per rilevare i motivi luminosi emessi dai trasmettitori elaborandoli in base agli standard di riferimento oltre che ad elaborare risposte rapide e affidabili circa lo stato della lavorazione. L'eventuale presenza o accumulo di polveri derivate dalle lavorazioni o dallo stazionamento non interferisce con il funzionamento delle strumentazioni di rilievo a parte in casi di contaminazione molto elevata. Il sistema è stato progettato con una tolleranza ai guasti e una funzione di autocontrollo, consentendo la misurazione simultanea del livello longitudinale, trasversale e dell'allineamento su tutti e tre i punti di misura in corrispondenza del carrello di misura anteriore, centrale e posteriore. Il sistema offre un alto grado di affidabilità in quanto controlla costantemente le proprie prestazioni e invia un allarme all'operatore se si verifica un errore o un malfunzionamento. LIMU, acronimo di "*Inertial Measurement Unit*" (Unità di Misura Inerziale), rappresenta una caratteristica distintiva di questo sistema. Oltre a scandire il livello longitudinale delle rotaie, l'allineamento e il livello trasversale (cinque gradi di libertà), questa unità offre un livello di precisione senza precedenti. Il sistema di misurazione inerziale, che non utilizza pendoli per misurare la sopraelevazione, è insensibile a urti, accelerazioni e vibrazioni e ha poche o nessuna parte mobile in base all'allestimento utilizzato.

Con questo sistema, la misurazione della sopraelevazione è estremamente precisa e accurata e indipendente dalle vibrazioni causate dalla rinalzata. La precisione di registrazione è nell'ordine dei centesimi di millimetro, il che consente di calcolare con grande precisione gli errori di posizione del binario.

2. Universal Tamper 4.0 e relative tecnologie

Le tecnologie precedentemente delineate trovano applicazione nel robot di rinalzata Universal Tamper 4.0 della società austriaca System 7 rail GmbH. La progetta-

determining the optimal compaction based on the trend of the tightening force. The optimal situation is reached when the compaction of the ballast is such as to push the ballast to flow towards the ends of the sleepers. The compaction force trend provides information on the hardness, compactness, rigidity and attenuation factor of the ballast. During the tamping process the units vibrate only during the penetration phase into the ballast and during the tightening/compacting process. Once the optimal compaction is reached, the vibration is deactivated on each drive, leaving it in the holding position. Only when all the drives have reached optimal compaction, the tamping picks open and the unit rises (return to the high position). This approach significantly reduces noise levels [3], dust emission [7] and results in lower energy consumption, reducing CO₂ emissions by 35% compared to traditional tamping systems [12]. The usual tightening times to achieve optimal compaction are statistically distributed around 0.7 - 0.8 seconds, representing the interval in which the best compaction is obtained, statistically. Through the use of sensors and electronic controls, a tamping unit becomes interconnected and synchronised for constant monitoring (continuous monitoring carried out by the machine management programmes) and making all information available also for remote access. This allows the implementation of an automatic tamping mode that, without requiring direct human intervention, determines the optimal tightening time, individually and independently controlling each drive. The automatic mode produces broader and more optimal compaction cones under the sleeper, extending the average life between one tamping and the other by 30% compared to conventional eccentric drives. Studies conducted in the UK by Network Rail have shown a 50% decrease in the deterioration rate of the tracks in the sections worked in automatic mode [4][6][9] (50% of the sections worked recorded a reduction in deterioration). The electronic control of the individual tamping units thus allows perfect synchronism, optimising the quality of the tamping work and largely preventing the generation of unwanted vibrations.

Even in measurement systems, the technologies currently used differ considerably from traditional methods and approaches that are based on the use of steel cables. One of the most innovative technologies today is the use of high-resolution digital cameras for image recognition and LED transmission units placed on external trolleys. Unlike conventional solutions, the approach adopted is based on an advanced optical surveying system. The elements of the measuring system are arranged along an optical axis and the led transmitters emit a high intensity light modulation in order to minimise the interference of sunlight. The system adopts image identification technologies, such as artificial intelligence and associated deep learning techniques to detect the light patterns emitted by the transmitters, processing them according to the reference standards, as well as processing quick and reliable responses concerning the processing status. The possible presence or accumulation of dust derived from processing or parking does not interfere with the operation of the relevant equipment, except for very high contamination cases. The system has been designed with

zione e la costruzione di questo robot sono state guidate dai principi di affidabilità, disponibilità, manutenibilità e sicurezza (criteri RAMS), che hanno determinato la scelta delle soluzioni tecniche e dei componenti utilizzati. Tale approccio ha automaticamente contribuito a ridurre i costi del ciclo di vita (LLC¹) associati. In particolare, il sistema di rinalzata completamente idraulico rappresenta un'innovazione significativa nel settore, in quanto elimina la presenza di masse rotanti soggette ad usura. La semplificazione del sistema di rinalzata ha portato a una significativa riduzione dei costi del ciclo di vita, quantificata fino a circa il 50% in meno rispetto agli azionamenti eccentrici convenzionali [9].

Un aspetto chiave del sistema idraulico è la sua capacità di rilevare e analizzare le proprietà della massicciata durante l'operazione di rinalzata, tra cui: densità, compattazione, rigidità e assorbimento delle vibrazioni [7]. Questa funzionalità di raccolta dati permette di condurre analisi approfondite sulle condizioni della massicciata ma anche del macchinario stesso, fornendo rapporti dettagliati che supportano le decisioni di manutenzione e gestione dell'infrastruttura ferroviaria.

La facilità di manutenzione rappresenta un ulteriore vantaggio grazie alla possibilità di sostituire i componenti del sistema di rinalzata direttamente in cantiere in pochi minuti. Questa caratteristica aumenta l'efficienza operativa e riduce al minimo i tempi di inattività della rinalzatrice, garantendo una maggiore produttività complessiva delle operazioni di manutenzione.

Oltre agli evidenti vantaggi in termini di affidabilità e manutenzione, il sistema di azionamento completamente idraulico contribuisce anche a ridurre la produzione di polveri sottili e delle emissioni acustiche e, di conseguenza, a migliorare l'ambiente di lavoro riducendo l'impatto ambientale complessivo del processo di rinalzata rispetto ai tradizionali motori ad albero eccentrico.

Per quanto sopra descritto, la definizione di robot di rinalzata risulta particolarmente appropriata in considerazione della quantità di processi che vengono gestiti in maniera automatica grazie all'impiego di sensoristica all'avanguardia. Nei seguenti capoversi, tali soluzioni e automazioni verranno descritte in maniera più approfondita e completa.

La Fig. 3 illustra un esempio di aggregati split-head con azionamento completamente idraulico, dotati di sensori di spostamento integrati e sensori di pressione per misurare il percorso e la forza di stringimento. Considerando i costi normalmente sostenuti per la revisione o la sostituzione degli aggregati di rinalzata, si è studiato un metodo di applicazione dei sistemi idraulici in modo da convertire gli aggregati di rinalzata convenzionali con albero eccentrico, diminuendo conseguentemente i costi di una sostituzione totale.

⁽¹⁾ Life Circle Costs.

a fault tolerance and a self-control function, allowing the simultaneous measurement of the longitudinal, transverse and alignment level on all three measuring points at the front, central and rear measuring trolley. The system offers a high degree of reliability as it constantly monitors its performance and sends an alarm to the operator if an error or malfunction occurs. The IMU (Inertial Measurement Unit) is a distinctive feature of this system. In addition to marking the longitudinal level of the rails, the alignment and the transversal level (five degrees of freedom), this unit offers an unprecedented level of precision. The inertial measurement system, which does not use pendulums to measure superelevation, is insensitive to shocks, accelerations and vibrations and has few or no moving parts depending on the set-up used.

With this system, the elevation measurement is extremely precise and accurate and independent of the vibrations caused by the tamping. The recording accuracy is in the order of hundredths of a millimetre, which allows the track position errors to be calculated with great precision.

2. 4.0 Universal Tamper and related technologies

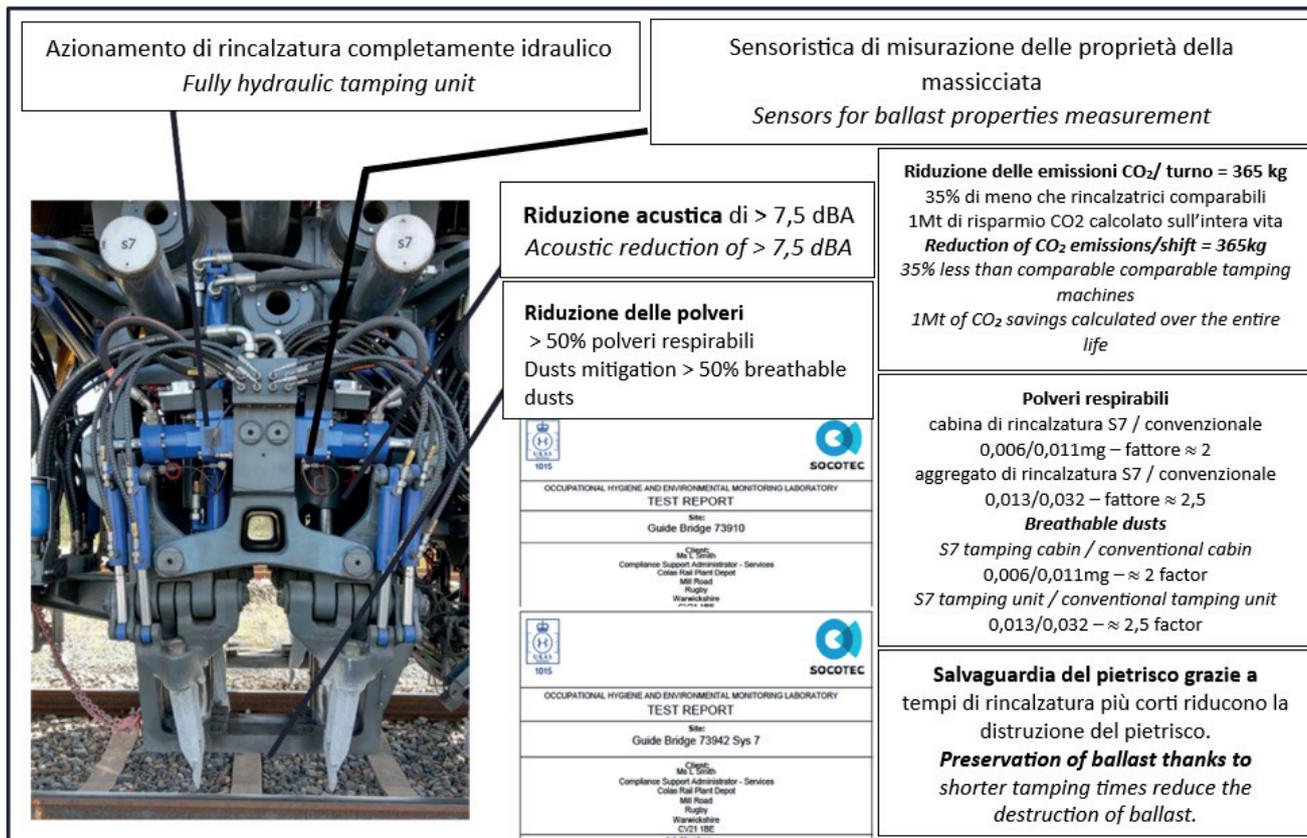
The technologies outlined above are applied in the Universal Tamper 4.0 tamping robot of the Austrian company System 7 rail GmbH. The design and construction of this robot were guided by the principles of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS criteria), which determined the choice of technical solutions and components used. Such an approach automatically contributed to reducing the associated life cycle costs (LLCs¹). In particular, the fully hydraulic tamping system represents a significant innovation in the sector, as it eliminates the presence of rotating masses subject to wear. The simplification of the tamping system has led to a significant reduction in life cycle costs, quantified to be up to about 50% less than conventional eccentric drives [9].

A key aspect of the hydraulic system is its ability to detect and analyse the properties of the ballast during the tamping operation, including density, compaction, rigidity and vibration absorption [7]. This data collection functionality allows for in-depth analyses of the conditions of the ballast but also of the machinery itself, providing detailed reports that support railway infrastructure maintenance and management decisions.

The ease of maintenance is an additional advantage thanks to the possibility of replacing the components of the tamping system directly on site in a few minutes. This feature increases operational efficiency and minimises downtime of the tamping machine, ensuring greater overall productivity of maintenance operations.

In addition to the obvious advantages in terms of reliability and maintenance, the fully hydraulic drive system also

⁽¹⁾ Life Circle Costs.



(Fonte - Source: System7 rail GmbH)

Figura 3 – Unità aggregati di rinalzata a testa divisa (split-head).
Figure 3 – Split-head tamping unit.

Anche nella scelta degli utensili di sollevamento del binario l'automazione prende un ruolo fondamentale. La gestione dei deviatori richiede specifiche configurazioni delle unità di rinalzata, specialmente durante l'operazione di trasbordo dell'aggregato split-head sul ramo deviato e il conseguente sollevamento tramite l'alzamento aggiuntivo (terzo punto) (Fig. 4). Per rilevare la posizione delle rotaie, degli organi di attacco, delle traverse e degli ostacoli in spazi ristretti, vengono impiegati scanner laser montati verticalmente rispetto all'unità di sollevamento e livellamento.

Oltre all'utilizzo delle pinze a rullo, è necessario selezionare con attenzione i ganci di sollevamento negli spazi confinati. A tal fine, il sistema AHRC (Automatic Height and Reach Control) effettua automaticamente la scelta dell'utensile di sollevamento appropriato. Esso determina il punto di aggancio, che può essere la testa o la suola della rotaia, e, se necessario, effettua uno spostamento longitudinale (nella direzione di lavoro) dell'unità di sollevamento binario. Ciò consente l'aggancio alla suola della rotaia nel rispettivo cassonetto.

contributes to reducing the production of fine dust and noise emissions and, consequently, to improving the working environment by reducing the overall environmental impact of the tamping process compared to traditional eccentric shaft motors.

As described above, the definition of tamping robots is particularly appropriate in view of the number of processes that are managed automatically thanks to the use of state-of-the-art sensors. These solutions and automations will be described in greater depth and completeness in the following paragraphs.

Fig. 3 illustrates an example of split-head aggregates with fully hydraulic drive, equipped with integrated displacement sensors and pressure sensors to measure the path and tightening force. Considering the costs normally incurred for the revision or replacement of the tamping aggregates, an application method of the hydraulic systems was studied to convert the conventional tamping units with eccentric shaft, consequently reducing the costs of a total replacement.

Automation also plays a fundamental role in the choice of track lifting tools. The management of Switches requires



(Fonte – Source: m2 Railtech S.r.l./GCF S.p.A.)

Figura 4 – Robot di rincalzatura 4.0 al lavoro per la rincalzatura di un deviatoio.

Figure 4 – 4.0 Tamping robot at work for tamping of a switch.

Inoltre, il robot di rincalzatura è caratterizzato dall'adozione di un sistema di misurazione ottico innovativo e brevettato, denominato OMS (*Optical Measurement System*) (Fig. 5). Nell'ambito dell'OMS è da notare che grazie all'uso di giroscopi per l'unità di navigazione inerziale, la piattaforma è in grado di misurare simultaneamente il livello longitudinale e la sopraelevazione (o livello trasversale e la freccia), elaborando automaticamente il livello planimetrico della linea rincalzata. L'unità di navigazione inerziale [4] ha dimostrato la sua efficacia nelle applicazioni di Airbus nel settore aeronautico e ora è impiegata in diverse macchine adibite all'armamento ferroviario.

specific configurations of the tamping units, especially during the transshipment operation of the split-head unit on the switching section and the consequent lifting by means of additional lifting (third point) (Fig. 4). Laser scanners mounted vertically with respect to the lifting and levelling unit are used to detect the position of the rails, fasteners, sleepers and obstacles in confined spaces.

In addition to the use of roller grippers, the lifting hooks in the confined spaces must be carefully selected. To this end, the AHRC (Automatic Height and Reach Control) system automatically makes the choice of the appropriate lifting tool. It determines the coupling point, which can be the crown or the base of the rail, and, if necessary, performs a longitudinal displacement (in the working direction) of the track lifting unit. This allows the coupling to the base of the rail in the respective casing.

In addition, the tamping robot is characterised by the adoption of an innovative and patented optical measurement system, called OMS (*Optical Measurement System*) (Fig. 5). Within the OMS it should be noted that thanks to the use of gyroscopes for the inertial navigation unit, the platform can simultaneously measure the longitudinal level and the superelevation (or transverse level and the versed sine), automatically processing the planimetric level of the tamped line. The inertial navigation unit [4] has proven its effectiveness in Airbus applications in the aeronautical sector and is now used in several machines used for railway permanent way.

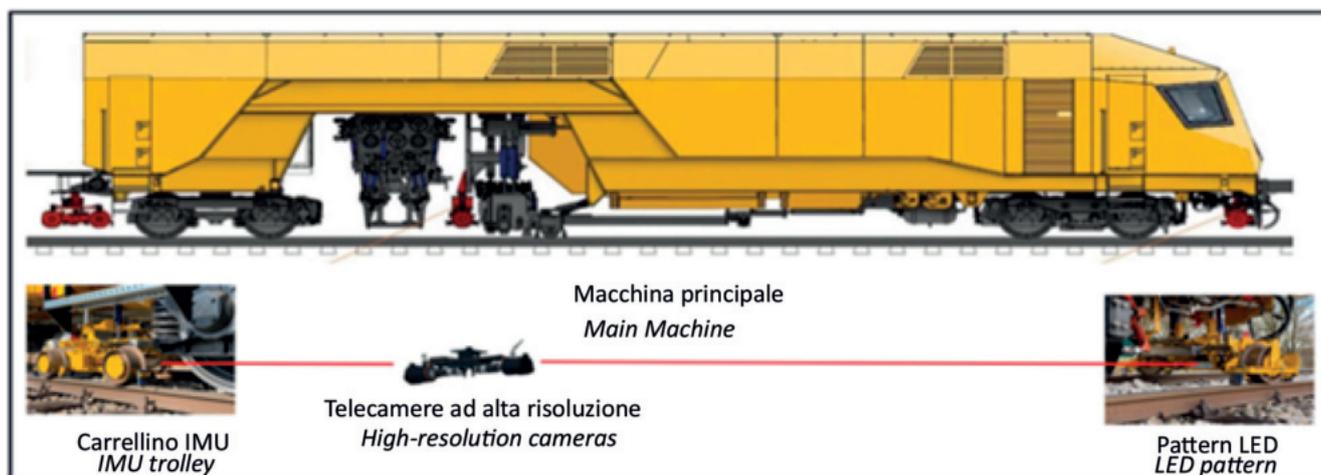


Figura 5 – Sistema di misura ottico con sistema di riconoscimento delle immagini e istruito per il rilevamento automatico del livello longitudinale, allineamento e sopraelevazione.

Figure 5 – Optical measurement system with image recognition system and instructed for automatic longitudinal level, alignment and superelevation detection.

Composta da tre giroscopi connessi con fibra ottica e tre inclinometri di precisione, orientati nelle tre direzioni spaziali, il sistema è autocontrollato e conforme al livello di sicurezza SIL3, on una frequenza di misurazione di cento volte al secondo. Il vantaggio principale di questa unità è la sua insensibilità all'accelerazione, consentendo l'utilizzo a velocità di misurazione elevate. Questo è particolarmente rilevante poiché le rinalzatrici convenzionali non permettono rilievi ad alta velocità senza compromettere l'accuratezza e la precisione a causa di errori di misurazione. L'unità di navigazione inerziale è omologata secondo la normativa EN13848-3 [4][5].

In base a quanto appena descritto, considerando le automazioni e la semplificazione dei processi di produzione, tale macchinario viene considerato un robot di rinalzatura. Tali semplificazioni non incidono positivamente solo rispetto alla qualità della lavorazione ma generano un ulteriore impatto positivo anche sulla salute dei lavoratori così come sulla riduzione di problematiche tecniche generate da fermi macchina indesiderati, soprattutto in fase di lavorazione.

3. Database delle lavorazioni sul web INFrame

INFrame si presenta come un software, installato su server e accessibile solo dal cliente mediante nome utente e password, dedicato alla raccolta e archiviazione di tutti i dati di lavorazione registrati durante la rinalzatura. Il tutto diviene quindi accessibile in qualunque momento via web.

Per ogni traversa viene acquisita la posizione satellitare, i parametri di rinalzatura e i parametri della massicciata che vengono quindi memorizzati e trasferiti automaticamente in INFrame.

La Fig. 6 mostra una schermata tipica come esempio di una lavorazione: rappresentata in verde nella mappa, la tratta che è stata rinalzata, mentre alto a destra è presente una foto digitale che mostra la zona rinalzata. Nel diagramma sottostante, la posizione di ogni singola traversa è riportata sull'asse orizzontale mentre sull'asse verticale sono riportati, in blu, la durezza della massicciata, in verde, la forza di stringimento e, in marrone, il tempo di stringimento. Ogni singolo punto rappresenta, con la rispettiva colorazione, il corrispondente parametro per ogni singola traversa rinalzata. Più omogenea è la forza di compattazione tra due traverse adiacenti, minori saranno le interazioni tra ruota e rotaia, con un relativo aumento della durata della geometria del binario, nel senso che tale geometria rimane invariata per un periodo di tempo più lungo. Nell'ultimo diagramma, infine, viene riportata la forza di compattazione nel dettaglio, permettendo il riconoscimento, grazie ai diversi colori, delle traverse più volte rinalzate.

Si denota, in questo caso, lo sviluppo di un sistema esperto per la valutazione dei dati dell'infrastruttura acquisiti durante la rinalzatura. Detto sistema esperto utilizza metodi all'avanguardia come l'analisi *wavelet*, l'analisi frattale e gli spettri di densità di potenza per formulare valutazioni concrete sulle condizioni del binario ed eventuali

The system which is composed of three gyroscopes connected with optical fibre and three precision inclinometers, oriented in the three spatial directions, is self-controlled and complies with the SIL3 safety level, with a measurement frequency of one hundred times per second. The main advantage of this unit is its insensitivity to acceleration, allowing it to be used at high measurement speeds. This is particularly relevant as conventional tamping machines do not allow high-speed surveys without compromising accuracy and precision due to measurement errors. The inertial navigation unit is approved according to EN13848-3 [4][5] standard.

Based on what has just been described, considering the automations and the simplification of the production processes, this machine is considered a tamping robot. These simplifications not only have a positive impact on the quality of processing but also generate a further positive impact on the health of workers as well as on the mitigation of technical problems generated by unwanted machine downtime, especially during processing.

3. INFrame web processing database

INFrame is presented as a software, installed on a server and accessible only by the customer through username and password, dedicated to the collection and storage of all processing data recorded during tamping. All this becomes accessible at any time via the web.

For each sleeper, the satellite position, the tamping parameters and the parameters of the ballast are acquired, which are then stored and automatically transferred to INFrame.

Fig. 6 shows a typical screen as an example of a process: the section that has been tamped represented in green on the map, while in the upper right there is a digital photo showing the tamped area. In the diagram below, the position of each individual sleeper is shown on the horizontal axis while on the vertical axis the hardness of the ballast is shown in blue, the tightening force in green, and the tightening time in brown. Each single point represents the corresponding parameter for each single tamped sleeper, with its respective colouring. The more homogeneous the compaction force between two adjacent sleepers, the smaller the interactions between wheel and rail, with a relative increase in the duration of the track geometry, in the sense that this geometry remains unchanged for a longer period of time. Finally, in the last diagram, the compaction force is reported in detail, allowing the recognition of the sleepers repeatedly tamped, thanks to the different colours.

In this case, the development of an expert system for the evaluation of the infrastructure data acquired during tamping is indicated. This expert system uses cutting-edge methods such as wavelet analysis, fractal analysis and power density spectra to formulate concrete assessments of the track conditions and any countermeasures to be taken. It is the most modern method to assess contaminated areas in



(Fonte - Source: System7 rail GmbH)

Figura 6 – Immagine dello schermo del database della lavorazione INFrame.
 Figure 6 – INFrame processing database screen image.

contromisure da intraprendere. È il metodo più moderno per valutare le aree contaminate nella massicciata, nel sub ballast e nel sottosuolo. L'analisi dei dati è completamente automatica e verrà successivamente protocollata nel report della massicciata e sulla piattaforma web INFrame.

4. Ottimizzazione della geometria del binario acquisita dalle registrazioni 3D del sistema di navigazione inerziale

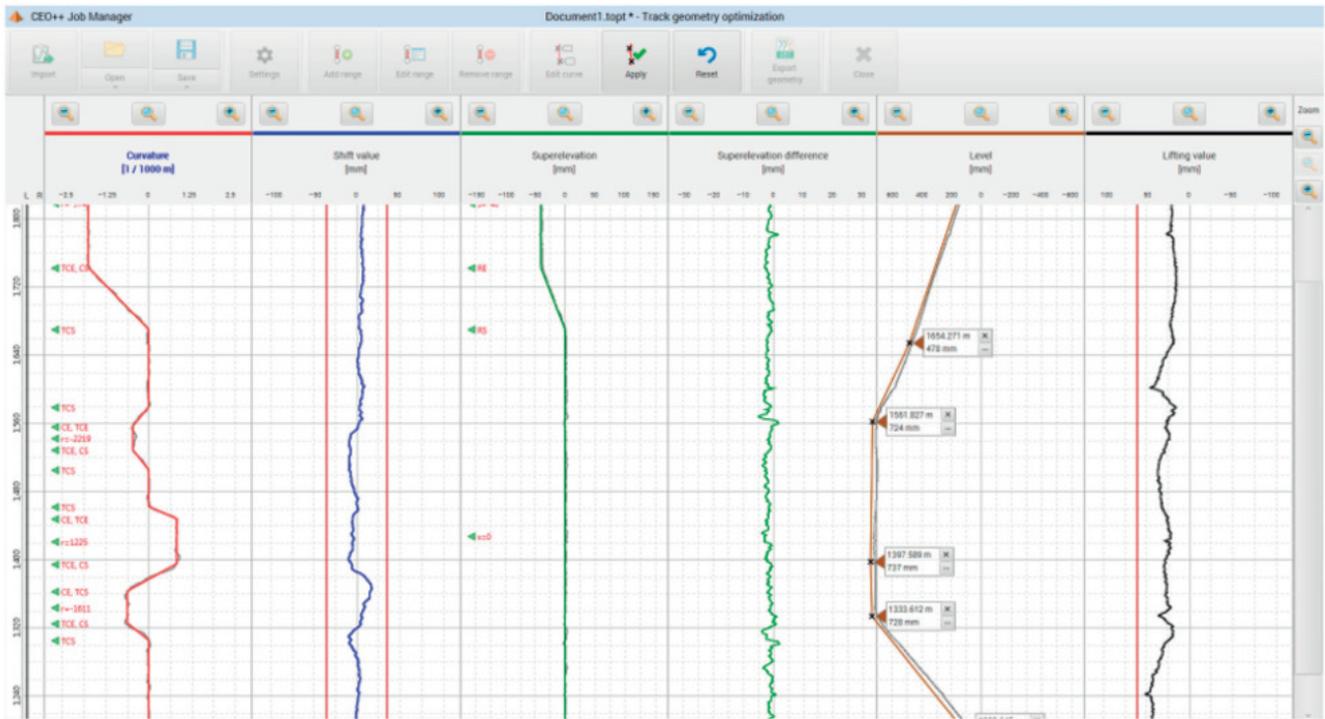
La Fig. 7 mostra l'esito di una misurazione effettuata a cui è seguita l'ottimizzazione automatica della geometria del binario.

the ballast, sub-ballast and subsoil. The data analysis is fully automatic and will be subsequently recorded in the ballast report and on the INFrame web platform.

