

**PRATI
ARMATI®**
contro la desertificazione
e l'erosione dei suoli

PIANTE INGEGNERE per grandi infrastrutture verdi.

I PRATI ARMATI® sono sementi di piante erbacee perenni a radicazione profonda, sottile e resistente, adatte ad ogni litotipo e clima, che consentono il blocco dell'erosione e la prevenzione del dissesto idrogeologico superficiale.

I PRATI ARMATI® sono la miglior soluzione oggi disponibile sul mercato internazionale contro l'erosione ed il dissesto idrogeologico superficiale, che consente oltretutto di allinearsi – mantenendo intatti i dettami delle NTC (Norme Tecniche per le Costruzioni) e dell'Eurocodice 7 e 8 – agli importanti impegni ed obiettivi globali e nazionali quali: la Convenzione sulla Diversità Biologica, la Strategia dell'UE sulla Biodiversità per il 2030, gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite (SDG), i dettami del PNRR, del regolamento UE 2020/852, del principio DNSH e della normativa Nature Restoration Law.



I PRATI ARMATI® consentono la risoluzione di problemi geotecnici, idraulici, ambientali, mediante l'utilizzo di un'unica tecnologia, in perfetta sintonia con l'ambiente, con consumi energetici e di inquinamento trascurabili, bassi rischi di cantiere e assenza di manutenzione.

Studi, tesi, ricerche, sperimentazioni compiute presso le principali università italiane e centinaia di cantieri realizzati in Italia e all'estero, hanno dimostrato che con i PRATI ARMATI® è possibile:

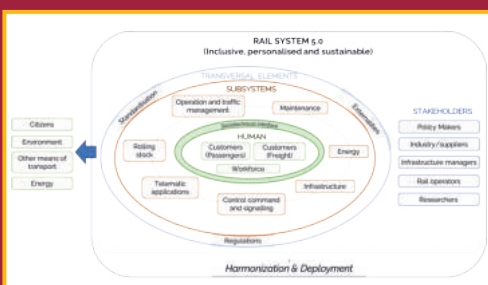
- 01 Bloccare l'erosione in qualunque condizione pedoclimatica**, anche su litotipi sterili e inquinati: ad esempio su smarino tal quale o rocce fratturate, senza necessità di terreno vegetale o altri manufatti e materiali.
- 02 Diminuire l'infiltrazione ed aumentare la traspirazione**, contribuendo a migliorare, anche in profondità, i principali parametri geomeccanici dei terreni, quali saturazione, coesione etc. mitigando anche il rischio di frana a media profondità.
- 03 Incrementare la resistenza al taglio degli strati superficiali dei terreni** iniettando una coesione aggiuntiva dovuta all'apparato radicale.
- 04 Eliminare il terreno vegetale** che si erode e scivola a valle ed ogni altro manufatto e materiale plastico quali geocelle, geostuoie, georeti, ed anche biostuoie, mulch, matrici di fibre di legno legate, juta liquida etc. NB: I PRATI ARMATI® hanno una forte valenza geotecnica e nulla hanno a che fare con le idrosemine tradizionali e rinforzate che sono solo semplici rinverdimenti.
- 05 Realizzare opere di captazione e regimazione superficiale delle acque meteoriche direttamente sul tal quale** eliminando canalette in cemento, finsider, embrici, fossi di guardia, etc. con forti vantaggi tecnici, risparmi economici, di tempo, drastica riduzione di permanenza e rischi di cantiere, durabilità nel tempo, assenza di manutenzione. I PRATI ARMATI® sono l'unica tecnologia che consente di realizzare opere idrauliche scegliendo in fase di progettazione, caso per caso, i coefficienti di Manning.
- 06 Eliminare ogni manutenzione** con risparmi economici, logistici, energetici diminuendo contemporaneamente i rischi di cantiere.
- 07 Diminuire il consumo di energia**: con i PRATI ARMATI® si riduce il consumo energetico di impianto fino a 100 volte rispetto alle tecniche antierosive tradizionali.
- 08 Mitigare i cambiamenti climatici**: per la realizzazione di un impianto antierosivo di PRATI ARMATI® si riducono fino a 100 volte anche le emissioni di CO₂, CO, SO_x, NO_x, Particolato, rispetto alle soluzioni tradizionali. Si ricorda che per produrre 1 kg di cemento si emette circa 1 kg di CO₂.
- 09 Sottrarre fino al 400% in più di CO₂**: gli impianti di PRATI ARMATI® assorbono fino al 400% in più di CO₂ rispetto a impianti antierosivi tradizionali.
- 10 Adattarsi ai cambiamenti climatici**: I PRATI ARMATI® resistono a temperature estreme comprese tra -35< T <60 °C e a reazioni del terreno comprese tra 3< pH <11, crescono anche su suoli fortemente contaminati da metalli pesanti ed idrocarburi, adattandosi a tutte le condizioni pedoclimatiche, riducendo oltretutto le temperature al suolo.
- 11 L'uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine**: PRATI ARMATI srl utilizza particolari specie azotofissatrici autoctone a radicazione profonda, al posto di concimi chimici, evitando l'eutrofizzazione delle acque. I PRATI ARMATI® operano anche una bioremediation in situ.
- 12 La transizione verso un'economia circolare**: PRATI ARMATI srl raccoglie in tutto il mondo molte delle proprie sementi nelle varie zone di utilizzo: si tratta quindi di una tecnologia a km ZERO.
- 13 La protezione ed il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi** mediante l'integrazione con fiori e specie mellifere, sempre a radicazione profonda e resistente, che favoriscono il rientro degli insetti impollinatori (Api e Farfalle), ricreando così un habitat naturale.
- 14** È inoltre possibile seminare, contemporaneamente ai PRATI ARMATI®, alberi e arbusti per favorire e accelerare la rinaturalizzazione riportando l'ambiente alle condizioni naturali.

**PRATI
ARMATI®**
contro la desertificazione
e l'erosione dei suoli

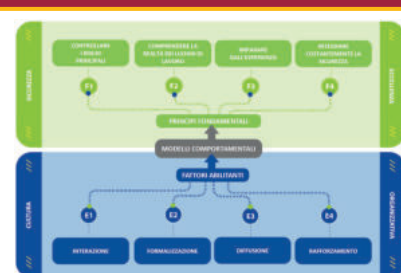
ricerca • bioingegneria • tecnologie ambientali
Via del Cavaliere 18 • 20073 Opera (MI)
Tel. +39 02 57619146 – email: info@pratiarmati.it
www.pratiarmati.it



**In questo numero
In this issue**



**Ricerche di dottorato
in campo ferroviario
PhD research
in rail domain**



**Fattori umani ed organizzativi
in ferrovia
Human and Organisational Factors
in railways**

IL CIFI PRESENTA UNA NUOVA PUBBLICAZIONE

La rivoluzione con il ferro

Il tesoro nascosto per la rigenerazione delle città italiane

Claudio Cipollini - Giovanni Costa



Intero € 40,00
Sconto Soci CIFI 20%

PER INFO E PRENOTAZIONI

info@cifi.it



+39 - 064742986 - 064882129



CIFI
COLLEGIO INGEGNERI
FERROVIARI ITALIANI

I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.M.T. - GENOVA
 A.N.I.A.F. ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO - ROMA
 A.N.M. S.p.A. - NAPOLI
 A.T.M. S.p.A. - MILANO
 AET S.r.l. - NAPOLI
 AIZ 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
 ALPINA S.p.A. - MILANO
 ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. - SAVIGLIANO (CN)
 ALTEN ITALIA S.p.A. - MILANO
 ANCEFERR - ROMA
 ANGELSTAR S.r.l. - MOLA DI BARI (BA)
 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 S.p.A. - ROMA
 ASTRAL S.p.A. - ROMA
 ATAC S.p.A. - ROMA
 AUTORITA DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE - TRIESTE
 B. & C. PROJECT S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 BITECNO S.r.l. - BOLOGNA
 BONIFICA S.p.A. - ROMA
 BONOMI EUGENIO S.p.A. - MONTICHIARI (BS)
 BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. - MILANO
 BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. - BRESCIA
 BRUNO S.r.l. - BRESCIA
 BTP INFRASTRUTTURE - ROMA
 BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. - MILANO
 C.E.F.I. S.r.l. - NAPOLI
 C.E.M.E.S. S.p.A. - PISA
 C.L.F. COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.A. - BOLOGNA
 C. ENGINEERING S.r.l. - ARIANO IRPINO (AV)
 CAD CONNECT S.a.s. DI SIMONE SPINACI
 CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. - SALERNO
 CAVUTO INGEGNERIA DELLE STRUTTURE S.p.A. - NAPOLI
 CEMBRE S.p.A. - BRESCIA
 CEPINI COSTRUZIONI S.r.l. - ORVIETO (TR)
 CIRCET ITALIA S.p.A. - SAN GIOVANNI TEATINO (CH)
 COET S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 COGESIRM S.r.l. - NAPOLI
 COMESVIL S.p.A. - VILLARICCA (NA)
 COMMEL S.r.l. - ROMA
 CONSORZIO SATURNO - ROMA
 COSTRUIRE ENERGIE S.r.l. - GUIDONIA MONTECELIO (RM)
 CZ LOKO ITALIA S.r.l. - PORTO MANTOVANO (MN)
 D&T S.r.l. - MILANO
 D'ADDETA S.p.A. - BERCETO (PR)
 D'ADIUTORIO COSTRUZIONI S.p.A. - MONTORIO AL VOMANO (TE)
 DINAZZANO - 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 - MONTELETTO (AV)
 ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. - NAPOLI
 EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. - NAPOLI
 ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI DI PORTO MARGHERA S.p.A. - VENEZIA
 ESIM S.r.l. - BARI
 ESIN S.p.A. - NAPOLI
 ESPERIA S.r.l. - PAOLA (CS)
 ETS SRL SOCIETA DI INGEGNERIA - LATINA
 EUROS S.r.l. - NAPOLI
 FADEP S.r.l. - NAPOLI
 FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. - PIOSSASCO (TO)
 FER S.r.l. - FERROVIE EMILIA ROMAGNA - FERRARA
 FERONE PIETRO & C. S.r.l. - NAPOLI
 FERROTRAMVIARIA ENGINEERING S.p.A. - NAPOLI
 FERROTRAMVIARIA S.p.A. - BARI
 FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. - BARI
 FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. - BARI
 FERROVIE DEL SUD EST E SERV. AUTOMOBILISTICI S.r.l. IN LIQUIDAZIONE - BARI
 FERROVIE DELLO STATO S.p.A. - ROMA
 FERROVIENORD S.p.A. - MILANO
 FIBRE NET S.p.A. - PAVIA DI UDINE (UD)
 FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA
 FOR.FER S.r.l. - ROMA
 G.B.M. COMPAGNIA FINANZIARIA COMMERCIALE S.p.A. - MILANO
 G.C.F. GEN. LE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A. - ROMA
 G.C.F.E. S.p.A. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE - BOLZANO
 GECCO S.r.l. - GALLIATE (NO)
 GEISMAR ITALIA S.p.A. - POGGIORE (RE)
 GEMATICA S.r.l. - NAPOLI
 GEOSIC S.r.l. - PARMA
 GEOSINTESI S.p.A. - GOZZANO (NO)
 GESTIONE GOVERNATIVA FERROVIA CIRCUMETNEA - ROMA
 GETZNER WERKSTOFFE GmbH - BURS - AUSTRIA
 GILARDONI S.p.A. - MANDELLO DEL LARIO (LC)
 GOLDSCHMIDT ITALIA S.r.l. - RHO (MI)
 GRANDI STAZIONI RAIL S.p.A. - ROMA
 HARPACEAS S.r.l. - MILANO
 HILTI ITALIA S.r.l. - SESTO SAN GIOVANNI (MI)
 HIMA ITALIA - MILANO
 HITACHI RAIL GTS ITALIA S.r.l. - SESTO FIORENTINO (FI)
 HITACHI RAIL STS S.p.A. - NAPOLI
 HUPAC S.p.A. - BUSTO ARSIZIO (VA)
 I.C.E.P. S.p.A. - INDUSTRIA CEMENTI PREFABBRICATI - BUCCINO (SA)
 IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. - MILANO
 IMAF S.r.l. - NAPOLI
 IMPRESA LUIGI NOTARI S.p.A. - MILANO
 IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. - BELLUNO
 IMPRESA SIMEONE E FIGLI S.r.l. - (NA)
 IN PROGRESS S.r.l. - CESA (CE)
 INFRARAIL FIRENZE S.r.l. - FIRENZE
 INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. - PIOVE DI SACCO (PD)
 INRAIL S.p.A. - GENOVA
 ISALAB S.r.l. - GENOVA
 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)
 KNOUX GmbH - MONACO DI BAVIERA (GERMANIA)
 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)
 M. PAVANI SEGNALEMENTO FERROVIARIO S.r.l. - CONCORDIA SULLA SECCHIA (MO)
 M2 RAILTECH S.r.l. - LA VALLE - BOLZANO
 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)
 MB PROGETTI S.r.l. - ROMA
 MEDTEC S.r.l. - PAOLA (CS)
 MERCITALIA SHUNTING & TERMINAL S.r.l. - GENOVA
 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. SOCIETA' BENEFIT - CASTEL MAGGIORE (BO)
 NORD ING S.r.l. - MILANO
 NOTARI SRL - ACQUI TERME - AL
 PLASSER ITALIANA S.r.l. - VELLETRI (RM)
 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
 RAILWAY ENTERPRISE S.r.l. - ROMA
 RAVA - REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA - POLLEIN (AO)
 ROMA METROPOLITANE S.r.l. - ROMA
 R.F.I. S.p.A. - RETE FERROVIARIA ITALIANA - ROMA
 S.I.C.E. - CHIUSI (PI)
 S.I.I.P. S.r.l. - NAPOLI
 S.T.A. S.p.A. - STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE - BOLZANO
 S.T.E.L. S.r.l. - COLLESALVETTI (LI)
 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. - MILANO
 SICURFERR S.r.l. - CASORIA (NA)
 SIE-FER S.r.l. - MILITELLO IN VAL DI CATANIA (CT)
 SIEMENS S.p.A. SETTORE TRASPORTI - MILANO
 SILSUD S.r.l. - FERENTINO (FR)
 SIMPRO S.p.A. - TORINO
 SINERGO S.p.A. - BOLOGNA
 SINTAGMA S.r.l. - SAN MARTINO IN CAMPO (PG)
 SO.CO.FER S.p.A. - ROMA
 SPEKTRA S.r.l. A TRIMBLE COMPANY - VIMERCATE (MB)
 SPERI S.p.A. - ROMA
 SPII S.p.A. - SARONNO (MI)
 SPITEK S.r.l. - PRATO
 STAMPERIA CARCANO GIUSEPPE S.p.A. - ALBESE CON CASSANO (CO)
 STUDIO LEGALE ASS.TO LANIANCA & LOIACONO - BARI
 STUDIO TECHNE' S.r.l. - FIRENZE
 SVECO S.p.A. - BORGIO PIAVE (LT)
 SVI S.p.A. - FIRENZE
 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
 TECNOSISTEM S.p.A. - NAPOLI
 TEKFER S.r.l. - BEINASCO (TO)
 TEKNO KONS INNOVATION S.r.l. - AVERSA (CE)
 TELEFIN S.p.A. - VERONA
 TELT SAS - TORINO
 TERMINALI ITALIA - VERONA
 TESMEC RAIL S.r.l. - MONOPOLI (BA)
 TPER S.p.A. - TRASP. PASS. RI EMILIA ROMAGNA - BOLOGNA
 TRAINING S.r.l. - VERONA
 TRENITALIA S.p.A. - ROMA
 TRENITALIA TPER - BOLOGNA
 TRENORD S.r.l. - MILANO
 TRENTINO TRASPORTI S.p.A. - TRENTO
 TUA - SOCIETA' 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)
 V.I.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

PRATI ARMATI - Milano	I copertina
"La rivoluzione con il ferro" - Claudio Cipollini, Giovanni Costa	II copertina
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	pagina 63
KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. – Tittmoning (Germania)	pagina 64
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 73
"Economia e ferrovie preunitarie fra “Ante-storia” e Primo Periodo (1839-1848)” - Valter Guadagno	III copertina
CIFI Servizi S.r.l. – Roma	IV copertina

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI

QUOTE SOCIALI ANNO 2026

- ☐ Soci Ordinari e Aggregati **85,00 €/anno** con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (cartaceo oppure online)
- ☐ Soci Under 35 Ordinari e Aggregati **60,00 €/anno** con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (cartaceo oppure online)
- ☐ Soci Juniores **25,00 €/anno** con distribuzione di entrambe le riviste periodiche (solo online)
- ☐ Soci Collettivi **600,00 €/anno** con distribuzione di entrambe le riviste in formato cartaceo e in formato elettronico (si può richiedere anche il solo recapito delle riviste in formato cartaceo oppure solo in formato elettronico)

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

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 a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani - Via Giolitti Giovanni, 46 - 00185 Roma specificando nella causale **quota associativa anno 2026** ed inviando una copia della ricevuta via e-mail ad areasoci@cifi.it
- ☐ 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 specificando nella causale **quota associativa anno 2026** ed inviando una copia della ricevuta via e-mail ad areasoci@cifi.it
- ☐ Eseguendo il pagamento on-line collegandosi al sito <https://www.cifi.it/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: redazione@if@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

Virginia INFANTE

Marino LUPI

Adoardo LUZI

Gabriele MALAVASI

Giampaolo MANCINI

Vito MASTRODONATO

Elena MOLINARO

Francesco NATONI

Umberto PETRUCELLI

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



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 LIV | **Gennaio 2026** | 1**Condizioni di Associazione al CIFI****2****RICERCHE DI DOTTORATO IN CAMPO FERROVIARIO:
CONTESTO E LINEE GUIDA
PHD RESEARCH IN RAIL DOMAIN:
FRAMEWORK AND GUIDELINES**

Borna ABRAMOVIC

Arbra BARDHI

Armando CARRILLO ZANUY

Francesco FLAMMINI

Stefano RICCI

5**FATTORI UMANI ED ORGANIZZATIVI IN FERROVIA
TRA NORMATIVA EUROPEA ED ESPERIENZA ITALIANA
HUMAN AND ORGANISATIONAL FACTORS
IN RAILWAYS BETWEEN EUROPEAN REGULATIONS
AND ITALIAN EXPERIENCE**

Massimiliano BRUNER

Giovanni COSTANZA

Luca RIZZETTO

Giuliano ROSSI

39**Notizie dall'interno****65****Notizie dall'estero***News from foreign countries***75****IF Biblio****85****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria
Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria****86****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****88****Fornitori di prodotti e servizi****90**

La pubblicazione 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 editate 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



Ricerche di dottorato in campo ferroviario: contesto e linee guida

PhD research in rail domain: framework and guidelines

Borna ABRAMOVIC^(*)

Arbra BARDHI^(**)

Armando CARRILLO ZANUY^(***)

Francesco FLAMMINI^(****)

Stefano RICCI^(**)

(<https://www.medra.org/servelet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.01.2026.ART.1>)

Sommario - Lo scopo principale di questo articolo è rappresentare una guida strutturata e completa per gli studenti di dottorato, impegnati nella ricerca sull'innovazione e l'eccellenza nel settore ferroviario. Il lavoro, sviluppato nell'ambito del progetto PhD-EU Rail, finanziato dalla *UE Rail Joint Undertaking*, è pensato per supportare i candidati nell'allineamento del loro lavoro agli obiettivi delle iniziative di ricerca ferroviaria europee e ai futuri sistemi di mobilità. L'obiettivo è facilitare la comprensione del processo di dottorato, combinando requisiti ed esiti con la natura distintiva dei percorsi dottorali orientati alla ricerca ferroviaria. Aiutare i candidati ad allineare la loro ricerca alle priorità del sistema ferroviario europeo, promuovendo la sostenibilità. L'allineamento della ricerca di dottorato con soluzioni di trasporto efficienti e integrate, comprensive di tecnologie, pratiche e competenze di ricerca all'avanguardia, richiede revisioni complete della letteratura e metodologie rigorose. Inoltre, costruire reti e stabilire relazioni collaborative con gli stakeholder del settore può massimizzare l'impatto e dare ai candidati competenze e contatti utili per i loro studi e le loro future carriere.

1. Introduzione alla ricerca nel settore ferroviario

1.1. Il trasporto ferroviario al centro della mobilità sostenibile

La mobilità è fondamentale per la vita di tutti i cittadini europei, in quanto facilita la crescita economica, l'interazione sociale e l'accesso ai servizi essenziali. Tuttavia, il settore dei trasporti è responsabile di un quarto delle emissioni di gas serra in Europa, contribuendo in modo significativo al cambiamento climatico. Le aree urbane sono particolarmente colpite dall'inquinamento atmosferico legato ai trasporti, che ha un impatto negativo sulla salute

Summary - *The primary purpose of this paper is to represent a structured comprehensive guide for doctoral candidates focusing on innovation and excellence in the rail sector. The work, developed in the framework of the PhD-EU Rail project, funded by EU Rail Joint Undertaking, is designed to support candidates in aligning their work with the goals of Europe's rail research initiatives and the future mobility systems. It aims to facilitate the understanding of the PhD process, combining requirements and outcomes with distinctive nature of rail research-oriented doctoral pathways. Helping candidates to align their research with the priorities of European rail system, promoting sustainable. The alignment of the PhD research with efficient and integrated transport solutions, including cutting-edge technologies, practices and research competencies, requires comprehensive literature reviews and rigorous methodologies. Additionally, building networks, engaging collaborative relationships with stakeholders can maximize impacts and empower candidates with knowledge, skills, and connections useful for their studies and future careers.*

1. Introduction to the research in the rail domain

1.1. Rail at the heart of the sustainable mobility

Mobility is fundamental to the lives of all European citizens, facilitating economic growth, social interaction, and access to essential services. However, the transport sector is responsible for a quarter of Europe's greenhouse gas emissions, making it a significant contributor to climate change. Urban areas are particularly affected by transport-related air pollution, which negatively impacts public

^(*) University of Zagreb.

^(**) Sapienza Università di Roma.

^(***) European Rail Research Network of Excellence.

^(****) Università SUPSI, Università di Firenze, Mälardalen University.

^(*) University of Zagreb.

^(**) Sapienza Università di Roma.

^(***) European Rail Research Network of Excellence.

^(****) Università SUPSI, Università di Firenze, Mälardalen University.

pubblica e sulla qualità dell'ambiente. A differenza di altri settori dell'economia dell'UE, le emissioni dei trasporti superano ancora i livelli del 1990, il che evidenzia l'urgenza di una riforma. Il trasporto ferroviario è fondamentale per la strategia europea per la mobilità sostenibile. La strategia per una mobilità sostenibile e intelligente della Commissione europea del dicembre 2020 fissa obiettivi ambiziosi per il settore ferroviario, puntando a raddoppiare il traffico ferroviario ad alta velocità entro il 2030 e triplicarlo entro il 2050. Analogamente, il traffico merci su rotaia dovrebbe aumentare del 50% entro il 2030 e raddoppiare entro il 2050. Per competere efficacemente con il trasporto esclusivamente su strada, si prevede che le soluzioni intermodali su rotaia e via acqua saranno su un piano di parità entro il 2030. Nonostante questi obiettivi ambiziosi, l'attuale quota modale del trasporto ferroviario è modesta. Nel 2023, il trasporto ferroviario rappresentava circa il 7% del totale passeggeri-km percorso in Europa e il 5,5% in termini di t-km. Colmare questo divario richiederà una rapida implementazione di soluzioni innovative per migliorare la capacità, l'efficienza e l'integrazione del trasporto ferroviario con altre modalità di trasporto.

1.2. Raggiungere gli obiettivi ambientali

Nel dicembre 2019, la Commissione Europea ha pubblicato la comunicazione *The European Green Deal* (EGD), che mirava a fornire una visione della strategia a lungo termine dell'Unione europea per contrastare i cambiamenti climatici. In questo accordo, la Commissione ha fissato l'ambizioso obiettivo di rendere l'Europa il primo continente a impatto climatico zero entro il 2050, attraverso politiche che includano la modernizzazione e la trasformazione dell'economia. Secondo questo documento, le emissioni di gas serra nell'UE sono state ridotte del 23% tra il 1990 e il 2018, accompagnate da una crescita economica del 61%. Tuttavia, questo tasso porterebbe a una riduzione delle emissioni di gas serra solo del 60% nel 2050, il che sarebbe insufficiente per rispettare l'accordo.

I pacchetti normativi *Fit for 55* dell'UE, introdotti a luglio 2021, mirano ad allineare le politiche climatiche ed energetiche con l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990. Questo quadro rafforza l'internalizzazione dei costi esterni per il trasporto aereo e stradale, promuovendo una concorrenza più equa per il trasporto ferroviario. Poiché il trasporto ferroviario è già il mezzo di trasporto di massa più ecologico, queste misure mirano a promuovere il suo programma di decarbonizzazione. Il settore ferroviario deve continuare ad adottare alternative ai combustibili fossili e integrare strategie di adattamento ai cambiamenti climatici nelle sue attività.

Il rapporto 2023 dell'*International Transport Forum* (ITF) sottolinea l'importanza del trasporto ferroviario per rispondere alla crescente domanda di mobilità prevista entro il 2050. Si prevede che la mobilità passeggeri crescerà dal 65% al 79% e quella di merci dal 59% al 100%, a seconda dello scenario. Per soddisfare questa domanda, il settore ferroviario deve espandere la propria capacità garantendo al contempo una perfetta integrazione con altre modalità di trasporto per offrire soluzioni multimodali efficienti e flessibili. Secondo le politiche stabilite dall'EGD, nonché

health and environmental quality. Unlike other sectors of the EU economy, transport emissions still exceed 1990 levels, highlighting the urgency of reform. Rail transport is central to Europe's strategy for sustainable mobility. The European Commission's Sustainable and Smart Mobility Strategy of December 2020 sets ambitious goals for the rail sector, aiming to double high-speed rail traffic by 2030 and triple it by 2050. Similarly, rail freight traffic is targeted to increase by 50% by 2030 and double by 2050. To compete effectively with road-only transport, rail and waterborne-based intermodal solutions are expected to be on equal footing by 2030. Despite these ambitious goals, rail's current modal share is modest. As of 2023, rail transport accounts for approximately 7% of the total passenger-km travelled in Europe and 5.5% in t-km. Bridging this gap will require a rapid deployment of innovative solutions to enhance rail's capacity, efficiency, and integration with other transport modes.

1.2. Meeting environmental goals

In December 2019, the European Commission released a communication entitled The European Green Deal (EGD), which aimed to give a vision of the long-term strategy of the European Union to fight climate changes. In this deal, the Commission established an ambitious objective of making Europe the first climate neutral continent by 2050 through policies that include the modernization and transformation of the economy. According to this document, the greenhouse gas emissions in the EU were reduced by 23% between 1990 and 2018 accompanied by an economic growth of 61%. However, this rate would lead only to a greenhouse gas emissions reduction of 60% in 2050, which would be insufficient to fulfil the deal.

The EU's Fit for 55 regulatory packages, introduced in July 2021, seek to align climate and energy policies with the target of reducing greenhouse gas emissions by at least 55% by 2030 compared to 1990 levels. This framework strengthens the internalization of external costs for air and road transport, promoting fairer competition for rail. As rail is already the most environmentally friendly mode of mass transport, these measures aim to further its decarbonization agenda. Rail must continue to adopt alternatives to fossil fuels and integrate climate change adaptation strategies into its operations.

The 2023 International Transport Forum (ITF) report underlines the importance of rail in addressing the increasing mobility demands projected by 2050. Passenger mobility is expected to grow by 65% to 79%, and freight mobility by 59% to 100%, depending on the scenario. To meet this demand, the rail sector must expand its capacity while ensuring seamless integration with other modes of transport to offer efficient and flexible multimodal solutions. According to the policies established by the EGD, as well as to the UN's Sustainable Development Goals from the 2030 Agenda, the faster shift to a more sustainable and smart mobility should be seen as one of the major priorities, since the

gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite dell'Agenda 2030, il passaggio più rapido a una mobilità più sostenibile e intelligente dovrebbe essere considerato una delle principali priorità, poiché il settore dei trasporti è responsabile del 25% delle emissioni totali, il secondo dopo il settore dell'approvvigionamento energetico.

Tenendo presente la neutralità carbonica sancita dall'EGD e la visione dell'*European Rail Research Advisory Council* (ERRAC) per il suo raggiungimento, diventa essenziale aumentare la capacità ferroviaria e la resilienza del sistema ferroviario. Sebbene l'impatto ambientale associato al trasporto ferroviario sia sostanzialmente inferiore rispetto ai suoi principali concorrenti, ovvero il trasporto aereo, stradale e marittimo, che ammontano solo allo 0,4% delle emissioni totali di gas serra, il trasporto su strada continua a essere la modalità di trasporto dominante nell'UE, che nel settore merci rappresenta il 75% delle tonnellate-km nette. I vantaggi di investire nel sistema ferroviario, dove il tasso di mortalità è minimo, sono importanti anche in termini di sicurezza. Per questi motivi, le ferrovie si distinguono come una soluzione chiara per realizzare la trasformazione della mobilità sancita dall'EGD.

1.3. Sfide per il settore ferroviario

Per realizzare il suo potenziale come pilastro del trasporto sostenibile, il settore ferroviario deve affrontare diverse sfide chiave, come riportato dall'ERRAC (2024) [1]:

- Massimizzazione della capacità: utilizzo efficiente delle infrastrutture esistenti, migliorandone al contempo la resilienza e l'adattabilità.
- Manutenzione e ammodernamento delle infrastrutture: affrontare l'invecchiamento delle infrastrutture e investire in hub e stazioni multimodali.
- Adattamento ai cambiamenti climatici: costruzione di infrastrutture in grado di resistere a condizioni meteorologiche estreme e ad altri impatti climatici.
- Decarbonizzazione: transizione verso energie rinnovabili e tecnologie di propulsione alternative.
- Inclusività: adattamento dei servizi per soddisfare le esigenze di una popolazione anziana e diversificata.

La ricerca ferroviaria è fondamentale per affrontare queste sfide e raggiungere gli ambiziosi obiettivi fissati dall'UE. Basandosi sui successi di iniziative come l'Impresa Comune Ferroviaria Europea, la *Rail Research and Innovation Agenda* (RRIA) fornisce una tabella di marcia per trasformare il sistema ferroviario in un sistema più sostenibile, flessibile ed economicamente vantaggioso. Questa agenda riflette la visione dell'ERRAC, che sottolinea quattro sfide principali per l'innovazione ferroviaria:

- Prestazioni tecniche del sistema: migliorare la capacità, la flessibilità e l'efficienza dei costi, migliorando al contempo l'affidabilità e l'efficienza operativa.
- Multimodalità: rafforzare il ruolo della ferrovia come fulcro ecologico di un sistema di trasporto integrato che combina perfettamente diverse modalità di viaggio.
- Sostenibilità: sfruttare i vantaggi ambientali della ferrovia per mantenerne la posizione di opzione di trasporto più sostenibile.

transport sector is responsible for 25% of total emissions, the second after the energy supply sector.

Bearing in mind the carbon neutrality stipulated in EGD and the vision of European Rail Research Advisory Council (ERRAC) to achieve it, it becomes essential to increase the rail capacity and the resilience of the rail system. Although the environmental impact associated with the railway transport is substantial lower when compared to its main competitors, namely air, road and maritime transport, totalling only 0.4% of the total greenhouse gas emissions, the road transport continues to be the dominant mode of transport in the EU, which in the freight sector represents 75% of net t-km. Advantages of investing in the railway system, where the fatality rate is minimum, are important also in terms of safety. For these reasons, railways stand out as a clear solution to carry out the mobility shift stipulated by the EGD.