4. Track geometry optimisation acquired from inertial navigation system 3D recordings

Fig. 7 shows the result of a measurement carried out followed by the automatic optimisation of the track geometry.

In the first column, the graph of the nominal curvature is represented in red, while the actual curvature measured can be seen in black. In the second column, the allowable



(Fonte - Source: System7 rail GmbH)

Figura 7 – Ottimizzazione automatica della geometria del binario con il computer CEO++ dopo l'esecuzione della misurazione con l'unità di navigazione inerziale.

Figure 7 – Automatic optimisation of track geometry with the CEO++ computer after measurement with the inertial navigation unit

Nella prima colonna, il grafico della curvatura nominale è rappresentato in rosso, mentre in nero è visibile la curvatura reale misurata. Nella seconda colonna, le soglie di spostamento predefinite ammissibili sono indicate in rosso, e gli spostamenti necessari per la lavorazione o correzione sono evidenziati in blu. La terza colonna presenta il parametro della sopraelevazione, dove il tracciato verde corrisponde alla sopraelevazione teorica elaborata e il nero alla sopraelevazione reale misurata. La differenza tra sopraelevazione reale e teorica è rappresentata da una linea verde nella colonna quattro. Nella quinta colonna, il corso del livello longitudinale effettivo è visualizzato in nero, mentre il grafico teorico calcolato è in marrone.

È degno di nota che la modalità di modifica manuale è particolarmente intuitiva, consentendo all'operatore di definire facilmente la poligonale della sopraelevazione teorica e di spostare, eliminare o introdurre liberamente punti nel tracciato. L'interfaccia segue il principio del "WYSIWYG" (What You See Is What You Get), noto anche come rappresentazione in tempo reale. Le correzioni apportate dall'operatore vengono immediatamente elaborate e visualizzate, mentre le correzioni non consentite sono calcolate e mostrate in grigio, ma non vengono eseguite.

Nell'ultima colonna, i valori di alzamento sono rappresentati in nero. Il computer di geometria del binario, con la sua funzione di ottimizzazione automatica che non

predefined displacement thresholds are indicated in red, and the displacements necessary for processing or correction are highlighted in blue. The third column presents the superlevation parameter, where the green path corresponds to the theoretical superlevation processed and the black to the actual superlevation measured. The difference between actual and theoretical superlevation is represented by a green line in column four. In the fifth column, the course of the actual longitudinal level is displayed in black, while the calculated theoretical graph is in brown.

It is noteworthy that the manual editing mode is particularly intuitive, allowing the operator to easily define the polygonal of the theoretical superlevation and to move, delete or freely introduce points on the track. The interface follows the "WYSIWYG" principle (What You See Is What You Get), also known as real-time rendering. The corrections made by the operator are immediately processed and displayed, while the corrections not allowed are calculated and shown in grey but are not executed.

In the last column, the lift values are represented in black. The track geometry computer, with its automatic optimisation function that does not require manual assistance, considers the specific tolerances and railway regulations in force, including factors such as the length of the fittings and the definition of the cant relative to the curve radius and the travel speed. In addition, it allows the draft-

richiede assistenza manuale, tiene conto delle specifiche tolleranze e delle normative ferroviarie vigenti, inclusi fattori come la lunghezza dei raccordi e la definizione della sopraelevazione relativa al raggio della curva e alla velocità di marcia. Inoltre, consente la redazione e l'introduzione di sezioni e/o punti per specificare alzamento e spostamento. Oltre al computer per i calcoli e la gestione della geometria del binario, il CEO++ integra anche il registratore digitale di accettazione del lavoro finito.

5. Massimizzazione della disponibilità e monitoraggio della macchina

La massimizzazione della disponibilità del macchinario rappresenta un aspetto cruciale per garantire l'efficienza operativa e la continuità del servizio. In questo contesto, tecnologie dell'industria 4.0 come l'IoT e sensoristica avanzata, rivestono un ruolo fondamentale nel monitoraggio della macchina e nella gestione preventiva dei guasti. Concentrandosi sul ruolo chiave dell'automazione, della diagnosi automatica degli errori e del monitoraggio continuo di componenti critici del sistema, viene garantito un alto grado di disponibilità.

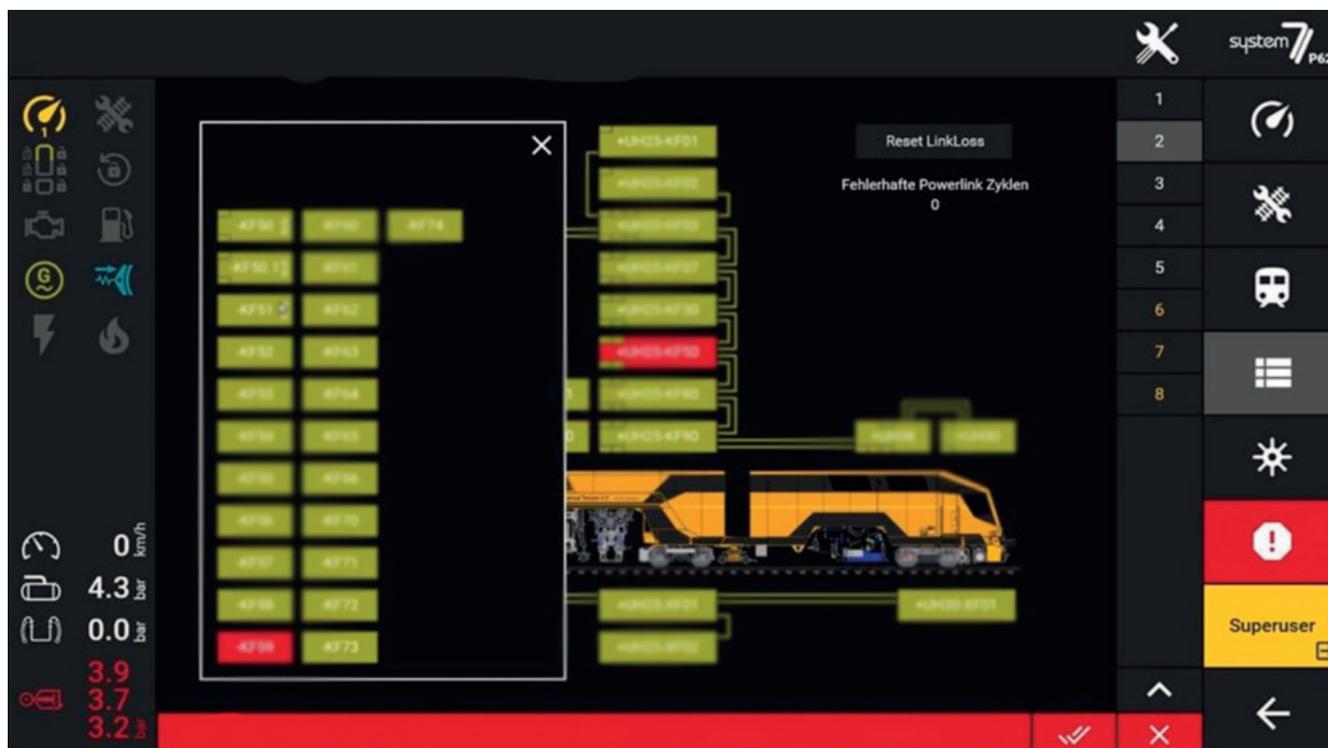
Il monitoraggio è reso possibile attraverso l'impiego di sensori avanzati e sistemi di controllo automatizzati che monitorano (Fig. 8, Fig. 9) una vasta gamma di sistemi, tra cui motore, la trasmissione, l'impianto di distri-

ing and introduction of sections and/or points to specify lifting and displacement. In addition to the computer for calculations and management of the track geometry, the CEO++ also integrates the digital recorder for accepting the finished work.

5. Maximising machine availability and monitoring

Maximising the availability of machinery is a crucial aspect to ensure operational efficiency and continuity of service. In this context, 4.0 industry technologies such as IoT and advanced sensors play a fundamental role in machine monitoring and in the preventive management of faults. A high degree of availability is ensured by focusing on the key role of automation, automatic error diagnosis and continuous monitoring of critical system components.

Monitoring is made possible through the use of advanced sensors and automated control systems that monitor a wide range of systems, including engine, transmission, distribution system, hydraulic oil filter, tamping units, auxiliary generator, on-board electrical circuit, measurement systems, lifting and displacement system, drive motors, oil quality, GPS, GSM, WLAN network, computer network, automation system and inertial navigation system (Fig. 8, Fig. 9). The transmission and tamping units, in particular, are moni-



(Fonte - Source: System7 rail GmbH)

Figura 8 – Pannello informativo della macchina. Fonte: System7 Rail.

Figure 8 – Information panel of the machine. Source: System7 Rail.



(Fonte - Source: System7 rail GmbH)

Figura 9 – Pannello informativo della macchina.
 Figure 9 – Information panel of the machine.

buzione, il filtro olio idraulico, le unità di rinalzatura, il generatore ausiliario, il circuito elettrico di bordo, i sistemi di misurazione, l'impianto di sollevamento e spostamento, i motori di azionamento, la qualità dell'olio, il GPS, GSM, la rete WLAN, la rete informatica, l'impianto di automazione e sistema di navigazione inerziale. Le unità di trasmissione e rinalzatura, in particolare, sono monitorate mediante misurazioni di accelerazione e moduli elettronici che segnalano in automatico importanti variabili di controllo della macchina, come i valori RMS delle accelerazioni, fattore di cresta, curtosi, ecc. consentendo di seguire e prevedere lo sviluppo di eventuali sbilanciamenti, usure di boccole e cuscinetti radenti e volventi o dei riduttori.

Il gran numero di sensori analogici e digitali per la rilevazione di valori quali pressione, temperatura, angolo e posizione, trasferiti all'unità di controllo PLC mediante moduli di Input/Output (I/O), permettono una diagnosi automatica e il monitoraggio dell'intero sistema.

La presenza, inoltre, di sistemi ridondanti accresce il grado di disponibilità. La rinalzatrice dispone di tre circuiti di trasmissione idrostatica indipendenti, chiusi e controllati. I tre sistemi di trasmissione sono costantemente monitorati da sensori di pressione e rotazione. In caso di mancato funzionamento, il circuito interessato viene disattivato. La macchina continua a funzionare, oppure rientra dalla sede operativa a velocità ridotta. Le configurazioni ridondanti dei

tored by means of acceleration measurements and electronic modules that automatically signal important machine control variables, such as the RMS values of the accelerations, crest factor, kurtosis, etc. allowing to follow and predict the development of any imbalances, wear of bushings and rolling bearings or reducers.

The large number of analogue and digital sensors for the detection of values such as pressure, temperature, angle and position, transferred to the PLC control unit through Input/Output (I/O) modules, allow automatic diagnosis and monitoring of the entire system.

The presence of redundant systems also increases the degree of availability. The tamping machine has three independent closed and controlled hydrostatic transmission circuits. The three drive systems are constantly monitored by pressure and rotation sensors. In case of non-operation, the affected circuit is deactivated. The machine continues to operate or returns from the operating seat at a reduced speed. The redundant configurations of the on-board electrical systems play an important role in terms of availability. Redundant alternators also operate in addition to an auxiliary generator, a 24 V direct current generator via an AC/DC transformer. A photovoltaic system installed on the roof automatically charges the robot's batteries. Thanks to this measure, the batteries do not drain even in case of prolonged stops outdoors. The machine also has an easy-to-use diagnostic system, for a quick and easy error search,

sistemi elettrici di bordo giocano un ruolo importante ai fini della disponibilità. Oltre ad un gruppo elettrogeno ausiliario, generatore di corrente continua 24 V tramite trasformatore AC/DC, operano anche alternatori ridondanti. Un impianto fotovoltaico installato sul tetto carica automaticamente le batterie del robot. Grazie a questo accorgimento, le batterie non si scaricano nemmeno in caso di fermi prolungati all'aperto. La macchina dispone inoltre di un sistema diagnostico di facile utilizzo, per una rapida e semplice ricerca degli errori, integrato da una funzione di diagnosi da remoto tramite modem GSM. I messaggi di errore e guasto del sistema vengono segnalati all'operatore. Gli strumenti di diagnosi integrati, lo guidano quindi all'identificazione del problema e alla messa in atto degli interventi necessari. I messaggi di errore e di guasto vengono trasmessi alla piattaforma web RaVeM (Railway Vehicle Monitoring) e lì memorizzati [4]. Il RaVeM è un'applicazione web che opera in modo indipendente dalle piattaforme informatiche, essendo disaccoppiato sia da Windows che da IOS. Si configura come un sistema orientato alla prognosi, il quale monitora costantemente le condizioni dei componenti del robot attraverso misurazioni, utilizzando tali informazioni per generare previsioni di guasto [2]. Questa previsione consente al responsabile della manutenzione di essere informato in modo tempestivo, permettendo una pianificazione delle azioni di manutenzione più appropriate con anticipo.

La capacità di pianificare le attività di manutenzione è di particolare rilevanza, dato che numerosi veicoli operano su scala internazionale e la necessità di rientrare per interventi di manutenzione richiede una pianificazione accurata con notevole anticipo.

6. Accessibilità e manutenibilità

Per migliorare la manutenibilità delle macchine, è essenziale garantirne un'accessibilità adeguata. Un esempio tangibile di questa pratica è il generatore ausiliario montato su carrelli estraibili, altri sono pannelli di servizio predisposti nell'area del motore diesel e del sistema di distribuzione, oltre alle strutture portanti da cui poter accedere agevolmente estraendo verso il basso il blocco, del motore diesel e della pompa, per poi procedere alla manutenzione o all'eventuale sostituzione. Questa procedura si distingue nettamente dai metodi di costruzione finora utilizzati che richiede lo smontaggio del tetto per eseguire tali operazioni, comportando un maggiore dispendio di tempo e risorse umane.

Fig. 10 mostra un esempio pratico di questa progettazione: il vano batteria montato su guide lineari estraibili, fornendo un'illustrazione tangibile di

complemented by a remote diagnosis function via GSM modem. Error and system failure messages are reported to the operator. The integrated diagnostic tools therefore guide him to identify the problem and implement the necessary interventions. Error and failure messages are transmitted to the RaVeM (Railway Vehicle Monitoring) web platform and stored there [4]. RaVeM is a web application that operates independently of computer platforms, being decoupled from both Windows and IOS. It is configured as a prognosis-oriented system, which constantly monitors the condition of the robot components through measurements, using this information to generate failure forecasts [2]. This forecast allows the maintenance manager to be informed in a timely manner, as well as a planning of the most appropriate maintenance actions in advance.

The ability to plan maintenance activities is of particular importance, given that many vehicles operate on an international scale and the need to return for maintenance operations requires careful planning well in advance.

6. Accessibility and maintainability

It is essential to ensure adequate accessibility to improve the maintainability of the machines. A tangible example of this practice is the auxiliary generator mounted on removable trolleys, others are service panels arranged in the area of the diesel engine and the distribution system, in addition to the load-bearing structures from which it can be easily accessed by extracting the block, the diesel engine and the



(Fonte - Source: System7 rail GmbH)

Figura 10 – Estrazione generatore ausiliario per permettere la manutenzione.
Figure 10 – Auxiliary generator extraction to allow maintenance.



(Fonte - Source: System7 rail GmbH)

Figura 11 – Pannelli freno.
Figure 11 – Brake panels.

come la disposizione degli elementi sia stata ottimizzata per agevolare le operazioni di manutenzione. Le batterie a gel utilizzate per l'alimentazione a corrente continua di 24 V presentano un design robusto, emissioni di gas ridotte e una lunga durata, ideali per le applicazioni ferroviarie.

In Fig. 11, si evidenzia la disposizione dei componenti del sistema di frenata su appositi pannelli di servizio per facilitare le operazioni di intervento.

Inoltre, tra le dotazioni informatiche installate sulla rinalzatrice, si trovano anche il GNSS (*Global Navigation Satellite System*), WLAN e modem GSM, consentendo l'accesso remoto al personale autorizzato dell'azienda costruttrice [8]. Una volta effettuato l'accesso, gli specialisti hanno la possibilità di utilizzare tutte le funzioni (Fig. 12), con l'attivazione dell'assistenza condizionata all'accesso alla macchina.

pump downwards, and then proceeding with maintenance or possible replacement. This procedure is clearly different from the construction methods used so far, which require the disassembly of the roof to carry out these operations, resulting in a greater expenditure of time and human resources.

Fig. 10 shows a practical example of this design: the battery compartment mounted on removable linear guides, providing a tangible illustration of how the arrangement of the elements has been optimised to facilitate maintenance operations. The gel batteries used for 24V DC power have a robust design, reduced gas emissions and long life, ideal for railway applications.

In Fig. 11, the arrangement of the components of the braking system on special service panels is highlighted to facilitate intervention operations.

In addition, among the computer equipment installed on the tamping machine, there are also the GNSS (*Global Navigation Satellite System*), WLAN and GSM modem, allowing remote access to the authorised personnel of the manufacturer [8]. Once logged in, the specialists can use all the functions, with the activation of conditional assistance to access the machine.

In Fig. 12, the working environment of a specialist technician connected, via the web, to a tamping robot in operation in the Netherlands during a day shift is presented. The source code of the programme is displayed on the left of the laptop screen, the configuration of the functional modules is represented in the centre, while on the right of the screen the main tamping screen is projected, identical to the one displayed by the machine operator. All in real-time.

In the same screen on the right, in addition to the main tamping screen (on the left), the video images selected by the operator are shown, transmitted live.

In the case of System 7, this system allows the implementation of a 24-hour hotline that guarantees the constant availability of service technicians. The assistance service al-



(Fonte - Source: System7 rail GmbH)

Figura 12 – Ambiente di lavoro durante l'accesso da remoto.
Figure 12 – Work environment during remote access.

Nella Fig. 12, viene presentato l'ambiente di lavoro di un tecnico specialista connesso, via web, a un robot di rinalzata in operazione in Olanda durante un turno diurno. Sulla sinistra dello schermo del laptop è visualizzato il codice sorgente del programma, al centro è rappresentata la configurazione dei moduli funzionali, mentre sullo schermo a destra è proiettata la schermata principale di rinalzata, identica a quella visualizzata dall'operatore macchina. Il tutto in tempo reale.

Nella stessa schermata a destra, oltre alla schermata principale di rinalzata (a sinistra), sono mostrate le immagini video selezionate dall'operatore, trasmesse in diretta.

Nel caso di System 7, tale sistema permette di implementare una linea diretta attiva 24 ore su 24 che garantisce la costante reperibilità dei tecnici dell'assistenza. Il servizio di assistenza permette agli operatori del robot rinalzata (Fig. 13) di contattare gli specialisti in qualsiasi momento del giorno o della notte, garantendo una disponibilità continua. La volontà di implementare i sistemi di assistenza, aumentandone la qualità, sta spingendo i tecnici all'implementazione di soluzioni di realtà assistita mediante occhiali intelligenti, che permette all'operatore di diventare il braccio prolungato del tecnico di assistenza.

Le macchine per armamento ferroviario sono sottoposte a valutazione della sicurezza, comprendente un'analisi dei rischi [5] in termini di protezione dei lavoratori. La sicurezza di funzionamento della macchina viene solitamente verificata sulla base della direttiva per la sicurezza dei veicoli ferroviari (SIRF [6]) dell'autorità federale delle ferrovie tedesche (EBA).

7. Esperienze d'uso nelle ferrovie italiane

Il robot di rinalzata automatizzato PLS-16.4.0-S, noto come "Bernhard", è stato progettato e costruito dall'azienda austriaca System7 Rail. Dal 2019, è operativo presso la GCF - Generale Costruzioni Ferroviarie S.p.a. Questa macchina rappresenta una delle innovazioni nel campo della tecnologia ferroviaria

Il CEO di GCF, testimonia che la macchina ha già completato oltre 400 interventi, pari a 113.709 metri di binario e 144 deviatori². La rinalzatrice ha principalmente operato

⁽²⁾ Dati raccolti e registrati direttamente dai sistemi di bordo grazie a CEO++ e sistema INFrame.



(Fonte – Source: m2 Railtech S.r.l./GCF S.p.A.)

Figura 13 – Robot di rinalzata 4.0 di proprietà GCF S.p.A.
Figure 13 – 4.0 Tamping robot owned by GCF S.p.A.

allows the operators of the tamping robot (Fig. 13) to contact the specialists at any time of the day or night, ensuring continuous availability. The desire to implement the assistance systems, increasing their quality, is pushing the technicians to implement a reality solution assisted by smart glasses, which allows the operator to become the extended arm of the assistance technician.

Railway permanent way machines are subject to safety assessment, including a risk analysis [5] in terms of worker protection. The operating safety of the machine is usually verified on the basis of the Directive for the Safety of Rail Vehicles (SIRF [6]) of the German Railways Federal Authority (EBA).

7. Experience of use in Italian railways

The PLS-16.4.0-S automated tamping robot, known as "Bernhard," was designed and built by the Austrian company System7 Rail. Since 2019, it has been operating at GCF - Generale Costruzioni Ferroviarie S.p.a. This machine represents one of the innovations in the field of railway technology.

The CEO of GCF, testifies that the machine has already completed over 400 operations, equal to 113,709 metres of track and 144 switches². The tamping machine has mainly operated in the north-eastern regions of Italy, focusing its ac-

⁽²⁾ Data directly collected and registered from the board system thanks to CEO++ and the INFrame system.

nelle regioni del nord-est Italia, concentrando le sue attività sulle linee Milano-Venezia e Venezia-Trieste, che rientrano nell'area di maggiore interesse del Gruppo GCF. Quest'ultimo, con una flotta estesa, ha gestito la manutenzione di oltre 12.000 km di binario nell'ultimo decennio. La macchina è tutt'ora in servizio portando a termine, ad oggi, 308.884 infissioni corrispondenti a 201.392 traverse rinalzate e una media di produzione di 266 m/h.

Dal punto di vista dell'usabilità, la Universal Tamper 4.0 si è rivelata user-friendly, intuitiva ed ergonomica. Grazie alla presenza di processi automatizzati e all'integrazione dei sistemi di controllo e misurazione topografica (rtkGPS) con il sistema di navigazione inerziale (IMU), è idealmente sufficiente un singolo operatore per eseguire la rinalzata dei binari della linea ferroviaria.

Oltre che in Italia, la Universal Tamper opera attualmente in Austria, Germania, Polonia e Regno Unito; detiene, inoltre, un permesso di lavoro per la Francia dalla SNCF [10].

Si ringraziano Edoardo Rossi, Presidente Generale Costruzioni ferroviarie S.p.A e il suo staff per i dati forniti e condivisi.

activities on the Milan-Venice and Venice-Trieste lines, which fall within the area of greatest interest of the GCF Group. The latter, with an extended fleet, has managed the maintenance of over 12,000 km of track over the last decade. The machine is still in service, completing, to date, 308,884 fixtures corresponding to 201,392 tamped sleepers and an average production of 266 m/h.

From the point of view of usability, the Universal Tamper 4.0 proved to be user-friendly, intuitive and ergonomic. A single operator is ideally sufficient to perform the tamping of the railway line tracks thanks to the presence of automated processes and the integration of topographic measurement and control systems (rtkGPS) with the inertial navigation system (IMU).

In addition to Italy, Universal Tamper currently operates in Austria, Germany, Poland and the United Kingdom; it also holds a work permit for France from SNCF [10].

A special thanks to Edoardo Rossi, General President of Costruzioni Ferroviarie S.p.A and his staff for the data provided and shared.

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] PAOLINI O. (1980), "La Rinalzata", La Tecnica Professionale, numero 2.
- [2] LICHTBERGER B. (2016), "Railway Industry 4.0: Innovative Railway Vehicle Monitoring RaVeM in applicazione"; ZEVrail, maggio, pp. 140.
- [3] STUTE E., VOGEL R., SÖLLINGER M., LICHTBERGER B. (2019), "Rinalzata ecologica e a risparmio di risorse"; EI Eisenbahningenieur, maggio, pp. 48-54.
- [4] LICHTBERGER B., MITTERMAYR P., KUTTELWASCHER C. (2020), "Misurazione precisa del binario con un sistema di navigazione inerziale", EI Eisenbahningenieur, novembre, pp. 46-50.
- [5] ÖNORM E., "13848-3 Applicazioni ferroviarie - Sovrastruttura del binario - Qualità della geometria del binario - Parte 3: Sistemi di misura - Macchine per la costruzione e la manutenzione dei binari".
- [6] LICHTBERGER B., (2020), "La nuova rinalzata automatica System7 aumenta la durata della geometria del binario: Risultati operativi"; ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, settembre, pp. 58-63.
- [7] Socotec: Rapporto di prova: sito: Guide Bridge 73942 Sys 7; turno nr. 29402; relazione nr. OHEM/14175 del 30.8.2018; Socotec: Rapporto di prova: sito: Guide Bridge 73910; turno n. 29402; relazione nr. OHEM/14174 del 30.8.2018.
- [8] LICHTBERGER B. (2022), "Sulla strada del lavoro autonomo" – Universal Tamper 4.0; EIK Eisenbahningenieur-Kompendium, 2022, pp. 15-40.
- [9] SMITH G. (2022), "System 7 Report One Follow Up Questions", Network Rail.
- [10] SNCF RÉSEAU (2021), "Conformità alla norma NF F 58-002 Modulo di approvazione provvisoria dei lavori" <Attrezzature pesanti> nr. DEO20193; 12 marzo.
- [11] European Commission, "Key enabling technologies policy", URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/key-enabling-technologies_en#documents (Accessed: 12/03/2024)
- [12] LICHTBERGER B. (2023), "Risparmio di CO₂ e di energia del Robot di rinalzata continuo 4.0".

ALTA PRESTAZIONE | PRECISIONE | AFFIDABILITÀ

Plasser Italiana



UNIMAT 09-4X8/4S DYNAMIC: Un'unica macchina, molteplici soluzioni.

La versatilità della rinalzatrice da linea e scambi più completa, unita all'essenzialità della stabilizzatrice dinamica integrata. Per una lavorazione veloce, perfetta e sicura, con il supporto di tutta la tecnologia P&T.



MACHINE

plassertheurer.com    

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



SISTEMA DI MONTAGGIO 45

FLESSIBILE E MODULARE

- » Vasta gamma di elementi per il **fissaggio ottimale** di supporti tubazioni
- » **Facile e veloce** da installare grazie al **sistema di montaggio rapido Stex 45**
- » **Regolazione millimetrica** degli elementi
- » Ottime **capacità di carico***
- » Approvato **RAL**

*In confronto con altri binari presenti sul mercato



Inserire Piastra Stex



Ruotare Piastra Stex



Fissare Piastra Stex con dado



Scopri quanto è facile!

MEFA

Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Puglia: gara d'appalto per la nuova fermata Ospedale di Barletta

È stata aggiudicata la gara d'appalto per la progettazione esecutiva e la realizzazione della nuova fermata Ospedale di Barletta (Fig.1).

Rete Ferroviaria Italiana (società capofila del Polo Infrastrutture del Gruppo FS) ha affidato i lavori alla ditta Doronzo Infrastrutture Srl.

La nuova fermata sorgerà fra la stazione di Barletta e la fermata di Canne della Battaglia sulla tratta Barletta-Canosa di Puglia e sarà accessibile tramite una nuova viabilità che si collegherà al tessuto viario esistente.

La nuova fermata sarà dotata di un parcheggio di circa 140 posti auto (compresi quelli per persone a mobilità ridotta), di una fermata bus/ navetta e di un terminal per la sosta bus a lungo termine, di un percorso pedonale protetto, attrezzato con sistemi di schermatura solare, di arredo urbano per il collegamento diretto con l'ingresso dell'Ospedale Dimiccoli e di un percorso ciclabile per il collegamento con il sistema di mobilità ciclabile urbana prevista nel PUMS di Barletta. La fermata costituirà un nodo di interscambio modale, treno-bus, treno-auto privata, treno – bici, in linea con gli obiettivi del piano di integrazione con altri sistemi di trasporto.

La nuova fermata migliorerà l'accessibilità territoriale alla rete AV/AC, consentendo di estendere il bacino potenziale dei viaggiatori attraverso un nodo di interscambio treno-gomma, e garantirà un collegamento ferroviario metropolitano con la stazio-

ne di Barletta Centrale riducendo il flusso di auto nell'ottica di una mobilità ecocompatibile per la connessione periferia-centro.

L'investimento complessivo è di 22 milioni di euro finanziati con fondi nazionali. L'ultimazione lavori della nuova fermata è prevista entro il 2026 (Da: *Comunicato Stampa RFI, Gruppo FSI*, 1 luglio 2024)

Nazionale: attivate tre talpe per la Bari-Napoli e la Palermo-Catania-Messina

Futura, Marina e Lucia: questi i nomi delle tre *Tunnel Boring Machines* attivate (Fig. 2, Fig. 3) simultaneamente nella giornata del 23 luglio 2024 sotto la Direzione lavori di Italferr, società di ingegneria del Polo Infrastrutture del Gruppo Ferrovie dello Stato.

Sull'itinerario AV/AC Napoli-Bari

hanno iniziato il loro scavo le TBM Futura e Marina. Lucia, invece, è attiva sulla Palermo-Catania-Messina.

Entrambi i progetti sono strategici per rendere la rete ferroviaria del Sud Italia sempre più competitiva, integrata, efficiente e sostenibile, in grado di sostenere la crescente domanda turistica, le esigenze dei cittadini e del traffico merci.

Con un diametro di oltre 12 m, Futura sarà impiegata per lo scavo meccanizzato della terza galleria naturale prevista lungo il tracciato, ha una lunghezza complessiva di 18,7 km; di quest'ultimi, circa 12,8 km sono interessati dallo scavo meccanizzato di gallerie a singola canna e doppio binario. La TBM, avente un diametro di scavo di 12,20 m, è pronta per partire con lo scavo della galleria naturale Rocchetta, a singola canna con doppio binario, la quale si sviluppa per una lunghezza di circa 6,5 km. Dotata di 18 motori elettrici da 3 MW, "Futura" verrà alimentata con energia elettrica. Le lavorazioni procederanno in modo spedito e le attività di scavo verranno eseguite ininterrottamente 24 ore su 24 e 7 giorni su 7.

Con uno scudo di circa 11,50 m di lunghezza e un diametro variabile di circa 10 m, Marina scaverà la prima canna del binario pari della Galleria



(Fonte: RFI, Gruppo FSI)

Figura 1 – Vista 3d in simulazione digitale degli esterni della nuova struttura per la Fermata Ospedale di Barletta.

Orsara, lungo il Raddoppio della tratta Bovino-Orsara, che rappresenta l'ultimo tratto in variante prima della riconnessione sulla linea Bovino-Foggia-Bari già attiva dal 2017. La riqualificazione e lo sviluppo dell'itinerario Roma/Napoli-Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti con l'obiettivo di velocizzare i collegamenti e aumentare l'offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevandone l'accessibilità nelle aree attraversate. In particolare, la tratta Orsara-Bovino, lungo la direttrice Napoli-Bari, risulta strategica nel riassetto complessivo dei collegamenti metropolitani, regionali e a lunga percorrenza. Sita in territorio campano, la tratta attraversa Montaguto, in provincia di Avellino, e il territorio pugliese, nei comuni di Orsara di Puglia e Bovino, in provincia di Foggia.

La tratta Bovino-Orsara si sviluppa prevalentemente in galleria con una velocità compresa tra 200 e 250 km/h ed ha una lunghezza complessiva 11,8 km. La TBM Marina collegherà il Mar Adriatico al Tirreno e scaverà circa 9,3 km della galleria Orsara con un avanzamento di circa 12 m ogni giorno.

Nell'ambito del progetto di realizzazione del raddoppio ferroviario della linea Messina-Catania, Giampileri-Fiumefreddo, tratta Taormina-Fiumefreddo lotto 1, sono state avviate le attività di scavo in meccanizzato della Galleria Taormina, di lunghezza pari a 6,133 km, doppia canna a singolo binario. Tale galleria sarà scavata dalla TBM Green "Lucia", di fabbricazione Creg, avente diametro di scavo 9,160 m. Quest'ultimo è previsto sia in modalità EPB che aperto, in quanto la macchina è di tipo Dual Mode.

Le gallerie saranno rivestite da conci prefabbricati in calcestruzzo di spessore di 40 cm e larghezza di 1,80 m realizzati presso lo stabilimento di prefabbricazione "Roboplant" sito in Balpasso (CT). "Lucia" si unisce alla TBM "Igea" già impegnata nello scavo della Galleria Sciglio sul Lotto 2. A queste, si aggiungeranno altre due TBM attualmente in fase di assem-



(Fonte: Italferr; Gruppo FSI)

Figura 2 – Le TBM al lavoro sui cantieri Apice-Hirpinia, Orsara-Bovino, Giampileri-Fiumefreddo.



(Fonte: Italferr; Gruppo FSI)

Figura 3 – Attivazione di una delle TBM.

blaggio, le quali scaveranno le future Gallerie Scaletta, Quali, Forza D'Agrò e Letojanni, andando a completare il quadro delle quattro TBM in partenza nell'anno 2024.

La nuova linea Napoli-Bari e la Palermo-Catania-Messina sono inserite nel progetto Cantieri Parlanti, realizzato dal Gruppo FS in collaborazione con il MIT, per raccontare in maniera trasparente le attività e i benefici delle nuove infrastrutture (Da: *Comunicato Stampa RFI, Gruppo FSI*, 1 luglio 2024).

Sicilia: Nodo di Palermo, attivata la nuova fermata Palermo De Gasperi

Nell'ambito dei lavori relativi al progetto "Nodo di Palermo", riguardanti il collegamento a doppio binario

elettrificato della città con l'aeroporto civile internazionale "Falcone e Borsellino" di Punta Raisi, il 30 giugno 2024 è stata aperta all'esercizio la nuova Fermata De Gasperi, inaugurata ufficialmente il 5 luglio 2024 (Fig. 4).

Alla cerimonia erano presenti il Presidente della Regione Siciliana R. SCHIFANI, il Presidente di Rete Ferroviaria Italiana D. Lo BOSCO, il Sindaco di Palermo R. LAGALLA e l'Assessore regionale alle Infrastrutture e alla Mobilità A. ARICÒ ed il Presidente della Confindustria Sicilia G. VECCHIO.

L'opera, dal valore di circa 12 milioni di euro, è stata realizzata dal Raggruppamento Temporaneo d'Impresa composto da Europea 92 S.p.A., Consorzio Stabile Research Società Consortile a r.l. ed Europea International S.p.A.

Italferr, Società di ingegneria del Polo Infrastrutture del Gruppo FS, ha seguito la Direzione Lavori, condotta dal PM Fiorenzo Laquidara e dalla sua squadra di collaboratori, in completa sinergia con le strutture operative della Committenza e con la struttura di Direzione Artistica di RFI che ha portato avanti lo studio delle opere di finitura, donando alla città di Palermo una infrastruttura tecnologicamente avanzata ma soprattutto sicura.

Collocata nei pressi dello stadio comunale della città, in una zona fortemente urbanizzata, è una fermata interrata che presenta a livello strada due blocchi accessi, un edificio tecnico, le scale delle uscite di emergenza, la scala ingresso VV.F. e ampie aree sistemate a verde.

In questo tratto la linea si sviluppa in galleria su due canne separate: la prima galleria, collocata a circa 8 m dal piano campagna, ripercorre il tracciato della vecchia trincea mentre la seconda galleria, realizzata con TBM (Tunnel Boring Machine), si trova ad una profondità di circa 23 m dal piano campagna.

Le banchine di fermata sono poste a quota diversa e servite da scale fisse mobili ed ascensori. Infatti, il passaggio tra una banchina e l'altra avviene da piano strada.

L'attivazione della nuova fermata conclude il percorso di tre precedenti interventi e, in questa fase, di un intervento multidisciplinare con il quale sono state realizzate tutte le opere civili strutturali e le opere tecnologiche come impianti LFM (Luce e Forza Motrice), impianti meccanici, impianti di telecomunicazioni, impianti per la sicurezza in galleria, nonché i presidi per la sicurezza necessari al servizio dei viaggiatori, oltre ad uno specifico intervento per la realizzazione del sistema MATS (Messa a Terra in Sicurezza).

Una nuova infrastruttura quindi per incrementare la capillarità e l'intermodalità del servizio su rotaia nella città di Palermo, dove al momento, procedono anche i lavori per il completamento dell'anello ferroviario in



(Fonte: Italferr, Gruppo FSI)

Figura 4 – Vista in esercizio della nuova fermata Palermo De Gasperi.

cui, nel 2025 si prevede l'inaugurazione delle fermate Porto e Politeama (Da: *Comunicato Stampa Italferr, Gruppo FSI*, 30 giugno 2024).

TRASPORTI URBANI

Veneto: ampliato il servizio di pagamento contactless su tutte le linee urbane di Padova

Dopo il successo della fase di avvio sperimentale, Busitalia Veneto (Polo Passeggeri Gruppo FS) estende il servizio di pagamento contactless su tutte le linee bus urbane di Padova, limitatamente alla tariffa TU1. Questa innovazione, inizialmente introdotta lo scorso 30 maggio sulle linee bus 3 e 16 e già in uso sui tram, consente ai passeggeri di pagare il biglietto in automatico utilizzando carte di credito o debito contactless direttamente a bordo bus.

Grazie all'introduzione del pagamento contactless, esteso all'intero servizio urbano, Busitalia Veneto compie un significativo passo avanti verso un trasporto pubblico più moderno, sicuro e sostenibile. I passeggeri possono ora godere di una soluzione vantaggiosa e flessibile, che riduce i tempi di attesa alla salita e semplifica il processo di acquisto del biglietto. Per facilitare la diffusione di questa nuova modalità di pagamento del titolo di viaggio, entro agosto 2024, tutti i bus interessati saranno dotati di appositi adesivi posti in corrispondenza della porta anteriore, abilitata alla salita a bordo, sulla validatrice, presso le fermate di bus e tram e a bordo.

• Dettagli del servizio

Il titolo di viaggio acquistabile tramite contactless è il biglietto urbano TU1 di Padova, valido 90 minuti all'interno della zona Arancio al prezzo di € 1,70. La validità di 90 minuti decorre dal momento dell'acquisto e il biglietto digitale può essere utilizzato per eventuali trasbordi su altri autobus o tram, senza bisogno di avvicinare di nuovo la carta al lettore. Per usufruire del servizio è sufficiente avvicinare una carta di pagamento contactless (fisica o virtuale) al dispositivo di validazione presente a bordo, di fianco alla postazione autista e attendere il messaggio di conferma. Sono accettate le carte di debito (bancomat) e di credito dei circuiti Mastercard e Visa. Ogni carta contactless consente l'acquisto di un unico biglietto per viaggio; per acquistare più biglietti contemporaneamente, è necessario utilizzare più carte o l'APP Busitalia Veneto.

• Controllo dei biglietti e vantaggi del servizio

Durante i controlli a bordo, è sufficiente mostrare al personale le ultime quattro cifre della carta utilizzata per il pagamento, rendendo il processo di verifica semplice e veloce.

Infine, è attiva la best fare su base giornaliera: già al terzo acquisto effettuato nella stessa giornata mediante il nuovo sistema di pagamento, il sistema applica in automatico la tariffa giornaliera di € 4,70.

Busitalia Veneto continua a investire nell'innovazione, per offrire ai propri passeggeri un servizio sempre più efficiente, moderno e sicuro. L'estensione del pagamento contactless

su tutte le linee urbane di Padova rappresenta un ulteriore passo avanti nella direzione di un trasporto pubblico all'avanguardia, in grado di rispondere alle esigenze di una città dinamica e in continua evoluzione (Da: *Comunicato Stampa BusItalia, Gruppo FSI, 25 luglio 2024*)

Lazio: rete tram di Roma, al via la riqualificazione del Deposito di Porta Maggiore

Atac ha riprogrammato l'originale piano di sostituzione dei tram con bus rendendolo compatibile agli importanti lavori di ristrutturazione della tangenziale est iniziati e che si intensificheranno nel mese di agosto a cura del dipartimento SIMU di Roma Capitale ed eseguiti da ANAS. Di seguito sono elencati i motivi per cui viene sostituito servizio tram con i bus, del funzionamento delle linee, del calendario e delle alternative messe a punto. Si consideri che, in base anche alle esigenze dei cantieri giubilari, il programma potrebbe cambiare così come potrebbero variare le fermate dei bus di supporto.

- I Lavori

“Dopo oltre cento anni dalla sua realizzazione stiamo per iniziare i lavori di adeguamento dello storico deposito di Porta Maggiore, impianto che dovrà essere profondamente rivisitato per ospitare i nuovi tram da 33 m. L'attività di ristrutturazione e ammodernamento del deposito si aggiunge ai lavori in corso lungo l'intera infrastruttura tramviaria che accompagneranno il rinnovo della rete tram e l'integrazione con le nuove tratte di futura attivazione. I nostri lavori si integrano anche con gli altri cantieri in corso lungo la rete dei nostri tram quali ad esempio, gli importanti lavori di ristrutturazione della tangenziale Est a San Lorenzo e i cantieri giubilari di via Ottaviano e piazza Risorgimento.”

“Abbiamo, quindi, messo a punto un complesso piano di riprogrammazione del servizio in vigore sino al 2 dicembre quando l'intero servizio tram sarà attivo con una infrastruttura e un deposito rinnovati. Durante i lavori l'articolazione delle linee, che

verranno supportate da servizi sostitutivi di bus, dipenderà dalla tipologia ed estensione degli interventi necessari oltre che dalla operatività disponibile del deposito di Porta Maggiore. Sostituiranno integralmente le linee tram con bus dalla seconda metà di settembre ai primi di novembre.”, così recita il comunicato stampa della Azienda di Trasporti di Roma.

Di seguito è mostrato il piano di riprogrammazione del servizio tram diviso nei dettagli:

- la cronologia, dal primo luglio al 2 dicembre;
- la riprogrammazione di ciascuna linea tram;
- le fermate dei servizi sostitutivi (questo programma sarà in continuo aggiornamento in base ai lavori sui binari e ai cantieri Giubileo e, quindi, alla disponibilità delle strade e delle fermate da servire).

PIANO DI RIPROGRAMMAZIONE DEL SERVIZIO TRAM ORDINATO PER DATA

Sino al 4 Agosto

- LINEA 2: sostituita integralmente da bus
- LINEA 3: fa servizio tra la stazione Trastevere e Porta Maggiore; sostituita da bus tra Porta Maggiore e Valle Giulia
- LINEA 5: regolare, fa servizio sull'intera linea
- LINEA 8: sostituita integralmente da bus. Sostituite integralmente da bus anche le corse mattinali e serali da e per Porta Maggiore
- LINEA 14: regolare, fa servizio sull'intera linea
- LINEA 19: Fa servizio tra Centocelle e Porta Maggiore; sostituita da bus tra Porta Maggiore e viale Giulio Cesare/metro A Ottaviano

Dal 5 Agosto al 25 Agosto

- LINEA 2: regolare. I tram fanno servizio sull'intera linea. Regolari anche le corse mattinali da via dello Scalo San Lorenzo a piazzale Flaminio e piazza Mancini e le corse serali da piazzale Flaminio a Porta Maggiore

- LINEA 3: sostituita integralmente da bus
- LINEA 5: sostituita da linea bus 519 nella tratta via Prenestina/viale della Serenissima-piazza dei Gerani. Da via Prenestina/viale della Serenissima disponibile la linea tram 14
- LINEA 8: sostituita integralmente da bus. Sostituite integralmente da bus anche le corse mattinali e serali da e per Porta Maggiore
- LINEA 14: regolare. I tram fanno servizio sull'intera linea
- LINEA 19: sostituita da linea bus 519 nel tratto piazza dei Gerani-via Prenestina/viale della Serenissima; da tram 14 nella tratta via Prenestina/Serenissima-Porta Maggiore; da bus 3 nella tratta Porta Maggiore-Valle Giulia. Da bus 19 nella tratta Valle Giulia-viale Giulio Cesare

Dal 26 Agosto al 15 Settembre

- LINEA 2: regolare. I tram fanno servizio sull'intera linea. Regolari anche le corse mattinali da via dello Scalo San Lorenzo a piazzale Flaminio e piazza Mancini e le corse serali da piazzale Flaminio a Porta Maggiore
- LINEA 3: sostituita da bus nella tratta stazione Trastevere-Porta Maggiore. Servizio tram – linea 3/19 – attivo nella tratta Porta Maggiore-Valle Giulia
- LINEA 5: sostituita da linea bus 519 nella tratta via Prenestina/viale della Serenissima-piazza dei Gerani. Da via Prenestina/viale della Serenissima disponibile la linea tram 14
- LINEA 8: sostituita integralmente da bus. Sostituite integralmente da bus anche le corse mattinali e serali da e per Porta Maggiore
- LINEA 14: regolare. I tram fanno servizio sull'intera linea
- LINEA 19: sostituita da linea bus 519 nel tratto piazza dei Gerani-via Prenestina/viale della Serenissima; da tram 14 nella tratta via Prenestina/Serenissima-Porta Maggiore; da tram 3/19 nella trat-

ta Porta Maggiore-Valle Giulia. Da bus 19 nella tratta Valle Giulia-viale Giulio Cesare

Dal 16 Settembre al 3 Novembre

- l'intera rete tram è sostituita da bus

Dal 4 Novembre al Primo Dicembre

- LINEA 2: sostituita integralmente da bus
- LINEA 3: sostituita da bus nella tratta stazione Trastevere-Porta Maggiore. Servizio tram – linea 3/19 – attivo nella tratta Porta Maggiore-Valle Giulia
- LINEA 5: sostituita integralmente da bus
- LINEA 8: sostituita integralmente da bus. Sostituite integralmente da bus anche le corse mattinali e serali da e per Porta Maggiore
- LINEA 14: regolare, fa servizio sull'intera linea
- LINEA 19: sostituita da linea bus 519 nel tratto piazza dei Gerani-via Prenestina/viale della Sere-
nissima; da tram 14 nella tratta via Prenestina/Serenissima-Porta Maggiore; da tram 3/19 nella tratta Porta Maggiore-Valle Giulia. Da bus 19 nella tratta Valle Giulia-viale Giulio Cesare

Dal 2 Dicembre

- torna il servizio sull'intera rete tram (... OMISSIS ...)

(Da: *Comunicato Stampa Atac*, 27 giugno 2024).

Lazio: ecco i nuovi treni per la Metro A, B e B1 di Roma Capitale

Sono stati presentati a Roma i nuovi treni che, a partire dal 2025, circoleranno sui binari della Linea A, B e B1 della metropolitana. Entro aprile 2026 saranno consegnati 14 treni, otto dei quali nel corso del prossimo anno. In tutto, l'accordo quadro prevede la fornitura di 30 treni (Fig. 5).

Si tratta di convogli di nuova generazione che consentiranno di rinnovare e abbassare l'età media del-

la flotta circolante sulle linee della metro della Capitale. Inoltre, i treni consentiranno una riduzione del consumo di energia di circa il 10% rispetto al parco attualmente in uso sulle due linee. Questo risultato è reso possibile grazie al peso dei nuovi treni, ridotto del 5%, e alla maggiore efficienza della catena di trazione. L'utilizzo dell'alluminio è due volte vantaggioso, perché oltre alla maggiore leggerezza rispetto ad altre soluzioni, può essere riciclato alla fine della vita del prodotto, facendone un componente intrinsecamente sostenibile.

I nuovi convogli sono costituiti da 6 carrozze, tutte comunicanti, hanno la guida bidirezionale e sono lunghi 106 m. Ogni treno è dotato di 48 porte, 24 su ciascuna fiancata. La velocità operativa massima è di 80 km orari. I posti a sedere sono 204. Quattro sono le postazioni per le sedie a rotelle. Ogni treno può trasportare 1204 persone.

Nel corso della conferenza stampa tenuta dal Sindaco R. GUALTIERI e dall'Assessore PATANÉ, è stato proiettato un video in cui, oltre alla ricostruzione in computer grafica dei nuovi convogli, sono state riprese alcune sequenze della lavorazione delle carrozze, in corso di produzione negli stabilimenti Hitachi Rail di Reggio Calabria, dove vengono costruiti, tra gli altri, anche i treni destinati alla Linea 1 (rossa) e alla

Linea 3 (gialla) della metropolitana di Milano.

“Siamo soddisfatti di poter testimoniare lo stato di avanzamento dei lavori per i treni di Roma Capitale” – ha dichiarato il COO Hitachi Rail Group e CEO Hitachi Rail Italia, L. D'AQUILA – “Consegneremo alla città di Roma treni che rendono l'esperienza di viaggio dei passeggeri migliore e più in linea con gli standard europei di questo tipo di servizio”.

In particolare, i nuovi treni sono dotati di impianto di condizionamento di ultima generazione e prevedono un miglioramento del confort acustico per chi è a bordo.

Per Hitachi Rail era presente il Global Senior Vice President, ingegnere S. SANTINELLI, che ha spiegato: “La nostra azienda è impegnata nel supportare le grandi città nel mondo nell'attuazione della transizione verso una mobilità più sostenibile e la produzione dei treni per la metropolitana di Roma è esattamente uno dei progetti attraverso il quale la capitale italiana può accelerare su questo fronte, garantendo a chi si muove nella città spostamenti più veloci, più sostenibili e più confortevoli”.

Hitachi Rail ha prodotto, negli ultimi anni, treni per le metropolitane italiane di Milano, Brescia, Genova, Napoli e Roma per la linea C. Nel mondo, viaggiano su treni Hitachi i passeggeri del trasporto metropolita-



(Fonte: Hitachi Rail)

Figura 5 – Rendering di un nuovo convoglio metro per le linee di metropolitana della Capitale

tano di molte città, tra le quali Londra, Copenaghen, Honolulu, Miami, Tokyo (Da: *Comunicato Stampa Hitachi Rail*, 17 luglio 2024).

TRASPORTI INTERMODALI

Nazionale: prima riunione dell'Osservatorio ESG creato da FLC e LIUC – Università Cattaneo

Giovedì 25 giugno si è tenuta la prima riunione dell'Osservatorio ESG, nato dalla collaborazione tra FLC e LIUC – Università Cattaneo di Castellanza con l'obiettivo di accrescere la cultura Logistica in Italia, in particolare nel settore della sostenibilità.

La riunione ha rappresentato l'occasione per ripercorrere i tratti distintivi dell'iniziativa e delineare le attività che saranno svolte nei prossimi mesi, tra cui l'impostazione dell'indagine per inquadrare il panorama ESG nel settore e l'identificazione degli argomenti di maggiore interesse che saranno approfonditi in maniera complementare all'indagine.

“Realizzare un Osservatorio per comprendere le trasformazioni in atto e le dinamiche nella filiera della logistica quando si parla di transizione ESG è un'occasione unica per mettere a terra un argomento che spesso è affrontato superficialmente – ha dichiarato a margine della riunione A. CREAZZA, Direttore del Green Transition Hub LIUC – Università Cattaneo -. Già dalle prime conversazioni sono emersi infatti ambiti di approfondimento e tematiche di grande rilevanza che potrebbero davvero aiutare a riscrivere le relazioni di filiera in questa transizione”.

Grande entusiasmo per l'iniziativa anche da parte della Vicepresidente FLC con delega alla sostenibilità, V. TUNDO, che ha ricordato che “il programma dell'Osservatorio ha come obiettivo primario la creazione di valore per tutti gli attori che operano nell'industria: le aziende che realizzano il trasporto (costruttori e utilizzatori dei mezzi), la committenza, i

clienti, gli investitori e più estensivamente le istituzioni, traducendo l'approccio ESG in chiare e fruibili indicazioni per il settore. L'eterogenea composizione della squadra dell'Osservatorio costituisce un ulteriore elemento di ricchezza, poiché, fin dai primi incontri, ha consentito di avere un'ampia veduta sulle necessità delle diverse parti in termini di governance dei processi e ha anche evidenziato la necessità di trasformare e creare nuove relazioni nell'industria del trasporto”.

Maggiori informazioni sull'indagine per inquadrare il panorama ESG nel settore logistico, che sarà lanciata dall'Osservatorio il prossimo autunno, saranno presto disponibili (Da: *Comunicato Stampa FLC*, 30 luglio 2024)

INDUSTRIA

Lazio: FSI, Giubileo 2025, il Ministro SALVINI al cantiere di Piazza dei Cinquecento

Il Vicepresidente del Consiglio dei Ministri e Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti M. SALVINI ha visitato il cantiere di Piazza dei Cinquecento.

cento a Roma. Il sopralluogo è stato l'occasione per fare il punto sullo stato di avanzamento dei lavori di riqualificazione urbanistica e funzionale della piazza che è la porta d'ingresso a Roma Termini.

I lavori, iniziati a ottobre 2023 dopo la conclusione positiva della Conferenza dei Servizi, riguardano aree di proprietà di FS Sistemi Urbani e di Roma Capitale e porteranno a una trasformazione epocale della piazza in vista del Giubileo del 2025.

Presenti al sopralluogo, insieme al Ministro SALVINI anche F. ROCCA, Presidente Regione Lazio, R. GUALTIERI, Sindaco di Roma, G. STRISCIUGLIO AD e DG Rete Ferroviaria Italiana, U. LEBRUTO AD e DG FS Sistemi Urbani, A. ISI AD e DG ANAS e F. STIVALI AD di CREW - Cremonesi Workshop (Fig. 6).

L'obiettivo principale dei lavori - che potrà vedere la sua completa attuazione dopo il Giubileo - è la riqualificazione dell'area e la riorganizzazione dei servizi esistenti. Nuovi spazi verdi che trasformeranno la piazza in un luogo più accogliente e contemporaneo per vivere una nuova socialità tra arte, cultura e rigenerazione urbana. La riqualificazione



(Fonte: FS Sistemi Urbani, Gruppo FSI)

Figura 6 – Sopralluogo al cantiere di Piazza dei Cinquecento.

urbanistica e funzionale del Nodo di Termini e Piazza dei Cinquecento mira a valorizzare e accrescere l'integrazione tra monumenti e aree archeologiche circostanti, oltre a miglioramento della qualità architettonica ed ambientale di tutto il contesto. La piazza sarà trasformata in un luogo sempre più accessibile e integrato con i sistemi di mobilità urbana (treno-bus-taxi), migliorando la qualità dello spazio urbano con la pedonalizzazione di gran parte dell'area. Il tutto ponendo al centro la mobilità pedonale e ciclabile con il ridisegno del terminal bus, del nuovo molo taxi e l'insediamento di un nuovo sistema di piste ciclabili, con l'obiettivo di migliorare i servizi alla città e ai viaggiatori in coerenza con gli indirizzi del PUMS di Roma Capitale (Da: *Comunicato Stampa FS Sistemi Urbani, Gruppo FSI*, 1 agosto 2024).