1.3. Challenges for the rail sector

To fulfil its potential as a cornerstone of sustainable transport, the rail sector faces several key challenges, as per ERRAC (2024) [1]:

- *Maximizing capacity: efficiently utilizing existing infrastructure while enhancing its resilience and adaptability.*
- *Infrastructure maintenance and upgrades: addressing aging infrastructure and investing in multimodal hubs and stations.*
- *Climate change adaptation: building infrastructure capable of withstanding extreme weather and other climate-related impacts.*
- *Decarbonization: transitioning to renewable energy and alternative propulsion technologies.*
- *Inclusivity: adapting services to meet the needs of an aging and diverse population.*

Rail research is vital for addressing these challenges and achieving the ambitious targets set by the EU. Building on the successes of initiatives like Europe's Rail Joint Undertaking, the Strategic Rail Research and Innovation Agenda (RRIA) provide a roadmap for transforming rail into a more sustainable, flexible, and cost-effective system. This agenda reflects the vision of ERRAC, which emphasize four primary challenges for rail innovation:

- *System technical performance: enhancing capacity, flexibility, and cost efficiency while improving reliability and operational efficiency.*
- *Multimodality: strengthening rail's role as the green core of an integrated transport system that seamlessly combines multiple modes of travel.*
- *Sustainability: building on rail's environmental advantages to maintain its position as the most sustainable transport option.*
- *Personalized services and inclusivity: offering conve-*

- Servizi personalizzati e inclusività: offrire servizi convenienti e incentrati sul cliente che rispondano alle diverse esigenze individuali.

Per realizzare la sua visione, la ricerca ferroviaria deve dare priorità ad aree tematiche chiave, tra cui digitalizzazione, automazione, efficienza energetica e soluzioni incentrate sui passeggeri. L'innovazione in questi ambiti può liberare il potenziale del settore e consentirgli di soddisfare le esigenze future. L'integrazione di *Artificial Intelligence* (AI), tecnologie dell'*Internet of Things* (IoT) e sistemi di manutenzione predittiva può migliorare ulteriormente le capacità operative del settore ferroviario. La ricerca e l'innovazione in ambito ferroviario sono fondamentali affinché l'Unione Europea raggiunga i suoi obiettivi climatici, economici e di mobilità. Investendo in tecnologie trasformative e promuovendo la collaborazione tra mondo accademico, industria e responsabili politici, l'Europa può posizionare il settore ferroviario come spina dorsale di un sistema di trasporto sostenibile e integrato. Ciò non solo ridurrà l'impatto ambientale, ma migliorerà anche la qualità della vita dei cittadini europei attraverso un quadro di mobilità più efficiente, affidabile e inclusivo.

1.4. Il sistema ferroviario in Europa nel quadro del concetto di Industria 5.0

Il concetto di Industria 5.0, come transizione verso un'industria europea sostenibile, incentrata sulla persona e resiliente [2], funge da ispirazione per il sistema ferroviario europeo e da principio guida per l'identificazione di innovazioni chiave per l'ottimizzazione del sistema. Un sistema ferroviario inclusivo e sostenibile con un elevato livello di personalizzazione del servizio in una prospettiva multimodale può essere raggiunto solo se il sistema ferroviario adotta un approccio incentrato sulla persona, che potrebbe essere definito Sistema Ferroviario 5.0. A tal fine, il Sistema Ferroviario 5.0 deve contribuire a rendere il sistema più attraente per i passeggeri e i clienti del trasporto merci. Un sistema affidabile e sicuro è essenziale per posizionare il sistema ferroviario come spina dorsale della mobilità europea. Inoltre, le innovazioni devono contribuire ad aumentare la capacità del sistema di soddisfare la crescente domanda di un sistema di trasporto sostenibile. Un sistema incentrato sulla persona significa anche che la forza lavoro deve essere posta al centro: il Sistema Ferroviario 5.0 concepisce un quadro per attrarre i talenti necessari per l'ulteriore sviluppo del sistema ferroviario e per aumentare la produttività della forza lavoro. La tecnologia al servizio della forza lavoro, piuttosto che la forza lavoro al servizio della tecnologia, è il fulcro del cambiamento di paradigma da Industria 4.0 a Industria 5.0. Questa implementazione promuove la robustezza e la competitività del settore ferroviario europeo attraverso lo sviluppo di innovazioni chiave per aumentare la sostenibilità del sistema di trasporto merci e passeggeri. Una prima selezione di cluster tecnologici a supporto del concetto di Industria 5.0 include [3]:

- Soluzioni incentrate sull'uomo e tecnologie di interazione uomo-macchina che interconnettono e combinano i punti di forza di esseri umani e macchine.
- Tecnologie bio-ispirate e materiali intelligenti che con-

nient, customer-centric services that address diverse individual needs.

To realize its vision, rail research must prioritize key thematic areas, including digitalization, automation, energy efficiency, and passenger-centric solutions. Innovation in these areas can unlock the sector's potential and enable it to meet future demands. The integration of Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT) technologies, and predictive maintenance systems can further enhance rail's operational capabilities. Rail research and innovation are critical for the European Union to achieve its climate, economic, and mobility goals. By investing in transformative technologies and fostering collaboration between academia, industry, and policymakers, Europe can position rail as the backbone of a sustainable and integrated transport system. This will not only reduce environmental impacts but also enhance the quality of life for European citizens through a more efficient, reliable, and inclusive mobility framework.

1.4. Rail system in Europe within the concept of industry 5.0

The concept of Industry 5.0, as transition to a sustainable, human-centric and resilient European industry [2] serves as inspiration to the European rail system and as guiding principle for the identification of key innovations for the system optimization. An inclusive and sustainable rail system with a high level of service personalization under a multimodal perspective can only be achieved if the rail system adopts a human-centric approach: it could be called Rail System 5.0. To adopt a human-centric approach, Rail System 5.0 must contribute to make the system more attractive for the passengers and freight customers. A reliable and safe system is essential to position the rail system as the backbone of the European mobility. In addition, innovations must contribute to increasing the system capacity to meet the growing demand for a sustainable transport system. A human-centric system also means that the workforce must be placed on the centre. Rail System 5.0 conceives a framework to attract the required talent for the further development of the rail system and to increase workforce productivity: technology working for the workforce rather than workforce working for the technology is the core of the paradigm change from Industry 4.0 to Industry 5.0. This deployment promotes robustness and competitiveness of the European rail industry by developing key innovations to increase the sustainability of the freight and passenger transport system. A first selection of technology clusters supporting the concept of Industry 5.0 include [3]:

- *Human-centric solutions and human-machine interaction technologies that interconnect and combine the strengths of humans and machines.*
- *Bio-inspired technologies and smart materials that allow materials with embedded sensors and enhanced features while being recyclable.*

sentono la realizzazione di materiali con sensori integrati e funzionalità avanzate, pur essendo riciclabili.

- Gemelli digitali e simulazioni in tempo reale per modellare interi sistemi.
- Tecnologie di trasmissione, archiviazione e analisi dei dati sicure dal punto di vista informatico, in grado di gestire l'interoperabilità di dati e sistemi.
- Intelligenza Artificiale, ad esempio per rilevare cause in sistemi complessi e dinamici, fornendo informazioni fruibili.
- Tecnologie per l'efficienza e l'autonomia energetica affidabili, poiché le tecnologie sopra menzionate richiederanno grandi quantità di energia.

1.5. La ricerca esplorativa di *Europe's Rail*, campo per gli studenti di dottorato

In un precedente lavoro [3], gli autori hanno evidenziato approcci e sviluppi per la ricerca di dottorato in ingegneria; in questo caso, l'attenzione è strettamente focalizzata sulla guida alla ricerca degli studenti di dottorato in campo ferroviario, nell'ambito del programma di ricerca esplorativa della *Europe's Rail Joint Undertaking* (ERJU), che funge da base per promuovere innovazioni radicali nel settore ferroviario. Il programma è progettato per esplorare idee allo stato iniziale ma ad alto rendimento potenziale, che possano ridefinire il futuro del trasporto ferroviario, concentrandosi su aree che vanno oltre le priorità immediate dei progetti industriali. Questo programma offre un'opportunità unica per i ricercatori, inclusi dottorandi e accademici all'inizio della carriera, di approfondire concetti creativi e trasformativi, contribuendo al contempo alla visione dell'UE per sistemi ferroviari sostenibili, efficienti e interconnessi. La ricerca esplorativa nell'ambito dell'ERJU si concentra su idee e innovazioni dirompenti che potrebbero richiedere tempo e collaborazione per maturare e tramutarsi in applicazioni pratiche. L'obiettivo è ampliare la portata della ricerca ferroviaria coinvolgendo: università e centri di ricerca, promuovendo la ricerca accademica, le tecnologie innovative, le Piccole e Medie Imprese (PMI) e le *startup*, integrando nuove prospettive e agilità nell'ecosistema della ricerca, *stakeholder* non tradizionali, inclusi ricercatori indipendenti e organizzazioni esterne alla base principale della ERJU. Questi progetti si concentrano sull'impatto a lungo termine, andando oltre le immediate esigenze industriali per affrontare le sfide e le opportunità fondamentali del settore ferroviario.

Gli obiettivi attuali della ricerca esplorativa sono:

- Supportare idee che mettano in discussione le soluzioni convenzionali ed esplorino nuovi paradigmi per il trasporto ferroviario.
- Coinvolgere studenti di dottorato e ricercatori in progetti all'avanguardia, coltivando la prossima generazione di esperti ferroviari.
- Creare e diffondere nuove conoscenze attraverso pubblicazioni, brevetti e prototipi, garantendo benefici a lungo termine per l'UE.
- Aprire la partecipazione a un più ampio spettro di contributori, promuovendo la diversità di idee e competenze.

- *Real-time based digital twins and simulation to model entire systems.*
- *Cyber safe data transmission, storage, and analysis technologies that can handle data and system interoperability.*
- *Artificial Intelligence, e.g. to detect causalities in complex, dynamic systems, leading to actionable intelligence.*
- *Technologies for energy efficiency and trustworthy autonomy as the above-named technologies will require large amounts of energy.*

1.5. *Europe's Rail* exploratory research, field for PhD students

In a previous work [3], the authors have highlighted approaches and development for PhD research in engineering, here the focus of PhDs is strictly focused on guidance to rail research, in the framework of the exploratory research program within the Europe's Rail Joint Undertaking (ERJU), which serves as the foundation for fostering groundbreaking innovations in the rail sector. It is designed to explore high-risk, high-reward ideas that can redefine the future of rail transport, focusing on areas beyond the immediate priorities of industrial projects. This program provides a unique opportunity for researchers, including PhD students and early-career academics, to delve into creative, transformative concepts while contributing to the EU's vision for sustainable, efficient, and interconnected rail systems. Exploratory research under ERJU focuses on early-stage ideas and disruptive innovations that may require time and collaboration to mature into practical applications. It aims to expand the scope of rail research by involving: Universities and research centres, fostering academic inquiry and breakthrough technologies, Small and Medium Enterprises (SME) and startups, integrating fresh perspectives and agility into the research ecosystem, non-traditional stakeholders, including independent researchers and organizations outside EU-Rail's primary membership base. These projects focus on long-term impact, going beyond immediate industrial needs to address foundational challenges and opportunities in the rail sector.

Present objectives of Exploratory Research are:

- *Support ideas that challenge conventional solutions and explore new paradigms for rail transport.*
- *Engage PhD students and researchers in cutting-edge projects, cultivating the next generation of rail experts.*
- *Create and disseminate new knowledge through publications, patents, and prototypes, ensuring long-term benefits for the EU.*
- *Open participation to a broader spectrum of contributors, fostering diversity in ideas and expertise.*

Projects like Academics4Rail and PhDs EU-Rail enable structured collaboration between academia and industry,

Progetti come *Academics4Rail* e *PhDs EU-Rail* consentono una collaborazione strutturata tra mondo accademico e industria, facilitando l'innovazione e le applicazioni pratiche, sebbene la ricerca esplorativa all'interno di ERJU sia limitata in termini di budget rispetto a simili sforzi di ricerca osservati in altre modalità e/o settori. Nonostante il suo potenziale, il quadro manca di budget e portata sufficienti, soprattutto se si considera l'importanza dei contributi accademici e dei progetti allo stato iniziale ma ad alto potenziale rendimento che promuovono l'innovazione. Per sfruttarne appieno l'impatto, è essenziale una maggiore attenzione al finanziamento e all'integrazione delle università e degli attori più piccoli. A tal fine, la Rete di Eccellenza per la Ricerca Ferroviaria Europea (EURNEX) raccomanda di destinare circa il 30% dei finanziamenti totali dell'UE alle istituzioni accademiche. Inoltre, i finanziamenti europei per la ricerca e l'innovazione si estendono oltre *Horizon Europe*, offrendo una vasta gamma di opportunità attraverso vari programmi e iniziative. *Horizon Europe*, il programma di punta dell'UE per la ricerca e l'innovazione, comprende un'ampia gamma di opportunità di finanziamento in vari settori. Sebbene l'ERJU operi nell'ambito di *Horizon Europe*, il suo ruolo unico di Partenariato Pubblico-Privato (PPP) implica che segua regole e processi distinti. Dopo aver affrontato in precedenza le specificità dell'ERJU, le più ampie opportunità di finanziamento di *Horizon Europe*, incentrate su settori al di fuori del suo ambito di competenza.

Horizon Europe, il principale programma di finanziamento dell'UE per la ricerca e l'innovazione, in vigore dal 2021 al 2027 con un bilancio di 95,5 miliardi di EUR, affronta le sfide globali e la competitività industriale, compresi i settori pertinenti alla ricerca ferroviaria. Le opportunità nell'ambito di *Horizon Europe* comprendono le azioni MSCA e il Cluster 5 (Clima, Energia e Mobilità), incentrati sulla transizione verso un'economia verde e a impatto climatico zero. Include bandi per progetti volti a migliorare la mobilità sostenibile e intelligente, in cui i progetti di ricerca ferroviaria possono essere rilevanti. Comprende diverse aree tematiche mirate a obiettivi specifici (Destinazioni). Per quanto riguarda il finanziamento della ricerca ferroviaria, le seguenti destinazioni sono particolarmente pertinenti:

- Destinazione 2: Soluzioni intersettoriali per la transizione climatica.
- Destinazione 4: Uso efficiente, sostenibile e inclusivo dell'energia.
- Destinazione 6: Servizi di trasporto sicuri e resilienti e di mobilità intelligente per passeggeri e merci.

Sebbene queste Destinazioni offrano opportunità per progetti ferroviari, è essenziale riconoscere che le iniziative direttamente legate al settore ferroviario tendono a essere finanziate nell'ambito dell'ERJU. Tuttavia, se la ricerca ferroviaria viene inquadrata nel contesto più ampio della multimodalità, potrebbe essere inclusa in queste Destinazioni. Questo approccio offre anche ai ricercatori di dottorato l'opportunità di trovare progetti collaborativi all'interno della catena di fornitura multimodale. Per sfruttare questo potenziale, è fondamentale identificare e coinvolgere attori non ferroviari all'interno della catena multimodale, come quelli della logistica, del trasporto per vie navigabili e di altri settori e modalità. La collaborazione con questi sta-

facilitating innovation and practical applications, though the exploratory research within ERJU is limited in terms of budget dedication compared to similar research efforts seen in other modes and/or sectors. Despite its potential, the framework lacks sufficient budget and scope, especially when considering the importance of academic contributions and high-risk, high-reward projects that drive innovation. To fully leverage its impact, an increased focus on funding and integration of universities and smaller players is essential. To that end, the European rail Research Network of Excellence (EURNEX), recommends around of 30% of the total EU funding being allocated to academic institutions. Moreover, European funding for research and innovation extends beyond Horizon Europe, offering a diverse range of opportunities through various programs and initiatives. Horizon Europe, the EU's flagship research and innovation program, encompasses a wide array of funding opportunities across various sectors. While the ERJU operates within the Horizon Europe framework, its unique role as a Public-Private Partnership (PPP) means it follows distinct rules and processes. Having addressed ERJU's specificities earlier, the broader Horizon Europe funding opportunities, focusing on those outside the scope of ERJU.

Horizon Europe, the EU's primary funding program for research and innovation, running from 2021 to 2027 with a budget of 95.5 billion EUR, addresses global challenges and industrial competitiveness, including areas pertinent to rail research. Opportunities within Horizon Europe encompass MSCA and Cluster 5 (Climate, Energy, and Mobility) focused on the transition to a climate-neutral and green economy. It includes calls for projects aimed at enhancing sustainable and smart mobility, where rail research projects can be relevant. It encompasses several thematic areas targeting specific objectives (Destinations). For rail research funding, the following Destinations are particularly pertinent:

- *Destination 2: Cross-sectoral solutions for the climate transition.*
- *Destination 4: Efficient, sustainable, and inclusive energy use.*
- *Destination 6: Safe, Resilient Transport and Smart Mobility services for passengers and goods.*

While these Destinations present opportunities for rail projects, it is essential to recognize that initiatives directly tied to rail tend to be funded under the ERJU. However, if rail research is framed within the broader context of multimodality, it could qualify itself for inclusion under these Destinations. This approach also opens opportunities for PhD researchers to find collaborative projects within the multimodal supply chain. To tap into this potential, it is crucial to identify and engage with non-rail actors within the multimodal chain, such as those in logistics, waterborne transport, and other sectors and modes. Collaboration with these stakeholders can lead to innovative, cross-sectoral projects that align with Horizon Europe's broader objectives.

keholder può portare a progetti innovativi e intersettoriali in linea con gli obiettivi più ampi di *Horizon Europe*.

Il *Connecting Europe Facility* (CEF) sostiene reti di trasporto sostenibili, con particolare attenzione ai progetti infrastrutturali ad alto livello di maturità tecnologica (TRL), rendendolo più in linea con le iniziative guidate dalle aziende. Sebbene offra significative opportunità di finanziamento, come il bando da 2,5 miliardi di EUR per i progetti ferroviari TEN-T nel 2024, i tassi di finanziamento e l'enfasi sulle fasi di sviluppo avanzate possono rappresentare una sfida per i ricercatori, in particolare per i dottorandi, nel reperire opportunità dirette.

Oltre ai finanziamenti a livello UE, i singoli Stati membri dell'UE offrono programmi di finanziamento nazionali e regionali a sostegno della ricerca e dell'innovazione in ambito ferroviario. Questi programmi possono essere cofinanziati dai fondi strutturali dell'UE e possono fornire un sostegno sostanziale ai progetti ferroviari. Il coinvolgimento dei punti di contatto nazionali o delle agenzie governative competenti può fornire informazioni sulle opportunità disponibili.

I Fondi Strutturali e di Investimento Europei (SIE) mirano a ridurre le disparità regionali nell'UE e includono finanziamenti per progetti infrastrutturali e di innovazione dei trasporti. I progetti di ricerca ferroviaria in linea con gli obiettivi di sviluppo regionale possono essere ammissibili al sostegno dei Fondi SIE. Il coordinamento con le autorità regionali è essenziale per esplorare queste opportunità.

Inoltre, l'Unione Europea offre diverse *Joint Undertaking* (JU) e Partenariati Co-Programmati che offrono opportunità di finanziamento per la ricerca ferroviaria, concentrandosi su digitalizzazione, sostenibilità e integrazione dei sistemi. Tra le più rilevanti figurano la *Clean Hydrogen Partnership*, che supporta treni e infrastrutture alimentati a idrogeno; la *Batteries Partnership*, che promuove sistemi di batterie per treni elettrici e ibridi; la *Smart Networks and Services* (SNS) *Partnership*, che promuove la connettività tramite 5G/6G per comunicazioni ferroviarie avanzate; e la *Connected, Cooperative, and Automated Mobility* (CCAM), che promuove l'automazione e l'interoperabilità nei sistemi ferroviari. La *Built4People Partnership* si concentra su stazioni e hub ferroviari intelligenti e sostenibili, mentre la *Circular Bio-based Europe Joint Undertaking* (CBE JU) promuove materiali di origine biologica per applicazioni ferroviarie. La *Key Digital Technologies* (KDT) *Joint Undertaking* promuove l'innovazione nei sistemi digitali per il monitoraggio, la manutenzione predittiva e la sicurezza informatica. *Processes4Planet* (P4Planet) supporta processi di produzione a impatto climatico zero rilevanti per la produzione ferroviaria, mentre la *European High-Performance Computing Joint Undertaking* (EuroHPC JU) facilita simulazioni avanzate per l'ottimizzazione della rete ferroviaria. Inoltre, l'impresa comune SESAR 3 sostiene la ricerca sulle soluzioni intermodali treno-aereo, migliorando l'efficienza complessiva del sistema di trasporto.

Il programma di cooperazione europea in scienza e tecnologia (COST) è un meccanismo di finanziamento unico volto a promuovere la ricerca collaborativa e l'innovazione in tutta Europa. Supporta reti di ricercatori, denominate Azioni COST, per facilitare lo scambio di conoscenze, il rafforzamento delle capacità e la ricerca interdisciplinare. Sebbene COST non finanzi direttamente progetti di ricerca

The Connecting Europe Facility (CEF) supports sustainable transport networks, with a focus on high-Technology Readiness Level (TRL) infrastructure projects, making it more aligned with company-led initiatives. While it offers significant funding opportunities, such as the 2.5 billion EUR call for TEN-T rail projects in 2024, the funding rates and emphasis on advanced development stages may present challenges for researchers, particularly PhD candidates, to find direct opportunities.

In addition to EU-level funding, individual EU Member States offer national and regional funding programs that support rail research and innovation. These programs may be co-financed by EU structural funds and can provide substantial support for rail-related projects. Engaging with national contact points or relevant governmental agencies can provide insights into available opportunities.

European Structural and Investment Funds (ESIF) aims to reduce regional disparities across the EU and includes funding for transport infrastructure and innovation projects. Rail research projects that align with regional development goals may be eligible for support under ESIF. Coordination with regional authorities is essential to explore these opportunities.

Moreover, the European Union offers several Joint Undertakings (JUs) and Co-Programmed Partnerships that provide funding opportunities for rail research, focusing on digitalization, sustainability, and system integration. Relevant partnerships include the Clean Hydrogen Partnership, which supports hydrogen-powered trains and infrastructure; the Batteries Partnership, advancing battery systems for electric and hybrid trains; the Smart Networks and Services (SNS) Partnership, fostering connectivity through 5G/6G for advanced rail communications; and the Connected, Cooperative, and Automated Mobility (CCAM) Partnership, promoting automation and interoperability in rail systems. The Built4People Partnership focuses on smart, sustainable railway stations and hubs, while the Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU) promotes bio-based materials for rail applications. The Key Digital Technologies (KDT) Joint Undertaking drives innovation in digital systems for monitoring, predictive maintenance, and cybersecurity. Processes4Planet (P4Planet) supports climate-neutral manufacturing processes relevant to rail production, and the European High-Performance Computing Joint Undertaking (EuroHPC JU) facilitates advanced simulations for rail network optimization. Additionally, SESAR 3 Joint Undertaking supports research on rail-air intermodal solutions, enhancing overall transport system efficiency.

European Cooperation in Science and Technology (COST) Program is a unique funding mechanism aimed at fostering collaborative research and innovation across Europe. It supports networks of researchers, called COST Actions, to facilitate knowledge exchange, capacity building, and interdisciplinary research. While COST does not directly fund research projects or salaries, it provides crucial resources for networking, training, and dissemination

o salari, fornisce risorse cruciali per attività di *networking*, formazione e divulgazione che possono apportare benefici significativi a uno studente di dottorato in cerca di finanziamenti o opportunità di collaborazione.

Infine, il programma *Erasmus+* offre ampie opportunità per gli studenti di dottorato, concentrandosi su istruzione, formazione e ricerca in tutta Europa e oltre. Supporta la mobilità per gli studi di dottorato, consentendo ai dottorandi di condurre ricerche, frequentare corsi di formazione o acquisire esperienza lavorativa presso istituzioni o organizzazioni partner attraverso l'Azione Chiave 1 (KA1). I Dottorati Congiunti Erasmus Mundus (EMJD) interamente finanziati offrono programmi di dottorato strutturati in collaborazione con diverse università, coprendo le spese di iscrizione, viaggio e soggiorno. Attraverso l'Azione Chiave 2 (KA2), il programma promuove la cooperazione tra le organizzazioni, consentendo ai dottorandi di impegnarsi in progetti di ricerca o di rafforzamento delle capacità, spesso coinvolgendo partnership tra mondo accademico e industria. Inoltre, l'Azione Chiave 3 (KA3) sostiene iniziative di sviluppo politico, mentre le Azioni Jean Monnet incoraggiano la ricerca sull'integrazione e la governance europea. *Erasmus+* finanzia anche scambi di breve durata, tirocini e formazione avanzata, coprendo le spese di viaggio e soggiorno. Gli studenti di dottorato possono beneficiare di collaborazioni internazionali, sviluppo delle competenze ed esperienze interdisciplinari che migliorano la carriera, soprattutto in settori come la mobilità sostenibile e l'innovazione digitale.

1.6. Sottosistemi ferroviari

I sottosistemi ferroviari sono gli elementi fondamentali del sistema. Interagiscono tra loro attraverso diverse interfacce e con elementi esterni al sistema ferroviario. La standardizzazione di queste interfacce e l'adozione di strutture dati standardizzate sono essenziali per facilitare l'interazione fluida tra i diversi sottosistemi ferroviari. Tali misure possono anche supportare l'implementazione di un ecosistema ferroviario incentrato sull'uomo, migliorando l'usabilità e l'accessibilità. Gli elementi trasversali hanno un impatto su tutti i sottosistemi, coordinando gli sforzi per armonizzare il futuro sistema ferroviario e implementare efficacemente le innovazioni. L'integrazione di diversi interessi e visioni degli stakeholder ferroviari è fondamentale per il successo del futuro sistema ferroviario europeo. Ciò è in linea con gli obiettivi del *System Pillar of Europe's Rail Joint Undertaking*, che mira a sviluppare un sistema ferroviario unificato e orientato all'utente che supporti l'innovazione e l'interoperabilità in tutta Europa.

I sottosistemi ferroviari sono associati a livelli funzionali tecnici [4]. L'approccio incentrato sull'uomo del Sistema Ferroviario 5.0 si riflette anche nella definizione delle interfacce sociotecniche, incentrate sull'interazione tra aspetti umani e tecnici del sistema ferroviario (Fig. 1).

Le funzioni tecniche sono:

- Gestione del sistema ferroviario, che comprende l'autorizzazione, il monitoraggio e il controllo delle ferrovie e delle operazioni della rete ferroviaria e del suo traffico, comprese le caratteristiche e i principi operativi per gestire la rete e supportare la circolazione dei treni.

activities that can significantly benefit a PhD student seeking funding or collaboration opportunities.

Finally, the Erasmus+ Program offers extensive opportunities for PhD students, focusing on education, training, and research across Europe and beyond. It supports mobility for doctoral studies, allowing PhD candidates to conduct research, attend training, or gain work experience in partner institutions or organizations through Key Action 1 (KA1). Fully funded Erasmus Mundus Joint Doctorates (EMJDs) provide structured doctoral programs in collaboration with multiple universities, covering tuition, travel, and living costs. Through Key Action 2 (KA2) the program fosters cooperation among organizations, enabling PhD students to engage in research or capacity-building projects, often involving academia and industry partnerships. Additionally, Key Action 3 (KA3) supports policy development initiatives, while Jean Monnet Actions encourage research on European integration and governance. Erasmus+ also funds short-term exchanges, internships, and advanced training, covering travel and subsistence costs. PhD students can benefit from international collaboration, skill development, and career-enhancing interdisciplinary experiences, especially in fields like sustainable mobility and digital innovation.

1.6. Rail subsystems

Rail subsystems are the fundamental elements of the system. They interact with each other through various interfaces and with external elements beyond the rail system. The standardization of these interfaces and the adoption of standardized data structures are essential to facilitate seamless interaction between different rail subsystems. Such measures can also support the implementation of a human-centred railway ecosystem, improving usability and accessibility. Transversal elements impact all subsystems, coordinating efforts to harmonize the future rail system and deploy innovations effectively. The integration of diverse interests and visions from rail stakeholders is crucial for the success of the future European rail system. This aligns with the objectives of the System Pillar of Europe's Rail Joint Undertaking, which aims to develop a unified, user-oriented railway system that supports innovation and interoperability across Europe.

The rail subsystems are associated to technical functional layers [4]. The human-centric approach of Rail System 5.0 is also reflected in the definition of the sociotechnical interfaces focusing on the interaction of human and technical aspects of the rail system (Fig. 1).

Technical functions are:

- *Operate railway system, which covers authorisation, monitoring and control of the railways and operations of the railway network and its traffic, including the operational features and principles to operate the network and support operation of trains.*
- *Control & command trains, which enables operating*

- the railway system, including command control of the movements of trains authorised to travel on the network and all train control functions required to ensure safety or automation.*

- *Manage energy, which deals with the basic functions dedicated to energy management, both off and on-board.*

- *Manage communications & physical infrastructure, which contains the basic functions that are managed by the communication & physical infrastructure.*

- *Manage railway fleet & assets, which consolidates all the functions related to technical reliability, availability, maintainability, safety & security of the railway system.*

- *Manage customer services, which captures the business functions managed by the railway system that are visible from the end-users (either train passengers or freight customers).*

- *Manage railway crew, focusing on the coordination of the workforce and the efficient allocation of the resources to guarantee the smooth operation of the different subsystems.*

1.7. Research needs and enablers for Rail System 5.0

Following the needs defined by the System Pillar on harmonizing and coordinating the integration of the rail system, the categories defined in the Standardisation and TSI Input Plan (STIP) will serve as guiding thread for the identifica-



Figure 1 - Graphical representation of the Rail System 5.0.

l'identificazione dei campi di ricerca: *Operational harmonisation, Evolvability and maintainability, Traffic Control and Supervision (CS) and interface to Traffic Management System/Capacity Management System (TMS/CMS), Digital Register Control, Command and Signalling (CCS)/TMS, Automatic Train Operation (ATO) GoA2/3/4, Absolute Safe Train Positioning (ASTP), Full Digital Freight Train Operations (FDFTO), Future Railway Mobile Communication System (FRMCS), Onboard Enhancement, Cybersecurity, Safety management, Performance, Reliability, Availability and Maintainability (PRAM), Diagnosis, monitoring, Connected Driver Advisory System (CDAS), Trackside assets, Field force applications, Digital Twin, Digital asset management, data spaces and models, Driving control, Adhesion management, Energy management and supply, Bridge dynamics, Drones, Alternative propulsion, traction energy, ETCS.*

Questi campi di ricerca includono l'automazione dei sottosistemi ferroviari e dei metodi di manutenzione, la modularità della progettazione, la digitalizzazione e lo sviluppo di moderni sistemi ICT e, ove applicabile, la robotizzazione, come la ricerca sui cobot. Devono essere affrontati anche i possibili problemi ereditati derivanti dall'implementazione di nuovi sistemi. È importante sottolineare che i campi di ricerca guidati dalla digitalizzazione non devono sostituire i campi di ricerca tradizionali. Una descrizione completa delle esigenze di ricerca nei sistemi ferroviari è riportata nel documento EURNEX *Rail system Optimization* [6], che include anche: contatto rotaia-ruota, nuovi materiali, problematiche geotecniche, rumore e vibrazioni.

La ricerca futura dovrebbe essere organizzata attorno all'identificazione e all'ulteriore sviluppo dei fattori abilitanti necessari per il progresso di ciascun campo di ricerca, integrati nel sistema ferroviario per facilitare il passaggio alla convergenza dei sottosistemi e degli approcci all'interno del settore. Gli abilitatori dovrebbero essere selezionati in base alla loro capacità di contribuire al Sistema Ferroviario 5.0, ovvero massimizzando la capacità, l'affidabilità e la sicurezza del sistema ferroviario e minimizzando i costi interni ed esterni. La selezione deve essere effettuata in base al loro contributo ai parametri di ottimizzazione del sistema e alla loro applicazione a ciascuno dei sottosistemi ferroviari e alle relative interfacce. È necessario considerare il loro impatto sulle funzioni tecniche del sistema ferroviario e sulle interfacce sociotecniche.

Dovrebbero essere definiti diversi scenari temporali:

- Visione a breve termine (scenario 2030): basata sull'armonizzazione e l'implementazione di tecnologie attualmente in fase di sviluppo e prossime al mercato con elevato TRL (ad esempio DAC).
- Visione a lungo termine (scenario 2050): basata su innovazioni all'avanguardia con particolare attenzione alla ricerca sperimentale con basso TRL. La ricerca fondamentale deve essere il motore dinamico di questa visione.