Toscana: mobilità di Firenze, innovazione, integrazione e sostenibilità

La città di Firenze si appresta a vivere un rinnovamento e un rafforzamento della propria rete tramviaria che permetterà ai passeggeri di usufruire di un trasporto pubblico più sicuro, puntuale, confortevole e green.

Un obiettivo reso possibile anche grazie alla collaborazione tra Hitachi Rail e il Comune di Firenze, che dal 2010 lavorano per garantire un trasporto urbano efficiente, in grado di fare la differenza in termini di scelte di mobilità da parte dei passeggeri.

Tra i più recenti accordi, sicuramente importante quello firmato tra Tram Firenze SpA e Comune di Firenze per la realizzazione della Linea 3.2.1 per Bagno a Ripoli che avrà un'estensione di 7,2 km e 17 fermate. In merito a questa è prevista la progettazione, la fornitura e la messa in servizio da parte di Hitachi Rail di 16 nuovi tram, alimentati a batteria nei tratti senza catenaria. Parallelamente, è stato siglato anche un contratto, di circa 17 milioni di euro, tra GEST Spa e Hitachi Rail per la manutenzione della flotta dei 46 Tram Sirio, attual-

mente in servizio passeggeri sulle linee del sistema tramviario di Firenze.

Un ulteriore ampliamento del sistema tramviario fiorentino è costituito dalla linea 4.2 che collegherà Le Piagge e Campi Bisenzio con la stazione Leopolda, rappresentando di fatto l'estensione, con ulteriori 5,4 km di linea, della 4.1. Sul percorso della linea 4.2 saranno in servizio 8 nuovi tram. Anche per la 4.1, che con 13 fermate e 6,2 km collegherà le stazioni Leopolda e Le Piagge, sono stati opzionati ulteriori 8 veicoli mentre altri 14 nuovi tram sono previsti per la linea 3.2.2.

I nuovi veicoli saranno tutti dotati di batterie per la marcia senza catenaria e quindi con minore impatto ambientale e paesaggistico.

Il progetto complessivo permetterà di rendere ancora più ampio e sostenibile il trasporto urbano della città di Firenze, grazie proprio all'innovativa tecnologia a batteria, e di ampliare la flotta con veicoli con capacità di trasporto, livello di comfort ed efficienza energetica che determinano gli standard più alti del settore.

Inoltre, sarà garantito un sistema di segnalamento digitale all'avanguardia e un servizio di manutenzione che permetterà ai veicoli attualmente in circolazione di continuare ad essere perfettamente efficienti.

I nuovi tram derivano dalla innovativa piattaforma sviluppata in Italia da Hitachi Rail, che rappresenta l'evoluzione dei più tradizionali tram Sirio attualmente in servizio passeggeri in molte delle principali città del mondo.

Alimentati a batteria, i nuovi veicoli, progettati e realizzati in Italia, verranno consegnati a partire dal 2026. Grazie alla versatilità garantita dalla batteria potranno attraversare il centro storico della città senza catenarie e saranno potenzialmente utilizzabili su tutte le linee.

Hanno una velocità massima di 70 km/h, sono lunghi 33,5 m, con 54 posti a sedere e una capienza massima di 278 passeggeri.

Dotati un sistema di climatiz-

zazione innovativo, che assicura lo scambio di aria con l'esterno e garantisce quindi standard di sicurezza elevati per la salute dei passeggeri, i nuovi tram sono caratterizzati da ampie vetrate e da zone trasparenti del tetto che offrono grande luminosità interna e una maggiore visibilità verso l'esterno, caratteristica importante per le principali città d'arte in Italia e nel mondo.

Gli interni sono stati progettati per garantire zone più ampie per i passeggeri e dispongono inoltre di due postazioni attrezzate per le persone con disabilità garantendo facile accesso e manovrabilità.

"Hitachi Rail ha l'obiettivo strategico di fornire in tutto il mondo soluzioni di trasporto innovative. Poterlo fare per la città di Firenze, centro urbano importantissimo e città d'arte tra le più note al mondo è un ulteriore riconoscimento per noi" ha spiegato L. D'AQUILA, COO Hitachi Rail Group e CEO Hitachi Rail Italia "Siamo convinti che il trasporto pubblico urbano rappresenti il driver principale per la transizione green della mobilità. Per questo, lavoriamo quotidianamente per progettare e realizzare sistemi di trasporto sempre più confortevoli, affidabili e sicuri e che siano anche rispettosi dell'ambiente lungo tutta la catena del valore. È questa, secondo noi, la strada volta ad incentivare il passaggio da sistemi di trasporto privato a nuove soluzioni di mobilità collettive, in grado di migliorare significativamente il processo di decarbonizzazione dei trasporti nelle città" (Da: *Comunicato Stampa Hitachi Rail*, 30 luglio 2024).

VARIE

Nazionale: DONNARUMMA, AD del Gruppo FS, nuovo Presidente della Regione Europa della UIC

S. A. DONNARUMMA, Amministratore Delegato e Direttore Generale del Gruppo FS Italiane, è il nuovo Presidente della Regione Europa UIC, per il periodo 2024-2025.

L'UIC (International Union of Railways) è l'organizzazione internazionale che riunisce le ferrovie e i principali stakeholder ferroviari di tutto il mondo.

La designazione è avvenuta all'unanimità dall'Assemblea Regionale Europa UIC, con una procedura di consultazione che si è conclusa il 31 luglio.

“Ringrazio i membri dell'Assemblea Regionale Europa UIC per il loro sostegno. Sono onorato di ricoprire questa importante carica e di lavorare sui più importanti obiettivi strategici - ha dichiarato S. A. DONNARUMMA -. Valorizzando le grandi opportunità che abbiamo davanti a noi, potremo aumentare la competitività dell'Europa, mantenendoci all'avanguardia nello sviluppo del settore ferroviario. Sono sicuro che il nostro impegno congiunto porterà a progressi e innovazioni significative”.

La prima riunione dello European Management Committee sotto la guida di S. A. DONNARUMMA si terrà il 23 settembre 2024 a Berlino, in concomitanza con Innotrains, il più importante evento trasportistico.

La nomina dell'AD di FS Italiane a Presidente Europa dell'UIC riconosce l'impegno del Gruppo FS nel guidare lo sviluppo del sistema ferroviario in Europa (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FS*, 1 agosto 2024).

Nazionale: Fondazione FS, disponibile online nuova App dedicata

La Fondazione FS Italiane, custode del grande patrimonio storico delle ferrovie italiane, annuncia il lancio di una nuova App mobile per iOS e Android, sviluppata in collaborazione con la piattaforma di travel podcast Loquis.

L'applicazione è stata progettata per promuovere e valorizzare la ricchezza culturale delle ferrovie italiane attraverso un viaggio nella storia, guidati dalle pillole sonore che raccontano alcune pagine della epopea ferroviaria con un linguaggio coinvolgente e un approccio innovativo.

Tra le funzionalità principali, l'app offre podcast geolocalizzati, contenuti multimediali di alta qualità quali video, fotografie e tour virtuali che permettono agli utenti di esplorare la storia ferroviaria, visitare virtualmente musei e scoprire curiosità storiche.

Con questa nuova App, la Fondazione FS mira a coinvolgere, in particolare, le nuove generazioni offrendo loro uno strumento innovativo per esplorare e conoscere le 12 linee ferroviarie inserite nel Progetto Binario senza Tempo, i musei ferroviari e le Sale storiche.

L'app è scaricabile gratuitamente sui principali store digitali (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FS*, 16 luglio 2024).

Campania: nuovo Centro di assistenza famiglie e fragilità di Frattamaggiore

Restituire ai locali delle stazioni ferroviarie una finalità sociale, trasformare vecchi spazi in centri di assistenza alle famiglie e alle persone con fragilità nell'area di Frattamaggiore: Rete Ferroviaria Italiana ha consegnato in comodato d'uso gratuito per cinque anni (rinnovabili) alcu-

ni vani della stazione di Frattamaggiore - Grumo Nevano all'azienda Speciale Consortile Ambito Territoriale N. 17 comprendente i Comuni di Frattamaggiore, Sant'Antimo, Grumo Nevano, Frattaminore e Casandrino.

Presenti (Fig. 7) all'evento G. BIGNAMI, Viceministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, F. CICALANO, Commissario Straordinario per il risanamento e la riqualificazione funzionali al territorio del Comune di Caivano, A. DEL PRETE, Sindaco di Frattamaggiore e G. STRISCIUGLIO, Amministratore Delegato e Direttore Generale di Rete Ferroviaria Italiana.

Il progetto del Centro per le famiglie dell'azienda speciale consortile ambito N. 17 nasce a seguito di alcuni incontri tra il “Commissario straordinario per il risanamento e la riqualificazione funzionali al territorio del Comune di Caivano”, Rete Ferroviaria Italiana ed il Viceministro BIGNAMI con l'intento di sviluppare progetti a vocazione sociale in coerenza con le esigenze degli stakeholders istituzionali coinvolti nella gestione del territorio. A seguito di valutazioni interne condivise, RFI ha individuato la stazione di Frattamaggiore - Grumo



(Fonte: RFI, Gruppo FS)

Figura 7 - RFI ha consegnato in comodato d'uso gratuito per cinque anni (rinnovabili) alcuni vani della stazione di Frattamaggiore - Grumo Nevano all'azienda Speciale Consortile Ambito Territoriale N. 17 comprendente i Comuni di Frattamaggiore, Sant'Antimo, Grumo Nevano, Frattaminore e Casandrino.

Nevano quale asset per sviluppare un progetto di alto valore sociale.

Una stazione, questa, di recente riqualificazione, con un intervento di circa 3,8 milioni di euro, che ha interessato il recupero del fabbricato viaggiatori, il miglioramento e potenziamento dell'accessibilità e la ricucitura del tessuto urbano attraverso l'apertura di un nuovo fronte di stazione.

La stazione è inoltre dotata di un accesso pedonale al Parking Hub FS Park, gestore unico per la sosta del Gruppo FS, rappresentando una soluzione comoda per pendolari e visitatori della città. Il parcheggio ha una capacità complessiva di 135 posti

auto, 3 posti esternamente per le persone diversamente abili e 2 colonnine per la ricarica dei veicoli elettrici per favorire una mobilità sempre più intermodale e sostenibile.

Gli spazi messi a disposizione sono distribuiti su due piani, dove saranno realizzate tutte le attività previste di assistenza, supporto e sostegno ai rapporti familiari di nuclei in condizione di difficoltà. L'iniziativa mira a trasformare le stazioni in centri polifunzionali utilizzando fabbricati, con spazi disponibili, e aree esterne in disuso così da metterli a disposizione della cittadinanza con l'inserimento di servizi polivalenti e di pub-

blica utilità. Rendere le stazioni un valore aggiunto del tessuto sociale unitamente alla presenza di un Ente deputato all'esercizio delle Politiche Sociali, sfruttandone la presenza capillare sul territorio.

L'obiettivo, in prospettiva, è quello di consentire un fondamentale incremento delle attività istituzionali dei servizi pubblici di sostegno alle fragilità e disagio sociale così da intercettare una domanda più ampia anche sul territorio regionale, nonché esportare il modello Caivano e replicare il progetto in altre stazioni del Paese (Da: *Comunicato Stampa RFI, Gruppo FSI*, 26 luglio 2024).

STRAIL®

a InnoTrans, Berlino

PAD 25 STAND 370



STRAIL®WAY

LE TRAVERSE POLIMERICHE

Guarda al futuro!

SI alla traversa "green"



carico per asse
max. 22,5 to



traverse per binario e
traversoni & deviatoio



possibili modifiche
con attrezzi ordinari



durata in servizio
> 50 anni



KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG // 84529 Tittmoning, Germany // Goellstraße 8 //
STRAIL in Italia // Tommaso Savi // mobile +39 392 950 38 94 // tommaso.savi@strail.it



Notizie dall'estero *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA RAILWAY TRANSPORTATION

Regno Unito: estensione del contratto da TransPennine Express per la manutenzione della flotta di Classe 397

Alstom ha firmato un'estensione del contratto da 10,4 milioni di sterline con l'operatore passeggeri TransPennine Express per la manutenzione della flotta di Classe 397 (Fig. 1).

Il contratto vedrà Alstom continuare a offrire servizi di manutenzione, stazionamento, assistenza e pulizia dei treni per i 12 Classe 397 di TransPennine Express, noti come Nova 2, unità multiple elettriche (EMU) a cinque carrozze.

Il lavoro per TransPennine Express continuerà a essere svolto presso i Traincare Centre di Alstom a Manchester e Glasgow, due delle cinque strutture simili che l'azienda gestisce lungo la West Coast Main Line. Il contratto supporta oltre 50 ruoli nei due siti, tra cui responsabili di produzione, operatori di sito e operatori di movimento dei treni.

Il Manchester Traincare Centre di Alstom a Longsight può ospitare quasi 300 veicoli ferroviari contemporaneamente, il che lo rende uno dei più grandi del suo genere nel Regno Unito, ed è il deposito di origine per i Nova 2. Nel frattempo, il Glasgow Traincare Centre di Alstom a Polmadie accoglie in genere 17 treni al giorno, tra cui le unità TransPennine Express Classe 397.

“Assicurarsi questa estensione del contratto è una testimonianza della qualità del nostro portafoglio di servizi e della solida partnership che ab-

biamo sviluppato con TransPennine Express”, ha affermato P. BROADLEY, Services Managing Director UK e Irlanda di Alstom.

Ha aggiunto: “Ci impegniamo a garantire l'affidabilità e le prestazioni continue della flotta Nova 2, supportando sia la soddisfazione del cliente che l'efficienza operativa. L'estensione del contratto è anche un'ottima notizia per i nostri gruppi dedicati a Manchester e Glasgow, che forniscono un servizio 24 ore su 24, sette giorni su sette, assicurando ai passeggeri paganti viaggi sicuri, confortevoli e affidabili lungo la West Coast Main Line”.

Costruite da CAF e di proprietà di Eversholt Rail, le unità Classe 397 sono entrate in servizio originariamente a novembre 2019. Trasportano passeggeri sui servizi TransPennine Northwest tra Liverpool Lime Street e l'aeroporto di Manchester fino

a Edimburgo Waverley e Glasgow Central via Preston. “Siamo lieti di continuare la nostra solida partnership con Alstom e non vediamo l'ora di lavorare con loro per mantenere la qualità di una delle nostre flotte principali e apportare ulteriori miglioramenti”, ha affermato C. JACKSON, amministratore delegato di TransPennine Express.

Ha aggiunto: “Fornitori come Alstom sono fondamentali per garantire che mettiamo al primo posto le esigenze dei nostri clienti e ci impegniamo a offrire la migliore esperienza di viaggio possibile quando le persone scelgono di viaggiare con noi”.

Da quando è entrata nel servizio passeggeri, la flotta di Classe 397 di TransPennine Express ha percorso più di otto milioni di miglia, una media di 688.000 miglia per unità. In base all'estensione del contratto, Alstom continuerà a mantenere la flotta almeno fino a dicembre 2025.

Alstom supporta i clienti durante l'intero ciclo di vita delle risorse con il più ampio portafoglio di soluzioni di servizi. I servizi di manutenzione FlexCare Perform di Alstom sono personalizzati in base alle esigenze dei clienti e ai requisiti operativi, dal supporto tecnico con pezzi di ricambio alle soluzioni di manutenzione completa-



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 1 – Alstom si assicura un'estensione del contratto da TransPennine Express per la manutenzione della flotta di Classe 397 nel Regno Unito.

Figure 1 - Alstom secures a contract extension from TransPennine Express to maintain Class 397 fleet in the United Kingdom

mente esternalizzate. Alstom gestisce oltre 35.500 veicoli in tutto il mondo ed è un partner affidabile per la manutenzione di asset ferroviari sia Alstom che non Alstom (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 29 luglio 2024).

United Kingdom: a contract extension from TransPennine Express to maintain Class 397 fleet

Alstom has signed a £10.4 million contract extension with passenger operator TransPennine Express to maintain their Class 397 fleet (Fig. 1).

The contract will see Alstom continue to offer train maintenance, stabling, servicing and cleaning services for TransPennine Express' 12 Class 397 – known as Nova 2 – five-car electric multiple units (EMUs).

The work for TransPennine Express will continue to be carried out of Alstom's Traincare Centres in Manchester and Glasgow; two of five similar facilities the company operates along the West Coast Main Line. The contract supports more than 50 roles across the two sites, including production managers, site operatives and train movement operators.

Alstom's Manchester Traincare Centre at Longsight can accommodate almost 300 rail vehicles at one time – making it one of the biggest of its kind in the UK – and is the home depot for the Nova 2s. Meanwhile, Alstom's Glasgow Traincare Centre at Polmadie typically welcomes 17 trains per day, including TransPennine Express Class 397 units.

"Securing this contract extension is a testament to the quality of our Services portfolio and the strong partnership we have developed with TransPennine Express," said P. BROADLEY, Services Managing Director UK and Ireland at Alstom.

He added: "We are committed to ensuring the continued reliability and performance of the Nova 2 fleet, supporting both customer satisfaction and operational efficiency. The contract extension is also great news for our dedicated teams in Manchester and Glasgow, who provide a round-the-clock service, seven days a week, ensuring fare-paying passengers en-

joy safe, comfortable and dependable journeys along the West Coast Main Line."

Built by CAF and owned by Ever-sholt Rail, the Class 397 units originally entered service in November 2019. They carry passengers on TransPennine Northwest services between Liverpool Lime Street and Manchester Airport to Edinburgh Waverley and Glasgow Central via Preston.

"We are delighted to continue our strong partnership with Alstom and look forward to working with them to maintain the quality of one of our key fleets and to deliver further improvements," said C. JACKSON, Managing Director at TransPennine Express.

He added: "Suppliers such as Alstom are vital in making sure we put our customers' needs first, and we are committed to offering the best possible journey experience when people choose to travel with us."

Since entering passenger service, TransPennine Express' Class 397 fleet has travelled more than eight million miles – an average of 688,000 miles per unit. Under the contract extension, Alstom will continue to maintain the fleet until at least December 2025.

Alstom supports customers over the entire asset lifecycle with the broadest portfolio of services solutions. Alstom's FlexCare Perform maintenance services are tailored to customer needs and operational requirements, from technical support with spares to fully outsourced maintenance solutions. Alstom maintains over 35,500 vehicles worldwide and is a trusted partner for servicing both Alstom and non-Alstom rail assets (From: Alstom Press Release, July 29th, 2024).

TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

Singapore: il treno automatizzato Innovia APM entra in servizio sulla Bukit Panjang LRT

Alstom ha annunciato l'implementazione dei primi due treni sulla

linea Bukit Panjang Light Rail Transit (BPLRT). Il sistema è stato consegnato alla Land Transport Authority (LTA) di Singapore il 16 luglio 2024, segnando l'inizio della consegna progressiva del sistema chiavi in mano (Fig. 2).

Ad Alstom è stato assegnato il contratto nel 2018 per aggiornare e rinnovare il sistema BPLRT. Il contratto includeva un completo aggiornamento del sistema di segnalazione. L'attuale sistema di controllo e segnalazione ferroviario a blocco fisso Alstom Cityflo 550 è in fase di aggiornamento con la soluzione avanzata Cityflo 650 Communications Based Train Control (CBTC).

Come parte dell'accordo, Alstom fornirà una flotta di 19 carrozze Innovia APM 300R e riadatterà 13 carrozze Innovia APM esistenti. I primi veicoli Innovia 300R sono arrivati a Singapore nell'aprile 2022, dove sono stati successivamente sottoposti a test approfonditi e messa in servizio da parte dell'ente regolatore dei trasporti.

Y. MAIXANDEAU, amministratore delegato di Singapore e Malesia, Alstom ha affermato: "Con oltre 50 anni di esperienza nei sistemi automatizzati di trasporto persone, Alstom si impegna a fornire soluzioni di mobilità avanzate, ecologiche e affidabili. I treni BPLRT aggiornati saranno dotati di tecnologie all'avanguardia, garantendo un viaggio più sicuro, più confortevole ed efficiente per tutti i passeggeri. Questa pietra miliare sottolinea il nostro impegno nel migliorare la mobilità urbana a Singapore, offrendo ai residenti un'esperienza di viaggio fluida e sostenibile".

Alstom, il fornitore numero uno di progetti urbani chiavi in mano, offre un portafoglio senza rivali di soluzioni di trasporto chiavi in mano completamente automatizzate e senza conducente, ideali per le sfide del trasporto urbano di Singapore. Progettati per servire città in rapida crescita e aree urbane dense, i sistemi Innovia APM R sono elevati e operano su guide dedicate, offrendo prestazioni ottimizzate

Ciò garantisce viaggi fluidi che non interferiscono con il traffico stradale circostante. Le soluzioni sono caratterizzate da un'eccezionale flessibilità del percorso, una disponibilità eccezionale e un'elevata efficienza in termini di capacità passeggeri, consumo energetico e uso del territorio.

- Nuove e migliorate funzionalità

L'Innovia APM 300R su BPLRT utilizza l'avanzato sistema di segnalazione Cityflo 650 con comunicazione wireless per una capacità ottimale, garantendo viaggi più rapidi, più efficienti, completamente automatizzati e senza conducente. Questi treni sono inoltre dotati di un avanzato sistema di monitoraggio delle condizioni per prevenire guasti, dando priorità al comfort e alla sicurezza dei passeggeri.

Progettato con un'enfasi sull'approccio eco-design e sulle tecnologie avanzate, l'Innovia APM 300R include un controllo intelligente del clima, controllo centralizzato del treno, frenata rigenerativa e sistemi a risparmio energetico. Inoltre, i treni Innovia APM 300R hanno innovazioni intelligenti per la privacy come i finestrini oscuranti automatici, che soddisfano la vicinanza della linea alle aree residenziali.

- Nota per il lettore: Alstom a Singapore

Da oltre 20 anni, Alstom è un pioniere nelle soluzioni di mobilità sostenibili e innovative a Singapore. Al momento, sei delle sette linee Mass Rapid Transit (MRT) e Light Rapid Transit (LRT) utilizzano soluzioni Alstom. Tra i progetti ferroviari iconici di Singapore, la Northeast Line, il primo sistema di metropolitana sotterranea completamente automatizzato e senza conducente ad alta capacità al mondo, è alimentato dalla nostra soluzione di segnalazione e materiale rotabile di controllo dei treni basato sulle comunicazioni (CBTC). Alstom ha inoltre progettato e costruito completamente la Circle Line, la prima linea MRT di media capacità di Singapore. Il Gruppo sta ora sostituendo la più grande flotta di treni del paese per le linee North-South ed East-West



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 2 - Il treno automatizzato Innovia APM di Alstom entra in servizio con sulla Bukit Panjang LRT di Singapore.

Figure 2 - Alstom's Automated Innovia APM train enters in service on Singapore's Bukit Panjang LRT.

e sta fornendo tre strutture di simulazione della segnalazione CBTC. Alstom fornisce inoltre il materiale rotabile Metropolis più recente e il sistema di segnalazione CBTC per le nuove estensioni delle linee Circle e Northeast. Il sistema di segnalazione Urbalis 400 CBTC di Alstom alimenta anche i treni della linea Thomson-East Coast (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 1 agosto 2024).

Singapore: Automated Innovia APM train enters revenue service on Bukit Panjang LRT

Alstom announced the deployment of the first two trains on the Bukit Panjang Light Rail Transit (BPLRT) line. The system was handed over to Singapore's Land Transport Authority (LTA) on 16 July 2024, marking the beginning of the progressive delivery of the turnkey system (Fig. 2).

Alstom was awarded the contract in 2018 to upgrade and renew the BPLRT system. The contract included a comprehensive signalling system upgrade. The current Alstom Cityflo 550 fixed block rail control and signalling system is being upgraded to the advanced Cityflo 650 Communications Based Train Control (CBTC) solution. As part of the agreement, Alstom will supply a fleet of 19 Innovia APM 300R

cars and retrofit 13 existing Innovia APM cars. The first Innovia 300R vehicles arrived in Singapore in April 2022, where they subsequently underwent extensive testing and commissioning by the transport regulator.

Y. MAIXANDEAU, Managing Director, Singapore and Malaysia, Alstom said, "With over 50 years of expertise in automated people mover systems, Alstom is committed to delivering advanced, eco-friendly, and reliable mobility solutions. The upgraded BPLRT trains will feature state-of-the-art technologies, ensuring a safer, more comfortable, and efficient journey for all passengers. This milestone underscores our commitment to enhancing urban mobility in Singapore, providing residents with a seamless and sustainable travel experience."

Alstom, the number one provider of urban turnkey projects, offers an unrivaled portfolio of fully automated, driverless turnkey transport solutions that are ideally suited for the challenges of Singapore's urban transportation. Designed to serve rapidly growing cities and dense urban areas, Innovia APM R systems are elevated and operate on dedicated guideways, providing optimised performance. This ensures smooth journeys that do not interfere with surrounding road traffic. The solutions are characterised by

exceptional route flexibility, outstanding availability, and high efficiency in terms of passenger capacity, energy consumption and land use.

- *New and improved features*

The Innovia APM 300R on BPLRT uses the advanced Cityflo 650 signalling system with wireless communication for optimal capacity, ensuring faster, more efficient, fully automated, and driverless journeys. These trains also feature an advanced condition monitoring system to prevent faults, prioritising passenger comfort and safety.

Designed with an emphasis on eco-design approach and advanced technologies, the Innovia APM 300R includes smart climate control, centralised train control, regenerative braking, and energy-efficient systems. Additionally, the Innovia APM 300R trains have smart privacy innovations such as automatically dimming windows, which cater to the line's proximity to residential areas.

- *Note for the reader: Alstom in Singapore*

For over 20 years, Alstom has been a pioneer in sustainable and innovative mobility solutions in Singapore. At this time, six out of seven Mass Rapid Transit (MRT) and Light Rapid Transit (LRT) lines use Alstom solutions. Among Singapore's iconic rail projects, the Northeast Line—the world's first fully automated underground driverless heavy-capacity metro system—is powered by our communications-based train control (CBTC) signalling solution and rolling stock. Alstom also fully designed and built the Circle Line, Singapore's first medium-capacity MRT line. The Group is now replacing the country's largest train fleet for the North-South and East-West Lines and delivering three CBTC signalling simulation facilities. Alstom also supplies the latest Metropolis rolling stock and CBTC signalling system for the new Circle and Northeast Lines extensions. Alstom's Urbalis 400 CBTC signalling system also powers the trains on the Thomson-East Coast Line (From: Alstom Press Release, August 1st, 2024)

Germania: un innovativo sistema di rilevamento ostacoli viene testato per la prima volta sulla S-Bahn di Berlino

Il funzionamento automatizzato è una funzione chiave per espandere la capacità ferroviaria e rafforzare le prestazioni delle ferrovie. In collaborazione con la S-Bahn di Berlino, Siemens Mobility ha installato e testerà per la prima volta durante il normale funzionamento quotidiano un sistema di rilevamento ostacoli, un componente tecnologico chiave per consentire una guida completamente automatizzata (Fig. 3). L'obiettivo del progetto è valutare approfonditamente le prestazioni del nuovo sistema di rilevamento ostacoli durante il funzionamento quotidiano in varie condizioni meteorologiche e di percorso. I dati di prova saranno utilizzati per perfezionare ulteriormente il sistema e ottimizzare il posizionamento dei sensori di rilevamento. Il sistema registrerà i dati di base per la durata del progetto e né i macchinisti né i passeggeri ne noteranno il funzionamento. In futuro, il sistema di rilevamento ostacoli potrà aiutare i macchinisti a evitare incidenti, il che stabilizzerà le operazioni quotidiane della S-Bahn e aumenterà la puntualità. Il sistema promette di essere una tecnologia chiave per consentire operazioni ferroviarie digitalizzate e completamente automatizzate in futuro.

A. NEUMANN, CEO Rolling Stock presso Siemens Mobility: "I treni intelligenti che sollevano i macchinisti dalle attività di routine e li supportano nel loro lavoro sono il futuro del trasporto ferroviario digitalizzato. Questi treni saranno in grado di impostarsi e spegnersi automaticamente, garantire un funzionamento ottimizzato dal punto di vista energetico, reagire rapidamente e in sicurezza agli ostacoli sui binari e manovrare in modo completamente automatico nei depositi. Non vediamo l'ora di lavorare con i nostri partner per qualificare la nostra innovativa tecnologia di rilevamento degli ostacoli per l'applicazione pratica nella più grande rete S-Bahn della Germania".

P. BUCHNER, CEO S-Bahn Berlin GmbH: "Da 100 anni, la S-Bahn di Berlino è sinonimo di innovazione e progresso. Stiamo collaborando con l'industria per testare nuove tecnologie che supportano il trasporto ferroviario ecologico. Il rilevamento automatico degli ostacoli sarà una componente indispensabile per la guida automatizzata in futuro. È già in grado di supportare i nostri macchinisti e contribuire a una migliore qualità operativa".

M. FUCHS, CEO Verkehrsverbund Berlin Brandenburg (VBB): "Gli stati di Berlino e Brandeburgo e l'autorità per i trasporti pubblici di Berlino-Brandeburgo (VBB) supportano l'innovazione e il lavoro preparatorio necessario per rendere le operazioni della S-Bahn più efficienti ed efficaci. Questo progetto di rilevamento automatico degli ostacoli genererà risultati preziosi e ci consentirà di sviluppare ulteriormente il sistema della S-Bahn. Esattamente 100 anni dopo la prima elettrificazione della S-Bahn, stiamo preparando un altro salto tecnologico che renderà il sistema della S-Bahn di Berlino adatto al futuro".

I test della tecnologia saranno effettuati in una partnership tra Siemens Mobility GmbH (supervisione dell'installazione, sensori, hardware, software e mappa digitale), S-Bahn Berlin GmbH (treni, installazione, funzionamento) e Digitale Schiene Deutschland/DB InfraGo (mappatura digitale, piattaforma dati aperta). I risultati dei test saranno valutati insieme alla VBB. Dal punto di vista tecnico, i sensori utilizzati nel progetto includeranno LiDAR ad alte prestazioni per il rilevamento di oggetti a corto e lungo raggio e una telecamera a infrarossi. Gli algoritmi per la valutazione dei dati dei sensori sono stati sviluppati appositamente per il settore ferroviario nel progetto di ricerca "Berlin Digital Rail Operations - BerDiBa" di Siemens a Berlino-Adlershof e sono già stati ottimizzati più volte. Il sistema confronta continuamente la posizione di un treno con la posizione degli oggetti rilevati utilizzando una mappa digitale. Le decisioni se avvisare il macchinista o frenare il

treno vengono prese sulla base di questi calcoli in corso. Per la prima volta viene utilizzata a questo scopo una mappa di nuova concezione di DB InfraGo, che raffigura la realtà con una precisione centimetrica in 3D.

Nell'ambito dell'iniziativa Digital Rail Germany, Siemens, leader tecnologico nel campo dell'automazione ferroviaria, e Deutsche Bahn stanno perseguendo un nuovo approccio per accelerare l'introduzione di questa tecnologia di rilevamento nel settore ferroviario e promuovere l'innovazione in Germania. Nel progetto, dati selezionati che mostrano ostacoli sui binari saranno resi disponibili centralmente in forma anonima e potranno essere utilizzati per scopi di ricerca, come la formazione di modelli di intelligenza artificiale o per la convalida del sistema. Dopo una fase di test di un anno in tutte le stagioni, il sistema di assistenza dovrebbe essere pronto per l'uso come sistema di assistenza alla frenata di emergenza che opera in background per supportare il conducente. Sulla base dei dati generati durante questa fase, sarà possibile utilizzare il sistema insieme ad altri componenti di automazione per la guida automatizzata a bassa velocità, come durante le manovre in deposito o durante l'implementazione o l'arresto di un treno. Il test sul campo mira a:

- Acquisire conoscenze sulle condizioni al contorno per il rilevamento degli ostacoli con l'aiuto della valutazione congiunta dei dati,
- Registrare e valutare le prestazioni della tecnologia dei sensori in condizioni operative speciali come pioggia, nebbia, neve e sporcizia,
- Ridurre al minimo i rischi correlati ai progetti di pianificazione (tecnologia, calcoli, scadenze) e
- Ottimizzare le impostazioni di sistema per evitare falsi allarmi, essenziali per il funzionamento senza conducente.

I partner di cooperazione Siemens Mobility, Deutsche Bahn AG (S-Bahn Berlin GmbH, DB InfraGo, DB Systemtechnik) e gli stati di Berli-

no e Brandeburgo con la Berlin/Brandenburg Transport Association analizzeranno congiuntamente i risultati e i dati del progetto nel progetto di ricerca. L'installazione di un set di sensori prototipo per il rilevamento degli ostacoli è già stata completata in un treno S-Bahn di Berlino. Come parte del test sul campo, fino a dieci treni nella flotta S-Bahn di Berlino saranno dotati di sensori. Una volta completato il test sul campo, è prevista la rimozione dei sensori (Da: *Comunicato Stampa Siemens Mobility*, 12 luglio 2024).

Germany: innovative obstacle detection system is being tested for the first time on the Berlin S-Bahn

Automated operation is a key function for expanding rail capacity and strengthening the performance of railways. Working together with S-Bahn Berlin, Siemens Mobility has installed and will be testing an obstacle detection system – a key technology component for enabling fully automated driving – for the first time during regular daily operation (Fig. 3).

The project's goal is to thoroughly evaluate the performance of the new obstacle detection system during daily operation in various weather and route conditions. The test data will be used to further refine the system and optimize the positioning of the detection sensors. The system will record background data for the duration of the project, and neither the train drivers nor the passengers will notice its operation. In the future, the obstacle detection system can help drivers avoid accidents, which will stabilize daily S-Bahn operations and increase punctuality. The system promises to be a key technology for enabling digitalized, fully automated rail operations in the future.

A. NEUMANN, CEO Rolling Stock at Siemens Mobility: "Intelligent trains that relieve their drivers of routine tasks and support them in their work are the future of digitalized rail transport. These trains will be able to automatically set themselves up and shut down, ensure energy-optimized operation, react quickly and safely to obstacles on the track, and shunt fully automatically on the depot grounds. We look forward to working with our part-



(Fonte - Source: Siemens Mobility)

Figura 3 - Un innovativo sistema di rilevamento degli ostacoli viene testato per la prima volta sulla S-Bahn di Berlino.

Figure 3 - Innovative obstacle detection system is being tested for the first time on the Berlin S-Bahn.

ners to qualify our innovative obstacle detection technology for practical application in Germany's largest S-Bahn network."

P. BUCHNER, CEO S-Bahn Berlin GmbH: "For 100 years, the Berlin S-Bahn has stood for innovation and progress. We are partnering with industry to test new technologies that support environmentally friendly rail transportation. Automatic obstacle detection will be an indispensable component for automated driving in the future. It is already capable of supporting our drivers and contributing to better operational quality."

M. FUCHS, CEO Verkehrsverbund Berlin Brandenburg (VBB): "The states of Berlin and Brandenburg and the Berlin-Brandenburg public transport authority (VBB) support innovation and the groundwork needed to make S-Bahn operations more efficient and effective. This automatic obstacle detection project will generate valuable findings and enable us to further develop the S-Bahn system. Exactly 100 years after the S-Bahn was first electrified, we are preparing yet another technological leap that will make Berlin's S-Bahn system fit for the future."

Testing of the technology will be carried out in a partnership between Siemens Mobility GmbH (installation supervision, sensors, hardware, software and digital map), S-Bahn Berlin GmbH (trains, installation, operation), and Digitale Schiene Deutschland/DB InfraGo (digital mapping, open data platform). Results of the tests will be evaluated together with the VBB.

On the technical side, the sensors used in the project will include high-performance LiDARs for close- and long-range object detection and an infrared camera. The algorithms for evaluating the sensor data have been specially developed for the rail sector in the "Berlin Digital Rail Operations - BerDiBa" research project by Siemens in Berlin-Adlershof and have already been optimised several times. The system continually compares the position of a train with the location of detected objects using a digital map. Decisions whether to warn the driver or brake

the train are made since these ongoing calculations. A newly developed map from DB InfraGo, which depicts reality with centimeter-accurate precision in 3D, is being used for this purpose for the first time.

As part of the Digital Rail Germany initiative, Siemens, a technology leader in the field of rail automation, and Deutsche Bahn are pursuing a new approach to accelerate the introduction of this detection technology in the rail sector and promote innovation in Germany. In the project, selected data showing obstacles on the track will be made available centrally in anonymized form and can be used for research purposes, such as training AI models or for system validation.

Following a one-year test phase through all seasons, the assistance system should be ready for use as an emergency braking assistance system that operates in the background to support the driver. Because of the data generated during this phase, it will be possible to use the system together with other automation components for automated driving at low speeds, such as during depot shunting or when deploying or shutting down a train. The field test aims to:

- Gain knowledge about boundary conditions for obstacle detection with the help of joint data evaluation,
- Record and evaluate the performance of the sensor technology under special operating conditions such as rain, fog, snow, and dirt,
- Minimize risks related to planning projects (technology, calculations, deadlines), and
- Optimize system settings to avoid false alarms, essential for driverless operation.

The cooperation partners Siemens Mobility, Deutsche Bahn AG (S-Bahn Berlin GmbH, DB InfraGo, DB Systemtechnik) and the states of Berlin and Brandenburg with the Berlin/Brandenburg Transport Association will jointly analyse the findings and data from the project in the research project. Installation of a set of prototype sensors for detecting obstacles has

already been completed in an S-Bahn Berlin train. As part of the field test, up to ten trains in the Berlin S-Bahn fleet will be equipped with the sensors. Once the field test has been completed, it is planned to remove the sensors (From: Siemens Mobility Press Release, July 12th, 2024).

TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION

Internazionale: Maersk, consegna del primo Boeing 777F

Maersk Air Cargo (MAC) ha ricevuto il primo dei due nuovi Boeing 777F. È il primo Boeing 777 di proprietà di una compagnia aerea danese. La consegna è stata celebrata (Fig. 4) presso la sede centrale di Boeing a Seattle, USA. Maersk Air Cargo fa parte dell'integratore globale di logistica, A.P. Moller - Maersk (Maersk). L'arrivo del primo Boeing 777F di Maersk (Fig. 5) presso il suo aeroporto di origine Billund in Danimarca è previsto per sabato 13 luglio.

In particolare, i clienti del trasporto aereo merci di Maersk in Cina ed Europa trarranno vantaggio da una maggiore capacità ed efficienza grazie all'introduzione dei due Boeing 777F. Entrambi saranno impiegati sulla rotta Europa-Cina esistente di Maersk con inizialmente tre voli settimanali e in seguito fino a sei voli settimanali. Oltre a una maggiore capacità sulle rotte dirette, i 777F garantiranno tempi di transito più brevi, nonché tempi di movimentazione più rapidi e qualità all'origine e alla destinazione.

Maersk ha ordinato i due 777F a novembre 2021 come parte della modernizzazione della sua flotta. La consegna del secondo aereo è prevista più avanti nel terzo trimestre. La flotta controllata di proprietà di Maersk Air Cargo sarà quindi composta da due Boeing 777F e 20 Boeing 767F.

L. JORDAHN, responsabile di Maersk Air Cargo, ha commentato: Siamo lieti di ricevere questa importante

NOTIZIARI

consegna e di aggiornare la nostra flotta con due dei più grandi e affidabili aerei cargo disponibili sul mercato. Con questo passo entriamo nella massima serie dell'aviazione cargo. Il B777F può trasportare più del doppio del carico utile su ogni volo rispetto ai nostri 767F ed è l'aereo più efficiente in termini di carburante al mondo con i motori GE90.

N. PHOL, Vicepresidente esecutivo e Chief Product Officer (CPO) per la logistica e i servizi presso Maersk, ha affermato: "Da una prospettiva commerciale, i due Boeing 777F rappresentano un enorme passo avanti in termini di ciò che possiamo offrire ai nostri clienti del trasporto aereo in futuro. Oltre a consentire una strutturazione del percorso molto più efficiente, i nostri 777F miglioreranno la disponibilità di spazio per i nostri clienti, poiché assistiamo a una crescente domanda di soluzioni integrate per la supply chain che includono il trasporto aereo. A causa dell'ambiente dirompente nella logistica, un numero crescente di proprietari di merci sta scegliendo di ridurre il numero di fornitori di servizi nella propria supply chain. Una maggiore visibilità su un numero inferiore di fornitori consente ai proprietari di merci di reagire più rapidamente e molto meglio informati in caso di interruzione. La disponibilità di capacità di trasporto aereo e il controllo completo delle risorse sono aspetti importanti in questo caso. Entrambi aumentano i livelli di resilienza, visibilità e flessibilità, essenziali in questi tempi dirompenti".

Il Boeing 777F può volare fino a 9.200 km (4.970 miglia nautiche) e trasportare un carico utile massimo di 102.000 chilogrammi. Il ponte principale può contenere pallet alti fino a 3 m e tutti i ponti di carico sono a temperatura controllata. Il sistema di rete di bordo consente il carico connesso in futuro. Maersk ha scelto i motori GE90 per il suo 777F, che sono i motori a reazione commerciali più potenti e affidabili al mondo.

Oltre alla sua flotta controllata di proprietà, Maersk carica una gran



(Fonte - Source: Maersk)

Figura 4 - La consegna del primo Maersk Air Cargo (MAC) è stata celebrata presso la sede centrale della Boeing a Seattle, USA.

Figure 4 -; The hand-over of the Maersk Air Cargo (MAC) was celebrated at Boeing's headquarters in Seattle, USA.



(Fonte - Source: Maersk)

Figura 5 - Maersk Air Cargo (MAC) ha ricevuto il primo dei due nuovi Boeing 777F. È il primo Boeing 777 di proprietà di una compagnia aerea danese.

Figure 5 - Maersk Air Cargo (MAC) took delivery of its first of two new Boeing 777F: it's the first Boeing 777 owned by a Danish airline.

parte dei volumi di trasporto aereo anche su voli commerciali di altre compagnie aeree. Con il suo moderno strumento di prenotazione del trasporto aereo su Maersk.com, i clienti possono scegliere e prenotare direttamente oltre 70.000 coppie di aeroporti in oltre 90 paesi con prezzi immediati e servizi opzionali a valore aggiunto. Maersk Air Freight si classifica tra i primi 20 spedizionieri di trasporto aereo a livello mondiale

ed è tra i primi 10 in Germania e nei Paesi Bassi (da: comunicati stampa Maersk, 12 luglio 2024).

International: Maersk, delivery of the first Boeing 777F

Maersk Air Cargo (MAC) took delivery of its first of two new Boeing 777F. It's the first Boeing 777 owned by a Danish airline. The hand-over was celebrated (Fig. 4) at Boeing's

headquarters in Seattle, USA. Maersk Air Cargo is a part of the global integrator of logistics, A.P. Moller – Maersk (Maersk). The arrival of Maersk's first Boeing 777F (Fig. 5) at its home airport Billund in Denmark is planned for Saturday, 13 July.

Especially Maersk's air freight customers in China and Europe will benefit from increased capacity and efficiency by the introduction of the two Boeing 777F. Both will be deployed on Maersk's existing Europe-China route with initially three weekly flights, and later up to six weekly flights. Besides more capacity on direct routes the 777Fs will ensure shorter transit times as well as faster handling times and quality at origin and destination.

Maersk ordered the two 777Fs in November 2021 as part of the modernization of its fleet. The delivery of the second aircraft is scheduled later in Q3. Maersk Air Cargo's owned controlled fleet will then comprise of two Boeing 777F and 20 Boeing 767F.

L. JORDAHN, Head of Maersk Air Cargo, commented: We are delighted to take this important delivery and upgrade our fleet with two of the largest and most reliable freighters available on the market. With this step we are entering the premier league of cargo aviation. The B777F can transport more than double of payload on each flight compared to our 767Fs, and it is the most fuel-efficient aircraft in the world with the GE90 engines.

N. PHOL, Executive Vice President and Chief Product Officer (CPO) for Logistics and Services at Maersk, said: "From a commercial perspective the two Boeing 777Fs are a giant leap in terms of what we can offer our air freight customers going forward. Besides enabling a much more efficient route structuring our 777Fs will improve the availability of space for our customers as we see a growing demand for integrated supply chain solutions which include air. Due to the disruptive environment in logistics, a rising number of cargo owners are choosing to reduce the number of service providers in their supply chain. Increased visibility across fewer providers enables the cargo owners to react more swiftly

and much better informed in case of disruption. Availability of air freight capacity and full asset control are important aspects here. Both increase the levels of resilience, visibility and flexibility which are essential in these disruptive times."

The Boeing 777F can fly up to 9,200 kilometres (4,970 nautical miles) and carry a maximum payload of 102,000 km. The main deck fits pallets up to 3 m high, and all cargo decks are temperature controlled. The Onboard Network System allows connected cargo in the future. Maersk chose GE90 engines for its 777F which are the world's most powerful and reliable commercial jet engines.

Besides its owned controlled fleet, Maersk is loading a large part of the air freight volumes also on commercial flights of other airlines. With its modern air freight booking tool on Maersk.com customers can choose and directly book more than 70,000 airport pairs across more than 90 countries with instant pricing and optional value adding services. Maersk Air Freight ranks among the top 20 air freight forwarders globally and is among the top 10 in Germany and The Netherlands (From: Maersk Press releases, 12 July 2024).

INDUSTRIA MANUFACTURES

Germania: Berlino, TCCS Route a InnoTrans 2024, soluzioni intelligenti per la ristorazione e il comfort a bordo

Un'ottima esperienza di viaggio non sarebbe completa senza la presenza di fattori come comfort, servizi e un design accattivante. Per tale motivo, a InnoTrans 2024 sono stati riservati 15.000 m² di spazio espositivo alle aziende espositrici del segmento Interiors (Fig. 6). Qui, gli operatori e le operatrici del settore potranno scoprire le tendenze e le innovazioni nei settori dedicati a equipaggiamento dei veicoli, allestimento interno e design.

L'area tematica indipendente

Travel Catering & Comfort Services (TCCS) si concentrerà su prodotti e servizi inerenti alle strutture e ai servizi di ristorazione nel settore del trasporto ferroviario. In tale contesto, circa 20 espositori presenteranno le proprie innovazioni e servizi nel settore della ristorazione ferroviaria. Tutti gli espositori sono raggruppati nel percorso tematico TCCS e possono essere facilmente individuati grazie ai contrassegni aggiuntivi su InnoTrans Plus, nell'app, nelle planimetrie dei padiglioni, negli stand fieristici e con l'ausilio dei flyer che riportano i percorsi.

Il percorso tematico TCCS offre un ampio spettro in quanto l'offerta spazia da macchine da caffè automatiche o distributori automatici smart e ristorazione sostenibile in viaggio, a lavastoviglie per cucine di bordo, fino ad arrivare ai sistemi di fatturazione digitale, carrelli, soluzioni per l'igiene e innovativi materiali di finitura per un Interior Design personalizzato.

Ad esempio, i seguenti espositori fanno parte del percorso TCCS:

- HOBART: Nuova generazione di lavastoviglie sottobanco

HOBART di Offenburg si presenta a InnoTrans 2024 con una nuova generazione di lavastoviglie sottobanco. Gli elettrodomestici sono dotati di un sistema di lavaggio autopulente, che facilita notevolmente i processi di pulizia nella cucina di bordo. Il nuovo sistema combinato di lavaggio e risciacquo è dotato di bracci di lavaggio autopulenti, che entrano in azione ad ogni ciclo di lavaggio. Ad ogni avvio del programma, le particelle di sporco vengono risciacquate. "Per noi, InnoTrans 2024 è la piattaforma ideale per lo scambio e la condivisione di informazioni con pianificatori e decisori internazionali, per acquisire nuovi clienti e presentare gli sviluppi più recenti". (Hobart Padiglione 1.1, Stand 592)

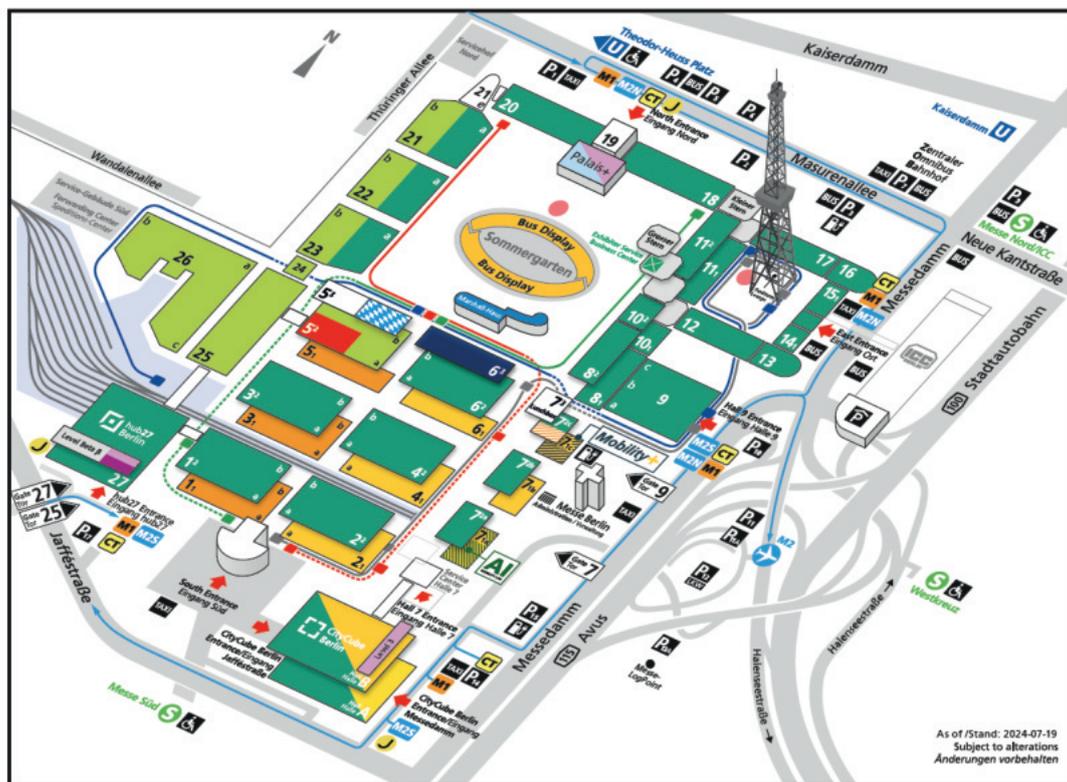
- CSI Trolley: Carrelli personalizzati per la ristorazione ferroviaria

Per la ristorazione a bordo dei propri clienti, il produttore italiano Cairate Sviluppi Industriali (CSI) opera con un sistema modulare per

Berlin ExpoCenter City

Exhibition Grounds (Preliminary hall layout)
Geländeplan (Vorläufige Hallenplanung)

InnoTrans 2024
 24 – 27 September · Berlin



- | | | |
|--|---|---|
| Railway Technology | Bus Display | Shuttle Lines · Shuttlelinien |
| Interiors incl. Travel Catering & Comfort Services | InnoTrans Campus | M1 Olympischer Platz P+R |
| Railway Infrastructure | Opening Ceremony
<i>Eröffnungsveranstaltung</i> | M2N BER – Expo North · Expo Nord |
| Tunnel Construction | InnoTrans Convention | M2S BER – Expo South · Expo Süd |
| Public Transport incl. Mobility+ | Speakers' Corner | CT City Transfer |
| AI Mobility Lab | Business Lounge (Marshall-Haus) | Fairground Shuttle · Geländeshuttle |
| Outdoor Display
<i>Gleis- und Freigelände</i> | Press Center
<i>Pressezentrum</i> | Fast Shuttle |
| | Restaurant Oktoberfest | South Entrance – Hall 18
<i>Eingang Süd – Halle 18</i> |
| | FoodCourt | South Entrance – Hall 20
<i>Eingang Süd – Halle 20</i> |
| | | South Entrance – East Entrance
<i>Eingang Süd – Eingang Ost</i> |
| | | East Entrance – Outdoor Display
<i>Eingang Ost – Gleis- und Freigelände</i> |
| | | Jelbi hub shared mobility
Pickup & Drop-off for rental two-wheeled vehicles
<i>Mobilitätsflächen für Miet-Zweiräder</i> |

Messe Berlin GmbH · Messedamm 22 · 14055 Berlin · Germany
 T +49 30 3038 3131
 www.innotrans.de · innotrans@messe-berlin.de

(Fonte - Source: Messe Berlin GmbH)

Figura 6 – Innotrans 2024: Centro di esposizione disposizione degli stand gli operatori del settore trasportistico.
 Figure 6 – Innotrans 2024: Exhibition Centre stand layout for transport sector operators.

realizzare carrelli multifunzionali su misura. Oltre alle funzioni basilari, come il sistema frenante o gli scomparti, il design e le funzionalità aggiuntive possono essere adattate alle esigenze individuali del cliente. (CSI Trolley Padiglione 1.1, Stand 174)

- Gatesolutions: One-Stop-Shop per l'esperienza gastronomica a bordo

Il catering gatesolutions è un marchio del gruppo svizzero gategroup, che, a livello mondiale, fornisce già generi alimentari a circa 50 milioni di clienti del settore ferroviario. "Grazie alla nostra esperienza culinaria, che spazia dalla cucina raffinata di prima classe, alla vendita nel bistrot di bordo, gatesolutions è il punto di riferimento unico per le soluzioni di ristorazione e lounge a bordo", così afferma l'azienda. "Offriamo esperienze gastronomiche personalizzate per il settore ferroviario". (gatesolutions Padiglione 1.1, Stand 590)

- Rex-Royal: Macchine da caffè innovative dalla Svizzera

Potenza maggiore e funzionamento ancora più semplificato. L'azienda a conduzione familiare Rex-Royal di Dällikon, nei pressi di Zurigo, propone ai propri clienti del settore ferroviario il nuovo modello della S2 Railway 2024. La macchina automatica per caffè e tè offre una maggiore capacità di erogazione del prodotto che si traduce in tempi di attesa più brevi, programmazione semplificata grazie a un nuovo menu di servizio intuitivo, pagamento con QR Code grazie alla soluzione su schermo Rex-Royal QRpay, nonché la funzione T-TempControl per la regolazione individuale della temperatura dell'acqua calda, ad esempio per il tè verde. Per un'atmosfera da bar caffetteria entra in gioco la S2 Railway Vintage, una macchina da caffè bifase per un cappuccino di qualità come al bar, che include anche un PowerSteam per la consistenza variabile della schiuma di latte, sia per latte standard che per altri tipi di latte alternativo. (Rex-Royal Halle 1.1, Stand 570)

- Hospitality Forum: Discussioni sul futuro della ristorazione ferroviaria

L'area espositiva è completata dall'Hospitality Forum, organizzato dall'International Rail Catering Group (IRCG). Durante l'evento, gli esperti e le esperte discuteranno sul futuro della ristorazione ferroviaria.