La definizione di entrambi gli scenari deve includere una valutazione del livello di maturità previsto delle tecnologie attualmente in fase di sviluppo. Inoltre, le nuove priorità di ricerca devono essere allineate con il lavoro svolto in precedenza.

tion of research fields: Operational harmonisation, Evolvability and maintainability, Traffic Control and Supervision (CS) and interface to Traffic Management System/Capacity Management System (TMS/CMS), Digital Register Control, Command and Signalling (CCS)/TMS, Automatic Train Operation (ATO) GoA2/3/4, Absolute Safe Train Positioning (ASTP), Full Digital Freight Train Operations (FDFTO), Future Railway Mobile Communication System (FRMCS), Onboard Enhancement, Cybersecurity, Safety management, Performance, Reliability, Availability and Maintainability (PRAM), Diagnosis, monitoring, Connected Driver Advisory System (CDAS), Trackside assets, Field force applications, Digital Twin, Digital asset management, data spaces and models, Driving control, Adhesion management, Energy management and supply, Bridge dynamics, Drones, Alternative propulsion, traction energy, ETCS.

These research fields include the automation of rail subsystems and maintenance methods, modularity of design, digitisation, and development of modern ICT systems, and where applicable robotisation, such as research on cobots. Possible legacy problems derived from the deployment of new systems must be also addressed. It is important to highlight that digitalisation-driven research fields must not displace traditional research fields. A full description of research needs in railway systems is described in the EURNEX document Rail system Optimization [6], which includes as well: Rail-wheel contact, New materials, Geotechnical issues, Noise and vibrations.

Future research should be organised around the identification and further development of enablers needed for the progress of each research field, integrated in the rail system to facilitate moving towards the convergence of subsystems and approaches within the sector. The enablers should be selected according to their capacity to contribute to the Rail System 5.0, consisting of maximising capacity, reliability, and safety of the rail system and the minimisation of internal and external costs. The selection must be made based on their contribution on the system optimization parameters and their application on each of the rail subsystems and their interfaces. Their impact on the technical functions of the rail system and the sociotechnical interfaces must be considered.

Different temporal scenarios should be set:

- *Short-term vision (scenario 2030): based on harmonization and deployment of technologies being currently developed and close to market with high TRL (e.g. DAC).*
- *Long-term vision (scenario 2050): based on cutting edge innovations with focus on experimental research with low TRL. Fundamental research must be the dynamizing driver of this vision.*

The definition of both scenarios must include and assessment of the expected readiness of the technologies being currently developed. In addition, the new research priorities must be aligned with the previous work carried out.

2. Panorama della ricerca ferroviaria europea

2.1. Panoramica

Il panorama della ricerca ferroviaria europea è plasmato da iniziative collaborative, quadri strategici e progetti innovativi volti a promuovere la tecnologia e le politiche ferroviarie. Questa sezione delinea le componenti chiave di questo panorama, concentrandosi sulle principali organizzazioni e sugli sforzi collaborativi. Le seguenti associazioni e organismi svolgono ruoli rilevanti.

2.2. European Rail Research Advisory Council

L'*European Rail Research Advisory Council* (ERRAC) è una Piattaforma Tecnologica Europea (ETP) focalizzata sul miglioramento della competitività del settore ferroviario attraverso la ricerca e l'innovazione. In quanto ETP, l'ERRAC è riconosciuto dalla Commissione Europea (CE) come un forum chiave per allineare le priorità della ricerca alle politiche dell'UE e promuovere la collaborazione tra industria e mondo accademico. L'ERRAC definisce e aggiorna l'Agenda Strategica per la Ricerca e l'Innovazione Ferroviaria, affrontando le esigenze a lungo termine in termini di sostenibilità, multimodalità e inclusività. Nell'ambito del quadro dell'ETP, l'ERRAC garantisce che la propria agenda sia in linea con le priorità dell'UE, compresi gli obiettivi per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva.

Il Consiglio coordina gli sforzi per armonizzare le aspirazioni del settore ferroviario con le politiche dell'UE. Ciò implica la collaborazione tra iniziative di ricerca europee, nazionali e private, riflettendo il ruolo dell'ETP nel creare sinergie e migliorare i risultati dell'innovazione. L'ERRAC fornisce una piattaforma per diverse parti interessate, come operatori ferroviari, fornitori, utenti, mondo accademico e governi. Garantisce un processo decisionale aperto e trasparente, un segno distintivo della governance dell'ETP. Promuovere la ricerca e l'innovazione ferroviaria è fondamentale per la missione dell'ERRAC. Contribuisce a programmi europei, come *Horizon Europe*, e collabora con iniziative correlate, ad esempio con altri ETP. In qualità di ETP, l'ERRAC può mobilitare investimenti e risorse della Commissione Europea. Sfide globali, come la decarbonizzazione e la domanda di mobilità connessa, vengono affrontate attraverso l'attenzione dell'ERRAC a soluzioni di trasporto sostenibili e multimodali. Ciò dimostra il suo ruolo nel promuovere obiettivi sia specifici del settore ferroviario che più ampi per la società.

L'ERRAC comunica estensivamente i suoi risultati e le sue strategie, coinvolgendo le parti interessate e promuovendo le innovazioni in occasione di importanti eventi, come le conferenze *Transport Research Arena* (TRA), di cui è rappresentata nel Comitato di Gestione in qualità di organizzatrice, e *InnoTrans*. In qualità di ETP, promuove la collaborazione intersettoriale e il trasferimento di conoscenze per amplificarne l'impatto. La plenaria funge da principale organo decisionale dell'ERRAC, mentre il comitato direttivo si occupa della gestione operativa. Diversi gruppi di lavoro si concentrano su temi quali strategia, progetti e comunicazione. Due gruppi consultivi, che rappresentano il mondo accademico e i rappresentanti degli Stati, forniscono indicazioni e garantiscono l'allineamento con gli obiettivi più ampi dell'ERRAC. La leadership dell'ER-

2. European rail research landscape

2.1. Overview

The European rail research landscape is shaped by collaborative initiatives, strategic frameworks, and innovative projects designed to advance rail technology and policy. This section outlines the key components of this landscape, focusing on major organizations and collaborative efforts. The following associations and bodies play relevant roles.

2.2. European Rail Research Advisory Council

The European Rail Research Advisory Council (ERRAC) is a European Technology Platform (ETP) focused on improving the competitiveness of the rail sector through research and innovation. As an ETP, ERRAC is recognized by the European Commission (EC) as a key forum for aligning research priorities with EU policies and fostering collaboration between industry and academia. ERRAC defines and updates the Strategic Rail Research and Innovation Agenda, addressing long-term needs for sustainability, multimodality, and inclusivity. As part of the ETP framework, ERRAC ensures its agenda aligns with EU priorities, including goals for smart, sustainable, and inclusive growth.

The Council coordinates efforts to harmonize the aspirations of the rail sector with EU policies. This involves collaboration across EU, national, and private research initiatives, reflecting the ETP role of building synergies and enhancing innovation outcomes. ERRAC provides a platform for various stakeholders, such as railway operators, suppliers, users, academia, and governments. It ensures open, transparent decision-making, a hallmark of ETP governance. Promoting rail research and innovation is central to ERRAC's mission. It contributes to European programs, such as Horizon Europe, and works alongside related initiatives, e.g. other ETPs. Being an ETP, ERRAC can mobilize EC investments and resources. Global challenges, such as decarbonization and the demand for connected mobility are addressed through ERRAC's focus on sustainable and multimodal transport solutions. This demonstrates its role in advancing both rail-specific and broader societal goals.

ERRAC communicates its findings and strategies widely, engaging stakeholders and promoting innovations at major events, such as Transport Research Arena (TRA) conferences, to which it is represented in the Management Committee as organizer and InnoTrans. As an ETP, it fosters collaboration across sectors and promotes knowledge transfer to amplify its impact. The plenary serves as ERRAC's main decision-making body, with the steering committee handling operational management. Various working groups focus on topics like strategy, projects, and communication. Two advisory groups, representing academia and state representatives, provide guidance and ensure alignment with ERRAC's broader goals. ERRAC's leadership includes a chairperson and two vice-chairs, who oversee strategic initiatives and represent the council in

RAC comprende un presidente e due vicepresidenti, che supervisionano le iniziative strategiche e rappresentano il consiglio negli impegni esterni. Supportati da una segreteria, garantiscono un coordinamento efficace e la massima trasparenza. Lo status dell'ERRAC come ETP ne accresce la credibilità e l'influenza nel promuovere l'innovazione, affrontare le sfide chiave e rafforzare la competitività globale del settore ferroviario europeo. Il suo allineamento con le politiche dell'UE e la capacità di combinare le diverse posizioni degli *stakeholder* ne fanno un attore centrale nell'evoluzione del trasporto ferroviario e della tecnologia.

2.3. Direzione Generale Mobilità e Trasporti

La Direzione Generale Mobilità e Trasporti (DG MOVE) è un dipartimento della Commissione Europea responsabile dello sviluppo e dell'attuazione delle politiche dell'UE in materia di mobilità e trasporti in tutte le modalità, comprese le ferrovie. La sua missione è garantire una mobilità efficiente, sicura, protetta e rispettosa dell'ambiente in Europa, contribuendo ai più ampi obiettivi economici e sociali dell'UE. La DG MOVE svolge un ruolo fondamentale nella formulazione di politiche che promuovono l'innovazione e la ricerca nel settore ferroviario. Ha svolto un ruolo determinante in iniziative volte a creare uno Spazio Ferroviario Europeo Unico, migliorare l'interoperabilità e migliorare gli standard di sicurezza. Attraverso documenti strategici, come la Strategia per una Mobilità Sostenibile e Intelligente, la DG MOVE delinea la visione dell'UE per il futuro dei trasporti. Questa visione sottolinea l'importanza delle ferrovie nel raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità e digitalizzazione. La DG MOVE supervisiona i programmi di finanziamento, come la *Connecting Europe Facility* (CEF), che finanzia progetti infrastrutturali di trasporto, compresi quelli relativi alle ferrovie. Inoltre, sostiene la ricerca e l'innovazione attraverso partenariati e imprese comuni, come l'Impresa Comune Ferroviaria Europea, basata sulla precedente esperienza dell'Impresa Comune *Shift2Rail*, partenariati pubblico-privati incentrati sulla ricerca e l'innovazione ferroviaria. Queste iniziative accelerano l'integrazione delle nuove tecnologie in soluzioni ferroviarie innovative. La DG MOVE svolge un ruolo centrale nel plasmare il panorama della ricerca e dell'innovazione nelle ferrovie europee. Garantisce che il settore si evolva per affrontare le sfide future e contribuisce agli obiettivi di sostenibilità e mobilità dell'UE.

2.4. Direzione Generale Ricerca e Innovazione

La Direzione Generale per la Ricerca e l'Innovazione (DG RTD) è un dipartimento della Commissione Europea responsabile dello sviluppo e dell'attuazione delle politiche dell'UE in materia di ricerca, scienza e innovazione. La sua missione è promuovere la crescita e la creazione di posti di lavoro affrontando le sfide sociali dell'Europa attraverso iniziative di ricerca e innovazione. La DG RTD svolge un ruolo cruciale nel promuovere la ricerca e l'innovazione nel settore ferroviario europeo. Collabora con altre direzioni, come la Direzione Generale per la Mobilità e i Trasporti (DG MOVE), per sostenere la creazione di uno Spazio Ferroviario Europeo Unico. Attraverso programmi come *Horizon Europe*, la DG RTD fornisce finanziamenti e supporto a progetti di ricerca ferroviaria. Tra questi rientrano ini-

external engagements. Supported by a secretariat, ensures effective coordination and transparency. ERRAC's status as an ETP enhances its credibility and influence in driving innovation, addressing key challenges, and strengthening the global competitiveness of the European rail sector. Its alignment with EU policies and ability to combine diverse stakeholders position make it a central actor in the evolution of rail transport and technology.

2.3. Directorate-General for Mobility and Transport

The Directorate-General for Mobility and Transport (DG MOVE) is a department of the European Commission responsible for developing and implementing EU policies on mobility and transport across all modes, including railways. Its mission is to ensure efficient, safe, secure, and environmentally friendly mobility in Europe, contributing to the EU's broader economic and social objectives. DG MOVE plays a pivotal role in formulating policies that promote innovation and research within the rail sector. It has been instrumental in initiatives aimed at creating a Single European Railway Area, enhancing interoperability, and improving safety standards. Through strategic documents, such as the Sustainable and Smart Mobility Strategy, DG MOVE outlines the EU's vision for the future of transport. This vision emphasizes the importance of railways in achieving sustainability and digitalization goals. DG MOVE oversees funding programs, such as the Connecting Europe Facility (CEF), which finances transport infrastructure projects, including those related to rail. Additionally, it supports research and innovation through partnerships and joint undertakings, such as Europe's Rail Joint Undertaking, based on the previous experience of Shift2Rail Joint Undertaking, public-private partnerships focused on rail research and innovation. These initiatives accelerate the integration of new technologies into innovative rail solutions. DG MOVE plays a central role in shaping the research and innovation landscape of European railways. It ensures that the sector evolves to meet future challenges and contributes to the EU's sustainability and mobility objectives.

2.4. Directorate-General for Research and Innovation

The Directorate-General for Research and Innovation (DG RTD) is a department of the European Commission responsible for developing and implementing EU policies on research, science, and innovation. Its mission is to foster growth and job creation by addressing Europe's societal challenges through research and innovation initiatives. DG RTD plays a crucial role in advancing research and innovation within the European rail sector. It collaborates with other directorates, such as the Directorate-General for Mobility and Transport (DG MOVE), to support the creation of a Single European Railway Area. Through programs like Horizon Europe, DG RTD provides funding and support for rail research projects. This includes initiatives focused on digitalization, automation, and the development of new

ziate incentrate sulla digitalizzazione, l'automazione e lo sviluppo di nuove tecnologie per modernizzare l'infrastruttura ferroviaria europea. La DG RTD contribuisce inoltre a partenariati e imprese comuni, come l'Impresa Comune Ferroviaria Europea, che mira a guidare l'innovazione nel settore ferroviario integrando nuove tecnologie e soluzioni. In sintesi, la DG RTD svolge un ruolo determinante nel plasmare il panorama della ricerca e dell'innovazione delle ferrovie europee, garantendo l'evoluzione del settore per rispondere alle sfide future e allinearsi agli obiettivi più ampi dell'UE in materia di sostenibilità e progresso tecnologico.

2.5. EU-Rail Joint Undertaking

L'*EU-Rail Joint Undertaking* (ERJU) è un partenariato pubblico-privato all'interno dell'Unione Europea, istituito nell'ambito del programma *Horizon Europe*. Succede alla *Shift2Rail Joint Undertaking* e mira a promuovere la ricerca e l'innovazione ferroviaria in tutta Europa. Tra i membri di *EU-Rail* figurano l'Unione Europea, rappresentata dalla Commissione Europea (DG MOVE e DG RTD), e diverse grandi aziende del settore ferroviario. Tra questi membri figurano principalmente grandi *stakeholder* del settore ferroviario, come operatori, gestori delle infrastrutture e fornitori, oltre ad alcuni istituti di ricerca. Il partenariato promuove la collaborazione tra queste entità per affrontare sfide quali la decarbonizzazione, la congestione e la sicurezza. *EU-Rail* opera attraverso un quadro collaborativo che coinvolge i suoi membri, i quali contribuiscono e partecipano a progetti di ricerca e innovazione, allineandosi al contempo all'agenda strategica definita dal Consiglio di Amministrazione. Il partenariato sfrutta i finanziamenti dell'UE e i contributi delle aziende associate per sostenere le sue iniziative, mentre consultazioni e assemblee periodiche garantiscono che tutti i partecipanti siano informati e possano contribuire all'orientamento delle attività di *EU-Rail*. Questo approccio strutturato consente a *EU-Rail* di coordinare efficacemente gli sforzi in tutta Europa, promuovendo l'innovazione e affrontando le sfide in continua evoluzione del settore ferroviario [5]. Sebbene il quadro collaborativo *EU-Rail* abbia notevolmente promosso l'innovazione ferroviaria e favorito l'allineamento in tutta Europa, è fondamentale valutarne l'impatto sulla comunità accademica e di ricerca. Come dottorandi o osservatori accademici, si potrebbe percepire una limitata integrazione di istituti di ricerca e mondo accademico nelle attività di *EU-Rail*. Nonostante la sua governance strutturata e l'attenzione strategica, il quadro sembra basarsi fortemente su programmi guidati dall'industria, spesso a scapito della ricerca esplorativa e di una più ampia inclusione di prospettive provenienti da Piccole e Medie Imprese (PMI) e istituzioni accademiche. L'accesso dei dottorandi a progetti e opportunità all'interno di ERJU implica in genere l'affiliazione a una grande azienda, l'iscrizione a un centro di ricerca con accordi consolidati con i membri di *EU-Rail* o la partecipazione a bandi relativi alla ricerca esplorativa, maggiormente descritti di seguito. Questa dinamica solleva interrogativi sul fatto che il partenariato stia sfruttando appieno il potenziale innovativo offerto dal mondo accademico, in particolare nell'affrontare sfide fondamentali o nell'esplorare nuovi territori nella tecnologia ferroviaria. Inoltre, il predominio delle grandi industrie nella definizione delle priorità potrebbe inavvertitamente restringere la portata di

technologies to modernize Europe's rail infrastructure. DG RTD also contributes to partnerships and joint undertakings, such as the Europe's Rail Joint Undertaking, which aims to drive innovation in the rail sector by integrating new technologies and solutions. In summary, DG RTD is instrumental in shaping the research and innovation landscape of European railways, ensuring the sector evolution to meet future challenges and align with the EU's broader goals of sustainability and technological advancement.

2.5. EU-Rail Joint Undertaking

Europe's Rail Joint Undertaking (ERJU) is a public-private partnership within the European Union, established under the Horizon Europe program. It succeeds the Shift2Rail Joint Undertaking, aiming to advance rail research and innovation across Europe. EU-Rail's membership includes the European Union, represented by the European Commission (DG MOVE e DG RTD), and various large companies from the rail sector. These members include mostly large rail industry stakeholders, such as operators, infrastructure managers and suppliers with a few researchers' institutions. The partnership fosters collaboration among these entities to address challenges, such as decarbonization, congestion, and safety. EU-Rail operates through a collaborative framework involving its members, with members contributing to and participating in research and innovation projects while aligning with the strategic agenda set by the Governing Board. The partnership leverages funding from the EU and contributions from member companies to support its initiatives, and regular consultations and assemblies ensure that all participants are informed and can contribute to the direction of EU-Rail's activities. This structured approach enables EU-Rail to effectively coordinate efforts across Europe, driving innovation and addressing the evolving challenges of the rail sector [5]. While the EU-Rail collaborative framework has significantly advanced rail innovation and fostered alignment across Europe, it is crucial to evaluate its impact on the academic and research community. As a PhD student or academic observer, one might perceive a limited integration of research institutions and academia into EU-Rail's activities. Despite its structured governance and strategic focus, the framework appears to rely heavily on industry-driven agendas, often at the expense of exploratory research and broader inclusion of perspectives from Small and Medium Enterprises (SMEs) and academic institutions. The access of the PhD students to projects and opportunities within ERJU typically involves affiliation with a large company, enrolment in a research centre with established agreements with EU-Rail members, or participation in calls related to Exploratory Research, further explained below. This dynamic raises questions about whether the partnership is fully leveraging the innovative potential that academia can offer, particularly in tackling foundational challenges or exploring new territories in rail technology. Furthermore, the dominance of large industries in setting priorities may inadvertently narrow the scope for truly groundbreaking

idee veramente innovative che tipicamente emergono dagli ambienti accademici. La seguente analisi (Tab. 1) dei vantaggi e degli svantaggi delle Imprese Congiunte fa luce su queste dinamiche, offrendo spunti sui punti di forza dell'approccio di *EU-Rail* e evidenziando le aree in cui una partecipazione più inclusiva ed equilibrata potrebbe migliorarne l'impatto complessivo. Sebbene le *Joint Undertaking* abbiano un grande potenziale per promuovere l'innovazione e raggiungere obiettivi su larga scala, affrontare l'integrazione tra mondo accademico e PMI e promuovere una maggiore inclusività è essenziale per liberare il loro pieno potenziale.

2.6. Unione Internazionale delle Ferrovie

L'Unione Internazionale delle Ferrovie (UIC) è l'associazione professionale mondiale che rappresenta il settore ferroviario e promuove il trasporto ferroviario. Fondata il 17 ottobre 1922, la missione dell'UIC è promuovere il trasporto ferroviario a livello globale, migliorare l'interoperabilità e fungere da organizzazione di definizione degli standard. Sviluppa e facilita la cooperazione internazionale tra i membri del settore ferroviario, condividendo le migliori pratiche e supportando il continuo processo di eccellenza del settore ferroviario come spina dorsale sostenibile per un sistema di trasporto efficiente in termini di risorse, competitivo e intelligente. L'UIC svolge un ruolo fondamentale nel promuovere la ricerca e l'innovazione nel settore ferroviario globale. Attraverso il suo Gruppo di Coordinamento per la Ricerca e l'Innovazione (RICG), l'UIC offre una piattaforma per le parti interessate per collaborare a iniziative di ricerca, facilitando la condivisione di competenze e conoscenze e promuovendo le migliori pratiche nelle attività di ricerca, sviluppo e innovazione. Inoltre, l'UIC ha istituito l'*International Railway Research Board* (IRRB) per fornire una piattaforma globale di ricerca e innovazione per i suoi membri, nonché per enti accademici e di ricerca. L'IRRB si concentra sulla promozione dello sviluppo del settore ferroviario basato sull'innovazione e sostiene lo sviluppo sostenibile dei Centri di Competenza Regionale per la Ricerca e l'Innovazione dell'UIC. L'UIC organizza anche eventi, come il Congresso Mondiale sulla Ricerca Ferroviaria (WCRR), offrendo opportunità di presentare i risultati della ricerca ferroviaria e di entrare in contatto con i principali professionisti del settore ferroviario, i responsabili politici e i rappresentanti delle industrie innovative del trasporto ferroviario a livello mondiale. In sintesi, l'UIC funge da polo centrale per la ricerca e l'innovazione ferroviaria internazionale, promuovendo la collaborazione, la standardizzazione e lo sviluppo di nuove tecnologie per far progredire l'industria ferroviaria globale.

2.7. Unione delle Industrie Ferroviarie Europee

L'Unione delle Industrie Ferroviarie Europee (UNIFE), nota anche come *European Rail Supply Industry Association*, rappresenta le principali aziende europee di fornitura ferroviaria. Fondata nel 1992 e con sede a Bruxelles, UNIFE rappresenta oltre 100 grandi e piccole imprese coinvolte nella progettazione, produzione, manutenzione e ristrutturazione di sistemi, sottosistemi e attrezzature di trasporto ferroviario. Riunisce inoltre associazioni nazionali dell'industria ferroviaria di 12 paesi europei. UNIFE svol-

ideas that typically emerge from academic environments. The following analysis (Tab. 1) of the advantages and disadvantages of Joint Undertakings sheds light on these dynamics, offering insights into the strengths of EU-Rail's approach while highlighting areas where more inclusive and balanced participation could enhance its overall impact. While Joint Undertakings have great potential to advance innovation and achieve large-scale goals, addressing the integration of academia, SMEs, and fostering greater inclusivity is essential for unlocking their full potential.

2.6. International Union of Railways

The International Union of Railways (UIC) is the worldwide professional association representing the railway sector and promoting rail transport. Established on 17 October 1922, UIC's mission is to promote rail transport at a global level, enhance interoperability, and serve as a standard-setting organization. It develops and facilitates international cooperation among railway members, sharing best practices and supporting the railway sector's continuous process of excellence as a sustainable backbone for a resource-efficient, competitive, and intelligent transport system. UIC plays a pivotal role in advancing research and innovation within the global railway sector. Through its Research and Innovation Coordination Group (RICG), UIC provides a platform for stakeholders to collaborate on research initiatives, facilitating skills and knowledge sharing, and promoting best practices in research, development, and innovation activities. Additionally, UIC established the International Railway Research Board (IRRB) to provide a global research and innovation platform for its members, as well as academic and research entities. The IRRB focuses on boosting the railway sector's innovation-driven development and supports the sustainable development of UIC's Research and Innovation Regional Competence Hubs. UIC also organizes events, such as the World Congress on Railway Research (WCRR), offering opportunities to present rail research results and network with leading rail professionals, policymakers, and representatives from innovative rail transportation industries worldwide. In summary, UIC serves as a central hub for international railway research and innovation, fostering collaboration, standardization, and the development of new technologies to advance the global railway industry.

2.7. Union of European Railway Industries

The Union of European Railway Industries (UNIFE), also known as the European Rail Supply Industry Association, represents Europe's leading rail supply companies. Established in 1992 and based in Brussels, UNIFE advocates for over 100 large and small enterprises involved in the design, manufacture, maintenance, and refurbishment of rail transport systems, subsystems, and related equipment. It also brings together national rail industry associations from 12 European countries. UNIFE plays a pivotal role in coordinating the rail industry's efforts in European standardi-

Tabella 1 – Table 1

Vantaggi e svantaggi dell'Europe's Rail Joint Undertaking dal punto di vista accademico
Advantages and Disadvantages of Europe's Rail Joint Undertaking from an academic perspective

Vantaggi <i>Advantages</i>	Svantaggi <i>Disadvantages</i>
Risorse e competenze condivise: mettere in comune risorse, finanziamenti e competenze di partner pubblici e privati migliora la capacità di affrontare sfide complesse. <i>Shared resources and expertise: pooling resources, funding, and expertise from public and private partners enhances the capacity to tackle complex challenges.</i> Stimolo all'innovazione: la collaborazione tra industria, governo e altri stakeholder promuove la ricerca e lo sviluppo all'avanguardia. <i>Innovation boost: collaboration between industry, government, and other stakeholders promotes cutting-edge research and development.</i> Condivisione del rischio: i rischi finanziari e operativi sono distribuiti tra più stakeholder, rendendo realizzabili progetti ambiziosi. <i>Risk sharing: financial and operational risks are distributed among multiple stakeholders, making ambitious projects feasible.</i> Unità di settore: riunendo diversi attori sotto una missione condivisa, le imprese comuni promuovono un senso di coesione e uno scopo collettivo in tutto il settore, favorendo l'allineamento sugli obiettivi a lungo termine. <i>Sector unity: by bringing together diverse players under a shared mission, JUs fosters a sense of cohesion and collective purpose across the sector, driving alignment on long-term goals.</i> Focus strategico: le imprese comuni allineano le attività con obiettivi politici più ampi, garantendo che le iniziative contribuiscano al raggiungimento di obiettivi sociali ed economici. <i>Strategic focus: JU align activities with broader policy objectives, ensuring initiatives contribute to societal and economic goals.</i> Accesso ai finanziamenti: i partecipanti beneficiano di un mix di finanziamenti pubblici (UE) e privati, rendendo spesso i progetti più sostenibili dal punto di vista finanziario. <i>Access to funding: participants benefit from a mix of public (EU) and private funding, often making projects more financially viable.</i> Impatto sul mercato: le imprese comuni possono accelerare la commercializzazione dei risultati della ricerca, aumentando la competitività e la preparazione al mercato. <i>Market Impact: JUs can accelerate the commercialization of research outcomes, boosting competitiveness and market readiness.</i>	Limitata inclusione del mondo accademico e delle PMI: EU-Rail, come altre imprese comuni, ha faticato a integrare pienamente il mondo accademico e le piccole e medie imprese (PMI), limitando potenzialmente prospettive diverse e contributi innovativi. <i>Limited inclusion of academia and SMEs: EU-Rail, like other JUs, has struggled to fully integrate academia and small and medium enterprises (SMEs), potentially limiting diverse perspectives and innovative contributions.</i> Dipendenza dalle grandi industrie: affidarsi alle idee e alle priorità delle grandi industrie può mettere in ombra altri stakeholder e talvolta limitare l'innovazione rivoluzionaria. <i>Dependence on large industries: reliance on the ideas and priorities of large industries can overshadow other stakeholders and sometimes restrict breakthrough innovation.</i> Governance e processi complessi: la gestione di stakeholder diversi spesso comporta ritardi burocratici, notevoli sforzi amministrativi e costi operativi elevati. Stabilire accordi, quadri normativi e ottenere finanziamenti può richiedere molto tempo, ritardando l'avvio del progetto, ulteriormente aggravato da disparità nei contributi, tensioni o squilibri nel potere decisionale. <i>Complex governance and processes: managing diverse stakeholders often leads to bureaucratic delays, significant administrative efforts, and high operational costs. Establishing agreements, frameworks, and securing funding can be time-consuming, delaying project initiation, further compounded by disparities in contributions, tensions or imbalances in decision-making power.</i> Dipendenza dai finanziamenti UE: la forte dipendenza dai finanziamenti pubblici può rendere i progetti vulnerabili a cambiamenti politici o di bilancio. <i>Dependency on EU funding: heavy reliance on public funding may make projects vulnerable to policy or budgetary changes.</i> Copertura geografica: l'attenzione si concentra spesso su regioni con infrastrutture o industrie consolidate, potenzialmente trascurando le aree meno sviluppate. Ciò può portare a benefici diseguali in tutta Europa, limitando l'inclusione di nuovi attori e i contributi delle regioni sottorappresentate. <i>Geographical coverage: the focus is often on regions with established infrastructure or industries, potentially neglecting less developed areas. This can lead to unequal benefits across Europe, limiting the inclusion of new players and contributions from underrepresented regions.</i>

ge un ruolo fondamentale nel coordinamento degli sforzi dell'industria ferroviaria nella standardizzazione e nella regolamentazione tecnica europea, coprendo l'intero sistema ferroviario, inclusi materiale rotabile, segnalamento, infrastrutture ed energia. È riconosciuta dalla Commissione Europea e dall'Agenzia Europea per le Ferrovie come organismo rappresentativo ufficiale dell'industria ferroviaria europea. UNIFE ha avuto un ruolo determinante nella crea-

zation and technical regulation, covering the entire railway system including rolling stock, signalling, infrastructure, and energy. It is recognized by the European Commission and the EU Agency for Railways as the official representative body of the European rail supply industry. UNIFE was instrumental in the establishment of the Shift2Rail research initiative, the first European rail joint undertaking

zione dell'iniziativa di ricerca Shift2Rail, la prima *Joint Undertaking* ferroviaria europea focalizzata sulla promozione dell'innovazione nel settore ferroviario. Continua a sostenere il suo successore, ERJU, che integra tecnologie avanzate in soluzioni ferroviarie innovative. Nel corso degli anni, UNIFE ha coordinato e partecipato a numerosi progetti di ricerca e innovazione finanziati dall'UE. Questi progetti riguardano diversi sottosistemi ferroviari, tra cui materiale rotabile, infrastrutture, segnalamento, energia e trasporto merci, a dimostrazione dell'impegno di UNIFE nel promuovere la tecnologia e l'innovazione ferroviaria. UNIFE promuove l'armonizzazione di standard e normative con i risultati della ricerca europea. Questa standardizzazione migliora la qualità e la competitività dell'industria ferroviaria europea, promuovendo l'innovazione e la collaborazione. Attraverso le sue attività di advocacy e ricerca, UNIFE contribuisce in modo significativo all'efficienza, alla sicurezza e alla sostenibilità del trasporto ferroviario in Europa. I suoi sforzi rafforzano la posizione del settore ferroviario europeo come leader globale nell'innovazione ferroviaria.

2.8. Rete di Eccellenza Europea per la Ricerca Ferroviaria

La Rete di Eccellenza Europea per la Ricerca Ferroviaria (EURNEX) comprende importanti istituti di ricerca e università per promuovere la ricerca ferroviaria. La rete mira a promuovere soluzioni di trasporto ferroviario sostenibile, a collegare il mondo accademico e l'industria e a favorire lo scambio di conoscenze all'interno del settore. EURNEX svolge un ruolo fondamentale nell'allineare la ricerca accademica alle esigenze industriali. Partecipa attivamente a progetti finanziati dall'UE incentrati su infrastrutture ferroviarie, materiale rotabile, automazione, sicurezza ed esperienza dei passeggeri. Facilitando la collaborazione tra ricercatori, stakeholder del settore e responsabili politici, EURNEX garantisce che le innovazioni affrontino le sfide del mondo reale e contribuiscano alla competitività e alla sostenibilità del settore ferroviario europeo.

2.9. European Railway Clusters Initiative

L'*European Railway Clusters Initiative* (ERCI) è una rete di cluster ferroviari, che supporta le Piccole e Medie Imprese (PMI) nello sviluppo di tecnologie innovative per il settore ferroviario. ERCI mette in contatto gli operatori del settore con opportunità di finanziamento e promuove la collaborazione internazionale, promuovendo l'innovazione facilitando i partenariati tra PMI, istituti di ricerca e grandi operatori del settore. È attivamente impegnata in progetti di ricerca finanziati dall'UE, aiutando le PMI a commercializzare nuove tecnologie e ad affrontare sfide come la digitalizzazione, l'efficienza energetica e l'integrazione multimodale. Le iniziative di ERCI garantiscono che le PMI svolgano un ruolo fondamentale nel promuovere l'innovazione ferroviaria.