- Hospitality Forum il 25 settembre 2024

➤ Orario: dalle 14 alle 16

➤ Luogo: CityCube Berlino

➤ Tema: Il futuro della ristorazione ferroviaria in combinazione con le innovazioni tecniche dei produttori di veicoli ferroviari

Discussione del panel:

- Catering e ristorazione degli ospiti a bordo dei treni hanno un futuro?

➤ In che misura il tema della ristorazione dei passeggeri influenza la progettazione dei veicoli ferroviari?

➤ Cosa dovrebbero considerare le aziende di catering in termini di progettazione della propria offerta di prodotti?

Alla discussione del panel seguirà una presentazione sul tema della misura in cui la legislazione europea influenzi lo sviluppo del settore della ristorazione nei treni a lunga percorrenza. IRCG esporrà nel Padiglione 1.1, Stand 490.

- Riparazione e salvaguardia delle risorse: La sostenibilità nel segmento Interior Design

A InnoTrans 2024, anche il segmento Interior Design sarà all'insegna della sostenibilità, con diverse soluzioni. BMS Project Upholstery (Padiglione 1.1, Stand 560) è un'azienda olandese a conduzione familiare, specializzata in lavori di tappezzeria e ristrutturazione, in particolare, la riparazione e il ricondizionamento di arredi per treni, tram, metropolitane e autobus. Il produttore svizzero Lantal Textiles (Padiglione 1.1, Stand 380) nei suoi processi produttivi presta attenzione all'impronta di CO₂ e all'uso parsimonioso delle risorse, ad esempio realizzando stampe digitali con effetto tinto in filo per coprisedili e

rivestimenti per pavimenti o il riutilizzo degli scarti di produzione. Altri produttori del segmento Interior Design presenteranno sistemi di riscaldamento e raffreddamento a basse emissioni, eco-plastiche per rivestimenti per pavimenti o sistemi di ventilazione innovativi.

- Informazioni su InnoTrans

InnoTrans è il Salone leader internazionale per le tecnologie dei trasporti, che si svolge a Berlino con scadenza biennale. I cinque segmenti fieristici di InnoTrans comprendono Railway Technology, Railway Infrastructure, Public Transport, Interiors e Tunnel Construction. Messe Berlin è l'organizzatore di InnoTrans. Nel 2022 l'evento ha registrato 132.319 operatori del settore provenienti da 137 Paesi e 2.771 espositori in rappresentanza di 56 Paesi, che hanno presentato i propri prodotti e servizi. 128 veicoli e 14 autobus sono stati presentati nell'area esterna comprendente l'Outdoor Display riservato all'esposizione di veicoli ferroviari e il Bus Display. La prossima edizione di InnoTrans si terrà dal 24 al 27 settembre 2024 nel Quartiere Fieristico di Berlino. Maggiori informazioni sono consultabili sul sito www.innotrans.de (Da: *Comunicato Stampa Innotrans Messe Berlin*, 1 luglio 2024)

Germany: Berlin, TCCS Route at InnoTrans 2024, intelligent solutions for catering and on-board comfort

Comfort, service and an appealing design are what make a successful travel experience complete. At InnoTrans 2024, 15,000 m² of hall space are reserved for exhibitors in the Interiors segment (Fig. 6). This is where trade visitors can experience trends and innovations in vehicle equipment, interiors and design. The dedicated Travel Catering & Comfort Services (TCCS) segment focuses on rail travel catering products and services and is where some 20 exhibitors are presenting their innovations and services for onboard catering. All exhibitors form part of the TCCS-themed route. They are easy to find thanks to additional markings

on InnoTrans Plus, in the app, the hall plans, on the exhibition stands and with the help of the route flyer.

The TCCS-themed route offers a broad spectrum, including intelligent coffeemakers, vending machines, sustainable travel catering, dishwashers for galleys, digital billing systems, trolleys, hygiene solutions and innovative surface materials for customised interiors. Exhibitors along the TCCS route include:

- **HOBART:** a new generation of undercounter dishwashers

Based in Offenburg, HOBART is bringing a new generation of undercounter dishwashers to InnoTrans 2024 equipped with a self-cleaning washing system that makes cleaning processes in the galley much easier. With the new combined wash/rinse system, the spray arms self-clean during every cycle and flush dirt particles with every programme start. "InnoTrans 2024 is the perfect platform for us to meet international planners and decision-makers, secure new customers and present the latest innovations." (Hobart, Hall 1.1, Stand 592)

- **CSI Trolley:** customised trolleys for onboard catering

The Italian manufacturer Cairate Sviluppi Industriali (CSI) employs a modular system to provide its customers with customised, multi-functional trolleys for onboard catering. In addition to standard features such as compartments and brakes, the design, dimensions and other functions can be tailored to customers' needs. (CSI Trolley, Hall 1.1, Stand 174)

- **gatesolutions:** a one-stop shop for an onboard culinary experience

The caterer gatesolutions belongs to the Swiss gategroup, which already provides catering for 50 million rail customers worldwide. "With our culinary expertise, ranging from first-class dining to onboard bistro sales, gatesolutions is the one-stop shop for onboard catering and lounge solutions", the company says. "We supply customised culinary experiences for the rail industry." (gatesolutions, Hall 1.1, Stand 590)

- **Rex-Royal:** innovative coffee machines made in Switzerland

Better performance and ease of use: Rex-Royal, a family-run business from Dällikon near Zürich is exhibiting its new S2 Railway 2024 to customers at the trade show. The coffee and tea maker features better performance and shorter waiting times, easier programming thanks to a new intuitive service menu, QR code payment with the Rex-Royal Qrpay on-screen solution, as well as T-TempControl for individually adjustable hot water temperature, for green tea for example. The S2 Railway Vintage, a dual-function coffeemaker for making barista-quality cappuccino, evokes a café or coffee bar atmosphere. It features a Power-Steam function for variable milk foam thickness – either with dairy or other milk alternatives. (Rex-Royal, Hall 1.1, Stand 570)

- **Hospitality Forum:** discussion on the future of railway catering

Complementing the TCCS displays is the Hospitality Forum, organised by the International Rail Catering Group (IRCG), where experts will look at the future of rail travel catering.

Hospitality Forum on 25 September 2024

- **Time:** 2 to 4 p.m.
- **Venue:** CityCube Berlin
- **Topic:** The future of railway catering in conjunction with rail vehicle manufacturers' technical innovations

Panel discussion:

- Does onboard catering for rail passengers have a future?
- How does onboard catering for rail passengers influence rail vehicle design?
- What should caterers bear in mind when developing their product range?

The panel discussion will be followed by a presentation on the influence of European legislation on developments in the catering sector on long-distance trains. The IRCG is exhibiting in Hall 1.1 on Stand 490.

- **Repairs and resource conservation:** sustainability in the Interiors segment

At InnoTrans 2024 sustainability is also a big topic in the Interiors segment – which features a wide range of solutions. BMS Projekt Upholstery (Hall 1.1, Stand 560) is a family-run enterprise from the Netherlands which specialises in upholstery and repairs, especially to furniture installed on trains, trams, metro vehicles and buses. The Swiss company Lantal Textiles (Hall 1.1, Stand 380) takes care to limit its carbon footprint and conserve resources during manufacturing, by digitally dyeing seat covers and floor coverings and recycling production waste, for example. Other manufacturers in the Interiors segment are presenting low-emission heating and cooling systems, eco-plastics for floor coverings and innovative ventilation systems.

- **About InnoTrans**

InnoTrans is the world's leading trade show (Fig. 1) for transport technology and takes place every two years in Berlin. The five segments at InnoTrans comprise Railway Technology, Railway Infrastructure, Public Transport, Interiors and Tunnel Construction. InnoTrans is organised by Messe Berlin GmbH. In 2022, 2,771 exhibitors from 56 countries exhibited their products and services to 132,319 trade visitors from 137 countries. 128 vehicles and 14 buses were shown on the outdoor display site and Bus Display. The next InnoTrans will take place on the Berlin Exhibition Grounds from 24 to 27 September 2024. For more information: www.innotrans.com (From: Innotrans Messe Berlin Press Release, July 1st, 2024)

Internazionale: un primo semestre non entusiasmante per il mercato auto europeo

"A giugno 2024, il mercato europeo dell'auto inverte nuovamente la tendenza e ritorna ad essere positivo (+3,6%).

Nel sesto mese dell'anno, quattro dei cinque major market (incluso UK), realizzano performance positive: cresce a doppia cifra l'Italia (+15,1%),

seguita da Germania (+6,1%), Spagna (+2,2%) e Regno Unito (+1,1%). In flessione, invece, la Francia (-4,8%).

Nonostante l'andamento altalenante, il primo semestre dell'anno chiude con segno positivo (+4,4%).

A giugno, la quota di penetrazione delle vetture elettriche pure (BEV), pari al 15,9%, supera ancora una volta la quota delle vetture diesel (11,1%), come nel mese precedente. In Italia, invece, l'immatricolato diesel pesa per il 13% delle vendite nel mese, contro l'8,4% delle BEV, quota in netto miglioramento rispetto al 3,6% di maggio grazie all'impatto positivo del nuovo ecobonus. A proposito di ecobonus, si potrebbe valutare di rifinanziare il fondo per le auto elettriche (fascia 0-20 g/Km di CO₂) andato esaurito in sole 8 ore, motivo per cui molti utenti potenzialmente interessati non hanno potuto usufruirne. In generale, considerando il buon tiraggio degli incentivi nelle altre due fasce emissive e tenendo conto del fisiologico calo delle vendite nei mesi estivi, si può ipotizzare che i fondi della fascia 21-60 si esauriscano entro fine anno e quelli della fascia 61-135 forse già nel prossimo autunno.

Nel panorama europeo, accanto al progressivo ampliamento dell'offerta di nuovi modelli di vetture green, stanno aumentando anche le dotazioni di sicurezza delle nuove auto in vendita, grazie all'entrata in vigore, dallo scorso 7 luglio, dei nuovi ADAS, i dispositivi automatici di assistenza alla guida, previsti dal nuovo regolamento europeo GSR. Si tratta di un significativo miglioramento nella sicurezza della mobilità, consentito dalla continua ricerca di nuove soluzioni da parte dell'industria automotive, per raggiungere l'ambizioso obiettivo di mortalità zero sulle strade europee al 2050." Così commenta R. VAVASSORI, Presidente ANFIA.

Nell'area UE+EFTA+UK (EU 27 + EFTA + Regno Unito: ricordiamo che dal 1° febbraio 2020 il Regno Unito non fa più parte dell'Unione Europea; i dati per Malta non sono al momento disponibili), a giugno, le immatricolazioni di auto ad alimentazione alternativa incrementano del 9,8%; in

particolare, rimangono stabili le auto BEV (+0,1%, con il 15,9% di quota), mentre le ibride tradizionali si mantengono in crescita (+24,2%, con una quota del 30,2%). Nel complesso, sono state immatricolate 691.000 vetture ibride di tutti i tipi ed elettriche, che rappresentano, insieme, il 52,7% del mercato. Le auto ricaricabili (BEV e PHEV) raggiungono il 22,5% di quota. Se consideriamo i soli 5 major market, le vendite di auto ricaricabili ammontano invece a 183.019 unità a giugno (-3,7%), con una quota del 19,9%.

In Italia, i volumi totalizzati a giugno 2024 si attestano a 159.982 (+15,1%). Nei primi sei mesi del 2024, le immatricolazioni complessive ammontano a 885.731 unità, con un rialzo del 5,4% rispetto ai volumi dello stesso periodo del 2023.

Secondo i dati ISTAT, a giugno l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un aumento dello 0,1% su base mensile e dello 0,8% su base annua (come nel mese precedente). La stabilità dell'inflazione sottende andamenti contrapposti di diversi aggregati di spesa: in rallentamento risultano i prezzi dei Beni alimentari non lavorati (da +2,2% a +0,3%), dei Servizi ricreativi, culturali e per la cura della persona (da +4,3% a +4%), dei Beni durevoli (la cui flessione si amplia da -0,7% a -1%) e dei Servizi relativi ai trasporti (da +2,4% a +2,2%); per contro, si attenua la flessione dei prezzi degli Energetici non regolamentati (da -13,5% a -10,3%), mentre accelerano i prezzi dei regolamentati (da +0,7% a +3,5%) e dei Beni alimentari lavorati (da +1,8% a +2,0%). Nell'ambito degli Energetici non regolamentati, pesa l'evoluzione dei prezzi del Gas di città e gas naturale mercato libero (da -35,9% a -24,1%) e dell'Energia elettrica mercato libero (da -31,2% a -25%), in parte compensata dalla frenata dei prezzi di Gasolio per riscaldamento (da +4,4% a +3,8%), di Gasolio per mezzi di trasporto (da +4,9% a +2,3%; -2,4% il congiunturale) e della Benzina (da +3,8% a +1,1%; -2,2% rispetto al mese precedente).

Analizzando il mercato per alimentazione, le autovetture a benzina

chiudono giugno in crescita del 6,9%, con una quota di mercato del 26,6%. Calano invece le autovetture diesel (-18,3% su giugno 2023), con una quota del 13%. Nei sei mesi, le immatricolazioni di autovetture a benzina sono aumentate del 14% (30,5% di quota), mentre continua il calo delle auto diesel (-20,4% e 14,5% di quota nel periodo). Le immatricolazioni delle auto ad alimentazione alternativa rappresentano il 60,4% del mercato del solo mese di giugno, con volumi in crescita rispetto allo stesso mese del 2023 (+31%). Nel cumulato, le alternative aumentano del 10,1% e hanno una quota di mercato del 55,1% (+2,4 punti percentuali rispetto ai primi sei mesi del 2023). Le autovetture elettrificate rappresentano il 50,2% del mercato di giugno, mentre nel cumulato hanno una quota del 45,9%, con volumi in crescita (+30% nel mese e +10,5% nel cumulato). Tra queste, le ibride mild e full aumentano del 27,2% nel mese, con una quota di mercato del 38,4%, mentre nel cumulato risultano in crescita del 15,6%, con una quota del 38,7%. Le immatricolazioni di autovetture ricaricabili crescono del 39,9% nel mese (quota di mercato: 11,8%) e calano del 10,7% nel cumulato (quota: 7,2%), ma risultano in recupero rispetto ai mesi precedenti anche grazie ai nuovi incentivi. Nel dettaglio, infatti, le auto elettriche hanno una quota dell'8,4% e incrementano del 117,4% nel mese. Calano, al contrario, le ibride plug-in: -24,5%, con il 3,5% di quota del mercato del mese. Anche nel cumulato, le due alimentazioni risultano rispettivamente in aumento e in calo, +7% (quota: 3,9%) e -25,4% (quota: 3,3%). Infine, le autovetture a gas rappresentano il 10,2% dell'immatricolato di giugno, di cui il 10,1% è composto da autovetture Gpl (+36,5% su giugno 2023) e lo 0,1% residuale da autovetture a metano. Nel cumulato dei primi sei mesi del 2024, le autovetture Gpl risultano in crescita dell'8,3% (quota: 9,2%) e quelle a metano del 17,4% (quota: 0,1%).

La Spagna totalizza 103.357 immatricolazioni a giugno 2024, il 2,2% in più rispetto allo stesso mese dello scorso anno. Nel primo semestre del

2024, il mercato risulta in crescita del 5,9%, con 535.243 unità immatricolate.

L'Associazione spagnola dell'automotive ANFAC rileva che il mercato delle autovetture continua a stagnare a giugno, complice il periodo delle vacanze estive che non ha trainato le vendite come ci si aspettava. Il dato positivo è che anche il lieve rialzo del mese può contribuire a superare l'ambito milione di auto nuove vendute in un anno, cosa che non accade dal 2019. Sul versante negativo, si nota che a giugno i privati e le aziende hanno rallentato il ritmo di acquisto di nuove auto. Sul fronte delle auto elettrificate, invece, la proroga del Piano MOVES fino alla fine dell'anno risulta apprezzabile per non paralizzare le vendite di questo tipo di veicoli che negli ultimi due mesi sono in calo rispetto al 2023. D'altra parte, le auto ibride convenzionali continuano la loro tendenza al rialzo, ad indicare che i cittadini e le aziende vogliono acquistare veicoli sempre più sostenibili.

Nel dettaglio, secondo i canali di vendita, a giugno 2024 le nuove immatricolazioni intestate a società diminuiscono del 2,3% rispetto a giugno 2023 e le vendite ai privati segnano -1,7%, mentre il canale del noleggio cresce del 15,4%.

Le autovetture a benzina rappresentano il 39,1% del mercato di giugno (il 7,5% in meno rispetto a giugno 2023). A seguire, le vetture ibride non ricaricabili rappresentano il 36,3% del mercato del mese (+23%). Le autovetture diesel sono l'11,6% del mercato mensile (ma diminuiscono del 2% rispetto al sesto mese del 2023), seguite dalle elettriche (5,4% nel mese ed una variazione di +1% rispetto a giugno 2023), dalle ibride plug-in (5% la quota del mese e -19,1% sullo scorso anno) e dalle auto a gas (2,5% di quota di mercato), che calano dell'1,1%. Nel cumulato calano le vetture a benzina, -0,8%, con una quota del 40,6% e le diesel, -18,1%. In calo anche le PHEV, del 2,9%, con quota del 5,7%. Al contrario, tutte le altre alimentazioni risultano in crescita: le BEV registrano +5,2% e rappresenta-

no il 4,7% del mercato, che è per il 35,7% formato da ibride non ricaricabili (+25,8%), e per il 2,2% da vetture a gas (+35,3%).

Le emissioni medie di CO₂ nel mese di giugno 2024 rimangono stabili a 117,1 g/km. Nel cumulato si attestano in media a 117,7 g/km e rispetto al 2023 calano dello 0,6%.

In Francia, a giugno 2024, si registrano 181.709 nuove immatricolazioni, in calo del 4,8% rispetto a giugno 2023. A gennaio-giugno 2024, le immatricolazioni si attestano a 914.886, in aumento del 2,8% rispetto allo stesso periodo del 2023.

Rispetto allo stesso mese dello scorso anno, calano ancora le autovetture diesel (-8,5%) e a bioetanolo (-37,3%). In flessione anche le vetture a benzina, del 20,4%, e le PHEV, del 21,7%. Le ibride mild e full sono invece in aumento. Le elettriche hanno una quota di mercato nel mese del 16,4%, mentre 12 mesi fa detenevano il 17,5%. Nel cumulato da inizio anno, le diesel calano del 22,9% e detengono una quota dell'8,9%, mentre le elettriche (quota del 16,4%) aumentano del 15,1%. Infine, le PHEV (quota del 7,7%), calano del 5,5%.

Nel mercato tedesco sono state immatricolate a giugno 297.329 unità, in crescita del 6,1% (-20% rispetto allo stesso periodo del 2019).

Nei primi sei mesi del 2024, le immatricolazioni si attestano a 1.471.641, in aumento del 5,4% rispetto allo stesso periodo del 2023.

Rispetto allo stesso mese dell'anno precedente, a giugno si è registrata un aumento del 15% degli ordini domestici.

Dal punto di vista delle alimentazioni alternative, le auto ibride (+12,4% nel mese) rappresentano il 29,6% del mercato mensile tedesco, di cui il 5,2% sono ibride plug-in

(-3,4%). Con una quota del 14,6%, le auto elettriche (BEV) registrano un decremento del 18,1%. Infine, le vetture a GPL (-30,9%) rappresentano lo 0,5%.

Le emissioni medie di CO₂ delle auto di nuova immatricolazione au-

mentano del 3,8% rispetto a giugno 2023 e si attestano a 119,5 g/km.

Il mercato inglese, infine, a giugno totalizza 179.263 nuove autovetture immatricolate, con un rialzo dell'1,1% rispetto allo stesso mese dello scorso anno.

Nel primo semestre dell'anno, le immatricolazioni si attestano a 1.006.763 unità, il 6% in più rispetto a gennaio-giugno 2023.

L'Associazione inglese dell'automotive SMMT fa notare che a metà anno il mercato delle auto nuove registra il suo miglior andamento dal 2021, ma ciò non deve distogliere l'attenzione da una situazione complessivamente sfidante. Il mercato dei privati continua a ridursi in un contesto economico già difficile, ma, con le giuste politiche, il prossimo governo può rivitalizzare il settore e garantire una transizione più rapida ed equa a zero emissioni. Tutti i partiti sono d'accordo sulla necessità di ridurre le emissioni di carbonio e la sostituzione delle vecchie tecnologie basate sui combustibili fossili con nuovi propulsori elettrificati è il passo essenziale per raggiungere questo obiettivo.

Nel mese, le immatricolazioni delle flotte crescono del 14,2%, mentre le vetture intestate a privati calano del 15,3% e quelle intestate alle aziende aumentano del 22%.

Le vendite di veicoli elettrici registrano un trend positivo: +7,4% e una quota di mercato del 19% nel mese di giugno. Anche le ibride plug-in (PHEV) segnano un incremento (+30%) e hanno una quota del 9,3%, superiore a quella dello scorso anno, che era del 7,2%. Nel cumulato semestrale, le BEV aumentano del 9,2% e le PHEV del 31,2%. Le vetture diesel calano nel mese (-17,2%, con quota del 6%), mentre le vetture a benzina fanno registrare il 7,8% in meno di volumi dello scorso giugno 2023, attestandosi alla quota di mercato del 50,9%. Nel cumulato dei sei mesi, le diesel calano del 12,1% (quota del 6,6%) e le vetture benzina aumentano del 2,7% (quota del 55%) (Da: *Comunicato Stampa ANFIA*, 18 luglio 2024).

International: a less than exciting first half of the year for the European car market

"In June 2024, the European car market reverses its trend again and returns to being positive (+3.6%)."

In the sixth month of the year, four of the five major markets (including the UK) achieve positive performances: Italy grows in double digits (+15.1%), followed by Germany (+6.1%), Spain (+2.2%) and the United Kingdom (+1.1%). France, on the other hand, declines (-4.8%)."

Despite the fluctuating trend, the first half of the year closes with a positive sign (+4.4%)."

In June, the penetration shares of pure electric vehicles (BEV), equal to 15.9%, once again exceeds the share of diesel vehicles (11.1%), as in the previous month. In Italy, however, diesel registrations account for 13% of sales in the month, compared to 8.4% for BEVs, a share that has improved significantly compared to the 3.6% of May thanks to the positive impact of the new eco-bonus. Speaking of eco-bonus, it could be considered to refinance the fund for electric cars (0-20 g/km of CO2 range) which ran out in just 8 hours, which is why many potentially interested users were unable to take advantage of it. In general, considering the good performance of incentives in the other two emission ranges and considering the physiological drop in sales in the summer months, it can be assumed that the funds for the 21-60 range will run out by the end of the year and those for the 61-135 range perhaps as early as next autumn. In the European panorama, alongside the progressive expansion of the offer of new models of green cars, the safety features of new cars on sale are also increasing, thanks to the entry into force, since last July 7, of the new ADAS, the automatic driving assistance devices, provided for by the new European GSR regulation. This is a significant improvement in mobility safety, enabled by the continuous search for new solutions by the automotive industry, to achieve the ambitious goal of zero mortality on European roads by 2050."

This is what R. VAVASSORI, President of ANFIA, comments.

In the EU+EFTA+UK area (EU 27 + EFTA + United Kingdom: we remind you that since February 1, 2020 the United Kingdom is no longer part of the European Union; data for Malta are not currently available), in June, registrations of alternative fuel cars increased by 9.8%; in particular, BEV cars remain stable (+0.1%, with a 15.9% share), while traditional hybrids continue to grow (+24.2%, with a 30.2% share). Overall, 691,000 hybrid cars of all types and electric cars were registered, which together represent 52.7% of the market. Plug-in cars (BEV and PHEV) reach a 22.5% share. If we consider only the 5 major markets, sales of plug-in cars amount to 183,019 units in June (-3.7%), with a 19.9% share.

In Italy, the total volumes in June 2024 stood at 159,982 (+15.1%). In the first six months of 2024, total registrations amounted to 885,731 units, with an increase of 5.4% compared to the volumes of the same period in 2023.

According to ISTAT data, in June the national consumer price index recorded an increase of 0.1% monthly and 0.8% on an annual basis (as in the previous month). The stability of inflation underlies opposing trends in various expenditure aggregates: the prices of Unprocessed food products (from +2.2% to +0.3%), Recreational, cultural and personal care services (from +4.3% to +4%), Durable goods (whose decline widens from -0.7% to -1%) and Transport-related services (from +2.4% to +2.2%) are slowing down; on the other hand, the decline in the prices of Unregulated energy products (from -13.5% to -10.3%) is slowing down, while the prices of regulated products (from +0.7% to +3.5%) and Processed food products (from +1.8% to +2.0%) are accelerating. In the area of non-regulated energy, the evolution of the prices of town gas and natural gas on the free market (from -35.9% to -24.1%) and of electricity on the free market (from -31.2% to -25%) weighs heavily, partly offset by the slowdown in the prices of heating diesel (from

+4.4% to +3.8%), diesel for transport vehicles (from +4.9% to +2.3%; -2.4% the quarterly) and petrol (from +3.8% to +1.1%; -2.2% compared to the previous month).

Analysing the market by fuel, petrol cars closed June up 6.9%, with a market share of 26.6%. Diesel cars, on the other hand, fell (-18.3% on June 2023), with a share of 13%. In the six months, registrations of petrol cars increased by 14% (30.5% share), while the decline of diesel cars continued (-20.4% and 14.5% share in the period). Registrations of alternative fuel cars represent 60.4% of the market in the month of June alone, with volumes growing compared to the same month of 2023 (+31%). In the cumulative, alternatives increased by 10.1% and have a market share of 55.1% (+2.4 percentage points compared to the first six months of 2023). Electrified cars represent 50.2% of the market in June, while in the cumulative they have a share of 45.9%, with volumes growing (+30% in the month and +10.5% in the cumulative). Among these, mild and full hybrids increased by 27.2% in the month, with a market share of 38.4%, while in the cumulative they increased by 15.6%, with a share of 38.7%. Registrations of plug-in cars increased by 39.9% in the month (market share: 11.8%) and decreased by 10.7% in the cumulative (share: 7.2%), but they recovered compared to previous months also thanks to the new incentives. In detail, in fact, electric cars have a share of 8.4% and increased by 117.4% in the month. On the contrary, plug-in hybrids decreased: -24.5%, with a 3.5% market share in the month. Also, in the cumulative, the two fuels increased and decreased respectively, +7% (share: 3.9%) and -25.4% (share: 3.3%). Finally, gas-powered cars represent 10.2% of registrations in June, of which 10.1% are LPG cars (+36.5% in June 2023) and the residual 0.1% are methane-powered cars. In the cumulative of the first six months of 2024, LPG cars grew by 8.3% (share: 9.2%) and methane cars by 17.4% (share: 0.1%)."

Spain totals 103,357 registrations in June 2024, 2.2% more than in the

same month last year. In the first half of 2024, the market grew by 5.9%, with 535,243 units registered. The Spanish automotive association ANFAC notes that the car market continues to stagnate in June, due to the summer holidays that did not drive sales as expected. The positive data is that even the slight increase in the month can help exceed the coveted one million new cars sold in a year, something that has not happened since 2019. On the negative side, it is noted that in June, individuals and companies slowed down the pace of purchasing new cars. On the electrified car front, however, the extension of the MOVES Plan until the end of the year is appreciated in order not to paralyze the sales of this type of vehicle, which have been declining in the last two months compared to 2023. On the other hand, conventional hybrid cars continue their upward trend, indicating that citizens and companies want to purchase increasingly sustainable vehicles.

In detail, according to the sales channels, in June 2024 new registrations registered to companies decreased by 2.3% compared to June 2023 and sales to private individuals marked -1.7%, while the rental channel grew by 15.4%. Petrol cars represent 39.1% of the June market (7.5% less than June 2023). Following, non-plug-in hybrid cars represent 36.3% of the month's market (+23%). Diesel cars account for 11.6% of the monthly market (but are down 2% compared to the sixth month of 2023), followed by electric cars (5.4% in the month and a change of +1% compared to June 2023), plug-in hybrids (5% share of the month and -19.1% compared to last year) and gas cars (2.5% market share), which are down 1.1%. In the cumulative, petrol cars are down, -0.8%, with a share of 40.6% and diesel cars, -18.1%. PHEVs are also down, by 2.9%, with a share of 5.7%. On the contrary, all other fuels are growing: BEVs are up +5.2% and represent 4.7% of the market, which is made up of 35.7% non-plug-in hybrids (+25.8%), and 2.2% gas-powered vehicles (+35.3%). Average CO₂ emissions in June 2024 remain stable at 117.1 g/km. In the cumulative, they average 117.7 g/km and are down 0.6% compared to 2023.

In France, in June 2024, there were 181,709 new registrations, down 4.8% compared to June 2023. In January-June 2024, registrations stood at 914,886, up 2.8% compared to the same period in 2023.

Compared to the same month last year, diesel (-8.5%) and bioethanol (-37.3%) cars continued to decline. Petrol cars also fell, by 20.4%, and PHEVs, by 21.7%. Mild and full hybrids, on the other hand, are increasing. Electric vehicles have a market share in the month of 16.4%, while 12 months ago they held 17.5%. In the cumulative since the beginning of the year, diesel vehicles fell by 22.9% and held a share of 8.9%, while electric vehicles (share of 16.4%) increased by 15.1%. Finally, PHEVs (share of 7.7%) fell by 5.5%.

In the German market, 297,329 units were registered in June, up 6.1% (-20% compared to the same period in 2019). In the first six months of 2024, registrations stood at 1,471,641, up 5.4% compared to the same period in 2023. Compared to the same month of the previous year, domestic orders increased by 15% in June. From the point of view of alternative fuels, hybrid cars (+12.4% in the month) represent 29.6% of the German monthly market, of which 5.2% are plug-in hybrids

(-3.4%). With a share of 14.6%, electric cars (BEV) recorded a decrease of 18.1%. Finally, LPG vehicles (-30.9%) represent 0.5%. The average CO₂ emissions of newly registered cars increased by 3.8% compared to June 2023 and stood at 119.5 g/km.

Finally, the English market totalled 179,263 new cars registered in June, with an increase of 1.1% compared to the same month last year.

Registrations in the first half of the year stood at 1,006,763 units, 6% higher than in January-June 2023.

The UK automotive trade association SMMT notes that the mid-year new car market is at its best since 2021, but this should not distract attention from an overall challenging situation. The private market continues to shrink in an already difficult

economic environment, but, with the right policies, the next government can revitalise the sector and ensure a faster and fairer transition to zero emissions. There is agreement across the parties on the need to reduce carbon emissions, and replacing old fossil fuel technologies with new electrified powertrains is an essential step towards achieving this.

Fleet registrations rose by 14.2% in the month, while privately registered cars fell by 15.3% and company registered cars increased by 22%.

Electric vehicle sales are on a positive trend: +7.4% and a 19% market share in June. Plug-in hybrids (PHEVs) are also up (+30%) and have a 9.3% share, higher than last year, which was 7.2%. In the cumulative six-month period, BEVs are up 9.2% and PHEVs are up 31.2%. Diesel vehicles are down in the month (-17.2%, with a 6% share), while petrol vehicles are down 7.8% in volume compared to June 2023, reaching a market share of 50.9%. In the cumulative six-month period, diesel vehicles are down 12.1% (6.6% share) and petrol vehicles are up 2.7% (55% share), (From: ANFIA Press Release, 18 July 2024).

VARIE OTHERS

Internazionale: conferenza sui fattori umani e organizzativi "HOF in Risk management"

ERA è lieta di presentare la prossima conferenza sui fattori umani e organizzativi "HOF in Risk management" (Fig. 7) che si terrà il 22 e 23 ottobre 2024 a Valenciennes, Francia.

Il tema dell'evento biennale di quest'anno riguarda i fattori umani e organizzativi in relazione alla gestione del rischio. Questa conferenza ibrida HOF si terrà dalle 13:00 alle 18:00 di martedì 22 ottobre e dalle 9:30 alle 13:30 di mercoledì 23 2024. Come nelle precedenti conferenze HOF, le presentazioni esamineranno la questione da diverse prospettive con l'intento di condividere esperienze pratiche e utili, tramite:



(Fonte - Source: ERA)

Figura 7 – Presentazione della Conferenza sui fattori umani e organizzativi “HOF in Risk management”.

Figure 7 – Presentation of Human and Organisational Factors conference “HOF in Risk management”.

- Esempi pratici di iniziative e pratiche HOF in corso nel settore e
- Iniziativa ed esperienza HOF da parte delle autorità nazionali per la sicurezza e
- Ispirazione dalla ricerca e dalla loro collaborazione con il settore.

La conferenza offrirà opportunità di networking e aumenterà la consapevolezza su come trarre vantaggio da HOF in relazione alla gestione del rischio nel settore ferroviario. I relatori presenteranno informazioni sugli ultimi sviluppi e condivideranno esempi pratici per aiutare il settore ferroviario ad affrontare questo importante problema.

La conferenza è gratuita, ma il numero di posti è limitato ai primi 150

partecipanti che si registrano cliccando sul pulsante sottostante “Confermo che verrò a Valenciennes”. Se non puoi venire a Valenciennes, puoi seguire la conferenza online. Registrati cliccando sul pulsante “Parteciperò alla conferenza online”. Le persone possono anche registrarsi andando sul sito web dell’ERA e cliccando sui pulsanti appropriati (Da: *Comunicato Stampa ERA*, 4 agosto 2024).

International: Human and Organisational Factors conference “HOF in Risk management”

ERA is delighted to present to the next Human and Organisational Factors conference “HOF in Risk man-

agement” (Fig. 7) to take place on 22 and 23 October 2024 in Valenciennes, France.

The theme for this year’s bi-annual event looks at Human and Organisational Factors in relation to Risk Management. This hybrid HOF conference will take place from 13:00 – 18:00 on Tuesday 22nd October and from 9:30 - 13:30 on Wednesday 23rd 2024. As with previous HOF conferences the presentations will look at the issue from different perspectives with the intend to share practical and useful experience, via:

- *Practical examples of ongoing HOF initiatives and practice in the sector, and*
- *HOF initiative and experience from National Safety Authorities, and*
- *Inspiration from research and their collaboration with the sector.*

The conference will provide networking opportunities and raise awareness about how to benefit from HOF in relation to the management of risk in the railway sector. Speakers will present information on the latest developments and share practical examples to help the railway sector address this important issue.

The conference is free, but the number of places is limited to the first 150 participants who register by clicking on the button below “I confirm that I will come to Valenciennes”. Should you not be able to come to Valenciennes you can follow the conference online. Please register by clicking on the button “I will attend the conference online”. People can also register by going to the ERA website and clicking the appropriate buttons there (From: ERA Press Release, August 4th, 2024).

COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

**Bando di concorso per assegnazione di Borse di studio 2024 riservate a
Laureati nell'anno accademico 2022-2023**

<p>A “Borsa di Studio PLASSER” di € 1.000,00. Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente all’INFRASTRUTTURA FERROVIARIA CON CARATTERE APPLICATIVO.</p>	<p>H “Borsa di studio ANSFISA” di € 1.500,00 dedicata alla memoria del Prof. Eugenio BORGIA Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente alla DIAGNOSTICA IN TEMPO REALE DEI SISTEMI FERROVIARI AI FINI DELLA SICUREZZA.</p>
<p>B “Borsa di Studio MATISA” di € 1.000,00. Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente alla MANUTENZIONE DEI VEICOLI FERROVIARI</p>	<p>I “Borsa di Studio NERI” sponsorizzata dalla società CLF di Bologna di € 2.000,00 dedicata alla memoria di Giuseppe NERI Per la migliore tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente all’ARMAMENTO FERROVIARIO.</p>
<p>C “Borsa di Studio CARUSO” di € 1.000,00 dedicata alla memoria dell’Ing. Mauro CARUSO. Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su un argomento attinente al SISTEMA INTERMODALE E LOGISTICO ITALIANO.</p>	<p>L “Borsa di Studio MONTERMINI” sponsorizzata dalla società CLF di Bologna di € 2.000,00 dedicata alla memoria di Uber MONTERMINI Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente ALLA OTTIMIZZAZIONE E ALLE PROCEDURE INNOVATIVE DEI PROCESSI MANUTENTIVI DELLE RETI ALTA VELOCITÀ.</p>
<p>D “Borsa di Studio SAFFI” sponsorizzata dalla famiglia SAFFI di € 1.000,00 dedicata alla memoria dell’Ing. Fabio SAFFI Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente all’ESERCIZIO, L’INNOVAZIONE E LA MANUTENZIONE DEL MATERIALE ROTABILE.</p>	<p>M “Borsa di Studio CIFI” di €. 2.000,00 Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente ai SISTEMI FERROVIARI CON RIGUARDO ANCHE AGLI ASPETTI GESTIONALI ED ECONOMICI.</p>
<p>E “Borsa di Studio LANCIA” sponsorizzata da RFI SpA di € 2.000,00 dedicata alla memoria di Bernardo LANCIA Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente alla CIRCOLAZIONE FERROVIARIA.</p>	<p>N “Borsa di Studio TRAINing” di €. 2.000,00 Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente all’ IMPIEGO DELLE NUOVE TECNOLOGIE NELLA FORMAZIONE DEGLI ADDETTI ALLE ATTIVITÀ DI SICUREZZA NEL CAMPO DEI TRASPORTI FERROVIARI.</p>
<p>F “Borsa di Studio TRENITALIA” di €. 2.000,00 Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente all’ ESERCIZIO DEI SERVIZI DI TRASPORTO FERROVIARIO.</p>	<p>O “Borsa di Studio TTX” di €. 1.000,00 Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente alla SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE O SOCIALE O DI GOVERNANCE DELLE IMPRESE FERROVIARIE.</p>
<p>G “Borsa di studio ANSFISA” di € 1.500,00 dedicata alla memoria del Prof. Ernesto STAGNI Per la migliore Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria su argomento attinente alla MODELLAZIONE DEL SISTEMA FERROVIARIO FINALIZZATA ALLA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA.</p>	

MODALITA' PER CONCORRERE ALLE BORSE DI STUDIO CIFI

I concorrenti dovranno far pervenire al Collegio entro il **15 novembre 2024**:

- a. domanda di partecipazione alla Borsa di Studio prescelta, secondo il modello riportato in fondo al Bando;
- b. copia della Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria o Specialistica in Ingegneria redatta in lingua italiana firmata dallo studente e dal Relatore o, se redatta in lingua inglese, copia della Tesi firmata dallo studente e dal Relatore con allegata sintesi in lingua italiana controfirmata dal Relatore;
- c. certificato di studio rilasciato dall'Università con l'indicazione dell'anno accademico, della data e del voto conseguito per la laurea e con l'indicazione degli esami sostenuti nei corsi di Laurea Triennale e Magistrale con il relativo voto (non è ammessa autocertificazione);
- d. certificato di cittadinanza italiana (o autocertificazione) e fotocopia della Carta di Identità.

La suindicata documentazione potrà essere inviata tramite Posta Elettronica Certificata (PEC) all'indirizzo amministrazionecifi@pec.it oppure con plico al COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI - Via Giovanni Giolitti, 46 - 00185 Roma.

Ai fini della data di ricezione farà fede la data dell'invio PEC oppure la data del timbro della spedizione postale o del corriere incaricato.

Ciascun candidato potrà concorrere a una sola Borsa di Studio attinente all'argomento di riferimento della Tesi.

Verranno prese in considerazione solo le Lauree Magistrali in Ingegneria o Specialistiche in Ingegneria conseguite in Italia nell'anno accademico 2022-2023, con una votazione non inferiore a 99/110 o 90/100.

Non saranno prese in considerazione le domande che:

- perverranno oltre i termini stabiliti;
- non siano corredate della documentazione richiesta;
- non rispettino le condizioni previste dal Bando di concorso.

Le Tesi di Laurea dei non vincitori potranno essere restituite, a richiesta degli interessati, dopo un mese dalla data di consegna dei premi stessi.

Le Borse saranno assegnate con decisione insindacabile del Presidente del CIFI su proposta della Commissione nominata per la valutazione. Dell'esito sarà data notizia sulle Riviste "Ingegneria Ferroviaria" e "La Tecnica Professionale" edite dal CIFI.

Roma, 29 luglio 2024

f.to Il PRESIDENTE
Ing. Gianpiero Strisciuglio

CIFI – COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

DOMANDA DI PARTECIPAZIONE AL CONCORSO PER LE BORSE DI STUDIO

A - B - C - D - E - F - G - H - I - L - M - N - O

Il/La sottoscritto/a.....

nato/aa.....Prov.....il...../...../.....

residente a..... Via.....

Prov CAP..... CodiceFiscale.....

Telefono..... e-mail.....

chiede di partecipare al concorso per le BORSE DI STUDIO del Bando pubblicato dal CIFI per l'Anno 2024

di cui alla lettera.....

Dichiara di aver conseguito la Laurea in.....

presso l'Università di..... nell'A.A.....

con la votazione di..... *(Il voto deve essere espresso in centodecimi)*

A tal fine allega:

- Copia Tesi di Laurea
- Certificato di cittadinanza (o autocertificazione) e fotocopia della Carta d'Identità
- Certificato di studio con voto e data di laurea (non è ammessa autocertificazione)

Dichiara, infine, di aver allegato n.....Documenti

Luogo e data.....

Firma del concorrente

.....

Il bando è disponibile anche sul sito: www.cifi.it - link "Borse di studio"

1**RISERVE DELL'APPALTATORE**

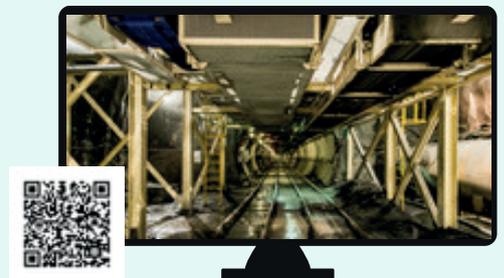
Durata del corso: 35 ore di
formazione | lezioni da 4 ore + 1
lezione da 3 ore.

**2****MODIFICHE E VARIANTI
APPALTI DI FERROVIE E
IMPIANTI FISSI**

Durata del corso: 24 ore

**3****ESPERTO TECNICO GARE
D'APPALTO DI FERROVIE**

Durata del corso: 35 ore

**4****CODICE APPALTI
GESTIONE PROGETTI E
LAVORI DI FERROVIE**

Durata del corso: 24 ore

**TUTTE LE INFORMAZIONI SU**

www.ferrovie.academy.it
www.cifi.it

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, NODALI E LORO ESERCIZIO
- 22 - FABBRICATI VIAGGIATORI
- 23 - IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI E LORO ESERCIZIO

- 24 - IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

- 25 - METROPOLITANE, SUBURBANE
- 26 - TRAM E TRAMVIE

- 27 - POLITICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI, TARIFFE
- 28 - FERROVIE ITALIANE ED ESTERE
- 29 - TRASPORTI NON CONVENZIONALI
- 30 - TRASPORTI MERCI
- 31 - TRASPORTO VIAGGIATORI
- 32 - TRASPORTO LOCALE
- 33 - PERSONALE

- 34 - FRENI E FRENATURA
- 35 - TELECOMUNICAZIONI
- 36 - PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
- 37 - CONVEGNI E CONGRESSI
- 38 - CIFI
- 39 - INCIDENTI FERROVIARI
- 40 - STORIA DELLE FERROVIE
- 41 - VARIE

I lettori che desiderano fotocopie delle pubblicazioni citate in questa rubrica, e per le quali è autorizzata la riproduzione, possono farne richiesta al CIFI - Via Giolitti, 48 - 00185 ROMA. Prezzo forfettario delle riproduzioni: - € 6,00 fino a quattro facciate e € 0,50 per facciata in più, oltre le spese postali ed IVA. Spedizione in porto assegnato. Si eseguono ricerche bibliografiche su argomenti a richiesta, al prezzo di € 6,00 per un articolo segnalato e € 2,00 per ogni copia in più dello stesso articolo, oltre le spese postali ed IVA.

Tutte le riviste citate in questa rubrica sono consultabili presso la Biblioteca del CIFI - Via Giolitti, 48 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; FS (970) 66454 - Segreteria: Tel. 064882129.

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2024

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

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

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

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

- CCP **31569007** intestato al CIFI - Via G. Giolitti, 46 - 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 - Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando - Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 - 00185 Roma. IBAN IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- pagamento online, collegandosi al sito www.cifi.it;
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

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

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

Per ulteriori informazioni: Redazione Ingegneria Ferroviaria - tel. 06.4742987 - E mail: redazioneif@cifi.it

RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI ED ESTRATTI

Prezzi IVA inclusa

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

Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato € **9,50** formato cartaceo compreso di spedizione; € **7,50** formato PDF. *I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.*

TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2024

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

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

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

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

- CCP **31569007** to CIFI - Via G. Giolitti, 46 - 00185 Roma;
- Bank transfer on account n. 000101180047 - UNICREDIT Roma, Ag. Roma Orlando - Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 - 00185 Roma. IBAN: IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- Online, on the website www.cifi.it;
- Cash or by Debit Card.

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

For further information you can contact: Redazione Ingegneria Ferroviaria - Ph: +39.06.4742987 - E mail: redazioneif@cifi.it

PURCHASE OF OLD ISSUES AND ARTICLES

Price including VAT

Single Issue € **8.00**; Double or Special Issue € **16.00**; Old Issue: *Italy* € **16.00**; *Foreign Countries* € **20.00**.

Single article € **9,50** shipping included; € **7,50** PDF article.

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

	IF Biblio	Tram e tramvie	26
	<p>111 <i>Scelta multi-criteri fra sistemi di trasporto urbani a guida vincolata: un approccio alla mobilità sostenibile</i> (ANASTASIADOU – DEMIRIDIS – PYRGIDIS – RICCI) <i>Multi-criteria selection of urban guided transport systems: a sustainable mobility approach</i> <i>Ingegneria Ferroviaria</i>, marzo 2022, pagg. 197-218, tabb. Biblio 54 titoli.</p>	<p>Basato su un sistema di classificazione dei criteri di ponderazione e di valutazione delle alternative, applicabile a ciascun criterio, e valutato da un gruppo di esperti, il quadro proposto prende effettivamente in considerazione le complessità dell'area di studio in questione, senza introdurre elementi di soggettività e indeterminatezza dei risultati nel processo di valutazione.</p>	

	IF Biblio	Politica ed economia dei trasporti, tariffe	27
	<p>174 <i>Valutazione dell'attrattività di mercato delle imprese di riparazione di carrozze ferroviarie sulla base di analisi di esperti</i> (TETTER – GATELIUK – DENISOVA) <i>Evaluating market attractiveness of railway car repair companies based on expert analysis</i></p>	<p><i>Ingegneria Ferroviaria</i>, febbraio 2022, pagg. 93-108, tabb. 10. Biblio 15 titoli. L'articolo espone una metodologia di valutazione dell'attrattività economica delle imprese di manutenzione di carrozze ferroviarie.</p>	



PLASTIROMA SRL
1966 | 2024

www.plastiroma.it
www.info@plastiroma.it

Morsettiera 9 poli
per circuito stampato

ID: PLA.24.9MS.332.A
Codice: MR2020

Descrizione
Morsettiera a 9 poli passo 15 mm; per impianti di segnalamento e sicurezza, con 9 morsetti saldabili (Morsetto saldabile brevettato) per circuito stampato.
Si utilizza per il collegamento/sezionamento elettrico ai terminali dei cavi.

Materiali
Il corpo della morsettiera è realizzato in PC + 20% F.V. di colore verde.
Le parti di collegamento cavi (morsetto saldabile, rosette e dadi) sono realizzati in ottone nichelato UNI2012.



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
- 1.2.4 F. SCHINA “La Costruzione del Binario” € 30,00

1.3 – Cultura Professionale - Impianti Elettrici Ferroviari

- 1.3.16 A. FUMI – “La gestione degli impianti elettrici ferroviari” € 35,00
- 1.3.17 U. ZEPPA – “Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione” € 30,00

2 – TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

- 2.2 L. MAYER – “Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio” (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia) € 50,00
- 2.5 G. BONO - C. FOCACCI - S. LANNI – “La Sovrastruttura Ferroviaria” € 50,00
- 2.7 L. FRANCESCHINI - A. GAROFALO - R. MARINI - V. RIZZO – “Elementi generali dell’esercizio ferroviario” 2a Edizione € 40,00
- 2.8 P.L. GUIDA - E. MILIZIA – “Dizionario Ferroviario - Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza” € 35,00
- 2.9 P. DE PALATIS – “L’avvenire della sicurezza - Esperienze e prospettive” € 20,00
- 2.10 AUTORI VARI – “Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management” € 25,00
- 2.12 R. PANAGIN – “Costruzione del veicolo ferroviario” € 40,00
- 2.13 F. SENESI - E. MARZILLI – “Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia” € 40,00
- 2.14 AUTORI VARI – “Storia e Tecnica Ferroviaria - 100 anni di Ferrovie dello Stato” € 50,00
- 2.15 F. SENESI - E. MARZILLI – “ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)” € 60,00
- 2.16 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carrozze e carri” € 20,00

- 2.18 B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA - A. Ventimiglia – “L’Alta Velocità Ferroviaria” € 40,00
- 2.19 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carri” € 30,00
- 2.20 L. LUCCINI – “Infortuni: Un’esperienza per capire e prevenire” € 7,00
- 2.21 AUTORI VARI – “Quali velocità quale città. AV..... e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia” € 150,00
- 2.22 G. ACQUARO – “I Sistemi di Gestione della Sicurezza Ferroviaria” € 25,00
- 2.24 G. ACQUARO – “La Sicurezza Ferroviaria - Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee” € 25,00
- 2.25 F. BOCCHIMUZZO – “La Realizzazione dei Lavori pubblici nelle Ferrovie - volume 1 Le regole generali” € 38,00
- 2.26 ERTMS/ETCS – Pianificazione e Funzioni Base - Volume A - Fabio Senesi e Autori Vari prezzo di copertina € 32,00
- 2.33 Collana ERTMS/ETCS – Cofanetto contenente i Volumi A-B-C-D-E-F + Appendice - Fabio Senesi e Autori Vari € 224,00
- 2.34 M. MORZIELLO – “High Speed Railway System” € 34,00
- 2.35 F. SENESI e AUTORI VARI – “ERTMS/ETCS - Planning and Basic Functions” € 32,00

3 – TESTI DI CARATTERE STORICO

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

4 – ATTI CONVEGNI

- 4.4. ROMA – “Next Station”, bilingue italo inglese (3-4 febbraio 2005) € 40,00
- 4.8. ROMA – “Stazioni ferroviarie italiane - qualità,.... funzionalità” € 40,00
- 4.9. BARI – DVD “Stato dell’arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese” (6 giugno 2008) Omaggio per residenti Regione Puglia € 15,00
- 4.10. BARI – DVD Convegno “Il sistema integrato dei trasporti nell’area del mediterraneo” (18 giugno 2010) Omaggio per residenti Regione Puglia € 25,00
- 4.11. Una Stagione Straordinaria – Atti Convegno Milano del 20 aprile 2021 € 25,00

6 – TESTI ALTRI EDITORI

6.5.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con Carrozze Media Distanza”	€ 25,00	6.12.	A. BUSSI (ed. Luigi Pellegrini Editore) “Due Vite, Tante Vite (Storie di ferrovia e resistenza)”	€ 16,00
6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani”	€ 28,00	6.61.	M. MORZIELLO “Sistema Ferroviario Italiano Alta Velocità”	€ 34,00
6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia”	€ 35,00	6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) – “Un Mondo su rotaia”	€ 29,00
6.8.	E. PRINCIPE – “Treni italiani - ETR 500 Frecciarossa”	€ 25,00	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
6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia”	€ 20,00	6.66.	P. MESSINA – “Ferrovie e Filobus nella Pubblicità” ...	€ 26,00
6.10.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Le carrozze dei nuovi treni di Trenitalia”	€ 24,00	6.67.	P. MESSINA – “Per Mare intorno all’Elba e verso il Continente – Traghetti, imbarcazioni e navi da crociera”	€ 23,00
6.11.	R. MARINI (ed. Plasser & Theurer - Plasser Italiana) . “Treni nel Mondo”	€ 30,00	6.68.	P. MESSINA – “I Trasporti all’Elba”	€ 28,00

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell'I.V.A. Gli acquisti delle pubblicazioni, con pagamento anticipato, possono essere effettuati mediante versamento sul conto corrente postale 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, Via Giolitti, 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
(Solo tramite bonifico bancario o conto corrente postale; per informazioni contattare info@cifi.it)**

Modulo per la richiesta dei volumi

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

Richiedente: (Cognome e Nome).....

Indirizzo: Telefono:

P. I.V.A./C.F.:..... (l'inserimento di Partita IVA o C. Fiscale è obbligatorio)

Conferma con il presente l'ordine d'acquisto per:

n..... (in lettere.....) copie del volume:

n..... (in lettere.....) copie del volume:

n..... (in lettere.....) copie del volume:

La consegna dovrà avvenire al seguente indirizzo:

.....
Data

Si allega la ricevuta del versamento

Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (P.I. 00929941003)

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

NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

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 oltreché 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.