2.10. Comunità delle Imprese Ferroviarie e Infrastrutturali Europee

La Comunità delle Imprese Ferroviarie e Infrastrutturali Europee (CER) rappresenta gli operatori ferroviari e i

focused on driving innovation in the rail sector. It continues to support its successor, ERJU, which integrates advanced technologies into innovative rail solutions. Over the years, UNIFE has coordinated and participated in numerous EU-funded research and innovation projects. These projects address various railway subsystems including rolling stock, infrastructure, signalling, energy, and freight, showcasing UNIFE's commitment to advancing rail technology and innovation. UNIFE promotes the harmonization of standards and regulations with European research outputs. This standardization improves the quality and competitiveness of the European railway industry, fostering innovation and collaboration. Through its advocacy and research activities, UNIFE significantly contributes to the efficiency, safety, and sustainability of rail transport in Europe. Its efforts strengthen the European rail sector's position as a global leader in rail innovation.

2.8. European Rail Research Network of Excellence

The European Rail Research Network of Excellence (EURNEX) includes leading research institutions and universities to advance railway research. The network aims to promote sustainable rail transport solutions, bridge academia and industry, and foster knowledge exchange across the sector. EURNEX is instrumental in aligning academic research with industrial needs. It actively participates in EU-funded projects focusing on rail infrastructure, rolling stock, automation, safety, and passenger experience. By facilitating collaboration among researchers, industry stakeholders, and policymakers, EURNEX ensures that innovations address real-world challenges and contribute to the competitiveness and sustainability of the European rail sector.

2.9. European Railway Clusters Initiative

The European Railway Clusters Initiative (ERCI) is a network of railway clusters that supports small and medium-sized enterprises (SMEs) in developing innovative technologies for the rail sector. ERCI connects industry players with funding opportunities and fosters international collaboration, promotes innovation by facilitating partnerships between SMEs, research institutions, and larger industry players. It is actively engaged in EU-funded research projects, helping SMEs to commercialize new technologies and address challenges such as digitalization, energy efficiency, and multimodal integration. ERCI's initiatives ensure that SMEs play a vital role in advancing rail innovation.

2.10. Community of European Railway and Infrastructure Companies

The Community of European Railway and Infrastructure Companies (CER) represent Europe's railway operators and infrastructure managers. advocates for policies

gestori delle infrastrutture in Europa. Promuove politiche a sostegno di sistemi ferroviari sostenibili, efficienti e competitivi, con particolare attenzione al trasferimento modale dal trasporto stradale e aereo a quello ferroviario. CER collabora con iniziative di ricerca per promuovere la decarbonizzazione, la trasformazione digitale e l'interoperabilità nei sistemi ferroviari. Supportando progetti finanziati dall'UE, CER garantisce che i risultati della ricerca siano in linea con gli obiettivi del settore e delle politiche. CER facilita inoltre la diffusione di soluzioni innovative che migliorano l'efficienza e la sostenibilità del sistema ferroviario.

2.11. Agenzia dell'Unione Europea per le Ferrovie

L'Agenzia dell'Unione Europea per le Ferrovie (ERA) si concentra sulla garanzia dell'interoperabilità e della sicurezza delle ferrovie europee. Svolge un ruolo chiave nell'armonizzazione degli standard tecnici e nel favorire lo sviluppo di uno Spazio Ferroviario Unico Europeo. L'ERA contribuisce alle iniziative di ricerca definendo priorità in linea con i suoi obiettivi normativi. Collabora strettamente con i consorzi di ricerca per garantire che le nuove tecnologie soddisfino i requisiti di interoperabilità e sicurezza. Il coinvolgimento dell'ERA nei progetti di ricerca accelera l'adozione di soluzioni innovative, mantenendo al contempo elevati standard di sicurezza e operativi nel settore ferroviario.

2.12. Associazione Internazionale dei Trasporti Pubblici

L'Associazione Internazionale dei Trasporti Pubblici (UITP) promuove la mobilità urbana sostenibile, compresi i sistemi di trasporto pubblico su rotaia, rappresenta operatori, autorità e attori del settore coinvolti nelle reti ferroviarie urbane e regionali e sostiene attivamente la ricerca sui sistemi ferroviari urbani, concentrandosi sull'ottimizzazione della capacità, la digitalizzazione, l'efficienza energetica e l'esperienza dei passeggeri. Collaborando con stakeholder accademici e industriali, l'UITP garantisce che i risultati della ricerca rispondano alle esigenze pratiche della mobilità urbana e contribuiscano allo sviluppo sostenibile dei trasporti.

2.13. European Rail Infrastructure Managers

L'European Rail Infrastructure Managers (EIM) rappresenta gli interessi dei gestori delle infrastrutture in tutta Europa e si impegna per infrastrutture ferroviarie sostenibili, efficienti e resilienti, garantendone il libero accesso agli operatori. L'EIM partecipa a iniziative di ricerca volte a migliorare le prestazioni delle infrastrutture, inclusi progetti incentrati sulla manutenzione, la gestione energetica e l'ottimizzazione della capacità. Contribuendo a progetti finanziati dall'UE, l'EIM garantisce che i risultati della ricerca migliorino l'affidabilità e la sostenibilità delle reti ferroviarie europee.

2.14. International Union of Wagon Keepers

L'Unione Internazionale dei Proprietari di Carri (UIP) rappresenta i proprietari di carri merci e promuove l'innovazione nel trasporto merci su rotaia, promuove quadri

that support sustainable, efficient, and competitive rail systems, emphasizing modal shift from road and air transport to rail. CER collaborates with research initiatives to advance decarbonization, digital transformation, and interoperability in rail systems. By supporting EU-funded projects, CER ensures that research outcomes align with industry and policy goals. CER also facilitates the dissemination of innovative solutions that improve rail system efficiency and sustainability.

2.11. European Union Agency for Railways

The European Union Agency for Railways (ERA) focuses on ensuring the interoperability and safety of European railways. It plays a key role in harmonizing technical standards and facilitating the development of a Single European Railway Area. ERA contributes to research initiatives by defining priorities aligned with its regulatory objectives. It works closely with research consortia to ensure that new technologies meet interoperability and safety requirements. ERA's engagement with research projects accelerates the adoption of innovative solutions while maintaining high safety and operational standards in the rail sector.

2.12. International Association of Public Transport

The International Association of Public Transport (UITP) promotes sustainable urban mobility, including rail-based public transport systems, represents operators, authorities, and industry players involved in urban and regional rail networks, actively supports research on urban rail systems, focusing on capacity optimization, digitalization, energy efficiency, and passenger experience. By collaborating with academic and industry stakeholders, UITP ensures that research outputs address the practical needs of urban mobility and contribute to sustainable transport development.

2.13. European Rail Infrastructure Managers

The European Rail Infrastructure Managers (EIM) represents the interests of infrastructure managers across Europe and advocates for sustainable, efficient, and resilient rail infrastructure and ensures open access for operators. EIM participates in research initiatives that enhance infrastructure performance, including projects focused on maintenance, energy management, and capacity optimization. By contributing to EU-funded projects, EIM ensures that research outcomes improve the reliability and sustainability of European rail networks.

2.14. International Union of Wagon Keepers

The International Union of Wagon Keepers (UIP) represents freight wagon keepers and advocates for innovation in rail freight, promotes fair regulatory frameworks and

normativi equi e sostiene la modernizzazione del materiale rotabile merci. L'UIP è coinvolta in progetti volti a migliorare le prestazioni dei carri, potenziare l'interoperabilità e ridurre i costi del ciclo di vita. Partecipando a iniziative finanziate dall'UE, contribuisce a integrare tecnologie avanzate nelle operazioni di trasporto merci, aumentando l'efficienza e la sostenibilità del settore.

2.15. Unione Internazionale per il Trasporto Combinato Strada-Ferrovia

L'Unione Internazionale per il Trasporto Combinato Strada-Ferrovia (UIRR) promuove soluzioni di trasporto intermodale, che combinano il trasporto merci su rotaia e su strada, si impegna a migliorare l'efficienza e la sostenibilità dei sistemi di trasporto combinato e sostiene iniziative di ricerca incentrate sull'ottimizzazione della logistica intermodale, tra cui innovazioni nelle operazioni dei terminal, piattaforme digitali e tracciamento continuo delle merci. Partecipando a progetti finanziati dall'UE, l'UIRR accelera l'adozione di tecnologie che migliorano l'efficienza dei sistemi di trasporto combinato.

2.16. Consiglio consultivo europeo per la ricerca sui trasporti stradali

Il Consiglio consultivo europeo per la ricerca sui trasporti stradali (ERTRAC) mira a promuovere l'innovazione nel trasporto stradale, supportando al contempo l'integrazione dei sistemi stradale e ferroviario e pone l'accento sullo sviluppo di soluzioni di trasporto multimodali e sostenibili. ERTRAC contribuisce alla ricerca in ambito ferroviario promuovendo innovazioni che migliorino la connettività tra i sistemi stradale e ferroviario. Collabora con progetti finanziati dall'UE per sviluppare una logistica integrata e reti di trasporto sostenibili.

2.17. Consiglio consultivo per la ricerca e l'innovazione nel settore aeronautico in Europa

Il Consiglio consultivo per la ricerca e l'innovazione nel settore aeronautico in Europa (ACARE) si concentra sull'innovazione nel settore aeronautico, ma sostiene anche l'integrazione multimodale con il trasporto ferroviario e sottolinea l'importanza di migliorare la connettività tra i sistemi aereo e ferroviario per promuovere una mobilità sostenibile. ACARE contribuisce alla ricerca ferroviaria promuovendo viaggi multimodali senza interruzioni, in particolare presso gli hub di trasporto. Partecipa a iniziative di ricerca per garantire l'interoperabilità tra i sistemi aereo e ferroviario, migliorando l'esperienza dei passeggeri e riducendo l'impatto ambientale.

2.18. Piattaforma tecnologica WATERBORNE

La piattaforma tecnologica WATERBORNE promuove la ricerca sull'integrazione dei sistemi di trasporto marittimo e ferroviario. Supporta soluzioni intermodali per migliorare l'efficienza e la sostenibilità nella logistica delle merci. WATERBORNE collabora a progetti che sviluppino tecnologie per il trasporto intermodale, concentrandosi sul trasferimento senza soluzione di continuità delle merci tra

supports the modernization of freight rolling stock. UIP is involved in projects aimed at improving wagon performance, enhancing interoperability, and reducing lifecycle costs. By participating in EU-funded initiatives, it helps integrate advanced technologies into freight operations, boosting efficiency and sustainability in the sector.

2.15. International Union for Road-Rail Combined Transport

The International Union for Road-Rail Combined Transport (UIRR) promotes intermodal transport solutions that combine rail and road freight, works to improve the efficiency and sustainability of combined transport systems, supports research initiatives focused on optimizing intermodal logistics, including innovations in terminal operations, digital platforms, and seamless cargo tracking. By engaging in EU-funded projects, UIRR accelerates the adoption of technologies that enhance the efficiency of combined transport systems.

2.16. European Road Transport Research Advisory Council

The European Road Transport Research Advisory Council (ERTRAC) aims to drive innovation in road transport while supporting the integration of road and rail systems and emphasizes the development of multimodal and sustainable transport solutions. ERTRAC contributes to rail-related research by fostering innovations that improve connectivity between road and rail systems. It collaborates with EU-funded projects to develop integrated logistics and sustainable transport networks.

2.17. Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe

The Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe (ACARE) focuses on innovation in aviation but also supports multimodal integration with rail transport and emphasizes improving connectivity between air and rail systems to enhance sustainable mobility. ACARE contributes to rail research by promoting seamless multimodal travel, particularly at transport hubs. It engages with research initiatives to ensure interoperability between air and rail systems, improving passenger experience and reducing environmental impact.

2.18. WATERBORNE Technology Platform

The WATERBORNE Technology Platform promotes research into integrating maritime and rail transport systems. It supports intermodal solutions to improve efficiency and sustainability in freight logistics. WATERBORNE collaborates on projects that develop technologies for intermodal transport, focusing on the seamless transfer of goods between rail and maritime systems. Its research ef-

i sistemi ferroviario e marittimo. I suoi sforzi di ricerca riducono le emissioni e migliorano la competitività delle soluzioni di trasporto integrate.

2.19. Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe

L'Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe (ALICE) sostiene la ricerca sull'innovazione della supply chain e sull'efficienza logistica, ponendo l'accento sull'integrazione tra ferrovia e altre modalità di trasporto, e svolge un ruolo significativo nella ricerca in ambito ferroviario promuovendo la digitalizzazione e l'innovazione nella logistica. Collabora a progetti che migliorano i sistemi di trasporto merci multimodali, garantendo transizioni fluide tra ferrovia e altre modalità di trasporto.

2.20. Conferenza dei Direttori Europei delle Strade

La Conferenza dei Direttori Europei delle Strade (CEDR) collabora con le piattaforme di ricerca ferroviaria per sviluppare reti di trasporto integrate e sostiene progetti che migliorano la connettività tra i sistemi stradali. Il CEDR è impegnato in iniziative di ricerca per migliorare il trasporto intermodale e ridurre l'impatto ambientale dei sistemi stradali. I suoi contributi garantiscono lo sviluppo di soluzioni logistiche sostenibili ed efficienti.

2.21. Piattaforma Tecnologica Europea per le Costruzioni

La Piattaforma Tecnologica Europea per le Costruzioni (ECTP) si concentra sull'innovazione nel settore delle costruzioni, comprese le infrastrutture ferroviarie, e pone l'accento su materiali sostenibili e metodi di costruzione avanzati per migliorare la durabilità dei sistemi di trasporto. L'ECTP collabora a progetti di ricerca che affrontano le sfide nella costruzione e manutenzione delle infrastrutture ferroviarie. Supporta innovazioni che migliorano l'efficienza, la sostenibilità e la resilienza delle reti ferroviarie.

3. Competenze e corsi consigliati

3.1. Corsi di base per studenti di dottorato in ingegneria ferroviaria

Per conseguire un dottorato di ricerca in ingegneria ferroviaria è necessario padroneggiare un'ampia gamma di discipline che abbracciano aspetti tecnici e gestionali dei sistemi ferroviari. Poiché le ferrovie continuano a svolgere un ruolo cruciale nel trasporto globale, i dottorandi devono essere preparati ad affrontare le sfide in continua evoluzione di questo settore. Inoltre, i dottorandi devono comprendere a fondo gli aspetti teorici e pratici delle ferrovie, che combinano discipline come ingegneria, economia, analisi dei sistemi e sostenibilità. Un corso di dottorato in ambito ferroviario mira a fornire ai candidati una comprensione completa dei principi fondamentali e delle tecnologie emergenti nei sistemi ferroviari. I programmi dovrebbero fornire agli studenti le competenze e le conoscenze necessarie per affrontare le diverse e complesse sfide che le ferrovie moderne si trovano ad affrontare. Le principali aree di studio includono tipicamente l'ingegneria dei sistemi ferroviari, l'econo-

forts reduce emissions and enhance the competitiveness of integrated transport solutions.

2.19. Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe

The Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe (ALICE) supports research on supply chain innovation and logistics efficiency, emphasizing integration between rail and other modes of transport, plays a significant role in rail-related research by fostering digitalization and innovation in logistics. It collaborates on projects that enhance multimodal freight systems, ensuring seamless transitions between rail and other transport modes.

2.20. Conference of European Directors of Roads

The Conference of European Directors of Roads (CEDR) collaborates with rail research platforms to develop integrated transport networks and supports projects that improve connectivity between road systems. CEDR engages in research initiatives to enhance intermodal transport and reduce the environmental impact of road systems. Its contributions ensure the development of sustainable and efficient logistics solutions.

2.21. European Construction Technology Platform

The European Construction Technology Platform (ECTP) focuses on innovation in construction, including rail infrastructure, emphasizes sustainable materials and advanced construction methods to enhance the durability of the transport systems. ECTP collaborates on research projects that address challenges in rail infrastructure construction and maintenance. It supports innovations that improve efficiency, sustainability, and resilience in railway networks.

3. Recommended competencies and coursework

3.1. Core courses for rail PhD candidates

Pursuing a PhD in railway engineering involves mastering a wide range of disciplines that span both the technical and managerial aspects of railway systems. As railways continue to play a critical role in global transport, PhD candidates must be prepared to address the evolving challenges in this sector. Moreover, PhD candidates are expected to thoroughly understand the theoretical and practical aspects of railways, which combine disciplines such as engineering, economics, systems analysis, and sustainability. A coursework for a PhD in railway domain aims to provide candidates with a comprehensive understanding of foundational principles and emerging technologies in railway systems. The programs should equip students with the skills and knowledge to tackle the diverse and complex

mia e le politiche dei trasporti, i sistemi di segnalamento e controllo, le infrastrutture, l'interazione fra infrastruttura e veicoli, la pianificazione e la gestione del traffico, nonché argomenti interdisciplinari come la gestione dell'energia, la sostenibilità, l'intelligenza artificiale e l'automazione. Tuttavia, i temi specifici e la selezione dei corsi possono variare, riflettendo le diverse esigenze e gli interessi dei singoli studenti e i requisiti specifici dei loro progetti di ricerca.

3.2. Ingegneria dei sistemi ferroviari

I corsi di ingegneria dei sistemi ferroviari possono essere preziosi per chi intraprende una carriera in questo settore, in quanto forniscono una comprensione completa dell'integrazione dei componenti ferroviari. Tali corsi possono concentrarsi sulla progettazione, il funzionamento e l'ottimizzazione delle ferrovie per garantire un'interazione efficace tra treni, infrastruttura e gestione, con particolare attenzione alla sicurezza e all'efficienza. Promuovendo il pensiero sistemico, gli studenti potrebbero anche essere incoraggiati a considerare la ferrovia come un sistema, consentendo loro di gestire le interdipendenze tra sottosistemi come binari, treni ed esercizio. Un argomento chiave può riguardare la sicurezza e l'affidabilità, guidando gli studenti all'applicazione delle tecniche di gestione della sicurezza per mitigare i rischi e progettare sistemi robusti che assicurino comunque le prestazioni. Il corso potrebbe anche includere la valutazione delle prestazioni del sistema utilizzando parametri come capacità, velocità e sostenibilità, insieme a metodi per ottimizzare il traffico, ridurre i ritardi e migliorare l'allocazione delle risorse. Potrebbe essere inclusa un'esperienza pratica nella modellazione e simulazione di sistemi ferroviari, utilizzando strumenti computazionali per testare scenari e perfezionare i progetti. Inoltre, i corsi potrebbero riguardare la progettazione e la gestione delle infrastrutture ferroviarie, considerando i fattori geografici, economici e operativi che influenzano le decisioni. Poiché i sistemi ferroviari si integrano sempre di più con altre modalità di trasporto, potrebbero essere affrontati i temi dell'interoperabilità e della sostenibilità, fornendo agli studenti le conoscenze necessarie per progettare sistemi efficienti dal punto di vista energetico, che supportino una mobilità sostenibile, per preparare i partecipanti ad affrontare sfide complesse e a promuovere l'innovazione nel settore ferroviario.

3.3. Materiale rotabile e sistemi elettrici

I corsi di meccanica del materiale rotabile e sistemi elettrici possono fornire conoscenze essenziali per lo sviluppo e la ricerca sui veicoli ferroviari e sulla loro interazione con i binari e i sistemi di elettrificazione. La componente meccanica può includere la progettazione di componenti e sottosistemi dei veicoli ferroviari, la comprensione dei principi alla base del loro funzionamento e i test meccanici. Può coprire la fisica del movimento dei veicoli ferroviari, la geometria del contatto ruota/rotaia, i sistemi di sospensione e la sicurezza in caso di deragliamento, con particolare attenzione alla teoria alla base dei metodi di analisi, dei test e della conformità agli standard. Gli studenti possono anche esplorare materiali e tecnologie meccaniche volte a migliorare l'affidabilità dei veicoli e ridurre i costi di manutenzione, nonché componenti di sospensioni attive, sensori

challenges faced by modern railways. Core areas of study typically include railway systems engineering, transport economics and policy, signal and control systems, infrastructure, track and vehicle mechanics, traffic planning and management, as well as cross-disciplinary topics like energy management, sustainability, artificial intelligence, and automation. However, the specific focus and course selection may vary, reflecting the diverse needs and interests of individual students and the unique requirements of their research projects.

3.2. Railway systems engineering

Courses in railway systems engineering can be valuable for those pursuing a career in railways engineering, as it provides a comprehensive understanding of how railway components integrate. Such courses might focus on the design, operation, and optimisation of railways to ensure seamless interaction between trains, infrastructure, and operation, with an emphasis on safety and efficiency. By promoting systems-level thinking, students could also be encouraged to view the railway as a system, enabling them to manage interdependencies between subsystems like track, train, and operation. A key focus could be on safety and reliability, teaching students how to apply safety management techniques to mitigate risks and design robust systems that maintain performance despite challenges. The course might also include evaluating system performance using metrics like capacity, speed, and sustainability, along with methods for optimising traffic flow, reducing delays, and improving resource allocation. Practical experience in modelling and simulating railway systems could be included, using computational tools to test scenarios and refine designs. Additionally, the courses might cover the design and management of railway infrastructure, considering geographic, economic, and operational factors influencing decisions. As rail systems increasingly integrate with other transport modes, could be addressed interoperability and sustainability, equipping students with knowledge to design energy-efficient systems that support sustainable mobility to prepare participants to tackle complex challenges and drive innovation in the railway sector.

3.3. Rolling stock and electric systems

Courses in rolling stock mechanics and electric systems can provide essential knowledge for the development and research of rail vehicles and their interaction with tracks and electrification systems. The mechanics component might include the design of rail vehicle parts and subsystems, understanding the principles behind their operation, and mechanical testing. It could cover the physics and mechanics of rail vehicle movement, including wheel/rail contact geometry, suspension systems, and derailment safety, emphasising the theory behind analysis methods, testing, and compliance with standards. Students might also explore materials and mechanical technologies aimed at improving vehicle reliability and reducing maintenance

e sistemi intelligenti. La parte del corso dedicata ai sistemi elettrici si concentrerebbe sull'utilizzo di fonti di energia rinnovabili per il trasporto ferroviario. Gli argomenti possono includere gli azionamenti elettrici, i motori di trazione e l'elettronica di potenza, assieme a sistemi di controllo e agli algoritmi adattivi per l'efficienza energetica e l'ottimizzazione dell'aderenza. Gli studenti possono studiare la gestione e la distribuzione dell'energia, l'integrazione delle energie rinnovabili e le tecnologie per l'efficienza energetica. I corsi possono anche riguardare la progettazione, la pianificazione e l'implementazione di materiale rotabile multi- o dual-energy per soddisfare diverse esigenze operative. Integrando questi aspetti meccanici ed elettrici gli studenti saranno in grado di contribuire allo sviluppo di veicoli ferroviari avanzati, efficienti e sostenibili.

3.4. Infrastruttura e meccanica del binario

I corsi sulle infrastrutture ferroviarie e i binari possono offrire una visione d'insieme, concentrandosi sulla progettazione, sui materiali, sulla dinamica e sulla manutenzione dei binari. Possono essere esplorati il modo in cui i carichi dei treni influenzano le prestazioni e la longevità dei binari, nonché le strategie per ottimizzare le interazioni binario-veicolo. Possono essere inclusi anche argomenti come l'analisi delle sollecitazioni, i materiali avanzati e le tecnologie emergenti per migliorare la durabilità delle infrastrutture. Combinando conoscenze teoriche con applicazioni pratiche, questi corsi possono preparare gli studenti nel campo dello sviluppo e della manutenzione di infrastrutture ferroviarie sicure, affidabili ed economiche.

3.5. Sistemi di segnalamento e controllo della circolazione

I corsi sui sistemi di segnalamento e controllo possono fornire conoscenze teoriche e competenze pratiche nel settore. Gli argomenti possono includere tecnologie e metodologie per l'esercizio sicuro ed efficiente, il segnalamento tradizionale e digitale, i sistemi di controllo dei treni e la marcia automatica. Gli studenti possono imparare a progettare, valutare e ottimizzare i sistemi di segnalamento, integrandoli con la configurazione dei binari, la gestione del traffico e le infrastrutture di comunicazione. Tali corsi possono aiutare i partecipanti a sviluppare le competenze tecniche e analitiche necessarie per il miglioramento delle prestazioni del segnalamento ferroviario e per contribuire a migliorare sicurezza, efficienza e sostenibilità.

3.6. Programmazione e gestione della circolazione

I corsi di pianificazione e gestione del traffico possono concentrarsi sull'ottimizzazione del coordinamento, della programmazione e dell'esercizio della rete ferroviaria. Gli argomenti possono includere la pianificazione degli orari, l'analisi della capacità, l'allocazione delle risorse e le strategie per la gestione di interruzioni, ritardi o incidenti. Il corso può anche esplorare strumenti avanzati di simulazione e ottimizzazione per migliorare l'efficienza operativa. Gli studenti possono studiare come bilanciare la domanda di passeggeri e merci, ridurre al minimo i conflitti negli orari e utilizzare sistemi di gestione adattiva del traffico. Tali

costs, as well as active suspension components, sensors, and intelligent systems. The electric systems portion of the course would focus on electricity's role in enabling cleaner energy sources for rail transport. Topics might include electric drives, traction motors, and power electronics, alongside control systems and adaptive algorithms for energy efficiency and adhesion optimization. Students could study energy management and distribution, including renewable energy integration and energy-efficient technologies. The courses might also cover the design, planning, and deployment of multiple or dual energy rolling stock to meet diverse operational needs. By integrating these mechanical and electrical aspects would prepare students to contribute to the development of advanced, efficient, and sustainable rail vehicles.

3.4. Infrastructure and track mechanics

Courses in infrastructure and track mechanics might offer a comprehensive understanding of railway infrastructure, focusing on track design, materials, dynamics, and maintenance. It could be explored how train loads affect track performance and longevity, as well as strategies for optimizing track-vehicle interactions. Topics such as stress analysis, advanced materials, and emerging technologies for improving infrastructure durability may also be included. By combining theoretical knowledge with practical applications, these courses could prepare students in the field of development and maintenance of safe, reliable, and cost-effective railway infrastructure.

3.5. Signal and control systems

Courses in signalling and control systems could provide both theoretical knowledge and practical skills in the field. Topics might include technologies and methodologies for ensuring safe and efficient operations, such as traditional and digital signalling, train control systems, and autonomous operations. Students could learn to design, evaluate, and optimise signalling systems, integrating them with track layout, traffic management, and communications infrastructure. Such courses would help participants develop technical and analytical skills needed to address challenges in railway signalling and contribute to advancing safety, efficiency, and sustainability.

3.6. Traffic planning and management

Courses in traffic planning and management could focus on optimizing railway network coordination, scheduling, and operation. Topics might include timetable planning, capacity analysis, resource allocation, and strategies for managing disruptions such as delays or accidents. The course may also explore advanced simulation and optimization tools for improving operational efficiency. Students could study how to balance passenger and freight demands, minimize conflicts in timetables, and employ adaptive traf-

corsi possono fornire ai candidati le competenze per gestire reti complesse e migliorare l'efficienza e la sostenibilità ferroviaria.

3.7. Economia e politica dei trasporti

I corsi di economia e politica dei trasporti possono fornire approfondimenti sugli aspetti economici e politici del trasporto ferroviario. Possono esplorare come i principi economici si applicano al settore ferroviario, coprendo argomenti come la determinazione dei prezzi, le previsioni della domanda, la struttura del mercato e gli impatti socio-economici. Possono essere inclusi anche il ruolo del governo, i quadri normativi, i partenariati pubblico-privato e gli strumenti politici per migliorare le prestazioni, la sostenibilità e l'accessibilità delle ferrovie. Combinando la teoria economica con casi di studio pratici, questi corsi possono aiutare gli studenti a comprendere come le politiche influenzano le operazioni e le strategie ferroviarie. I partecipanti possono acquisire competenze in analisi di mercato, previsioni della domanda, valutazione degli investimenti e valutazione degli impatti economici e ambientali delle decisioni politiche.

3.8. Argomenti trasversali alla ferrovia: gestione dell'energia, sostenibilità, intelligenze artificiali e automazione

Corsi su argomenti trasversali al settore ferroviario, come la gestione energetica, la sostenibilità, l'intelligenza artificiale e l'automazione possono fornire un approccio interdisciplinare alle sfide ferroviarie moderne. Possono esplorare pratiche di efficienza energetica, integrazione delle energie rinnovabili e strategie di sostenibilità. Gli argomenti possono includere l'utilizzo dell'apprendimento automatico e dell'intelligenza artificiale per il processo decisionale, l'automazione dei processi e la manutenzione predittiva. Anche le tecnologie di automazione, come i treni autonomi e i sistemi di controllo del traffico, possono rappresentare un focus chiave. Affrontando questi argomenti, i corsi possono preparare gli studenti a progettare e gestire sistemi ferroviari efficienti dal punto di vista energetico, sostenibili e intelligenti, fornendo loro gli strumenti per guidare l'innovazione in un settore ferroviario in continua evoluzione.

3.9. Soft skills

All'inizio di un dottorato di ricerca ferroviario, potrebbe essere utile, oltre ai corsi classici, che gli studenti scelgano le cosiddette *soft skills*. Gli studi di dottorato di solito raccomandano almeno un corso sulle *soft skills*. Gli argomenti più frequenti sono: 1) Lingua inglese per la ricerca ferroviaria, 2) Presentazioni video, 3) Discorsi in pubblico, 4) Prevenzione dei conflitti, 5) Gestione del tempo, 6) Adattamento agli insuccessi, resistenza mentale allo stress e tecniche per supportarla, ecc. Questi corsi possono preparare gli studenti di dottorato alla partecipazione attiva nella società, in particolare nel processo di diffusione della loro ricerca.

3.10. Competenze e conoscenze tecniche

fic management systems. Such courses would equip candidates with the skills to manage complex networks and improve railway efficiency and sustainability.

3.7. Transport economics and policy

Courses in transport economics and policy for a railway PhD program can provide insights into the economic and policy aspects of rail transport. It might explore how economic principles apply to the rail sector, covering topics such as pricing, demand forecasting, market structure, and socioeconomic impacts. The role of government, regulatory frameworks, public-private partnerships, and policy tools to improve railway performance, sustainability, and accessibility may also be included. By combining economic theory with practical case studies, such courses can help students understand how policies shape rail operations and strategies. Participants might gain skills in market analysis, demand forecasting, investment appraisal, and assessing the economic and environmental impacts of policy decisions.

3.8. Railway transversal: energy management, sustainability, artificial intelligence, automation

Courses in transversal topics of railway domain like energy management, sustainability, artificial intelligence and automation might provide an interdisciplinary approach to modern railway challenges. It could explore energy-efficient practices, renewable energy integration, and sustainability strategies. Topics might include using machine learning and artificial intelligence for decision-making, process automation and predictive maintenance. Automation technologies, such as autonomous trains and traffic control systems, could also be a key focus. By addressing these areas, the courses would prepare students to design and manage energy-efficient, sustainable, and smart railway systems, equipping them with tools to lead innovation in the evolving rail industry.

3.9. Soft skills

When starting a PhD study, could be useful, besides classical courses that PhD students pick so-called soft skills. PhD studies usually recommend that PhD students take at least one soft skills course. The most frequent topics are: 1) English language for PhD students, 2) Video-presentations, 3) Public speech, 4) Conflict avoidance, 5) Time management 6) Adaptation to failures and mental resistance against stress and training of techniques to support it, etc. These courses can prepare PhD students for active participation in society, especially in the dissemination process of their research.

3.10. Technical skills and knowledge

PhD candidates in railway transport are expected to develop a broad and advanced set of technical skills that

Gli studenti di dottorati di ricerca sul trasporto ferroviario dovranno sviluppare un ampio e avanzato insieme di competenze tecniche che consentano loro di affrontare le sfide tradizionali ed emergenti del settore ferroviario. Queste competenze sono fondamentali per condurre ricerche di alto livello, individuare nuove soluzioni e risolvere i complessi problemi del settore ferroviario. Le competenze tecniche raccomandate abbracciano un'ampia gamma di discipline, dall'analisi dei dati e la modellazione predittiva all'automazione, alla gestione energetica e all'integrazione dell'intelligenza artificiale. Queste competenze sono fondamentali per affrontare le complessità dei moderni sistemi ferroviari e contribuire all'innovazione e all'ottimizzazione delle reti di trasporto ferroviario. Padroneggiando queste competenze tecniche, i dottorandi saranno ben preparati a guidare le attività di ricerca e sviluppo che migliorano globalmente l'efficienza, la sicurezza e la sostenibilità del settore ferroviario. Alcune delle principali competenze e conoscenze tecniche raccomandate per i dottorandi in trasporto ferroviario sono elencate di seguito:

- **Modellazione e simulazione:** competenza in strumenti come MATLAB, Simulink e AnyLogic, utilizzati per modellare sistemi ferroviari complessi e analizzarne le prestazioni; l'importanza dell'economicità nei progetti ferroviari suggerisce di integrare gli aspetti economici nelle simulazioni per migliorarne ulteriormente l'applicabilità.
- **Analisi dei dati e programmazione:** competenze in linguaggi di programmazione come Python, C++, R, ecc. sono essenziali per l'elaborazione di grandi set di dati, l'esecuzione di analisi statistiche e l'implementazione di algoritmi di apprendimento automatico; una solida conoscenza delle tecniche di modellazione statistica è particolarmente preziosa per analizzare le tendenze, fare previsioni e ottimizzare l'esercizio ferroviario.
- **Analisi agli elementi finiti:** la comprensione e l'utilizzo di strumenti come ANSYS o Abaqus consente di simulare il comportamento meccanico dell'infrastruttura ferroviaria in diverse condizioni di carico.
- **Teoria della circolazione:** la conoscenza dei modelli di traffico, dell'analisi della congestione e degli algoritmi di ottimizzazione, in particolare per i sistemi ferroviari con reti complesse e molteplici vincoli, l'integrazione di metriche di efficienza economica nelle analisi del flusso di traffico possono fornire spunti per una gestione della rete economicamente vantaggiosa.
- **Ingegneria dei sistemi di controllo:** la competenza nella teoria del controllo, inclusi circuiti di retroazione e controllo, può supportare la progettazione e l'ottimizzazione dei sistemi di controllo dei treni e garantire la circolazione sicura ed efficiente.
- **Intelligenza artificiale e apprendimento automatico:** competenze nell'applicazione di tecniche di intelligenza artificiale, ad esempio per la manutenzione predittiva, il rilevamento dei guasti e l'ottimizzazione delle operazioni ferroviarie possono tenere conto delle prestazioni operative e delle implicazioni sui costi e possono migliorare significativamente il processo decisionale.
- **Sistemi Informativi Geografici:** la competenza nell'utilizzo di software GIS per l'analisi spaziale e la mappa-

will enable them to address both traditional and emerging challenges in the rail industry. These skills are crucial for conducting high-level research, innovating new solutions, and solving the railway sector's complex problems. The recommended technical skills span a wide range of disciplines, from data analysis and predictive modelling to automation, energy management, and artificial intelligence integration. These skills are critical for addressing the complexities of modern railway systems and contributing to the innovation and optimisation of rail transport networks. By mastering these technical competencies, PhD candidates will be well-equipped to lead research and development efforts that enhance the efficiency, safety, and sustainability of the global railway industry. Some of the key technical skills and knowledge recommended for PhD candidates in railway transport are listed below:

- *Modelling and simulation: proficiency in tools, such as MATLAB, Simulink and AnyLogic, which are used to model complex railway systems and analyse system performance support the importance of cost-effectiveness in railway projects: integrating economic aspects into simulations could further enhance their applicability.*
- *Data analysis and programming: skills in programming languages such as Python, C++, R, etc. are essential for processing large datasets, conducting statistical analysis, and implementing machine learning algorithms; robust understandings of statistical modelling techniques is especially valuable for analysing trends, making predictions, and optimising railway operations.*
- *Finite Elements Analysis (FEA): understanding and using tools like ANSYS or Abaqus would allow at simulating the mechanical behaviour of railway infrastructure under various loading conditions.*
- *Traffic flow theory: knowledge of traffic models, congestion analysis and optimization algorithms particularly for railway systems with complex networks and multiple constraints, incorporating economic efficiency metrics into traffic flow analyses could provide insights into cost-effective network management.*
- *Control systems engineering: proficiency in control theory, including feedback loops and controllers, would support the design and the optimization of train control systems and ensure safe and efficient operations.*
- *Artificial Intelligence (AI) and machine learning: skills in applying AI techniques, e.g. for predictive maintenance fault detection and optimisation of railway operations; techniques that account for both operational performance and cost implications can significantly enhance decision-making.*
- *Geographic Information Systems (GIS): expertise in using GIS software for spatial analysis and mapping railway networks, especially for planning and managing large-scale rail systems and integrate geographic analyses with economic planning can support more holistic infrastructure development.*

tura delle reti ferroviarie, in particolare per la pianificazione e la gestione di sistemi ferroviari su larga scala, e l'integrazione delle analisi geografiche con la pianificazione economica possono supportare uno sviluppo infrastrutturale più olistico.

- Documentazione tecnica: capacità di comprendere e creare documentazione tecnica pertinente al settore ferroviario, come disegni tecnici, distinte, specifiche, schemi elettrici, diagrammi di flusso, diagrammi di flusso di processo, ecc.

Integrare considerazioni economiche con le tecniche di modellazione statistica, comprendendo al contempo i fondamenti e gli strumenti teorici di matematica, fisica ed economia, e applicarli a nuovi problemi, può approfondire la rilevanza pratica della ricerca nel trasporto ferroviario e le sue implicazioni più ampie. Durante il periodo di dottorato gli studenti dovranno seguire le indicazioni dei loro supervisori per selezionare e concentrarsi su corsi, competenze e conoscenze specifiche più pertinenti ai loro obiettivi di ricerca e alle loro aspirazioni di carriera.

3.11. Testi di riferimento per l'ingegneria ferroviaria

Come accennato in precedenza, i sistemi ferroviari rappresentano da tempo una componente fondamentale delle moderne reti di trasporto, svolgendo un ruolo chiave nello sviluppo economico e nella mobilità sostenibile.

In questo contesto, una solida comprensione del settore ferroviario richiede lo studio di un'ampia letteratura multidisciplinare che copra le basi teoriche e le applicazioni pratiche. La seguente raccolta di testi intende assistere ricercatori, esperti e professionisti nell'indagine sugli aspetti organizzativi, operativi e tecnici dei sistemi ferroviari, offrendo fonti affidabili per ulteriori ricerche e studi in questo ambito.

Modern Railway Track, di ESVELD [7], è un manuale di riferimento tecnico completo dedicato alla progettazione, costruzione e manutenzione delle infrastrutture ferroviarie. Nello stesso ambito, il manuale di manutenzione dei binari di Metrolink [8] definisce standard, procedure e *best practice* per l'ispezione, la manutenzione e la riparazione delle infrastrutture ferroviarie. In un contesto più ampio e multifunzionale, *RAMS Management of railway systems* di PARK [9] esplora l'integrazione sistematica dei principi di affidabilità, disponibilità, manutenibilità e sicurezza (RAMS) declinati nell'ingegneria dei sistemi ferroviari. Nei settori dell'esercizio e della segnalazione, *Railway Operation and Control* di PACHL [10] fornisce un'introduzione completa ai principi fondamentali e agli aspetti pratici dell'esercizio ferroviario, della segnalazione e del controllo del traffico. Il libro spiega i concetti alla base dell'esercizio ferroviario sicuro ed efficiente, inclusi termini di base, dinamica dei treni, distanziamento e programmazione dei treni, principi di *interlocking* e segnalamento, analisi della capacità e controllo operativo della circolazione ferroviaria. *Railway Signalling Principles*, sempre di PACHL [11], è un *e-book* tecnico che articola i concetti fondamentali alla base dei sistemi di segnalamento ferroviario, presentati in modo generale e tecnologicamente neutrale. Incorpora, inoltre, approfondimenti aggiornati sugli sviluppi moderni, come il Sistema Europeo di Controllo dei Treni (ETCS),

- *Technical documentation: ability to understand and to create technical documentation relevant to the rail field would be technical drawings, bills of materials, specifications, electrical drawings, flowcharts, process flow diagrams etc.*

Incorporating economic considerations alongside statistical modelling techniques, while understanding the theoretical foundations and tools, such as mathematics, physics, and economics, and applying them to new problems, can deepen the practical relevance of research in railway transport and its broader implications. During the PhD period, students should follow guidance from their supervisors to select and focus on specific courses, skills, and knowledge most relevant to their research goals and career aspirations.

3.11. Relevant textbooks for railway engineering

As mentioned before railway systems have long represented a fundamental component of modern transportation networks, playing a key role in economic development and sustainable mobility.

In this context, a solid understanding of the railway domain needs studying an extensive, multidisciplinary volume of literature that covers both theoretical bases and real-world applications. The following collection of books is meant to assist researchers, experts, and practitioners in investigating the organizational, operational, and technical facets of railway systems by offering reliable sources for additional research and study in the area.

The Modern Railway Track, by ESVELD [7] is a comprehensive technical reference dedicated to the design, construction, and maintenance of railway track infrastructure. In the same field, the *Track maintenance manual* by Metrolink [8] defines standards, procedures, and best practices for the inspection, upkeep, and repair of track infrastructure. In a wider multipurpose context, *RAMS Management of railway systems* by PARK [9] explores the systematic integration of Reliability, Availability, Maintainability, and Safety (RAMS) principles declined into the engineering of railway systems. In the operation and signalling fields *Railway Operation and Control* by PACHL [10] provides with a comprehensive introduction to the fundamental principles and practical aspects of railway operations, signalling, and traffic control. The book explains the concepts underpinning safe and efficient rail operations, including basic terms, train dynamics, spacing and scheduling of trains, interlocking and signalling principles, capacity analysis, and the operational control of railway movements. Meanwhile *Railway Signalling Principles*, also by PACHL [11], is a technical e-book that articulates the foundational concepts underlying railway signalling systems, presented in a generic and technology-neutral manner. It also incorporates updated insights on modern developments, such as the European Train Control System (ETCS), reflecting current practice and recent technological advances. Differently, a systemic vision of the railway

che riflettono le pratiche attuali e i recenti progressi tecnologici. Di contro, una visione sistemica del sistema ferroviario è pressoché rara. Un valido contributo in questo senso è *Railway Transportation Systems: Design, Construction and Operation* di PYRGIDIS [12].

4. Requisiti, standard, protocolli e leggi ferroviari

4.1. CENELEC: standard di sicurezza e affidabilità per i sistemi ferroviari

Come studente di un dottorato di ricerca in ambito ferroviario, comprendere l'intricata rete di standard e protocolli non è solo essenziale per condurre una ricerca di impatto, ma anche per garantirne la pertinenza alle pratiche del settore.

Gli standard CENELEC costituiscono la spina dorsale del segnalamento ferroviario, delle telecomunicazioni e della sicurezza dei sistemi. Come ricercatore, la padronanza di questi standard consentirà di inquadrare il lavoro in un approccio strutturato del ciclo di vita richiesto dal settore ferroviario. Gli standard chiave includono:

- EN 50126 (Ciclo di vita RAMS): questo standard introduce un ciclo di vita di sistema per garantire Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza; è prezioso per la ricerca di dottorato incentrata sulla progettazione di sistemi, sulla modellazione dell'affidabilità o sull'analisi dei rischi.
- EN 50716 (Software per il controllo e la protezione ferroviaria): se la ricerca riguarda l'automazione, l'intelligenza artificiale o i sistemi software per le ferrovie, la comprensione della norma EN 50716 garantisce soluzioni conformi ai requisiti software critici per la sicurezza.
- EN 50129 (Sicurezza dei sistemi elettronici): per i progetti che coinvolgono hardware o sistemi elettronici, questa norma aiuta a definire i processi di convalida e verifica della sicurezza, garantendo l'allineamento con le aspettative del settore.

4.2. ISO: best practices globali per qualità e sostenibilità

Gli standard ISO forniscono un quadro universale applicabile a tutti i settori, incluso quello ferroviario. Sono particolarmente rilevanti per la ricerca di dottorato con un approccio multidisciplinare. Alcuni esempi includono:

- ISO 9001 (Gestione della Qualità): l'integrazione dei principi ISO 9001 nella ricerca aiuta a stabilire metodologie rigorose e ripetibili, garantendo il rispetto di standard di qualità elevati.
- ISO 14001 (Gestione Ambientale): per studi incentrati sulla sostenibilità, come la riduzione dell'impatto ambientale o la progettazione di sistemi ferroviari eco-compatibili, questo standard offre una guida all'integrazione delle considerazioni ambientali.
- ISO 31000 (Gestione del Rischio): la gestione del rischio è fondamentale nella ricerca ferroviaria, soprattutto in settori come l'ingegneria della sicurezza o la resilienza delle infrastrutture; questo standard fornisce

system is almost rare. A good contribution in this sense is Railway Transportation Systems: Design, Construction and Operation by PYRGIDIS [12].

4. Rail-related requirements, standards, protocols and laws

4.1. CENELEC: Safety and reliability standards for railway systems

As a PhD candidate in the railway domain, understanding the intricate web of standards and protocols is not just essential for conducting impactful research but also for ensuring its relevance to industry practices.

CENELEC standards form the backbone of railway signalling, telecommunications, and system safety. As a researcher, mastering these standards will allow to frame the work within the structured lifecycle approach that the railway industry demands. Key standards include:

- EN 50126 (RAMS Lifecycle): this standard introduces a systematic lifecycle for ensuring Reliability, Availability, Maintainability, and Safety (RAMS); it is invaluable for PhD research focusing on system design, reliability modelling, or risk analysis.
- EN 50716 (Software for Railway Control and Protection): if the research involves automation, artificial intelligence, or software systems for railways, understanding EN 50716 ensures solutions adherent to safety-critical software requirements.
- EN 50129 (Safety of Electronic Systems): for projects involving hardware or electronic systems, this standard helps define safety validation and verification processes, ensuring the alignment with industry expectations.

4.2. ISO: Global best practices for quality and sustainability

ISO standards provide a universal framework applicable across industries, including railways. They are particularly relevant for PhD research with a multidisciplinary approach. Examples include:

- ISO 9001 (Quality Management): incorporating ISO 9001 principles into the research helps establish rigorous, repeatable methodologies, ensuring meeting high-quality benchmarks.
- ISO 14001 (Environmental Management): for sustainability-focused studies, such as reducing environmental impacts or designing eco-friendly rail systems, this standard offers guidance on integrating environmental considerations.
- ISO 31000 (Risk Management): risk management is critical in railway research, especially in areas like safety engineering or infrastructure resilience; this standard provides a structured approach to identifying and mitigating risks.

un approccio strutturato per identificare e mitigare i rischi.

- *Global Compact (ONU)*: un'iniziativa volontaria delle Nazioni Unite, patto che stabilisce principi relativi ai diritti umani, agli standard di lavoro, alla sostenibilità ambientale e alla lotta alla corruzione; i ricercatori nel settore ferroviario possono allineare il proprio lavoro a questi principi per garantire pratiche etiche e socialmente responsabili, in particolare quando si occupano di progetti o collaborazioni internazionali.
- *SA 8000:2014 (Responsabilità Sociale)*: questo standard globale si concentra sul miglioramento delle condizioni di lavoro e sulla promozione di pratiche di lavoro etiche; nella ricerca ferroviaria, l'applicazione dei principi SA 8000 può essere particolarmente rilevante quando si studia la gestione della catena di approvvigionamento, i processi di produzione o progetti che coinvolgono un'ampia forza lavoro e fornisce un quadro per garantire il rispetto della responsabilità sociale nelle varie fasi delle operazioni ferroviarie.
- *Sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS)*: è uno strumento di gestione progettato per aiutare le organizzazioni a valutare, rendicontare e migliorare le proprie prestazioni ambientali; per la ricerca ferroviaria, questo schema è estremamente rilevante quando si affrontano questioni di sostenibilità, come la riduzione delle emissioni, l'ottimizzazione dell'uso dell'energia o la gestione dell'impatto ambientale dei progetti infrastrutturali; l'adesione alle linee guida EMAS può aggiungere credibilità e valore alla ricerca incentrata sull'ambiente.
- *AA1000 AccountAbility*: la serie di standard AA1000 fornisce un quadro di riferimento per le organizzazioni che vogliono essere responsabili nei confronti degli *stakeholder*, enfatizzando inclusività, materialità e reattività; i ricercatori possono utilizzare questi principi per garantire che il loro lavoro rifletta le esigenze e le preoccupazioni degli *stakeholder*, che si tratti di affrontare l'impatto sociale dei progetti ferroviari o di interagire con le comunità interessate dagli sviluppi infrastrutturali.

4.3. STI: Garantire l'interoperabilità all'interno della rete ferroviaria europea

Le Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI) sono regolamenti UE fondamentali per raggiungere una totale integrazione dei sistemi ferroviari. Gli studenti di dottorato che si concentrano sulla progettazione ferroviaria, l'interoperabilità, i sistemi transfrontalieri o la standardizzazione troveranno questi standard particolarmente utili:

- *STI Infrastruttura*: può guidare la ricerca sulla progettazione dei binari, sui sistemi di gallerie e sulla configurazione delle stazioni per garantire la compatibilità tra le regioni.
- *STI Esercizio e gestione del traffico*: fornisce concetti e pratiche standardizzati pertinenti su orari, controllo e gestione del traffico.
- *STI Energia*: offre approfondimenti sui sistemi di elettrificazione, essenziali per gli studi sull'efficienza energetica o sui metodi di propulsione alternativi.

- *The global compact (UN)*: a voluntary initiative by the United Nations, this compact provides principles related to human rights, labour standards, environmental sustainability, and anti-corruption; researchers in railway studies can align their work with these principles to ensure ethical and socially responsible practices, particularly when dealing with international projects or collaborations.
- *SA 8000:2014 (Social Accountability)*: this global standard focuses on improving workplace conditions and promoting ethical labour practices; in railway research, applying SA 8000 principles can be particularly relevant when studying supply chain management, manufacturing processes, or projects involving extensive labour forces and providing a framework for ensuring compliance with social accountability across various stages of railway operations.
- *EU's Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)*: it is a management tool designed to help organizations evaluate, report, and improve their environmental performance; for railway research, this scheme is highly relevant when addressing sustainability issues, such as reducing emissions, optimizing energy use, or managing environmental impacts of infrastructure projects; adhering to EMAS guidelines can add credibility and value to environmentally focused research.
- *AA1000 AccountAbility*: the AA1000 series of standards provides a framework for organizations to be accountable to stakeholders, emphasizing inclusivity, materiality, and responsiveness; researchers can use these principles to ensure their work reflects the needs and concerns of stakeholders, whether addressing societal impacts of railway projects or engaging with communities affected by infrastructure developments.

4.3. TSI: Ensuring Interoperability within the European Railway Network

The Technical Specifications for Interoperability (TSI) are EU regulations critical for achieving seamless integration of railway systems. PhD researchers focusing on railway design, interoperability, cross-border systems, or standardization will find these particularly useful:

- *Infrastructure TSI*: can guide the research on track design, tunnel systems, and station layouts to ensure compatibility across regions.
- *Operation and traffic management TSI*: provides with relevant standardized concepts and practices on timetabling, traffic control and dispatching.
- *Energy TSI*: offers insights into electrification systems, which are essential for studies on energy efficiency or alternative propulsion methods.
- *Control-Command and Signalling (CCS) onboard and trackside TSI*: for research on signalling systems, including train-to-ground communication, these standards

- STI Controllo-Comando e Segnalamento (CCS) a bordo e a terra: per la ricerca sui sistemi di segnalamento, inclusa la comunicazione treno-terra, questi standard garantiscono la compatibilità con i sistemi di controllo-comando esistenti.
- STI Materiale rotabile: un riferimento fondamentale per le ricerche di dottorato che interessano la progettazione dei treni, concentrandosi su sicurezza, comfort e interoperabilità tecnica.

4.4. Codici UIC: buone pratiche per le ferrovie internazionali

Mentre CENELEC, ISO e STI siano spesso obbligatori in alcuni settori, i codici dell'Unione Internazionale delle Ferrovie (UIC) forniscono linee guida complementari e volontarie. Per un ricercatore di dottorato, questi codici rappresentano un'eccellente risorsa per studi comparativi o prospettive globali, ma non sono di economica acquisizione.

Di seguito è riportata una panoramica delle principali categorie ed esempi di codici UIC:

- Specifiche generali: la serie UIC 500 si concentra sulle infrastrutture, inclusa la costruzione e la manutenzione di binari, ponti e gallerie; la serie UIC 700 riguarda l'esercizio ferroviario, comprese le norme per gli scali di smistamento, la formazione dei treni e la circolazione.
- Materiale rotabile: la serie UIC 505 specifica le condizioni tecniche per l'interscambio di carrozze passeggeri e carri merci; la UIC 510-1 include linee guida per il carico per asse e la sagoma limite per i carri; la UIC 518 definisce gli standard per le prove di comportamento dinamico e stabilità dei veicoli ferroviari; La norma UIC 565 definisce i requisiti per gli interni delle carrozze passeggeri e i loro componenti.
- Identificazione di carrozze e carri: la norma UIC 920-14 stabilisce i codici nazionali per l'identificazione del materiale rotabile nelle operazioni internazionali; la serie UIC 920 include gli standard per la numerazione e la registrazione dei veicoli; la norma UIC 596-6 fornisce linee guida per il trasporto di unità di carico intermodali sui carri.
- Gestione ed esercizio del traffico: le norme UIC 405 e UIC 406 si concentrano sulla gestione e l'ottimizzazione della capacità sulle reti ferroviarie; la norma UIC 421 definisce gli standard per l'esercizio internazionale dei treni passeggeri; la serie UIC 540 include le norme per la movimentazione di merci pericolose.
- Sicurezza e segnalamento: la serie UIC 640 riguarda i sistemi di segnalamento ferroviario; la serie UIC 750 si concentra sulla sicurezza operativa e sulle misure di risposta alle emergenze.
- Energia e ambiente: la norma UIC 930 definisce gli standard per il consumo energetico e l'efficienza nelle operazioni ferroviarie; la norma UIC 960 fornisce linee guida per ridurre l'impatto ambientale e promuovere pratiche sostenibili,
- Telematica e IT: la serie UIC 909 include standard per i sistemi IT nel trasporto passeggeri e merci; la serie UIC 918 si concentra sulle applicazioni telematiche per la gestione del trasporto merci.

ensure the compatibility with existing control-command frameworks.

- *Rolling stock TSI: a vital reference for PhD candidates designing or analysing trains, focusing on safety, comfort, and technical interoperability.*

4.4. UIC codes: best practices for international railways

While CENELEC, ISO, and TSI are often mandatory in some domains, International Union of Railways (UIC) codes provide complementary, voluntary guidelines. For a PhD researcher, these codes are an excellent resource for comparative studies or global perspectives, they are not expensive.

Below is an overview of the main categories and examples of UIC codes:

- *General specifications: UIC 500 series focuses on infrastructure, including construction and maintenance of tracks, bridges, and tunnels; UIC 700 series addresses railway operations and management, including rules for marshalling yards, train formation, and movement.*
- *Rolling stock: UIC 505 series specifies technical conditions for the interchange of passenger coaches and freight wagons; UIC 510-1 includes guidelines for axle load and loading gauge for wagons; UIC 518 defines standards for testing railway vehicles for dynamic behaviour and stability; UIC 565 outlines requirements for passenger coach interiors and their components.*
- *Wagon and vehicle identification: UIC 920-14 establishes country codes for identifying rolling stock in international operations; UIC 920 series includes standards for vehicle numbering and registration; UIC 596-6 provides guidelines for the transportation of intermodal loading units on wagons.*
- *Operations and traffic management: UIC 405 and UIC 406 focus on capacity management and optimization on rail networks, UIC 421 sets standards for international passenger train operation, UIC 540 series includes rules for the movement of dangerous goods.*
- *Safety and signalling: UIC 640 series covers railway signalling systems; UIC 750 series focuses on operational safety and emergency response measures.*
- *Energy and environment: UIC 930 defines standards for energy consumption and efficiency in railway operations; UIC 960 provides guidelines for reducing environmental impact and promoting sustainable practices.*
- *Telematics and IT: UIC 909 series includes standards for IT systems in passenger and freight transport; UIC 918 series focuses on telematics applications for freight management.*
- *Accessibility and passenger services: UIC 100 series offers guidelines for passenger services, including tick-*

- Accessibilità e servizi passeggeri: la serie UIC 100 offre linee guida per i servizi passeggeri, tra cui biglietteria, servizi di stazione e accessibilità per le persone a mobilità ridotta.
- Trasporto intermodale: la UIC 592 definisce gli standard per le unità di trasporto intermodale e la loro compatibilità con i sistemi ferroviari; la UIC 596-5 specifica i requisiti per il carico e il fissaggio dei container sui carri pianali.
- Manutenzione e ispezioni: la serie UIC 600 si occupa della manutenzione del materiale rotabile e delle infrastrutture. La UIC 581 include linee guida per l'ispezione periodica e la manutenzione di carri e carrozze passeggeri.

4.5. Leggi internazionali sul trasporto ferroviario (CIT)

Il Comitato Internazionale per il Trasporto Ferroviario (CIT) svolge un ruolo fondamentale nella definizione dei quadri giuridici che regolano le operazioni ferroviarie transfrontaliere. Sebbene le leggi internazionali sul trasporto ferroviario possano spesso sembrare complesse, il CIT fornisce linee guida semplificate e strumenti giuridici standardizzati che facilitano l'impiego di procedure armonizzate. Per una ricerca di dottorato, queste risorse sono preziose per comprendere la convergenza normativa e l'interoperabilità giuridica:

- Norme uniformi: le Norme uniformi del CIT, come i Contratti di trasporto internazionale di merci per ferrovia (CIM) e i Contratti di trasporto internazionale di passeggeri per ferrovia (CIV), sono essenziali per analizzare gli aspetti giuridici del trasporto merci e passeggeri transfrontaliero.
- Linee guida giuridiche: quadri giuridici completi in materia di responsabilità, gestione dei sinistri e modelli contrattuali consentono ai ricercatori di esplorare la risoluzione delle controversie e la coerenza operativa in contesti internazionali.
- Digitalizzazione e modernizzazione: il CIT supporta la trasformazione digitale nel trasporto ferroviario, offrendo approfondimenti su documenti elettronici come e-CIM ed e-CIV, essenziali per studiare l'impatto della tecnologia sui processi legali.

5. Metodologie di ricerca

5.1. Raccolte dati e tecniche di analisi

La raccolta e l'analisi efficaci dei dati sono fondamentali per produrre risultati di ricerca affidabili e validi. Questa sezione tratta diverse tecniche utilizzate negli studi ferroviari:

- La raccolta dati sul campo prevede la raccolta di dati direttamente dai binari e dal treno, ad esempio per misurare le condizioni dei binari, monitorare la velocità dei treni e registrare la temporizzazione dei segnali, spesso tramite apparecchiature specializzate e in coordinamento con gli operatori ferroviari.
- La raccolta dati fuori campo prevede la raccolta di dati da fonti indirette, come sondaggi sui passeggeri, osservazioni in stazione e interviste con il personale ferroviario, che potrebbero fornire informazioni preziose

ting, station facilities, and accessibility for people with reduced mobility.

- *Intermodal transport: UIC 592 defines standards for intermodal transport units and their compatibility with railway systems; UIC 596-5 specifies requirements for the loading and securing of containers on flat wagons.*
- *Maintenance and inspections: UIC 600 series addresses maintenance of rolling stock and infrastructure, UIC 581 includes guidelines for periodic inspection and maintenance of wagons and passenger coaches.*

4.5. International rail transport laws (CIT)

The International Rail Transport Committee (CIT) plays a pivotal role in shaping legal frameworks that govern cross-border railway operations. While international rail transport laws can often seem complex, CIT provides streamlined guidance and standardized legal instruments that facilitate harmonized operations. For a PhD researcher, these resources are invaluable for understanding regulatory convergence and legal interoperability:

- *Uniform rules: CIT's Uniform Rules, such as Contracts of International Carriage of Goods by Rail (CIM) and Contracts of International Carriage of Passengers by Rail (CIV), are essential for analysing legal aspects of freight and passenger transport across borders.*
- *Legal guidelines: comprehensive legal frameworks for liability, claims handling, and contract templates enable researchers to explore dispute resolution and operational consistency in international contexts.*
- *Digitalization and modernization: CIT supports digital transformation in railway transport, offering insights into electronic documents like e-CIM and e-CIV, vital for studying the impact of technology on legal processes.*

5. Research methodology

5.1. Data collection and analysis techniques

Effective data collection and analysis are fundamental to produce reliable and valid research findings. This section covers various techniques used in rail studies:

- *On-Track data collection involves collecting data directly from tracks and train, e.g., for measuring track conditions, monitoring train speeds, and recording signal timings, often by specialized equipment and coordination with rail operators.*
- *Off-Track data collection involves collecting data from sources not directly on the tracks, such as passenger surveys, station observations, and interviews with rail staff, which could provide valuable insights into passenger behaviour, service quality, and operational challenges.*

Choosing the right equipment is essential for accurate

sul comportamento dei passeggeri, sulla qualità del servizio e sulle questioni operative.

La scelta dell'attrezzatura giusta è essenziale per una raccolta accurata dei dati ferroviari. Queste possono includere sensori, dispositivi GPS, telecamere e *data logger*. La selezione dipende dai requisiti specifici dello studio. La corretta implementazione e manutenzione delle attrezzature sono fondamentali per garantire la qualità dei dati. Ciò include la calibrazione degli strumenti, il controllo regolare di eventuali malfunzionamenti e il rispetto di procedure standardizzate per la raccolta dei dati ferroviari. A seconda delle applicazioni, degli ambienti e dell'invasività, le apparecchiature potrebbero dover essere certificate per l'uso in ambienti complessi e per non interferire con i dispositivi e l'esercizio ferroviario.

Le statistiche descrittive riassumono e descrivono le caratteristiche principali di un set di dati. Queste includono misure come media, mediana, deviazione standard e distribuzioni di frequenza. Le statistiche descrittive forniscono una comprensione di base dei dati. Le statistiche inferenziali implicano la formulazione di previsioni o inferenze su una popolazione sulla base di un campione di dati. Le tecniche includono test di ipotesi, analisi di regressione e analisi della varianza. Questi metodi aiutano i ricercatori ferroviari a trarre conclusioni e identificare le relazioni tra le variabili. Una gestione efficace dei dati implica l'organizzazione, l'archiviazione e la manutenzione dei dati per garantirne l'integrità e l'accessibilità. Ciò include l'utilizzo di database, il rispetto dei protocolli di immissione dei dati e l'implementazione di procedure di backup dei dati. Le considerazioni etiche nella ricerca ferroviaria potrebbero richiedere il consenso informato dei partecipanti, la garanzia della riservatezza e il rispetto delle normative sulla protezione dei dati. I ricercatori devono inoltre considerare le implicazioni etiche dei loro risultati e il modo in cui vengono comunicati.

5.2. Strumenti e software utili: modellazioni e statistiche

Diversi strumenti e software sono preziosi per la modellazione e l'analisi statistica nei progetti ferroviari. Un esempio di strumento di mappatura è *OpenRailwayMap*, utilizzato per rappresentazioni sia generali che tematiche delle reti ferroviarie. Questo strumento fornisce una visione approfondita dei *layout* di rete, facilitando la comprensione e l'analisi dell'infrastruttura ferroviaria. È disponibile una gamma di software per la simulazione e l'analisi dei sistemi ferroviari. Tra gli esempi figurano MATLAB e Simulink, ampiamente utilizzati per la simulazione di sistemi ferroviari e algoritmi di controllo, che offrono ambienti robusti per l'analisi dinamica dei sistemi. ANSYS è un'altra opzione, offrendo funzionalità di analisi strutturale e modellazione a elementi finiti per i componenti ferroviari. Per attività specifiche dell'esercizio ferroviario, come la programmazione e l'analisi della capacità, *OpenTrack*, *Railsys* e *Trenissimo*, tra gli altri, sono potenti strumenti su misura per questi scopi. A seconda dei requisiti di facilità d'uso, potenza espressiva, efficienza e scalabilità, è possibile utilizzare diversi altri linguaggi e strumenti di modellazione, tra cui diagrammi dell'*Unified Modeling Language* (UML) e reti di Petri. La modellazione multi-paradigma è anche un'opzione per modelli olistici e coesi che utilizzano astrazione

railway data collection. This might include sensors, GPS devices, cameras, and data loggers. The selection depends on the specific requirements of the study. Proper implementation and maintenance of equipment are crucial for ensuring data quality. This includes calibrating instruments, regularly checking for malfunctions, and following standardized procedures for railway data collection. Depending on applications, environments, and intrusiveness, equipment might need to be certified for use in harsh environments, and for not interfering with railway devices and operations.

Descriptive statistics summarize and describe the main features of a dataset. This includes measures such as mean, median, standard deviation, and frequency distributions. Descriptive statistics provide a basic understanding of the data. Inferential statistics involve making predictions or inferences about a population based on a sample of data. Techniques include hypothesis testing, regression analysis, and analysis of variance. These methods help railway researchers draw conclusions and identify relationships among variables. Effective data management involves organizing, storing, and maintaining data to ensure its integrity and accessibility. This includes using databases, following data entry protocols, and implementing data backup procedures. Ethical considerations in railway research might require informed consent from participants, ensuring confidentiality, and adhering to data protection regulations. Researchers must also consider the ethical implications of their findings and how they are communicated.

5.2. Useful tools and software: modelling, statistics

Various tools and software are valuable for modelling and statistical analysis in railway projects. An example of mapping tool is *OpenRailwayMap*, which is used for both general and thematic representations of railway networks. This tool provides an in-depth view of network layouts, making it easier to understand and analyse railway infrastructure. A range of software is available for simulating and analysing railway systems. Examples include MATLAB and Simulink, which are widely used for simulating railway systems and control algorithms, offering robust environments for dynamic system analysis. ANSYS is another option, providing structural analysis and finite element modelling capabilities for railway components. For railway operation-specific tasks, such as scheduling and capacity analysis, *OpenTrack*, *Railsys* and *Trenissimo*, among others, are powerful tools tailored for these purposes. Depending on requirements on ease of use, expressive power, efficiency and scalability, several other modelling languages and tools can be used, including diagrams of the Unified Modeling Language (UML) and Petri Nets. Multi-paradigm modelling is also an option for holistic and cohesive models using abstraction, meta-modelling, and multi-formalism, which enables hierarchical and compositional approaches to better manage the complexity and heterogeneity of railway systems.

zione, meta-modellazione e multi-formalismo, consentendo approcci gerarchici e compositivi per gestire al meglio la complessità e l'eterogeneità dei sistemi ferroviari.

L'analisi statistica e la visualizzazione sono essenziali per interpretare i dati in modo efficace. *R* è un software open source che eccelle nell'analisi statistica e nella visualizzazione dei dati, mentre *SPSS* offre funzionalità intuitive per l'esecuzione di analisi statistiche avanzate, particolarmente utili in contesti ingegneristici. *Minitab* è una valida opzione per il controllo qualità e l'analisi dell'affidabilità, contribuendo a garantire che i sistemi ingegneristici soddisfino elevati standard prestazionali. Inoltre, la gestione efficace degli standard è fondamentale nell'ingegneria ferroviaria. Strumenti come *TechStreet Enterprise* forniscono l'accesso a una libreria completa di standard, inclusi quelli di organizzazioni come CENELEC e ISO, garantendo la conformità alle normative di settore e alle best practice.

Infine, una comunicazione efficace di dati e risultati richiede potenti strumenti di visualizzazione e reporting. *Tableau* e *Power BI* sono scelte eccellenti per creare dashboard interattive e visualizzare i dati dei sistemi ferroviari. Per produrre report e documenti di qualità professionale, *LaTeX* potrebbe essere uno strumento ideale per una formattazione e una presentazione di livello professionale.

6. Pubblicazione e diffusione dei risultati della ricerca

6.1. Riviste specializzate raccomandate

Pubblicare e diffondere i risultati della ricerca è essenziale per un percorso di dottorato, in particolare nel settore dei trasporti ferroviari. Orientarsi tra pubblicazioni accademiche e partecipare a convegni consente ai dottorandi di condividere il proprio lavoro, ricevere riscontri e contribuire alla crescita del settore. Scegliendo attentamente riviste e convegni, interagendo con i colleghi e aderendo alle *best practice*, gli studenti possono comunicare la propria ricerca e contribuire al progresso del settore. Rimanere informati sulle tendenze emergenti, costruire una solida rete accademica e affinare le capacità comunicative consente loro di avere un impatto significativo nel settore ferroviario e dei trasporti. Scegliere la rivista giusta è importante per la visibilità e l'impatto della ricerca.

IF - Ingegneria Ferroviaria <https://www.ingegneriaferroviaria.it/web/en> è un'eccellente rivista specializzata e indicizzata, con un focus specifico sull'ingegneria ferroviaria, ma che copre tutti gli aspetti della scienza e dell'economia dei trasporti. Inoltre, di seguito si riporta un elenco esteso, ma non esaustivo, di altre riviste indicizzate di buona reputazione che si concentrano su ferrovie e trasporti:

- *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*. Ambito: stato dell'arte dello sviluppo e progressi nella ricerca e nelle applicazioni ITS.
- *IEEE Open Journal of Intelligent Transportation Systems*. Ambito: aspetti teorici, sperimentali e operativi dell'ingegneria elettrica ed elettronica e delle tecnologie dell'informazione applicate ai Sistemi di Trasporto Intelligenti (ITS).
- *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. Ambito: ricerca fondamentale e applicata su tut-

Statistical analysis and visualization are essential for interpreting data effectively. R is an open-source software that excels in statistical analysis and data visualization, while SPSS offers user-friendly features for performing advanced statistical analyses, particularly useful in engineering contexts. Minitab is a valid option for quality control and reliability analysis, helping ensure that engineering systems meet high standards of performance. In addition, managing standards effectively is critical in railway engineering. Tools such as TechStreet Enterprise provide access to a comprehensive library of standards, including those from organizations like CENELEC and ISO, ensuring compliance with industry regulations and best practices.

Finally, effective communication of data and findings requires strong visualization and reporting tools. Tableau and Power BI are excellent choices for creating interactive dashboards and visualizing data from railway systems. For producing professional-quality reports and documents, LaTeX could be an ideal tool that ensures publication-level formatting and presentation.

6. Publishing and dissemination of research findings

6.1. Recommended journals in the field

Publishing and disseminating research findings are essential to a PhD journey, particularly in railway transport. Navigating academic publishing and conference participation allows PhD students to share their work, gain feedback, and contribute to the field's growth. By carefully choosing journals and conferences, engaging with peers, and adhering to best practices, students can communicate their research and contribute to the field's advancement. Staying informed about emerging trends, building a strong academic network, and refining communication skills enable them to make a meaningful impact in the railway and transport sectors. Choosing the right journal is important for the visibility and impact of the research.

IF - Ingegneria Ferroviaria <https://www.ingegneriaferroviaria.it/web/en> is an excellent specialized and indexed journal with specific focus on railway engineering but covering all aspects of transportation science and economy. Moreover, here is an extended not comprehensive list of other reputable indexed journals that focus on railways and transport:

- *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*. Scope: state of the art development and progress on ITS research and applications.
- *IEEE Open Journal of Intelligent Transportation Systems*. Scope: theoretical, experimental, and operational aspects of electrical and electronics engineering and information technologies as applied to Intelligent Transportation Systems (ITS).
- *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. Scope: fundamental and applied research on all

ti gli aspetti scientifici e tecnici dei moderni sistemi di trasporto, inclusi, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, rilevamento, comunicazioni, controlli, pianificazione, progettazione e implementazione di sistemi di trasporto intelligenti.

- *International Journal of Rail Transportation*. Ambito: ricerca relativa a operazioni, manutenzione, prestazioni del sistema e sviluppo delle infrastrutture.
- *International Journal of Transport Economics*. Ambito: economia dei trasporti, inclusi economia ferroviaria, strategie di prezzo e strutture di mercato.
- *Journal of Rail Transport Planning & Management*. Ambito: trasporto ferroviario, inclusi pianificazione della rete, gestione del traffico e programmazione.
- *Journal of Transportation Engineering Part A: Systems*. Ambito: ricerca relativa all'ingegneria dei sistemi di trasporto, comprese le reti ferroviarie.
- *Promet - Traffic and Transportation*. Ambito: ricerca innovativa e sostenibile nel campo dell'ingegneria del traffico e dei trasporti.
- *Railway Engineering Science*. Ambito: aspetti ingegneristici delle ferrovie, come progettazione del binario, materiali, segnalamento e tecnologie di automazione.
- *Transport*. Ambito: politica dei trasporti, tecnologie per il trasporto di passeggeri e merci, tecnologie per il trasporto multimodale e la logistica, strade, ferrovie, aeroporti, porti, terminal di trasporto, sicurezza stradale e tutela ambientale.
- *Transport Policy*. Ambito: politiche dei trasporti e loro impatto, pubblicazioni frequenti su politica ferroviaria, governance e sviluppo sostenibile.
- *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Ambito: aspetti politici, di pianificazione e operativi dei trasporti, compresi i sistemi ferroviari.
- *Transportation Research Part B: Methodological*. Ambito: tutti gli aspetti metodologici dei trasporti, in particolare quelli che richiedono analisi matematica.
- *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Ambito: applicazione di tecnologie emergenti, come intelligenza artificiale, automazione, segnalazione digitale, controllo del traffico, gestione dell'energia, diagnostica basata su IoT nei sistemi ferroviari.
- *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Ambito: Impatti ambientali del trasporto ferroviario a livello globale e locale.
- *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Ambito: Teoria e pratica del trasporto merci su rotaia.
- *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Ambito: aspetti comportamentali e psicologici degli utenti e degli operatori del trasporto ferroviario.

6.2. Criteri e best practices per la selezione di riviste e pubblicazioni

Nella selezione di una rivista sulla quale pubblicare, è essenziale valutare attentamente diversi criteri per garantire la migliore corrispondenza con il lavoro presentato.

scientific and technical aspects of modern transportation systems, including but not limited to sensing, communications, controls, planning, design, and implementation of intelligent transportation systems.

- *International Journal of Rail Transportation*. Scope: research related to operations, maintenance, system performance, and infrastructure development.
- *International Journal of Transport Economics*. Scope: transport economics, including rail economics, pricing strategies, and market structures.
- *Journal of Rail Transport Planning & Management*. Scope: rail transport, including network planning, traffic management, and scheduling.
- *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*. Scope: research related to the engineering of transport systems, including rail networks.
- *Promet - Traffic & Transportation*. Scope: innovative, and sustainable research in the field of traffic and transport engineering.
- *Railway Engineering Science*. Scope: engineering aspects of railways, such as track design, materials, signalling, and automation technologies.
- *Transport*. Scope: transport policy, technology for carrying passengers and freight, technology for multimodal transportation and logistics, roads, railways; airports, ports, transport terminals, traffic safety and environment protection.
- *Transport Policy*. Scope: transport policies and their impacts, frequently publishing on rail policy, governance, and sustainable development.
- *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Scope: policy, planning, and operational aspects of transportation, including rail systems.
- *Transportation Research Part B: Methodological*. Scope: all methodological aspects of transportation, particularly those that require mathematical analysis.
- *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Scope: application of emerging technologies, such as AI, automation, digital signalling, traffic control, energy management, IoT-based diagnostic in rail systems.
- *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Scope: Environmental impacts of rail transportation at global and local level.
- *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Scope: Theory and practice of rail freight transportation.
- *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Scope: behavioural and psychological aspects of users and operators of the rail transportation.

Innanzitutto, la pertinenza della rivista all'area di ricerca interessata è fondamentale; l'ambito della rivista dovrebbe essere strettamente allineato al focus specifico, che si tratti di politica ferroviaria, ingegneria, economia o tecnologia. Anche il fattore di impatto e la reputazione della rivista sono considerazioni significative. Le riviste ad alto impatto sono in genere più competitive, ma offrono maggiore visibilità e credibilità all'interno della comunità accademica e professionale. Inoltre, il pubblico della rivista dovrebbe corrispondere al pubblico di riferimento per i temi trattati: ricercatori accademici, professionisti del settore o decisori politici. Piattaforme come *Scopus* o *Scimago* per la classificazione delle riviste possono fornire informazioni sul fattore di impatto, la reputazione, l'ambito della rivista e l'indicizzazione della rivista, criteri importanti per la valutazione delle pubblicazioni in prospettiva di una carriera di ricercatore.

Un altro fattore cruciale è il modello di accesso della rivista. Le riviste ad accesso aperto offrono una maggiore visibilità alla ricerca, sebbene possano richiedere costi di pubblicazione più elevati. Per le pubblicazioni derivanti da progetti europei, come quelli nell'ambito di *Horizon Europe*, l'accesso aperto è obbligatorio per garantire una fruibilità libera e illimitata. Ciò richiede la pubblicazione su una rivista ad accesso aperto o la copertura delle spese necessarie per garantire l'accesso aperto su una rivista in abbonamento. Il processo di revisione paritaria è un altro elemento chiave, in quanto garantisce il rigore accademico e la qualità dei lavori pubblicati. Inoltre, è necessario valutare i tempi di risposta e il tasso di accettazione della rivista, soprattutto se la pubblicazione tempestiva è una priorità. Infine, è necessario esaminare la composizione del comitato editoriale della rivista e familiarizzare con le sue politiche editoriali, in particolare per quanto riguarda l'etica della pubblicazione, assicurandosi che la pubblicazione proposta sia in linea con i valori e gli standard richiesti.

Per garantire una pubblicazione accademica di successo, è necessario iniziare seguendo le linee guida per l'invio degli articoli della rivista, prestando particolare attenzione alla formattazione, allo stile di riferimento e ai requisiti strutturali, concentrandosi su una scrittura chiara e concisa, assicurandosi che il lavoro sia preciso, ben strutturato e accessibile al pubblico. Un'accurata revisione della letteratura è essenziale per contestualizzare la ricerca all'interno delle conoscenze esistenti, dimostrandone la pertinenza e l'originalità. Applicare una metodologia solida, chiara, dettagliata e replicabile per migliorare la credibilità dei risultati. Quando si riceve un riscontro, affrontare i commenti dei revisori in modo costruttivo, rivedendo attentamente il manoscritto per rispondere alle loro raccomandazioni.

7. Sviluppo professionale e networking

7.1. Costruire una rete accademica e professionale

Creare una solida rete accademica e professionale è essenziale per gli studenti di dottorato in ambito ferroviario. La partecipazione a conferenze, workshop e premi consente l'accesso a ricerche all'avanguardia e opportunità di collaborazione. Il coinvolgimento di colleghi accademici attraverso progetti e pubblicazioni congiunte promuove una solida comunità di ricerca. La *Europe's Rail Joint Un-*

6.2. Criteria and best practices for journals selection and publishing

When selecting a journal for publishing, it is essential to carefully evaluate several criteria to ensure the best fit for the submitted work. First and foremost, the journal's relevance to the concerned research area is critical; the scope of the journal should align closely with the specific focus, whether it pertains to rail policy, engineering, economics, or technology. The journal's impact factor and reputation are also significant considerations. High-impact journals are typically more competitive, but they offer greater visibility and credibility within the academic and professional communities. Additionally, the audience of the journal should match the intended readership: academic researchers, industry professionals, or policymakers. Platforms such as Scopus or Scimago journal ranking can provide insight into impact factor, reputation, scope of the journal, indexing of the journal, important criterion for evaluating publications in the perspective of a research career.

Another crucial factor is the journal's access model. Open-access journals provide wider accessibility to the research, although they may require higher publication fees. For publications derived from European projects, such as those under Horizon Europe, open access is mandatory to ensure free and unrestricted access. This necessitates either publishing in an open-access journal or covering the fees required to ensure open access in a subscription-based journal. The peer-review process is another key element, as it ensures academic rigor and the quality of published works. Furthermore, the journal's turnaround time and acceptance rate should be assessed, especially if timely publication is a priority. Lastly, review the composition of the journal's editorial board and familiarize with its editorial policies, particularly regarding publication ethics, ensure alignment with required values and standards.

To ensure a successful academic publication, start by following the journal's submission guidelines, paying close attention to formatting, referencing style, and structural requirements. Focus on clear and concise writing, ensuring that work is precise, well-structured, and accessible to audience. A thorough literature review is essential to contextualize the research within existing knowledge, demonstrating its relevance and originality. Implement a robust methodology that is clear, detailed, and replicable to enhance the credibility of findings. When receiving feedback, approach reviewers' comments constructively, revising the manuscript thoughtfully to address their concerns.

7. Professional development and networking

7.1. Building an academic and professional network

Establishing a robust academic and professional network is essential for railway PhD candidates. Participation in conferences, workshops, and prizes enables access to cutting-edge research and collaboration opportunities. Engaging with academic peers through joint projects and

undertaking offre una piattaforma unica per la collaborazione tra mondo accademico, industria e istituzioni pubbliche, supportando progetti in linea con la visione ferroviaria a lungo termine dell'Europa. Partecipare ai loro eventi e consorzi può mettere in contatto i dottorandi con programmi di ricerca e innovazione in corso. Istituzioni come UIC e UNIFE offrono ulteriori opportunità di collaborazione con esperti del settore. L'interazione con reti professionali, come LinkedIn, e la partecipazione a gruppi di ricerca migliorano la visibilità e le connessioni.

7.2. Coinvolgimento degli stakeholder del settore ferroviario

Collaborare con *stakeholder* come operatori ferroviari, gestori delle infrastrutture, produttori e consulenti è fondamentale per garantire la pertinenza della ricerca. La *Europe's Rail Joint Undertaking* colma il divario tra ricerca e industria, promuovendo collaborazioni che pongono l'accento sul progresso tecnologico e sulla sostenibilità. Aziende come Alstom, Siemens Mobility e Hitachi Rail partecipano attivamente a tali iniziative, creando opportunità di integrazione della ricerca e applicazioni pratiche. Uno sguardo ai suoi membri fornirà un'idea di chi si occupa di ricerca ferroviaria in Europa.

Inoltre, eventi di settore come *InnoTrans* o workshop specializzati organizzati da UNIFE o UIC offrono piattaforme per presentare la ricerca, comprendere le tendenze del mercato e stabilire connessioni. Le collaborazioni con società di consulenza espongono ulteriormente gli studenti dottorato alle dimensioni operative e strategiche del settore ferroviario.

7.3. Percorsi di carriera per i dottori di ricerca in ambito ferroviario: mondo accademico, industria, politica

I dottori di ricerca in ambito ferroviario offrono percorsi di carriera diversificati e di grande impatto:

- **Mondo accademico:** i dottori di ricerca possono intraprendere posizioni post-dottorato o ricoprire ruoli di docenza presso le università, contribuendo alla ricerca e alla formazione nel settore dei trasporti; collaborare con reti come EURNEX e partecipare a progetti ferroviari europei offre accesso a finanziamenti e iniziative accademiche innovative.
- **Industria:** molti dottori di ricerca ricoprono ruoli presso operatori ferroviari, produttori e gestori delle infrastrutture, concentrandosi su innovazione, progettazione di sistemi e integrazione tecnologica; le aziende coinvolte nel settore ferroviario europeo apprezzano le competenze avanzate nel settore.
- **Politica:** esistono opportunità in ruoli normativi e di consulenza presso organizzazioni come ERRAC, UIC, ERA e la *Europe's Rail Joint Undertaking*; questi ruoli implicano la definizione di politiche di trasporto, strategie di finanziamento e iniziative di sviluppo sostenibile in linea con le priorità europee e globali. Partecipare in modo proattivo a tirocini, collaborazioni con il settore e discussioni politiche durante il percorso di dottorato può ampliare le prospettive di carriera e preparare

publications fosters a strong research community. The Europe's Rail Joint Undertaking provides a unique platform for collaboration between academia, industry, and public institutions, supporting projects that align with Europe's long-term railway vision. Joining their events and consortia can connect PhD candidates with ongoing research and innovation programs. Institutions like UIC and UNIFE offer additional opportunities for collaboration with industry experts. Engaging on professional networks, such as LinkedIn, and participating in research-focused groups enhances visibility and connections.

7.2. Engaging with rail industry stakeholders

Collaborating with stakeholders like railway operators, infrastructure managers, manufacturers, and consultants is critical to ensuring the relevance of research. The Europe's Rail Joint Undertaking bridges the gap between research and industry, fostering collaborations that emphasize technological advancement and sustainability. Companies like Alstom, Siemens Mobility, and Hitachi Rail actively participate in such initiatives, creating opportunities for research integration and practical applications. A look at its members will give a grasp on who is doing rail research in Europe.

Moreover, industry events like InnoTrans or specialized workshops hosted by UNIFE or UIC provide platforms for showcasing research, understanding market trends, and establishing connections. Collaborations with consulting firms further expose PhD candidates to the operational and strategic dimensions of the railway sector.

7.3. Career pathways for rail PhDs: academia, industry, policy

Railway PhDs have diverse and impactful career pathways:

- **Academia:** graduates can pursue postdoctoral positions or faculty roles at universities, contributing to transportation research and education; collaborating with networks like EURNEX and participating in Europe's Rail projects provides access to funding and innovative academic initiatives.
- **Industry:** many PhDs transition to roles within railway operators, manufacturers, and infrastructure managers, focusing on innovation, systems design, and technology integration; companies involved in Europe's Rail, value advanced expertise in the field.
- **Policy:** opportunities exist in regulatory and advisory roles with organizations like ERRAC, UIC, ERA, Europe's Rail Joint Undertaking; these roles involve shaping transportation policies, funding strategies, and sustainable development initiatives in alignment with European and global priorities.

Proactively engaging in internships, industry collaborations, and policy discussions during the PhD journey can

i candidati ad affrontare le sfide critiche del settore ferroviario.

broaden career prospects and prepare candidates to address critical challenges in the railway sector.

8. Ringraziamenti

L'attività di ricerca connessa al presente articolo è finanziata dall'Unione Europea, *Europe's Rail Joint Undertaking*, nell'ambito del progetto *PhDs EU-Rail* (finanziamento numero 101175856).

8. Acknowledgement

The research activity connected to the present paper is funded by the European Union, Europe's Rail Joint Undertaking under the Project PhDs EU-Rail (Grant number: 101175856).

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] ERRAC (2024), *"Rail Research and Innovation Agenda (RRIA)"* - ISBN: 978-2-7461-3438-6, Bruxelles.
- [2] European Commission - Industry 5.0 - https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en.
- [3] ABRAMOVIC B., BARDHI A., CARRILLO ZANUY A., FLAMMINI F., RICCI S. (2025), *"PhD researches in engineering: approaches and developments"* – Ingegneria Ferroviaria, 12.
- [4] European Commission - *Enabling Technologies for Industry 5.0* - Results of a workshop with Europe's technology leaders, Luxembourg, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/082634>.
- [5] Europe's Rail Joint Undertaking (2022), *"Europe's Rail Joint Undertaking Multi-Annual Work Programme"*. Version 2.0. - Bruxelles, https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2022/03/EURAIL_MAWP_final.pdf.
- [6] ERRAC, EURNEX - *Focus area: Rail System Optimization* - Berlin, 2023, https://www.eurnex.org/wp-content/uploads/2024/02/Railway-System-Optimization_ERRAC_EURNEX_2023_1.pdf
- [7] ESVELD C. (2014), *"Modern Railway Track"* (second edition) - Delft, www.Esveld.com.
- [8] Metrolink (2020), *"Track maintenance manual. Final"* - Los Angeles, 2020, <https://metrolinktrains.com/globalassets/about/engineering/scrra-track-maintenance-manual-2020-01-27-rev.02---corrected-forms-mowgo04.pdf>.
- [9] PARK M.G. (2014), *"RAMS Management of railway systems. Integration of RAMS management into railway systems engineering"*, University of Birmingham, <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/4750/1/Park13PhD.pdf>.
- [10] PACHL J. (2002), *"Railway Operation and Control"* (fourth edition) - VTD Rail Publishing, Mountlake Terrace.
- [11] PACHL J. (2024), *"Railway Signalling Principles"*. Edition 3.0 - Braunschweig, 2024, <http://www.joernpachl.de/rsp.pdf>.
- [12] PYRGIDIS C. (2021), *"Railway Transportation Systems: Design, Construction and Operation"* (second edition) - CRC Press, Boca Raton.



Fattori umani e organizzativi in ferrovia tra normativa europea ed esperienza italiana

Human and organisational factors in railways between European regulations and Italian experience

Massimiliano BRUNER^(*)

Giovanni COSTANZA^(*)

Luca RIZZETTO^(**)

Giuliano ROSSI^(***)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.01.2026.ART.2>)

Sommario - La presente memoria espone alcuni elementi caratteristici della normativa europea relativa alla sicurezza delle ferrovie, vigente o in via di consolidamento, fornendo un'interpretazione sistematica dell'orizzonte delle responsabilità¹ degli operatori ferroviari. La trattazione evidenzia i limiti della prima fase applicativa della normativa nel contesto italiano, proponendo possibili cause della sua eventuale inefficacia in termini di sicurezza misurabile.

Il quadro è arricchito dalla proposta metodologica *Sharing Enterprise Well-being* (SEW), protocollo di gestione dei Fattori Umani ed Organizzativi sviluppato a partire dal 2009, che integra l'analisi e l'intervento sulle dinamiche tra fattori umani, fattori organizzativi e processi ingegneristici al fine di migliorare il livello di sicurezza delle prestazioni degli operatori ferroviari.

1. Introduzione

Gli incidenti nei sistemi sociotecnici complessi insegnano che la sicurezza è una prestazione d'insieme [19], non garantita dall'eccellenza tecnologica. Gli incidenti ferroviari maggiori degli ultimi 20 anni sono tutti ascrivibili a variazioni pericolose intervenute nelle procedure: errori in fase operativa, carente realizzazione di processi di ma-

Summary - This paper examines key elements of the European railway safety regulatory framework, including both provisions currently in force and those under consolidation. It offers a structured interpretation of the responsibilities¹ assigned to railway operators.

The analysis identifies key limitations observed during the initial implementation phase of this regulatory framework within the Italian context and discusses possible reasons for its limited effectiveness in terms of measurable safety outcomes.

The discussion is further developed through the methodological proposal of *Sharing Enterprise Well-being* (SEW), a Human and Organisational Factors (HOF) management protocol developed since 2009. SEW integrates analysis and intervention on the interactions between human factors, organisational factors, and engineering processes, with the aim of improving the safety performance of railway operators.

1. Introduction

Accidents in complex socio-technical systems show that safety is an emergent system-level performance [19] and cannot be ensured by technological excellence alone. Major railway accidents over the past two decades can largely be traced to hazardous procedural variations, in-

¹ Termine italiano polisensu nel contesto dell'interpretazione sistematica della normativa HOF, che ricomprende le responsabilità legali, ma anche (e soprattutto) la capacità di rispondere delle proprie azioni e decisioni, rendendo conto dei risultati ottenuti, accompagnata dalla necessità di fornire prove e agire in trasparenza, resa in lingua inglese dal termine *accountability*.

¹ In Italian, the term is polysemous within the context of the systematic interpretation of HOF regulations. It encompasses not only legal responsibility, but also—above all—the capacity to answer for one's actions and decisions by accounting for the results achieved, together with the obligation to provide evidence and to act transparently. This meaning is rendered in English by the term *accountability*.

^(*) Sapienza Università di Roma.

^(**) DITS srl, Start up SAPIENZA Università di Roma.

^(***) SEED, Ente del Terzo Settore.

^(*) SAPIENZA University of Rome.

^(**) DITS srl, Start-up SAPIENZA University of Rome.

^(***) SEED, No Profit Organisation.

nutrizione, difetti di progettazione, condizioni degradate dell'organizzazione del lavoro.

Il settore ferroviario ha individuato nel concetto di relazione *Human and Organisational Factors (HOF)* l'ambito nel quale sviluppare significati e prassi necessari a realizzare un ulteriore incremento di sicurezza del sistema [20], con lo scopo di ottenere una migliore fidatezza nei processi. HOF è oggi l'ambito di prevenzione efficace della quota di rischio residua del sistema di trasporto ferroviario.

HOF è un concetto cardine della Direttiva (UE) 2016/798 sulla sicurezza delle ferrovie [1], che ha ridefinito i metodi comuni di sicurezza, tra cui quello relativo ai requisiti del sistema di gestione della sicurezza di cui al Regolamento (UE) 2018/762 [2], e quello sulla valutazione dei livelli di sicurezza e le prestazioni in materia di sicurezza degli operatori ferroviari a livello nazionale e dell'Unione (CSM ASLP²) di prossima emanazione [3].

Allo scopo di ottenere lo scarto significativo e atteso nella prestazione di sicurezza, il Regolamento 762 stabilisce che gli operatori ferroviari (Imprese Ferroviarie – IF, e Gestori dell'Infrastruttura – GI) debbano integrare gli HOF nel loro Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS), attraverso “la definizione di una strategia e il ricorso a competenze e metodi riconosciuti”³.

2. Inquadramento normativo

La normativa sulla sicurezza dell'esercizio ferroviario, costituita da diverse fonti normative europee e da limitati atti nazionali a completamento, si fonda sulla Direttiva sicurezza, emanata nel 2016 come parte del Quarto Pacchetto Ferroviario allo scopo di introdurre un approccio sistemico alla sicurezza dell'esercizio ferroviario come sistema complesso. La visione d'insieme del quadro normativo può risultare più chiara tralasciando il dettaglio delle norme e degli atti applicativi nazionali di recepimento / adattamento, stante il definitivo trasferimento della potestà normativa in materia dal livello nazionale a quello europeo.

In questa visione, le pietre d'angolo della normativa in materia di sicurezza ferroviaria sono la Direttiva (UE) 2016/798 e il Regolamento (UE) 2018/762, che saranno a breve integrati da un ulteriore Regolamento concernente Metodi Comuni di Sicurezza per la valutazione del livello di sicurezza e delle prestazioni di sicurezza degli operatori ferroviari (CSM ASLP).

Sembra utile richiamare alcuni punti qualificanti pre-

cluding operational errors, inadequate maintenance implementation, design deficiencies, and degraded work organisation.

Within the railway sector, Human and Organisational Factors (HOF) have emerged as the domain in which shared meanings and practices can be developed to further improve system safety and process reliability [20]. Today, HOF constitutes a primary domain for addressing residual risk inherent in the railway transport system.

HOF is a core concept of Directive (EU) 2016/798 on railway safety [1], which redefined the Common Safety Methods, including those related to the requirements of the Safety Management System as set out in Regulation (EU) 2018/762 [2], as well as the forthcoming Common Safety Method on the Assessment of Safety Level and Safety Performance of railway operators at national and Union level (CSM ASLP²) [3].

To achieve a meaningful improvement in safety performance, Regulation (EU) 2018/762 requires railway operators—Railway Undertakings (RU) and Infrastructure Managers (IM)—to integrate Human and Organisational Factors into their Safety Management System (SMS) through the development of “a strategy and the use of recognised expertise and methods”³.

2. Regulatory framework

The regulatory framework governing operational railway safety, consisting of multiple European legal sources and a limited set of complementary national acts, is founded on the Railway Safety Directive, issued in 2016 as part of the Fourth Railway Package with the aim of introducing a systemic approach to railway operational safety as a complex system.

A coherent understanding of this regulatory framework is better achieved by setting aside the detailed analysis of individual provisions and national transposition or adaptation measures, given the definitive transfer of regulatory authority in this field from the national to the European level.

Within this perspective, the cornerstones of the European railway safety framework are Directive (EU) 2016/798 and Regulation (EU) 2018/762, which will shortly be complemented by an additional Regulation establishing Common Safety Methods for the assessment of safety level and safety performance of railway operators (CSM ASLP).

It is therefore useful to highlight several defining elements

² Common Safety Methods on Assessment of Safety Level & Safety Performance.

³ Cfr Regolamento (UE) 2018/762, versione EN, Allegato 1 e 2, §4.6.1.a: “The organisation shall demonstrate a systematic approach to integrating human and organisational factors within the safety management system. This approach shall [a] include the development of a strategy and the use of expertise and recognised methods from the field of human and organisational factors [...]”

² Common Safety Methods on Assessment of Safety Level & Safety Performance.

³ Cfr Regulation (EU) 2018/762, EN version, Annex 1 and 2, §4.6.1.a: “The organisation shall demonstrate a systematic approach to integrating human and organisational factors within the safety management system. This approach shall [a] include the development of a strategy and the use of expertise and recognised methods from the field of human and organisational factors [...]”

senti nelle fonti normative che sembrano cogliere i caratteri salienti dell'approccio sistemico alla sicurezza nel settore ferroviario.

La Direttiva (UE) 2016/798⁴ afferma che “attraverso i suoi processi, il sistema di gestione della sicurezza dovrebbe garantire che le capacità e i limiti umani e le influenze sulle prestazioni umane siano affrontati, applicando la conoscenza dei fattori umani e utilizzando metodi riconosciuti”. A tal fine, da parte dei gestori dell'infrastruttura e delle imprese ferroviarie “è necessario un chiaro impegno ad applicare in modo coerente le conoscenze e i metodi relativi al fattore umano”⁵. Inoltre, “tramite il sistema di gestione della sicurezza, i gestori dell'infrastruttura e le imprese ferroviarie promuovono una cultura della fiducia e dell'apprendimento reciproci in cui il personale è incoraggiato a contribuire allo sviluppo della sicurezza e, nel contempo, è garantita la riservatezza”⁶.

Tali concetti sono ribaditi e meglio focalizzati nel Regolamento (UE) 2018/762, che stabilisce l'obbligo di integrare gli HOF nel SGS, in una visione pervasiva e olistica del sistema e delle sue prestazioni.

L'aspettativa è efficacemente chiarita nel punto 4.6.1 dell'Allegato (I, II) al Regolamento che esplicita che “l'organizzazione deve dimostrare un approccio sistematico all'integrazione dei fattori umani e organizzativi nel sistema di gestione della sicurezza. Tale approccio deve [a] includere lo sviluppo di una strategia e l'utilizzo di competenze e metodi riconosciuti nel campo dei fattori umani e organizzativi [...]”.

Al punto 7.2.3 dello stesso Allegato è stabilito che “l'organizzazione deve dotarsi di una strategia per migliorare continuamente la propria cultura della sicurezza, basandosi sull'uso di competenze e metodi riconosciuti per identificare i problemi comportamentali che interessano le diverse parti del sistema di gestione della sicurezza e per mettere in atto misure per affrontarli”⁷.

L'approccio sistemico non dovrebbe, inoltre, limitarsi

contained in these legal sources, as they capture the key features of the systemic approach to safety adopted in the railway sector.

Directive (EU) 2016/798 states that “Through its processes, the safety management system should ensure that human capabilities and limitations and the influences on human performance are addressed by applying human factors knowledge and using recognised methods”⁴. To this end, infrastructure managers and railway undertakings are required to “There shall be a clear commitment to consistently apply human factors knowledge and methods”⁵. Furthermore, “Through the safety management system, infrastructure managers and railway undertakings shall promote a culture of mutual trust, confidence and learning in which staff are encouraged to contribute to the development of safety while ensuring confidentiality”⁶.

These principles are reiterated and further developed in Regulation (EU) 2018/762, which establishes the obligation to integrate Human and Organisational Factors into the Safety Management System, within a pervasive and holistic view of the system and its performance.

This regulatory expectation is explicitly articulated in point 4.6.1 of Annexes I and II to the Regulation, which states that “The organisation shall demonstrate a systematic approach to integrating human and organisational factors within the safety management system. This approach shall [a] include the development of a strategy and the use of expertise and recognised methods from the field of human and organisational factors [...]”.

Point 7.2.3 of the same Annex further establishes that “The organisation shall provide a strategy to continually improve its Safety Culture, relying on the use of expertise and recognised methods to identify behavioural issues affecting the different parts of the safety management system and to put in place measures to address these”⁷.

A systemic approach should extend beyond the management of internal processes within individual organisations. Instead, it should evolve into a mode of proactive collaboration that integrates all shared conditions at the interfaces between the various organisations operating within the complexity of railway operations⁸. Moreover, the exponential growth of interfaces represents a defining feature of contemporary railway operations and, at the same time, a key source of risk, clearly identifiable in the causal chains underlying numerous railway accidents.

⁴ Cfr Direttiva (UE) 2016/798, versione EN, Articolo 9 - Safety management systems, c. 2: “There shall be a clear commitment to consistently apply human factors knowledge and methods.”

⁵ Cfr Direttiva (UE) 2016/798, versione EN, Articolo 9 - Safety management systems, c. 2: “Through the safety management system, infrastructure managers and railway undertakings shall promote a culture of mutual trust, confidence and learning in which staff are encouraged to contribute to the development of safety while ensuring confidentiality.”

⁶ Cfr Regolamento (UE) 2018/762 versione EN, Allegato I e II, §7.2.3: “The organisation shall provide a strategy to continually improve its safety culture, relying on the use of expertise and recognised methods to identify behavioural issues affecting the different parts of the safety management system and to put in place measures to address these”.

⁷ Cfr Regolamento (UE) 2018/762 versione EN, Allegato I e II, §5.3.1: “The organisation shall identify and control safety risks arising from outsourced activities, including operations or cooperation with contractors, partners and suppliers”.

⁴ Cfr Directive (EU) 2016/798, EN version, Article 9 - Safety management systems, c. 2

⁵ Cfr Directive (EU) 2016/798, EN version, Article 9 - Safety management systems, c. 2

⁶ Cfr Directive (EU) 2016/798, EN version, Article 9 - Safety management systems, c. 2

⁷ Cfr Regulation (EU) 2018/762 EN version, Annex I and II, §7.2.3

⁸ Mainly § 5.3, but also § 1.1 b e c, § 4.4.1 et al.

alla cura dei processi interni di ogni singola organizzazione, ma svilupparsi in una modalità di collaborazione proattiva che integra ogni condizione condivisa sulle interfacce tra le varie organizzazioni operanti nella complessità dell'esercizio ferroviario⁸. D'altronde la crescita esponenziale delle interfacce costituisce un elemento caratterizzante della produzione ferroviaria contemporanea e, insieme, la sua cifra di rischio, riconoscibile nella catena generativa di numerosi incidenti ferroviari.

Allo scopo, il Regolamento 762 richiede alle organizzazioni di "identificare e controllare i rischi per la sicurezza derivanti dalle attività esternalizzate, comprese le attività o la cooperazione con appaltatori, partner e fornitori"⁹.

Il quadro risultante da queste limitate citazioni è comunque sufficiente a riconoscere l'aspettativa di una presa in carico collettiva, di sistema, della prestazione di sicurezza, che si concretizzi in modalità coerenti e integrate in ogni prassi e finalizzate, in ultima analisi, a rendere operativo e gestibile il complesso delle dinamiche HOF individuato come ambito di prevenzione efficace dell'incidentalità ferroviaria residua.

La gestione operativa dell'HOF è possibile operando coerentemente sui significati di relazione interni ed esterni all'organizzazione (condizionati dalla Cultura della Sicurezza come declinazione della Cultura Organizzativa), che costituiscono il presupposto alla possibilità di progettare le attività in modo condiviso (considerando le caratteristiche umane in ogni processo, compresi gli aspetti ergonomici classici ma non limitandosi a questi) e sostenendo l'esecuzione delle prassi dell'ogni giorno, tanto efficaci, efficienti, resistenti e resilienti [4] da garantirne l'effettività.

Per meglio comprendere il quadro normativo comunitario, l'*European Union Agency for Railways* (ERA) propone una lettura integrata delle fonti normative attraverso documenti divulgativi che fungono da linee guida orientate all'applicazione. La rilevanza di queste fonti, seppure non giuridicamente vincolanti, dovrebbe essere considerata alla luce dell'evidenza che l'ERA è lo stesso soggetto che sviluppa l'istruttoria delle norme giuridiche, successivamente adottate dalle istituzioni europee. Da questo punto di vista, le Linee Guida proposte dall'ERA possono essere considerate fonti a sostegno dell'interpretazione sistematica delle norme giuridiche.

In questa ottica, un primo contributo di sintesi e di esplicazione è costituito dal Modello europeo per la cultura della sicurezza ferroviaria 2.0 [5]. Si tratta di un quadro concettuale (Fig. 1) elaborato al fine di consentire agli operatori ferroviari di comprendere le relazioni tra cultu-

*To this end, Regulation (EU) 2018/762 requires organisations to "identify and control safety risks arising from outsourced activities, including operations or cooperation with contractors, partners and suppliers"*⁹.

Even these limited extracts are sufficient to demonstrate the expectation of collective, system-level ownership of safety performance, operating within the complexity of railway operations. This ownership is expected to take shape through coherent and integrated practices across all activities and, ultimately, to make the complex set of HOF dynamics—identified as the effective domain for the prevention of residual railway accidents—operational and manageable.

HOF can be operationally managed only through consistent action on the shared meanings that structure internal and external relationships within the organisation. These meanings, shaped by Safety Culture as a specific expression of Organisational Culture, constitute the prerequisite for the shared design of activities—taking human characteristics into account across all processes, including but not limited to classical ergonomic aspects—and for supporting the execution of everyday practices that are sufficiently effective, efficient, robust, and resilient [4] to ensure their actual implementation.

To support practical understanding of the European regulatory framework, the European Union Agency for Railways (ERA) provides an integrated reading of the relevant legal sources through guidance documents aimed at supporting practical application. Although these documents are not legally binding, they carry significant interpretative authority. Their relevance should be assessed in light of the fact that ERA is the same body responsible for developing the preparatory work for the legal acts subsequently adopted by the European institutions. From this perspective, the guidelines issued by ERA may be regarded as authoritative sources supporting the systematic interpretation of binding legal provisions.

Within this context, a first contribution to synthesis and clarification is provided by the European Railway Safety Culture Model 2.0 [5]. This conceptual framework (Fig. 1) was developed to help railway operators understand the relationships between organisational culture, safety culture, and safety performance, with the aim of facilitating the identification of areas for improvement. The model is composed of three categories of elements:

- *fundamentals that constitute the organisation's organisational capital;*
- *enablers, understood as the levers through which organisational culture is developed;*
- *behaviour patterns, defined as shared forms of thinking and acting that convey organisational culture while supporting safety performance oriented towards excellence.*

The qualifying elements of the complete model¹⁰ consti-

⁸ In via principale § 5.3, ma anche § 1.1 b e c, § 4.4.1 *et al.*...

⁹ Cfr. Regolamento (UE) 2018/762 Versione EN, Allegato I e II, §5.3.1

⁹ Cfr. Regulation (EU) 2018/762 EN version, Annex I and II, §5.3.1

¹⁰ Of which a separate study is recommended, which is not possible here due to space limitations.

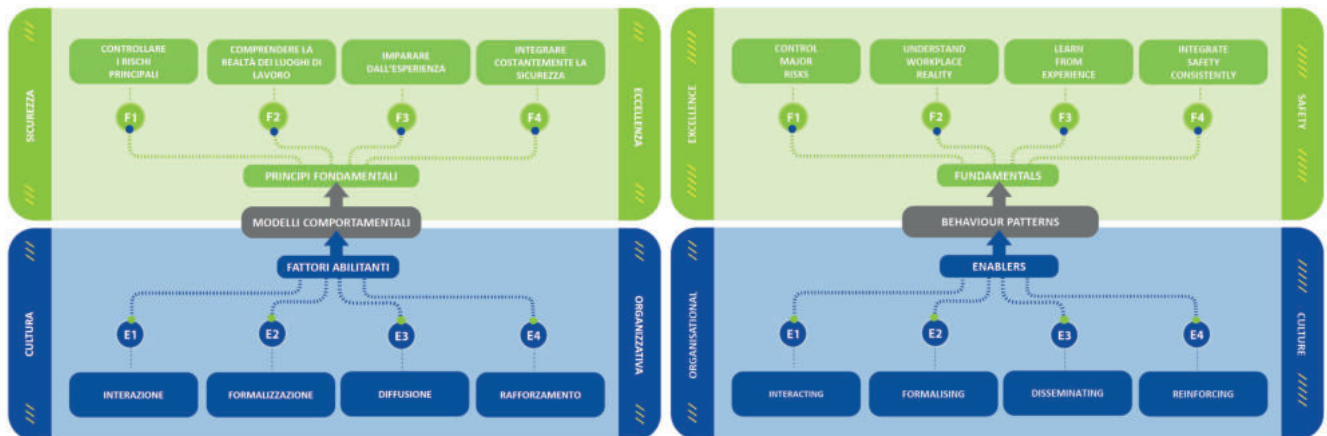


Figura 1 - Modello Europeo della Cultura della Sicurezza Ferroviaria 2.0 [5]
Figure 1 - European Railway Safety Culture Model 2.0 [5].

ra organizzativa, cultura della sicurezza e prestazione di sicurezza, allo scopo di favorire l'identificazione delle aree di miglioramento. Il modello è costituito da tre tipologie di elementi:

- i principi fondamentali che costituiscono il capitale organizzativo dell'impresa;
- i fattori abilitanti, assimilabili alle leve attraverso le quali si sviluppa la cultura organizzativa;
- i modelli comportamentali, forme condivise di pensiero e azione che trasmettono la cultura organizzativa sostenendo le prestazioni di sicurezza orientate all'eccellenza.

Gli elementi qualificanti del modello esploso¹⁰ costituiscono concrete prestazioni delle *policy* definite nel *Management Maturity Model* (MMM) pubblicato nel 2018 [6]. Il MMM propone un sistema di autovalutazione della maturità del *Safety Management System* (SMS) nel Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS), proiettato su 23 dimensioni descrittive della complessità organizzativa, utili a comprendere la centralità del Sistema di Gestione della Sicurezza nella definizione di strategie di miglioramento delle prestazioni (Fig. 2).

L'efficacia attesa dei processi corrispondenti alle 23 dimensioni qualificanti del SGS non può che misurarsi sulla prestazione di sicurezza dell'esercizio in concreto.

A questo scopo corrisponde la diffusione di modelli interpretativi della genesi del rischio nelle relazioni tra Incidenti, Eventi Pericolosi e Cause secondo una logica consolidata nel settore ferroviario e, a breve, valorizzata come prassi di riferimento (in quanto citata nel CSM ASLP di prossima emanazione) a sostegno della standar-

tute concrete expressions of the policies defined in the Management Maturity Model (MMM), published in 2018 [6]. The MMM provides a self-assessment framework for evaluating the maturity of the Safety Management System (SMS) within the overall Safety Management System structure, articulated across 23 dimensions that describe organisational complexity and support an understanding of the central role of the Safety Management System in defining performance improvement strategies (Fig. 2).

The effectiveness of processes associated with the 23 qualifying dimensions of the Safety Management System can ultimately be assessed only through the actual safety performance of railway operations.

This objective underpins the widespread use of interpretative models addressing the genesis of risk through the relationships between Accidents, Hazardous Events, and Causes, following an approach long established in the railway sector and soon to be formalised as a reference practice. This recognition is reinforced by the explicit inclusion of such models in the forthcoming Common Safety Method on the Assessment of Safety Level and Safety Performance (CSM ASLP), with the aim of supporting the standardisation of analyses, consolidating an inquiry-based approach to hazard generation, and promoting the sharing of lessons learned across the European Union.

The risk genesis model proposed in the forthcoming CSM ASLP introduces a novel conceptualisation that identifies a set of 25 Contributing Factors (CFs) as modulators of both the likelihood and severity of adverse events across the sequence of Causes, Hazardous Events, and Accidents. The following diagram (Fig. 3) provides an illustrative representation of this relationship, as defined in the CSM ASLP.

The Contributing Factors (CFs) are structured across five areas (Fig. 4), encompassing related at staff, situation and interactional, and represent a consolidated set of Human and Organisational Factors derived from the 5x5 Model [7][8][9].

In accordance with Article 2 of Regulation (EU) 2020/573, the CFs are any "action, omission, event or condition that af-

¹⁰ Del quale si consiglia un autonomo approfondimento, qui impossibile per limiti di spazio.

dizzazione delle analisi, del consolidamento dell'approccio interrogativo sulla genesi del pericolo e della condivisione del ritorno di esperienza a livello dell'intera Unione Europea.

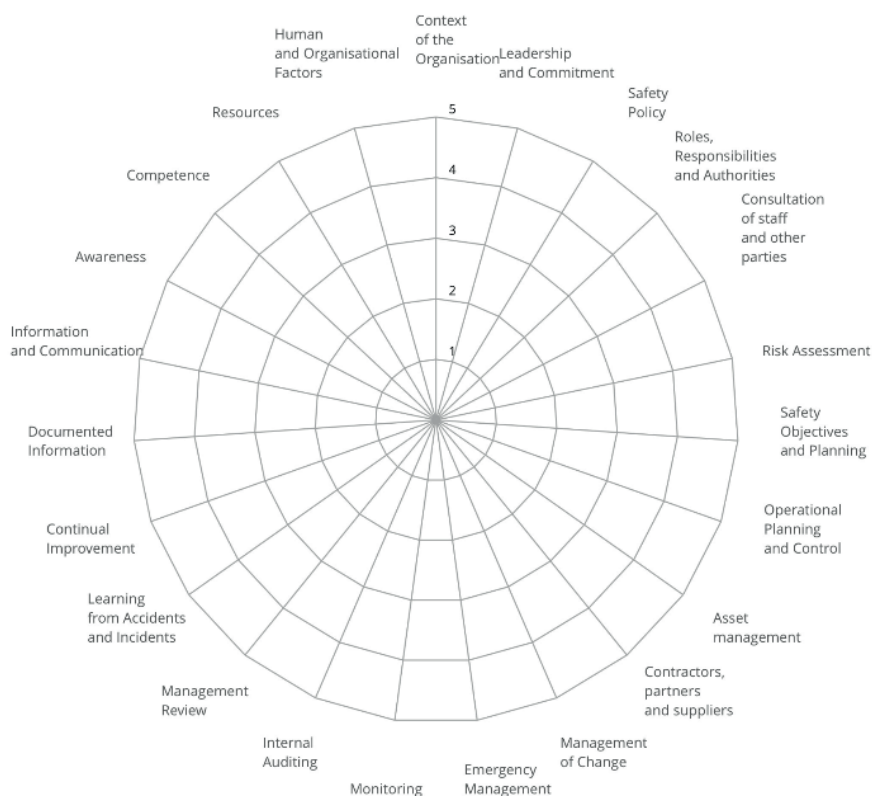
Il modello di genesi del rischio proposto nell'emanando CSM ASLP ricomprende una originale concettualizzazione che indica una raccolta di 25 Fattori Contribuenti (FC) quali modulatori della propensione e della severità di accadimento di eventi avversi (Cause – Eventi Pericolosi – Incidenti). La grafica seguente (Fig. 3) propone una esemplificazione della relazione, come definita nel CSM ASLP.

I FC sono definiti su 5 aree (Fig. 4), riconducibili a complessità di Staff, Situazionali e di Interazione, e costituiscono una raccolta di elementi HOF derivati dal modello 5x5 [7][8] [9].

I FC sono ogni "azione, omissione, evento o condizione che influisce su un evento aumentandone la probabilità, accelerandone l'effetto nel tempo o aumentando la gravità delle conseguenze, ma la cui eliminazione non avrebbe impedito l'evento"¹¹. Pertanto, i FC operano come modulatori della propensione di accadimento degli eventi avversi, favorendo (o sfavorendo) il concreto accadimento di un evento, attraverso una relazione non deterministica (in quanto non operano come cause) ma stocastica, pertanto incerta ma non dubbia¹².

I Fattori Contribuenti costituiscono, in effetti, il livello più profondo delle condizioni e delle intenzioni che sostengono il fallimento, e sono pertanto descrittori dello spazio di progettazione e gestione di HOF.

Il CSM ASLP propone inoltre una raccolta di Fattori Sistemici, costituiti dalle 23 declinazioni opera-



(Fonte - Source: SGS APP di ERA¹² - SMS APP by ERA¹²)

Figura 2 - Spazio di misura "Radar Plot" del livello di maturità gestionale sulle 23 dimensioni qualificanti del SGS.
Figure 2 - "Radar Plot" measurement space for the level of management maturity across the 23 qualifying dimensions of the SMS.

fects an occurrence by increasing its likelihood, accelerating the effect in time or increasing the severity of the consequences, but the elimination of which would not have prevented the occurrence"¹¹.

Accordingly, Contributing Factors (CFs) operate as modulators¹² of the likelihood of adverse events, increasing or decreasing the probability that an event will occur. This influence is exerted through a non-deterministic relationship—since CFs do not act as causes—but rather a stochastic one, which is therefore uncertain but not indeterminate.

Contributing Factors represent the deepest layer of conditions and intentions that sustain system failure and thus act as descriptors of the design and management space of Human and Organisational Factors.

¹¹ CSM ASLP, Appendix A – part C.2 Reference list for contributing factors, subtext of table: "In accordance with Article 2 of Regulation (EU) 2020/573, 'contributing factor' means any action, omission, event or condition that affects an occurrence by increasing its likelihood, accelerating the effect in time or increasing the severity of the consequences, but the elimination of which would not have prevented the occurrence."

¹²https://www.era.europa.eu/content/era-launches-sms-app_en#:~:text=Published:%2023%20May%202018%20Updated,when%20issuing%20single%20safety%20certificates

¹¹ CSM ASLP, Appendix A – part C.2 Reference list for contributing factors, subtext of table.

¹²https://www.era.europa.eu/content/era-launches-sms-app_en#:~:text=Published:%2023%20May%202018%20Updated,when%20issuing%20single%20safety%20certificates

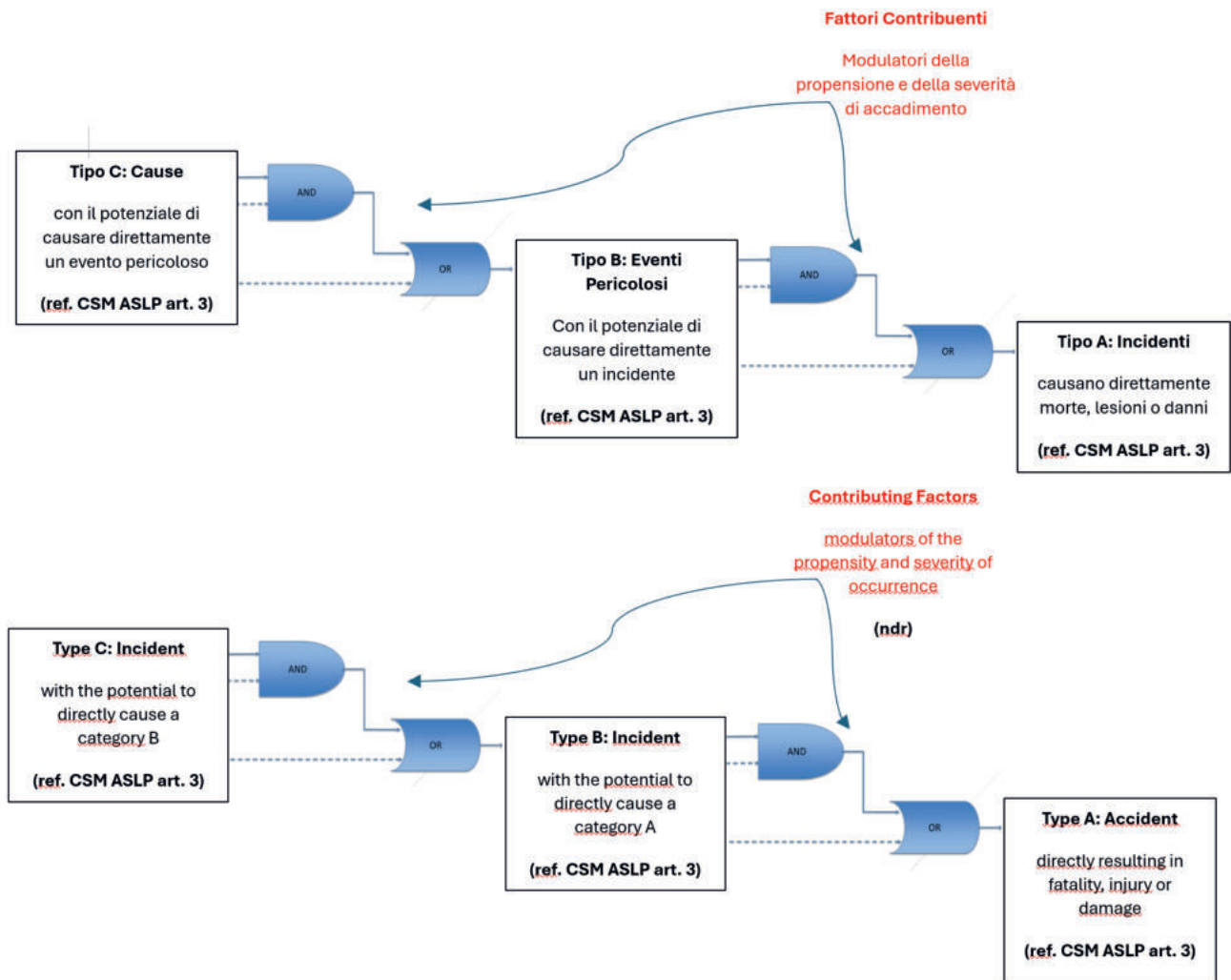


Figura 3 - Relazione tra Incidenti, Eventi Pericolosi e Cause (Incidente – Incidente di tipo B – Incidente di tipo C) e Fattori Contribuenti [3].

Figure 3 - Relationship between Accidents, Hazardous Events and Causes (Accident – Incident type B – Incident type C) and Contributing Factors [3].

tive del MMM, così integrando definitivamente nella norma le Linee Guida nel frattempo sviluppate e utili alla realizzazione in concreto dell'integrazione HOF del SGS.

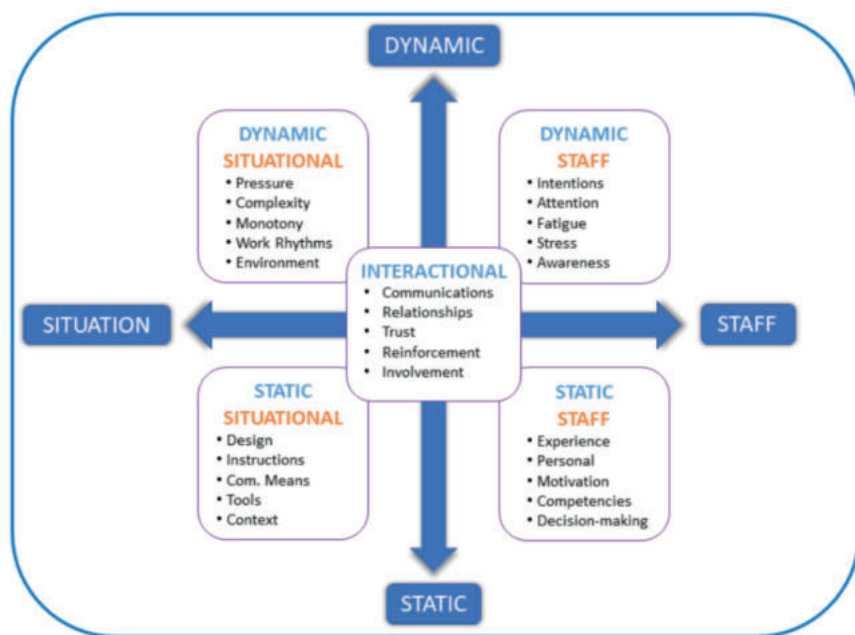
Il quadro così delineato fornisce i capisaldi della lettura ERA della Cultura della Sicurezza, e di come questa incide sulla prestazione di sicurezza dell'intero sistema ferroviario.

Questa interpretazione rappresenta una declinazione originale degli esiti della ricerca in materia di sicurezza organizzativa ottenuti in altri settori che in passato hanno svolto una funzione pilota nella definizione della sicurezza organizzativa. In questa visione strategica, il Modello 5x5, nativo ferroviario, si propone come una sintesi efficace, e di migliore dettaglio, delle esperienze consolidate nella bibliografia,

The CSM ASLP further introduces a set of Systemic Factors, corresponding to the 23 operational dimensions of the Management Maturity Model (MMM), thereby formally integrating into binding regulation the guidelines previously developed to support the practical implementation of HOF integration within the Safety Management System.

The resulting framework provides the cornerstones of ERA's interpretation of Safety Culture and clarifies how Safety Culture influences the safety performance of the railway system.

This interpretation represents an original development of the findings produced by organisational safety research in other sectors that have historically played a pioneering role in shaping the concept of organisational safety. Within this strategic perspective, the railway-native 5x5 Model is pro-



(Fonte - Source: ERA)

Figura 4 - Il Modello 5x5¹³ e la struttura di relazione tra i gruppi di Fattori Contribuenti.

Figure 4 – Il 5x5 Model¹³ and the relationship structure between groups of Contributing Factors.

superando e aggiornando i costrutti originari delle applicazioni risalenti in campo aeronautico, oil & gas, nucleare e specializzando l'HOF alle peculiarità ferroviarie.

3. Relazione tra Sicurezza e HOF nella visione consolidata nell'esperienza italiana

Alla luce del quadro fornito, che indica chiaramente dove dovremmo essere e, soprattutto, quale sia l'orizzonte strategico del prossimo cammino, è opportuno riflettere su dove siamo oggi come comunità ferroviaria italiana in relazione alla sicurezza organizzativa, e quali sono pertanto i costrutti consolidati tra Sicurezza e HOF.

Un dato indicativo del livello di prestazione di sicurezza del comparto ferroviario italiano può essere ricavato dalla Relazione annuale sulla sicurezza delle ferrovie interconnesse anno 2024 – Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali (ANSFISA) [10].

Il dato di interesse (Fig. 5), costituito dall'andamento dell'incidentalità normalizzata (linea verde) confrontato con la media degli ultimi dieci anni (linea rossa trattegg-

posed as an effective and more detailed synthesis of the consolidated evidence reported in the literature. It goes beyond and updates the original constructs developed in the aeronautical, oil and gas, and nuclear domains, tailoring the HOF framework to the specific characteristics of the railway sector.

3. Relationship between Security and HOF in the consolidated vision of the Italian experience

Against the backdrop of the framework outlined above—which clearly indicates where the system should be and, above all, defines the strategic horizon of the path ahead—it is appropriate to reflect on the current position of the Italian railway community with respect to organisational safety, and to examine the constructs that are presently consolidated in the relationship between Safety and Human and Organisational Factors.

An indicative measure of safety performance of the Italian railway sector can be derived from the Annual Report on the Safety of Interconnected Railways 2024, issued by the National Agency for Railway Safety and Road and Motorway Infrastructure (ANSFISA) [10].

The relevant evidence (Fig. 5)—represented by the trend of normalised accident rates (green line) compared with the average of the last ten years (dashed red line)—indicates a substantial stability of the phenomenon. The safety performance of the Italian railway system does not appear to have derived any significant benefit either from the entry into force of the Railway Safety Directive, transposed in Italy through Legislative Decree No. 50 of 14 May 2019, or from Regulation (EU) 2018/762.

Identifying the reasons for this apparent lack of responsiveness of safety performance to the regulatory-driven cultural shift progressively introduced over the past decade is therefore necessary in order to steer collective efforts—far from trivial—towards effective outcomes.

To this end, a set of selected (albeit non-exhaustive) pieces of evidence is presented, with the aim of opening a structured debate.

¹³ https://www.era.europa.eu/domains/safety-management/human-and-organisational-factors-hof_en

¹³ https://www.era.europa.eu/domains/safety-management/human-and-organisational-factors-hof_en

giata) evidenzia una sostanziale stabilità del fenomeno. La prestazione di sicurezza del sistema ferroviario italiano non sembra aver avuto alcun beneficio significativo dall'entrata in vigore della Direttiva sicurezza, recepita in Italia con il D.lgs. 50 del 14 maggio 2019, né dal Regolamento 2018/762.

La ricerca dei motivi di una sostanziale indifferenza delle prestazioni rispetto alla rivoluzione culturale progressivamente operata sul piano normativo da circa dieci anni è necessaria per indirizzare verso l'efficacia sforzi collettivi tutt'altro che banali.

Allo scopo si propone una raccolta (peraltro non esaustiva) di alcune evidenze sulle quali si ritiene utile aprire un dibattito.

La migliore consapevolezza del settore considera da tempo la sicurezza come una prestazione misurabile attraverso la stima del suo complemento logico, costituito dal rischio. Coerentemente alla definizione tecnica fornita dall'approccio RAMS¹⁴ (CEI EN 50126-1:2019-10 [11]), il rischio può essere definito come la combinazione della probabilità di accadimento di un evento o di una serie di eventi che determinano una situazione pericolosa e delle sue conseguenze. Dal punto di vista concettuale, l'accadimento di un evento avverso si determina quando il flusso del pericolo colpisce il bersaglio a causa di un allineamento delle carenze delle barriere adottate, corrispondente al fallimento delle prevenzioni (Swiss Cheese Model [12], Fig. 6).

L'incidente costituisce pertanto l'epifenomeno di una combinazione (catena causale) di eventi avversi elementari, la cui prevenzione può essere ottenuta attraverso interventi di sicurezza tecnica e interventi di sicurezza organizzativa. Questo costrutto è d'altronde coerente a quanto il MMM esplicita in merito ai requisiti dell'SGS: "le organizzazioni mature riconoscono che un controllo efficiente del rischio può avere luogo soltanto grazie a un processo che riunisca tre componenti cruciali:

- una componente tecnica con gli strumenti e le attrezzature utilizzati,
- una componente umana di personale operativo con le proprie qualifiche e dinamiche HOF,
- la propria formazione e motivazione e una compo-

¹⁴ Reliability, Availability, Maintainability & Safety.

INCIDENTI SIGNIFICATIVI [Rete IT]

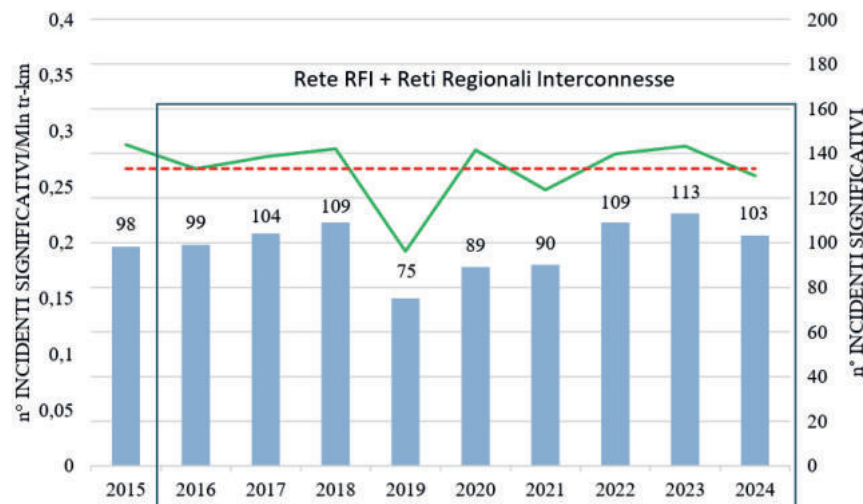


Figura 5 - Relazione annuale sulla sicurezza delle ferrovie interconnesse anno 2024 - Incidenti significativi [10].

Figure 5 - Annual report on the safety of interconnected railways for the year 2024 - Significant accidents [10].

Within the more mature understanding of the sector, safety has long been regarded as a measurable performance, assessed through the estimation of its logical complement, namely risk. In accordance with the technical definition provided by the RAMS¹⁴ approach (EN 50126-1:2019-10 [11])—risk may be defined as the combination of the probability of occurrence of an event, or series of events leading to a hazardous situation, and the severity of their consequences. Conceptually, an adverse event occurs when the flow of hazard reaches the target due to the alignment of weaknesses in the adopted barriers, corresponding to the failure of preventive defences (Swiss Cheese Model [12], Fig. 6).

An accident therefore represents the epiphenomenon of a combination—that is, a causal chain—of elementary adverse events, whose prevention can be achieved through both technical safety measures and organisational safety interventions. This construct is, moreover, consistent with what the Management Maturity Model (MMM) explicitly states regarding the requirements of the Safety Management System: "Mature organisations recognise that efficient control of risk can only be achieved through a process that brings together three critical dimensions:

- a technical component with the used tools and equipment,

¹⁴ Reliability, Availability, Maintainability and Safety

nente organizzativa, costituita da procedure e metodi che definiscono il rapporto fra i diversi compiti.”

In questo quadro di significati condivisi, ha trovato ampia diffusione nel nostro Paese il costrutto *Generic Error Modelling System* (GEMS) [13], che propone una tassonomia del comportamento umano insicuro (Fig. 7) quale determinante fondamentale di una quota predominante del rischio tipico dei sistemi complessi.¹⁵

Questa rilevante evidenza ha avuto una rapida diffusione nel settore ferroviario. GEMS ha certamente il merito di proporre una lettura completa del tema del comportamento insicuro ricomprendendo la violazione, eppure rimane troppo implicita per sostenere mirate ed efficaci misure di controllo del rischio. La tassonomia di Reason non fornisce una spiegazione del perché si determina un comportamento insicuro, né orienta, di per sé, uno sviluppo della cultura della sicurezza di una organizzazione, proponendosi come una tassonomia sostanzialmente indifferente alla Cultura della Sicurezza.

In assenza di un dispositivo interpretativo e operativo che consenta di progettare le condizioni di lavoro ricomprendendo HOF, i limiti propri della tassonomia del comportamento insicuro tendono a tradursi in una lettura individualizzante dell'errore, incompatibile con l'approccio sistemico richiesto dalla normativa comunitaria, come purtroppo buona parte dell'esperienza applicativa italiana ha fatto per anni.

Una grafica di Reason meno nota [14], ma più diretta alla valutazione dell'ambito di genesi del rischio, evidenzia la relazione tra comportamento del singolo, comportamento del gruppo e cultura organizzativa (Fig. 8).

Questo modello interpretativo più evoluto, che di fatto meglio sviluppa il costrutto dello *Swiss Cheese Model*, allarga la descrizione del fallimento sistemico fino all'ambito di genesi profondo, ed evidenzia il legame tra carenze, fallimenti e cultura organizzativa, in profonda analogia con il Modello 5x5 di ERA.

La permanenza sterile sul costrutto GEMS della co-

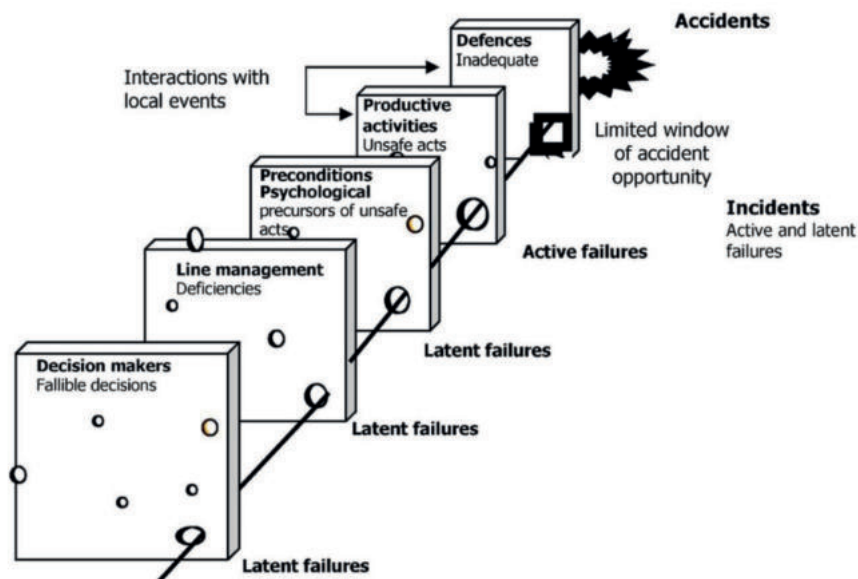


Figura 6 - Swiss Cheese Model. Decisori [12].

Figure 6 - Swiss Cheese Model [12].

- a human component of front-line people with their skills, training and motivation,
- an organisational component consisting of procedures and methods defining the relationship of tasks”.

Within this shared framework of meanings, the *Generic Error Modelling System* (GEMS) [13] has gained widespread adoption in Italy. GEMS proposes a taxonomy of unsafe human behaviour (Fig. 7), which is interpreted as a fundamental determinant of a predominant share of the risk inherent in complex systems¹⁵.

This relevant evidence has rapidly gained widespread use within the railway sector. GEMS undoubtedly has the merit of offering a comprehensive reading of unsafe behaviour by explicitly including violations; however, it remains too implicit to support targeted and effective risk control measures. Reason’s taxonomy does not provide an explanation of why unsafe behaviour occurs, nor does it guide the development of an organisation’s Safety Culture. As such, it functions as a taxonomy that is largely indifferent to Safety Culture.

In the absence of an interpretative and operational framework capable of designing working conditions that explicitly incorporate Human and Organisational Factors, the inherent limitations of unsafe behaviour taxonomies tend to translate into an individualising interpretation of

¹⁵ ERA, Safety management system requirements for safety certification or safety authorisation, §0.6 (<https://www.era.europa.eu/content/i-am-interested-third-party-safety-training-era-pilot-qualification-scheme>).

¹⁵ ERA, Safety management system requirements for safety certification or safety authorisation, §0.6 (<https://www.era.europa.eu/content/i-am-interested-third-party-safety-training-era-pilot-qualification-scheme>).

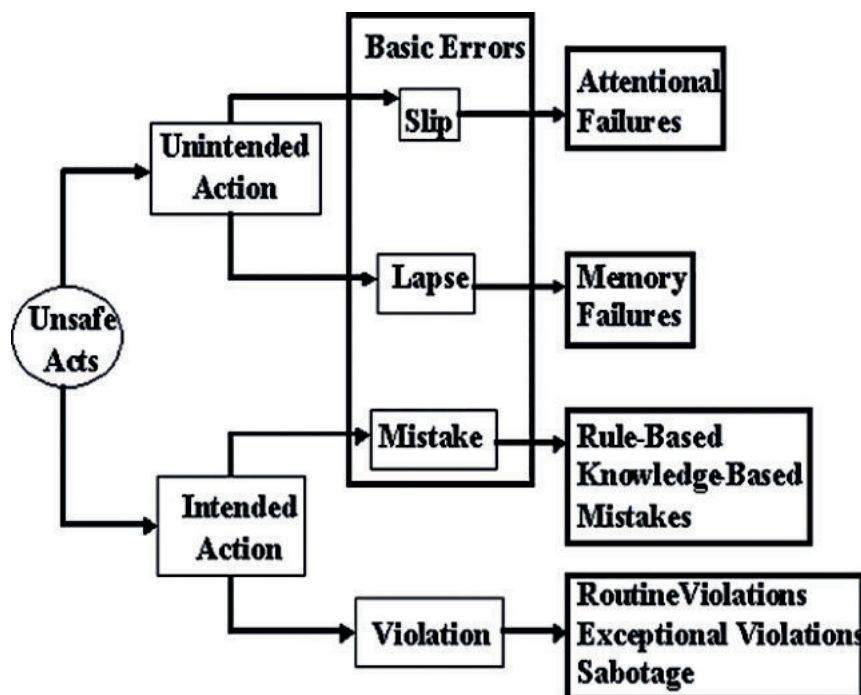


Figura 7 - Tassonomia di classificazione del comportamento insicuro [13]. -
Figure 7 - Taxonomy of unsafe acts [13].

munità ferroviaria italiana è stata d'altronde favorita da un approccio orientato ad assolvere il compito richiesto dalla normativa comunitaria, piuttosto che a farsene carico e gestirlo, che ha chiare radici nel testo della versione in lingua italiana (nel seguito anche IT) dello stesso Regolamento 2018/762, nel quale sono evidenti significativi scostamenti, semanticamente e giuridicamente coerenti – e pertanto difficilmente casuali, ove confrontato con quello in lingua inglese (EN), che costituisce il testo esito dell'istruttoria legislativa condotta dall'ERA.

In un passaggio cardine del 762 (già citato in precedenza), riportato identicamente tanto nel § 4.6.1 che nel § 7.2.3 degli Allegati, la versione italiana (IT) presenta un disallineamento rilevante rispetto alla versione inglese (EN) della stessa norma, nonché a quelle nelle principali lingue dell'Unione Europea (spagnolo – ES, tedesco – DE, francese – FR) come sinteticamente mostrato nella Tab. 1.

L'antinomia evidenziata, nonché le altre verificabili e che sarebbe eccessivamente lungo richiamare, hanno determinato una riduzione della forza prescrittiva gestionale (la versione italiana attenua gli obblighi dinamici di *accountability*, *improvement* e *organisational learning*, sostituendoli con le formule statiche di onere, ottemperare, esperti) e sostiene una tendenza all'interpretazione formalistica, che vede la sicurezza come compliance normativa anziché come processo di ap-

error. This approach is incompatible with the systemic perspective required by European regulation, as a substantial part of Italian applied practice has unfortunately demonstrated over many years.

A lesser-known graphical model proposed by Reason [14], but one more directly oriented towards assessing the domain in which risk is generated, highlights the relationship between individual behaviour, group behaviour, and organisational culture (Fig. 8).

This more advanced interpretative model, which in effect further develops the Swiss Cheese Model construct, extends the description of systemic failure to its deeper generative domain and highlights the link between deficiencies, failures, and organisational culture. In this respect, it shows a strong conceptual analogy with ERA's 5x5 Model.

The persistent and ultimately unproductive reliance on the GEMS construct within the Italian railway community has, moreover, been facilitated by an approach primarily oriented towards formally fulfilling the requirements imposed by European regulation, rather than assuming ownership of those requirements and actively managing them. This tendency has clear roots in the wording of the Italian-language version (hereinafter also "IT") of Regulation (EU) 2018/762, where significant divergences can be observed when compared with the English version (EN), which represents the outcome of the legislative drafting process conducted by ERA. These divergences are both semantically and legally consistent and therefore unlikely to be accidental.

In a key provision of Regulation (EU) 2018/762 – already cited above and reproduced identically in both §4.6.1 and §7.2.3 of the Annexes – the Italian version (IT) displays a substantial misalignment with the English version (EN) of the same text, as well as with the corresponding versions in the main languages of the European Union (Spanish – ES, German – DE, French – FR), as summarised in Tab. 1.

The antinomy highlighted above—together with other verifiable inconsistencies that would be excessively lengthy to detail here—has resulted in a weakening of managerial prescriptive force. In particular, the Italian version attenuates the dynamic obligations of accountability, improvement, and organisational learning, replacing them with static formulations centred on compliance, fulfilment of obligations, and reliance on external experts. This shift supports a formalistic interpretation in which safety is framed

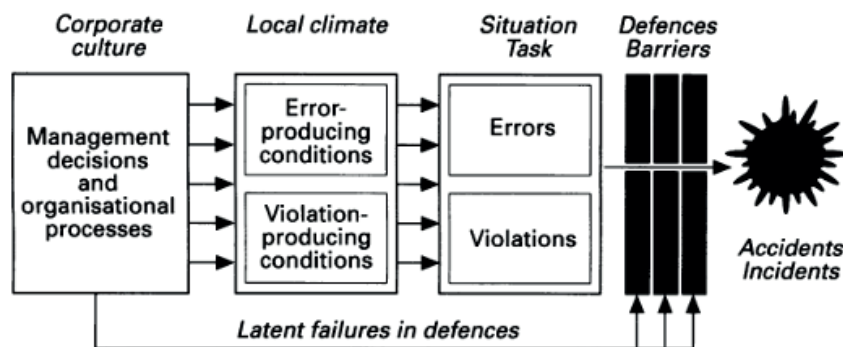


Figura 8 - Costrutto di genesi incidentale e formalizzazione della rilevanza della sicurezza organizzativa [14].

Figure 8 - Incidental genesis construct and formalisation of the relevance of organisational safety [14].

prendimento organizzativo diffuso e continuo sostenuto dalla Cultura Organizzativa.

La declinazione descritta, inoltre, orienta le organizzazioni all'esternalizzazione verso soggetti esperti (nella versione IT) di una responsabilità collettiva dell'organizzazione (chiamata nella versione EN a definire una strategia complessiva, dotarsi di competenze e metodi riconosciuti). È rilevante osservare che, sulla base di questa interpretazione disallineata della norma, il sistema ferroviario italiano della formazione e della gestione delle competenze ha prodotto una originale tendenza alla certificazione di competenze che, non casualmente, risultano giuridicamente indefinite a livello comunitario.

Questo processo di costruzione alternativa di fonte paragiuridica, tuttora in corso, costituisce probabilmente l'ambito nel quale la comunità ferroviaria italiana dovrà compiere le riflessioni più profonde per operare un riallineamento ai costrutti più evoluti, e più difficilmente fraintendibili alla luce della prossima emanazione del CSM ASLP.

4. Una proposta metodologica di integrazione HOF nel SGS conforme alle norme europee: *Sharing Enterprise Well-being*

Il protocollo *Sharing Enterprise Well-being* (SEW) integra in una visione sinergica le competenze della Psicologia delle Organizzazioni e dell'Ingegneria della Sicurezza, e si propone come strumento di analisi e intervento sui rapporti tra fattore umano, fattore organizzativo e processo ingegneristico di produzione del servizio di trasporto ferroviario al fine di migliorare il livello di sicurezza delle prestazioni degli operatori ferroviari.

SEW è un protocollo di analisi e intervento nativo ferroviario, consolidato a partire dal 2007, applicato per la prima volta nel 2009 e sviluppato parallelamente all'evoluzione della norma europea del settore.

as regulatory compliance rather than as a continuous and organisation-wide learning process sustained by Organisational Culture.

Moreover, the described interpretation steers organisations towards the outsourcing of what should be a collective organisational responsibility to external experts (as suggested by the Italian version), whereas the English version assigns responsibility to the organisation itself, which is required to define an overarching strategy and to equip itself with recognised expertise and methods. It is noteworthy that, based on this misaligned interpretation of the regulation, the Italian railway system for training and competence management has developed a

distinctive tendency towards the certification of competencies that are, not coincidentally, legally undefined at the European level.

This ongoing process of constructing an alternative, quasi-legal source of reference likely represents the domain in which the Italian railway community will need to undertake its most profound reflections, in order to realign with more advanced and less easily misinterpretable constructs, particularly considering the forthcoming adoption of the CSM ASLP.

4. A methodological proposal for integrating HOF into the SMS in compliance with European regulations: *Sharing Enterprise Well-being*

The *Sharing Enterprise Well-being* (SEW) protocol integrates organisational psychology and safety engineering within a single, coherent framework. It is conceived as both an analytical and an intervention tool, addressing the interactions between human factors, organisational factors, and engineering processes in railway operations, with the aim of improving safety performance.

SEW is a railway-specific analysis and intervention protocol, first applied in 2009 and progressively consolidated in parallel with the evolution of the European regulatory framework.

In 2024, the SEW training module—covering core HOF interpretative principles and operational intervention processes—was certified as *Passport Training*¹⁶ by the European Union Agency for Railways (ERA). This certification was

¹⁶ ERA, Safety management system requirements for safety certification or safety authorisation, §0.6 <https://www.era.europa.eu/content/i-am-interested-third-party-safety-training-era-pilot-qualification-scheme>.

Tabella 1 – Table 1

Confronto tra diverse versioni della norma riportata nel §4.6.1(a) e § 7.2.3 del Regolamento (UE) 2018/762 [2]
Comparison between different versions of the standard reported in the §4.6.1(a) and § 7.2.3 of Regulation (EU) 2018/762 [2]

Lingua Languages	Versione ufficiale del § 4.6.1(a) e § 7.2.3 Allegato (I o II) al Regolamento (UE) 2018/762 § 4.6.1(a) and § 7.2.3 Annex (I or II) of Regulation (EU) 2018/762	Traduzione in italiano della formulazione originaria proposta dagli autori English translation of the original text proposed by the authors
EN	“(a) include the development of a strategy and the use of expertise and recognized methods...;” (EUR-Lex)	«(a) comprendere lo sviluppo di una strategia e l'impiego di competenza specialistica e metodi riconosciuti...»
IT	«(a) comprendere il ricorso ad esperti e l'impiego di metodi riconosciuti...;» (EUR-Lex)	«(a) include the use of experts and recognised methods...;»
ES	«(a) incluirá el desarrollo de una estrategia y el uso de conocimientos técnicos y métodos reconocidos...;» (EUR-Lex)	«(a) comprendere lo sviluppo di una strategia e l'uso di conoscenze tecniche e metodi riconosciuti...» «(a) include the development of a strategy and the use of recognised technical knowledge and methods ...»
DE	„a) die Entwicklung einer Strategie sowie die Nutzung von Fachwissen und anerkannten Methoden...;“ (EUR-Lex)	«(a) comprendere lo sviluppo di una strategia nonché l'uso di competenza specialistica e metodi riconosciuti...» «(a) include the development of a strategy and the use of expertise and recognised methods ...»
FR	«(a) comprend la mise au point d'une stratégie et le recours à une expertise et à des méthodes reconnues ...;» (EUR-Lex)	«(a) comprendere la definizione di una strategia e il ricorso a competenza specialistica e a metodi riconosciuti...» «(a) includes developing a strategy and utilising recognised expertise and methods ...»

Il modulo formazione di SEW, che comprende i cardini dell'interpretazione HOF e i processi verticali di intervento operativo, è stato certificato di *Passport Training*¹⁶ dall'ERA nel 2024, nell'ambito di un processo pilota di qualificazione che ha portato, a livello europeo, al rilascio di 10 riconoscimenti complessivi ad altrettanti processi formativi. Un accenno all'applicazione del protocollo è stato esposto, sempre nel 2024, negli atti del Convegno SEF24 [18].

4.1. Prospettiva SEW

SEW interpreta ed utilizza HOF come il campo multidisciplinare sul quale progettare e realizzare il miglioramento delle prestazioni e aumentare la soddisfazione degli attori. HOF è un approccio centrato sull'utente, ovvero la progettazione si basa su una comprensione esplicita degli utenti, delle attività e degli ambienti.

L'approccio SEW si fonda su una prospettiva interpretativa sistemica che considera la sicurezza come una prestazione emergente dalle interazioni dinamiche tra individui, organizzazione e processi tecnici. In tale prospettiva,

granted within a pilot qualification process that resulted, at European level, in a total of ten recognitions awarded to an equivalent number of training programmes. A brief account of the protocol's application was also presented in 2024 in the proceedings of the SEF24 Conference [18].

4.1. Perspective SEW

SEW approaches Human and Organisational Factors (HOF) as a multidisciplinary design domain for performance improvement, while also increasing stakeholder satisfaction. HOF is conceived as a user-centred approach, grounded in an explicit understanding of users, activities, and operational environments.

The SEW approach adopts a systemic interpretative perspective in which safety is understood as an emergent performance arising from dynamic interactions between individuals, organisational structures, and technical processes. Within this perspective, Human and Organisational Factors are not understood as a discrete set of variables to be catalogued, but rather as a safety design domain within which strategies, decision-making processes, and operational practices are defined in coherence with the capabilities and limitations of the socio-technical system [15].

SEW integrates, in a structured manner, the competencies of organisational psychology and safety engineering, if the subjective representations of organisational actors and the configuration of technical processes constitute complementary perspectives on organisational functioning. The

¹⁶ ERA, Safety management system requirements for safety certification or safety authorisation, §0.6 <https://www.era.europa.eu/content/i-am-interested-third-party-safety-training-era-pilot-qualification-scheme>.

i fattori umani e organizzativi (HOF) non sono intesi come un insieme discreto di variabili da censire, bensì come un dominio di progettazione della sicurezza, entro il quale si definiscono strategie, processi decisionali e modalità operative coerenti con le capacità e i limiti del sistema socio-tecnico [15].

SEW integra in modo strutturato le competenze della psicologia delle organizzazioni e dell'ingegneria della sicurezza, assumendo che le rappresentazioni soggettive degli attori organizzativi e la configurazione dei processi tecnici costituiscano punti di vista complementari sul funzionamento dell'organizzazione. L'obiettivo non è la spiegazione causale del comportamento, ma la progettazione delle condizioni di lavoro che rendono affidabili le prestazioni nel contesto reale dell'esercizio ferroviario.

Dal punto di vista psicologico-organizzativo, SEW utilizza strumenti quali l'analisi della domanda¹⁷, i focus group e questionari strutturati per comprendere le specificità culturali del contesto organizzativo e le modalità attraverso cui tali specificità influenzano le pratiche lavorative e decisionali. Le risultanze di questa analisi sono restituite alla committenza sotto forma di ipotesi operative orientate allo sviluppo della cultura della sicurezza.

Dal punto di vista ingegneristico, SEW analizza le prestazioni di sicurezza dell'organizzazione attraverso la valutazione del livello di sicurezza, l'analisi dei processi, delle procedure e dei sistemi di monitoraggio adottati, con particolare attenzione all'Hazard Log come bussola della sicurezza. L'analisi verifica la capacità del sistema tecnico di supportare strategie di miglioramento coerenti al quadro di norma e ai modelli di riferimento del settore.

In coerenza con il Modello Europeo della Cultura della Sicurezza Ferroviaria [5], SEW opera sul rafforzamento dei fattori abilitanti di interazione, formalizzazione, diffusione e rafforzamento, intesi come dimensioni interdipendenti del funzionamento organizzativo. Il miglioramento di tali dimensioni sostiene lo sviluppo di comportamenti collettivi orientati al controllo del rischio, alla comprensione della realtà operativa, all'apprendimento dall'esperienza e all'integrazione continua della sicurezza nei processi decisionali e di progettazione.

I modelli comportamentali, inclusa la tassonomia GEMS, sono utilizzati non come strumenti di attribuzione causale, ma come criteri di lettura delle condizioni operative, spingendo l'analisi verso il livello di apprezzamento dei Fattori Contribuenti del Modello 5x5 e proponendo, in fase applicativa, la loro integrazione nei processi di gestione delle modifiche e di indagine su anomalie e incidenti.

Le risultanze delle analisi psicologico-organizzative e ingegneristiche non costituiscono output paralleli, ma

objective is not to provide causal explanations of behaviour, but to design working conditions that support reliable performance.

From a psychological and organisational perspective, SEW uses demand analysis¹⁷, focus groups, and structured questionnaires to identify context-specific cultural patterns influencing work practices. The outcomes of this analysis are fed back to the client organisation in the form of operational hypotheses oriented towards the development of Safety Culture.

From an engineering perspective, SEW analyses organisational safety performance by assessing safety levels, processes, procedures, and monitoring systems, with particular attention to the Hazard Log. This analysis verifies whether the technical system can effectively support improvement strategies that are consistent with the regulatory framework and with sector reference models.

In coherence with the European Railway Safety Culture Model [5], SEW acts on the strengthening of enabling factors related to interaction, formalisation, dissemination, and reinforcement, understood as interdependent dimensions of organisational functioning. The enhancement of these dimensions supports the development of collective behaviours oriented towards risk control, understanding of operational reality, learning from experience, and the continuous integration of safety into decision-making and design processes.

Behavioural models, including the GEMS taxonomy, are not used for causal attribution, but as interpretative lenses for reading operational conditions. This orientation shifts the analysis towards Contributing Factors and supports their integration into change management and investigation processes.

The outcomes of the psychological-organisational and engineering analyses do not constitute parallel outputs; rather, they converge into a shared decision-making synthesis that serves as the input for the design or revision of safety measures. Any interpretative divergences are treated as objects of analysis rather than as issues to be eliminated, in line with a systemic and non-deterministic approach to safety.

Since this integration, SEW promotes the development of enabling, training, and support processes aimed at the full integration of HOF into formal processes and everyday operational practices. The interventions seek to actively involve personnel at all organisational levels and to support "job crafting", that is, transforming "that job" into "my job", thereby strengthening a shared sense of responsibility and increasing the likelihood of effective implementation of safety practices.

¹⁷ Metodologia di analisi organizzativa [16].

¹⁷ Organisational Analysis Method [16]

convergono in una sintesi decisionale condivisa che rappresenta l'input per la progettazione o la revisione delle misure di sicurezza. Eventuali divergenze interpretative sono trattate come oggetto di analisi e non come criticità da eliminare, in coerenza con un approccio sistemico e non deterministico alla sicurezza.

Sulla base di tale integrazione, SEW promuove lo sviluppo di processi abilitanti, formativi e di sostegno finalizzati a una piena integrazione degli HOF nei processi formali e nelle pratiche operative quotidiane. Gli interventi mirano a coinvolgere attivamente il personale a tutti i livelli, sostengono il “*job crafting*”, cioè, trasformare “quel lavoro” nel “mio lavoro” rafforzando il senso di responsabilità condivisa e la probabilità di effettiva implementazione delle pratiche di sicurezza.

4.2. Struttura del Protocollo SEW

Il protocollo è articolato in attività tipicamente riconducibili all'applicazione sinergica dell'ingegneria della sicurezza e della psicologia delle organizzazioni, mediante:

- attività di indagine condotte in forma partecipata;
- messa in comune dei risultati ottenuti nelle fasi di analisi tecnica specifiche delle singole aree;
- interventi di formazione / affiancamento comuni.

L'intervento è condotto sulle varie aree dell'organizzazione, costituite dai livelli:

- CEO e alta dirigenza;
- area della progettazione;
- area dell'esercizio;
- area della manutenzione;
- ufficio del Referente del Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS) dell'esercizio;
- altre aree coinvolte, valutate caso per caso.

L'incremento di sicurezza è ottenuto come effetto congiunto di:

- ingegnerizzazione o re-ingegnerizzazione delle attività di pianificazione, esecuzione, controllo, monitoraggio in procedure conformi ai CSM e alle migliori pratiche disponibili, con approccio effettivo ed efficace;
- analisi condivisa e partecipata dell'ergonomia delle prassi;
- coinvolgimento della leadership in materia di sicurezza attraverso formazione alle competenze gestionali per il management;
- formazione alle *soft skill* per gli ambiti operativi;
- incremento e diffusione della cultura della sicurezza.

4.3. SEW Step by Step

4.3.1. Prima fase

La prima fase applicativa di SEW ha lo scopo di censire il capitale organizzativo e favorirne lo sviluppo nella

4.2. Structure of the Protocol SEW

The protocol is structured around activities reflecting the integrated application of safety engineering and organisational psychology.

Implemented through:

- *participatory investigative activities;*
- *the sharing and consolidation of results obtained during technical analysis phases specific to individual organisational areas;*
- *joint training and mentoring interventions.*

The intervention is implemented across the following organisational levels:

- *CEO and senior management;*
- *design and engineering area;*
- *operations area;*
- *maintenance area;*
- *office of the Safety Management System (SMS) representative for operations;*
- *other involved areas, assessed on a case-by-case basis.*

The increase in safety performance is achieved as the combined effect of:

- *the engineering or re-engineering of planning, execution, control, and monitoring activities into procedures compliant with the Common Safety Methods (CSMs) and with available best practices, following an effective and performance-oriented approach;*
- *a shared and participatory analysis of the ergonomics of work practices;*
- *the involvement of leadership in safety matters through management competence training;*
- *soft skills training for operational roles;*
- *the enhancement and dissemination of Safety Culture.*

4.3. SEW Step by Step

4.3.1. First phase

The first phase of SEW aims to map organisational capital and support its integration into everyday practices. This phase is based on an analytical protocol that is completed through the feedback of results and can be considered successfully concluded when the organisation—and leadership in particular—clearly identifies and prioritises the actions it intends to undertake.

This awareness reflects the recognition that simple cause-effect relationships between HOF and hazardous events are inherently limited. The objective is instead to develop a complex and organisation-specific analysis capable of providing a structured representation of the relationships between HOF and the level of safety performance in railway operations.

direzione dell'integrazione nelle prassi dell'ogni giorno. La prima fase di applicazione si basa su un protocollo di analisi che si completa con la restituzione degli esiti, e può considerarsi conclusa con successo laddove l'organizzazione, e la leadership in particolare, focalizzano le attività che intendono intraprendere.

Tale consapevolezza corrisponde alla presa d'atto che la relazione meccanicistica di causa-effetto, tra HOF ed eventi pericolosi (EP), deve essere considerata una modalità ricostruttiva semplificata e compatibile con un livello iniziale/transitorio, nell'ottica di sviluppare una analisi complessa e specifica sull'organizzazione aziendale, che restituisca un quadro di relazioni tra HOF e livello di sicurezza dell'esercizio ferroviario.

La prima fase applicativa di SEW si articola in:

1. formazione di base sul quadro normativo, sui costrutti di riferimento e sui metodi interpretativi, condotta in forma sinergica da esperti SEW-psicologia e SEW-ingegneria;
2. analisi del contesto organizzativo attraverso l'analisi della domanda [16], focus group e somministrazione del Questionario sull'affidabilità del fattore umano in ambito ferroviario (QEHRr) e dell'Analisi del Profilo Emotivo (APE); il contesto è specificamente analizzato per Gruppi Omogenei di Lavoratori (GOL); l'analisi è conforme ai concetti espressi nel Modello Europeo della