- Il/La sottoscritto/a
Presa visione dello Statuto del **Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (C.I.F.I.)**, Associazione culturale senza scopi di lucro, e consapevole che la mancata disdetta entro il **30 settembre** di ogni anno comporta il tacito rinnovo per l'anno seguente, chiede di entrare a far parte del CIFI dell'Associazione in qualità di:
 Socio: "ordinario" Socio: "aggregato" Socio: "junior"
- Allega alla presente la ricevuta del pagamento della prima quota associativa per l'anno come iscrizione, essendo a conoscenza che riceverà le riviste "**Ingegneria Ferroviaria**" (Organo Ufficiale del Collegio), **la Tecnica Professionale** e le comunicazioni e la corrispondenza ordinaria al momento dell'accettazione di tale richiesta (art. 10 dello Statuto) per posta elettronica.
- Fa presente che le riviste (I.F. e TP) dovranno essere inviate al seguente indirizzo:
Via C.a.p. Città (prov.)
 Desidera ricevere le riviste "Ingegneria Ferroviaria" e "La Tecnica Professionale" on line anziché su cartaceo
- Le comunicazioni e-mail dovranno essere inviate presso il seguente indirizzo di posta elettronica:
- Si impegna a dare comunicazione immediata di eventuali variazioni di indirizzo e chiede di essere iscritto alla Sezione di
 Soci Ordinari e Aggregati: **85,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche
 Soci Ordinari e Aggregati (under 35) **60,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche
 Soci Junior (studenti - under 28 anni) **25,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche, solo online
 Nuovi Associati (studenti, neolaureati e neoassunti per i primi 3 anni di iscrizione fino a 35 anni) **0 €/anno** con entrambe le riviste periodiche, solo online
- Da versare nelle seguenti modalità:
 Conto corrente postale n.**31569007** intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani - Via Giolitti Giovanni, 46 - 00185 Roma
 Bonifico bancario sul conto: **Codice IBAN: IT 29 U 02008 05203 000101180047** - Codice BIC/SWIFT: UNCRITM1704, intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, presso UNICREDIT BANCA - Ag. 704 - ROMA ORLANDO
 Carta di credito/prepagata sul sito **www.shop.cifi.it**
- Il rinnovo della quota va effettuato entro i termini previsti dallo Statuto ovvero entro il **31 dicembre** dell'anno precedente.
 Facendo parte del personale del Gruppo FSI S.p.A. chiede di versare la quota annuale con trattenuta a ruolo Sul sito del CIFI è disponibile l'apposito modulo da compilare e trasmettere al CIFI.
- Firma del Socio presentatore

SCHEDA ANAGRAFICA

Cognome - Nome

Luogo - Data di Nascita

Indirizzo privato - Cltù - Prov. - C.A.P

E-mail - Telefono Ab. / Uff. / Mob

Laurea Triennale - Università - Anno Accademico

Laurea Specialistica - Università - Anno Accademico

Ente/Società di appartenenza - Qualifica professionale

Iscrizione Ordine degli Ingegneri - Numero - Provincia

- Il/La sottoscritto/a, ai sensi del D.Lgs 196/2003 e del Regolamento UE 2016/679 (GDPR), esprime il proprio consenso al trattamento dei dati personali rilasciati in data odierna per gli usi esclusivi delle attività interne del Collegio.

- Data
- Firma

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, metallurgia, 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** Vetrotanie, 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 – www.margaritelli.com – Progettazione e produzione di manufatti per armamento

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

MEFA ITALIA, VIA GB MORGAGNI 16/B, 20005 POGLIANO M.SE (MI), T. 02 93 54 01 95, HYPERLINK “mailto:info@mefa.it”info@mefa.it, HYPERLINK “http://www.mefa.it”www.mefa.it Vendita e dimensionamento di elementi di supporto e fissaggio di impianti, sistemi modulari di sostegno anche antisismici, collari per tubazioni, giunti, raccordi, stazioni di allarme per impianti antincendio.

D **Meccanica, metallurgia,
macchinari, materiali,
impianti elettrici ed elettronici**

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

BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – E-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tranviarie – 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).

BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. – Via M.A. Colonna, 35 – 20149 MILANO (MI) – Tel. 02/36961 – E-mail: it.securitysystems@bosch.com – Prodotti e soluzioni in ambito Security, Safety e Communication per applicazioni di: videosorveglianza e artificial intelligence, rilevazione intrusione, rivelazione incendio, audio evacuazione e controllo degli accessi. Tecnologie innovative per la protezione dei beni e delle persone, e per l'efficientamento dei processi e dei servizi.

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

CEMBRE S.p.A. – Via Serenissima, 9 – 25135 BRESCIA – Tel. 030/36921 – (r.a. + Sel. pass.) – Fax 030/3365766 – E-mail: info@cembre.com – Produzione e commercio di: capicorda e connettori elettrici – Utensili per la compressione dei capicorda e connettori, tranciacavi e tranciacuni oleodinamici – Trapani adatti alla foratura di rotaie e di apparecchi del binario nelle applicazioni ferroviarie – Trapani per traverse in legno – Pandrolatrici – Avvitatori portatili – Troncatrici di rotaie.

CINEL OFFICINE MECCANICHE S.p.A. Via Sile, 29 – 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV) – Tel. 0423/490471 – Fax 0423/498622 – E-mail: info@cinelspa.it – www.cinelspa.it – Stabilimenti: Via Sile, 29 – 31033 Castelfranco Veneto (TV) – Via Scalo Merci, 21 – 31030 Castello di Godego (TV) – Forniture per i settori ferroviario e tranviario: scambi ferroviari e tranviari, Kit cuscinetti elastici e autolubrificanti, Kit piastre per controrotaie 33C1, giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giunzione, blocchi, caviglie, chiavarde, casse di manovra per deviatoio e accessori, tiranterie, zatteroni, traverse cave, fermascambi, immobilizzatori, dispositivi di bloccaggio, apparecchiature per segnalamento e sicurezza, passaggi a livello, materiali per rotabili.

COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – Via F. Fellini, 4 – 20097 SAN DONATO MILANESE (MI) – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – www.colasrail.com – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – Studi di fattibilità, progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane – Sottostazioni elettriche per alimentazione in c.c. e c.a. – Linee primarie; impianti di telecomando – Impianti luce e forza motrice.

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

DOT SYSTEM S.r.l. – Via Marco Biagi, 34 – 23871 LOMAGNA (LC) – Tel. +39/039/92259202 – Fax +39/039/92259290 – E-mail: info@dotsystem.it – www.dotsystem.it – Monitor grafici LCD di banco per locomotive e carrozze pilota – Terminali grafici LCD per logica di treno e gestione dati diagnostici – Schede di co-

municazione per Bus MVB classe 1, 2, 3 e 4 – Gateway MVB-Ethernet, MVB-CAN, MVB-RS485, MVB-Wireless – Moduli di ingresso/uscita digitali ed analogici per Bus MVB, CAN, ecc. – Cartelli indicatori grafici e tecnologia LED per interni ed esterni.

EBRebosio S.r.l. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – E-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Isolatori in silicone d'ormeggio, di sospensione, di sezione – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Isolatori in resina epossidica per interno, scaricatori, sezionatori, interruttori (prodotti per linee da 1,5 kV a 500 kV).

ESIM S.r.l. – Via Degli Ebanisti, 1 – 70123 BARI – Tel. 080/5328425 – Fax +39/080/5368733 – E-mail: info@esimgroup.com – www.esimgroup.com – **Sede di Roma: Via Sallustiana, 1/A** – Tel. 06/4819671 – Fax 06/48977008 – Progettazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione, di segnalamento e di trazione elettrica – Realizzazione e installazione di sistemi di diagnostica ferroviaria.

E.T.A. S.p.A. – Via Monte Barbaghino, 6 – 22035 CANZO (CO) – Tel. +39/031/673611 – Fax +39/031/670525 – E-mail: infosed@eta.it – www.eta.it – Carpenteria: quadri elettrici non cablati – Armadi e contenitori elettrici per esterni – Armadi 19" – Quadri inox per gallerie – Cassette inox lungo linea – Saldatura al tig certificata – Conformità alle specifiche RFI.

FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – Via Volvera, 51 – 10045 PIOSSASCO (TO) – Tel. 011/9044.1 – Fax 011/9064394 – www.faiveley.com

Sistemi e prodotti a marchio SAB WABCO: Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici, elettromeccanici ed elettroidraulici, freni a pattino tradizionali e a magneti permanenti, per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Sistemi di antipattinaggio e antislittamento – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma completa dei dischi del freno in ghisa e in acciaio – Compressori a pistoni, compressori rotativi a vite, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento dell'aria compressa – Sistemi diagnostici di bordo di manutenzione – Apparecchiature elettroniche di comando e controllo del freno.

Sistemi e prodotti a marchio faiveley: Convertitori statici di potenza e carica batterie – Impianti di riscaldamento e condizionamento – Porte e comandi porte – Sistemi di piattaforme – Porte di accesso treno – Pantografi – Interruttori di alta tensione – Sistemi di scatola nera – Registratori di eventi (DIS) – Sistemi diagnostici e telediagnostici di bordo – Sistemi di videosorveglianza.

FASE S.a.s. di Eugenio Di Gennaro & C. – Via del Lavoro, 41 – 20030 SENAGO (MI) – Tel. 02/9986557-02/9980622 – Fax 02/9986425 – E-mail: info@fase.it – 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.

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

ISOIL INDUSTRIA S.p.A. – Via F.lli Gracchi, 27 – 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) – Tel. 02/660271 – Fax 02/6123202 – E-mail: vendite@isoil.it – 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 – 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 elettrici sinterizzati ed affini, materiali sinterizzati da metallurgia delle polveri, connessioni flessibili e particolari vari, annessi per interruttori, commutatori, sezionatori per tutte

le apparecchiature elettromeccaniche di potenza e trasmissione dell'energia.

LUCCHINI RS S.p.A. – Via G. Paglia, 45 – 24065 LOVERE (BG) – Tel. 035/963562 – Fax 035/963552 – E-mail: rollinstock@lucchini.it – 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 – 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.

MICROELETRICA 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.

MOSDORFER RAIL S.r.l. – Sede operativa: Via Achille Grandi, 46 – 20017 RHO (MI) – Tel. +39 02/64088142 – E-mail: inforail.it@mosdorfer.com – Sviluppo e produzione di componenti T.E. per la linea di contatto ferroviaria e tramviaria: TENSOREX C+, sospensioni in alluminio ed acciaio, isolatori compositi, dispositivi di messa a terra, morsetti in CuNiSi, in bronzo/alluminio ed acciaio forgiato. MOSDORFER RAIL S.r.l. fa parte della Multinazionale austriaca KNILL GROUP, leader mondiale nella progettazione, produzione e fornitura di morsetteria per linee di trasmissione ad alta tensione.

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 – www.pandrol.com – Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

PISANI S.r.l. – Via Vilfredo Pareto, 20 – 27058 VOGHERA (PV) – Tel. +39/347/4318990 – E-mail: giorgio@pisani.eu – Sistemi informatizzati, non invasivi di monitoraggio e certificazione dei processi di realizzazione e controllo in esercizio della lunga rotaia saldata e della posizione piano altimetrica del binario.

PLASSER ITALIANA S.r.l. – Via del Fontanaccio, 1 – 00049 VELLETRI (ROMA) – Tel. 06/9610111 – Fax 06/9626155 – E-mail: info@plasser.it – www.plasser.it – Commercializzazione, riparazione e manutenzione di macchine per la costruzione e la manutenzione del binario ferroviario – Risanatrici, rinalzatrici, profilatrici, stabilizzatrici dinamiche, vetture di rilevamento e sistemi per la diagnostica del binario e della linea di contatto, saldatrici mobili per rotaie, autocarrelli con gru e piattaforme, autocarrelli per tesatura frenata linee di contatto, carrelli portabobine, dispositivi per video-ispezione linee ferroviarie e binario, rappresentanza attrezzature Robel.

POSEICO S.p.A. – Via Pillea, 42-44 – 16153 GENOVA – Tel. 010/8599400 – Fax 010/8682006-010/8681180 – E-mail: semicond@poseico.com – www.poseico.com – Dispositivi a semiconduttori di potenza (Diodi, Tiristori, GTO's, IGBT Press-pack, ecc.) – Dissipatori ad acqua per il raffreddamento di dispositivi di potenza sia press-pack che moduli – Assiemati di potenza con raffreddamento in aria

naturale, aria forzata ed acqua – Ponti raddrizzatori per applicazioni industriali e di trazione – Analisi di guasto e servizio di collaudo – Riparazioni di assiemati di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

PROJECT AUTOMATION S.p.A. – Viale Elvezia, 42 – 20052 MONZA (MI) – Tel. 039/2806233 – Fax 039/2806434 – www.p-a.it – Sistemi ed apparecchiature di segnalamento, controllo e supervisione del traffico per metrotranvie e tranvie – Radiocomando scambi, casse di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico – Priorità mezzi pubblici – Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

RAND ELECTRIC S.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILANO – Tel. 02/26144204 – Fax 02/26146574 – Canaline, 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 – www.schaeffler.it – Cuscinetti volventi a marchio FAG e INA, standard e speciali, boccole ferroviarie, snodi sferici, attrezzature di montaggio e smontaggio, diagnostica.

SCHUNK CARBON TECHNOLOGY S.r.l. – Via Romolo Murri, 22/28 – 20013 MAGENTA (MI) – Tel. 02/972190-1 – Fax 02/97291467 – E-mail: info@schunkitalia.it – www.schunk-group.com – Spazzole, portaspazzole, pantografi, striscianti, dispositivi di messa a terra, prese di corrente laterale, sistemi ungebordo, 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 – E-mail: info@sirtelsrl.it – www.sirtelsrl.it – Lanterne portatili ricaricabili ad uso ferrotranviario con luce principale LED e segnalazione posteriore con corone LED ad elevata luminosità (fino a 3 diversi colori sulla stessa lanterna).

SITE S.p.A. – Divisione Trasporti – Via della Chimica, 3 – 40064 OZZANO DELL'EMILIA (BO) – Tel. 051/794820 – E-mail: site@sitespa.it – www.sitespa.it/railways – IMPIANTI DI SEGNALAMENTO FERROVIARIO: Progettazione e realizzazione di impianti di segnalamento per la sicurezza ferroviaria – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di segnalamento come il Blocco Automatico a Correnti Codificate,

Sistemi di Controllo Marcia del Treno, Apparat Centrali Elettrici a Itinerari, etc. – Manutenzione, formazione e assistenza tecnica – RETI & SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI: Progettazione e realizzazione di reti Wireline e Wireless, di reti GSM-R e di sistemi SDH – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di: Informazione al Pubblico, Videosorveglianza, Supervisione per la sicurezza e la manutenzione, telefonia selettiva, Bigliettazione, etc. – Manutenzione, Formazione e assistenza tecnica – MESSA IN SICUREZZA GALLERIE: Progettazione layout impianti di Messa in Sicurezza delle Gallerie – Realizzazione di impianti per la copertura radio, il rilevamento e spegnimento incendi, la telefonia d'emergenza, diffusione sonora d'emergenza, illuminazione d'emergenza, etc.

SPII S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA) – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spil.it – info@spil.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 ferrotranviarie: 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 – E-mail: tecnel@tecnelsystem.it – www.tecnelsystem.it – Pulsanti – Interruttori – Selettori – Segnalatori serie SWT04 per banchi manovra – Segnalatori a LED serie SI 30 – Pulsanti apertura/chiusura porte serie 56 e 57 – Pulsanti mancorrente richiesta fermata serie SWT84 – Pulsanti ed interruttori antivandalo - Sistemi di comando e protezione porte – Avvisatori ottici ed acustici – Sirene – Temporizzatori – Sensori movimento/presenza apertura porte – Pressacavi AGRO in materiale sintetico, ottone nichelato, acciaio inox – Guaina aperta autoavvolgente AGROsnap.

TEKFER S.r.l. – Via Gorizia, 43 – 10092 BEINASCO (TO) – Tel. 011/0712426 – Fax 011/0620580 – E-mail: segreteria@tekfer.com – www.tekfer.com – Sistemi per impianti di sicurezza e segnalamento – Apparecchiature per il blocco automatico – INFILL – Codificatori statici – Relè elettronici (TR, HR, DR, relè a disco e altri) – Prodotti per 83,3 Hz (generatori di potenza fino a 15 kVA, filtri e rifasatori) – Telecomandi in sicurezza – Diagnostica impianti – Progettazione e installazione impianti.

THERMIT ITALIANA S.r.l. – Via Sirtori, 11 – 20017 RHO (MI) – Tel. 02/93180932 – Fax 02/93501212 – Materiali ed attrezzature per la saldatura alluminotermica delle rotaie.

TESMEC RAIL – C/Da Bajone z.i. snc – Via Fogazzaro, 51 – 70053 MONOPOLI (BA) – Tel. 080/9374002 – Fax 080/4176639 – E-mail: info@tesmec.com – www.tesmec.com – Progettazione, costruzione e commercializzazione di mezzi d'opera ferroviari per l'elettrificazione e la manutenzione della catenaria: autoscale multifunzione ad assi e carrelli, scale motorizzate e unità di stendimento. Veicoli e sistemi per la diagnostica dell'armamento e della catenaria; sistemi diagnostici per il rilievo di difetti nelle gallerie ferroviarie e per la valutazione degli apparecchi di binario.

T&T S.r.l. – Via Vicinale S. Maria del Pianto – Complesso Polifunzionale Inail – Torre 1 – 80143 NAPOLI – Tel./ Fax 081/19804850/3 – E-mail: info@ttsolutions.it – www.ttsolutions.it – T&T (Technology & Transportation) opera da anni in ambito ferroviario offrendo servizi di consulenza ingegneristica – Specializzata per attività di System & Test Engineering – Progettazione e Sviluppo di Sistemi Embedded Real-Time per applicazioni Safety-Critical, Analisi RAMS, Verifica & Validazione, Preparazione Safety Assessment, Supporto alla Progettazione e alla Configurazione di Impianti di Segnalamento Ferroviario, Commissioning & Maintenance.

VAIA CAR S.p.A. – Via Isorella, 24 – 25012 CALVISANO (BS) – Tel. 030/9686261 – Fax 030/9686700 – E-mail: vaiacar@vaiacar.it – Saldatrici mobili strada-rotaia per la saldatura elettrica a scintillio delle rotaie – Gru mobili/ Escavatori strada-rotaia completi di accessori intercambiabili – Macchine operatrici mobili strada-rotaia con equipaggiamenti specifici – Macchine operatrici mobili ferroviarie e/o strada-rotaia per la manutenzione delle linee ferroviarie e delle linee elettriche aeree – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi ferroviari, campate, traverse e rotaie – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi e campate tranviari e/o metropolitani – Treni completi di sistemi per la costruzione delle linee ferroviarie ad alta velocità – Treni di sostituzione delle rotaie con sistemi per il carico e lo scarico delle rotaie – Unità di rinalzata del binario e di compattamento della massicciata.

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

E Impianti di aspirazione e di depurazione aria

F Prodotti chimici ed affini

G Articoli di gomma, plastica e vari

FLUORTEN S.r.l. – Via Cercone, 34 – 24060 CASTELLI CALEPIO (BG) – Tel. 035/4425115 – Fax 035/848496 – E-mail: fluorten@fluorten.com – www.fluorten.com – Semilavorati e prodotti finiti in PTFE e RULON® per industria meccanica, chimica, elettrica ed elettronica – Progettazione, costruzione stampi e stampaggio tecnopolimeri – Esclusivista Du Pont per l'Italia di semilavorati e finiti in Du Pont™ VESPEL®. Produzione di piastre in PTFE Certificate dal Politecnico di Milano a norma EN 1337-2. Certificazione sistema di gestione qualità per il settore aerospaziale EN 9100:2009 Certificate n. 5695/0. Certificazione sistema di gestione qualità ISO 9001:2008 Certificate n. 21. Certificazione sistema di gestione ambientale ISO 14001:2004 Certificate n. 27.

KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG – Goellstrasse, 8 – D-84529 TITTMONING (Germania) – Tel. +49(8683)701-151 – Fax +49(8683)701-45151 – www.strail.com – STRAIL sistemi di attraversamenti a raso & STRAILastic sistemi di isolamento per rotaie – Goellstrasse, 8 – D 84529 TITTMONING – Tel. +39/392/9503894 – Fax +39/02/87151370 – E-mail: tommaso.sa.vi@strail.it – www.strail.it – Sistemi modulari in gomma vulcanizzata per attraversamenti a raso STRAIL, innoSTRAIL, pedeSTRAIL, pontiSTRAIL – Moduli esterni per i carichi più pesanti – veloSTRAIL – Moduli interni che eliminano la gola – Per tutti i tipi di traffico, strade e armamento (anche per ponti, scambi, gallerie, curve, impianti industriali) – Dispositivi elastici per la riduzione del rumore, delle vibrazioni oltre che per l'isolamento elettrico del binario – STRAILastic_P, STRAILastic_S, STRAILastic_R, STRAILastic_K, STRAILastic_DUO, STRAILastic_USM ed infine STRAILastic_A costituiscono la gamma completa di questa nuova linea.

PANTECNICA S.p.A. – Via Magenta, 77/14A – 20017 RHO (MI) – Tel. 02/93261020 – Fax 02/93261090 – E-mail: info@pantecnica.it – www.pantecnica.it – Sistemi antivibranti per materiale rotabile e per armamento ferrotranviario – Completa gamma di guarnizioni per tenuta fluidi – Certificata ISO 9001:2015 e EN 9120:2018 – Fornitore Trenitalia.

PLASTIROMA S.R.L. – VIA PALOMBARESE, km 19,100 – 00012 GUIDONIA MONTECELIO (ROMA) – Tel. 0774/367431-32 – Fax 0774/367433 – E-mail: info@plastiroma.it – www.plastiroma.it – Morsetterie, contropiastre,

cassette per C.D.B., materiale isolante per C.D.B., segnali bassi di manovra, segnali alti di chiamata, shunt, componenti in materiale plastico per relè FS, progettazione di articoli tecnici.

H Rilievi e progettazione opere pubbliche

ABATE dott. ing. Giovanni – Via Piedicavallo, 14 – 10145 TORINO – Tel./Fax 011/755161 – Cell. 335/6270915 – E-mail: abateing@libero.it – Armamento ferroviario – Progettazione e direzione lavori di linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie – Armamento ferroviario e linee per trazione elettrica – Redazione di progetti costruttivi preliminari e definitivi comprensivo dei piani di sicurezza e di coordinamento sia in fase di progettazione che in fase di esecuzione per raccordi industriali – Rilievi e tracciamenti finalizzati alla progettazione di linee ed impianti ferroviari.

ARMAMENTO FERROVIARIO – Ing. Marino CINQUEPALMI – Tel. 347/6766033 – E-mail: info@armamentoferroviario.com – www.armamentoferroviario.com – Rilievo dello stato dei luoghi con restituzione cartografica in coordinate rettilinee assolute e relative – Progettazione preliminare, definitiva, esecutiva, costruttiva dell'armamento in coordinate rettilinee assolute e relative – Redazione, valutazione computi metrici estimativi armamento – Redazione piani di manutenzione armamento – Redazione piani della qualità per lavori d'armamento – Correzione delle curve su base relativa con il metodo Hallade – Analisi di adeguamento delle infrastrutture ferroviarie alle STI "Infrastruttura" – Analisi di velocizzazione delle linee ferroviarie – Studi di fattibilità per nuove linee ferroviarie e stazioni – Project Management nei progetti di infrastrutture ferroviarie.

ISiFer S.r.l. – Sede legale: Via Mazzini, 15 – 80053 CASTELLAMMARE DI STABIA (NA) – Sede operativa: Via Gorizia, 1 – CICCIANO (NA) – Tel. 081/5741055 – Fax 081/5746835 – E-mail: segreteria@isifer.com – info@isifer.com – www.isifer.com – Azienda di ingegneria specializzata nel settore ferroviario con particolare riferimento alle attività di Concezione, Progettazione, Realizzazione, Verifica, Validazione, Collaudo, Messa in Servizio, Diagnostica e Manutenzione.

PRISMA ENGINEERING S.r.l. – Via Villa Lidia, 45 – 16014 CERANESI (GE) – Tel./Fax 010/7172078 – E-mail: nadia.barbagelata@prismaengineering.net – www.prismaengineering.net – Impianti di segnalamento ferroviario – Realizzazione Progetti di Fattibilità, Definitivi, Esecutivi e Costruttivi di impianti IS (ACEI-ACC-ACCM-SCMT-ERT-MS_L2) – Realizzazioni di Verifiche e Validazioni dei progetti comprese prove di campo.

I Trattamenti e depurazione delle acque

L Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro

SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. (SEIT) – Sede Centrale: Via Santa Croce, 1 – 20122 MILANO – Tel. +39/02/89426332 – Fax +39/02/83242507 – E-mail: franco.pedrinazzi@schweizer-electronic.com – 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

TRAINing S.r.l. – Via Sommacampagna, 63H – 37137 VERONA – Tel. 045/511 82 58 – E-mail: info@trainingsrl.it – www.trainingsrl.it – Facebook, LinkedIn e Instagram: trainingsrl – TRAINing assicura formazione per le attività di sicurezza e consulenza per il settore ferroviario. Il proprio Centro di Formazione, riconosciuto dalle National Safety Authorities in Italia (2012) e in Austria (2021), assicura la formazione mirata al conseguimento e al mantenimento

delle abilitazioni per la Condotta, l’Accompagnamento e la Preparazione dei Treni, formazione per specialisti, (professionale e/o manager) sull’organizzazione, sulla tecnica ferroviaria e sulla normativa di settore. TRAINing svolge altresì servizi di consulenza per lo sviluppo e l’aggiornamento dei Sistemi di Gestione della Sicurezza (SGS) ed assicura la fornitura ed il costante aggiornamento dei manuali di mestiere per le attività di sicurezza. Maggiori informazioni si possono ottenere consultando il sito o richiedendole espressamente a TRAINing a mezzo mail o call center.

P Enti di certificazione

ITALCERTIFER S.p.A. – Piazza della Stazione, 45 – 50123 FIRENZE – Tel. 055/2988811 – Fax 055/264279 – www.italcertifer.it – Organismo notificato n. 1960 (Direttiva 2008/57/CE) – Verificatore indipendente di sicurezza (linee guida ANSF) – Organismo di ispezione di tipo A (norma EN 17020) per sottosistemi ferroviari e per la validazione di progetti civili – Laboratori accreditati per prove di componenti e sottosistemi ferroviari.

Q Società di progettazione e consulting

INTERLANGUAGE S.r.l. – Strada Scaglia Est 134 – 41126 MODENA – Tel. 059/344720 – Fax 059/344300 – E-mail: info@interlanguage.it – 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.ferrentinoconsulting.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

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

Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma
Finito di stampare nel mese di Settembre 2024



ESSEN ITALIA

Sistemi integrati per il sostegno provvisorio del binario

Ponti ESSEN

Modularità e Flessibilità



ESSEN ITALIA promuove, sviluppa e impiega la tecnologia "Ponti ESSEN" per il sostegno provvisorio del binario in esercizio.

Maggiore velocità in sicurezza



Qualità e Sicurezza

Forte di un "curriculum" d'eccellenza, la tecnologia "Ponti ESSEN" garantisce, nelle sue diverse configurazioni di utilizzo, elevati standard di qualità e sicurezza all'esercizio ferroviario.



Soluzioni chiavi in mano



**Installazione mensola OMNIA anodizzata,
presso Milano Centrale.**

Lo speciale trattamento ha permesso la perfetta mimetizzazione della linea di contatto con la magnifica struttura in ferro della stazione.



BONOMI RAILWAY

Dal 1928 elettrifichiamo le ferrovie di tutto il mondo con **soluzioni innovative**. Per esplorare nuovi orizzonti. Per muovere il mondo in modo moderno e sostenibile. **Scegliamo i materiali più nobili e li adattiamo agli ambienti per impattare in maniera minore sull'arredo urbano, per proporre prodotti sempre nuovi e altamente performanti.**

CARATTERISTICHE DELLA MENSOLA OMNIA

- SPECIALE LEGA D'ALLUMINIO (EN AW-6082 T6):
Ottima resistenza alla corrosione e agli agenti atmosferici;
- PESO ESTREMAMENTE RIDOTTO E MAGGIORE MANEGGIABILITÀ;
- AUMENTO ESPONENZIALE DEL CICLO DI VITA DEI COMPONENTI;
- MATERIALE ECO-FRIENDLY;
- IL POSSIBILE TRATTAMENTO DI ANODIZZAZIONE GARANTISCE ULTERIORE RESISTENZA ALLA CORROSIONE E ADATTABILITÀ IN TERMINI DI IMPATTO AMBIENTALE.

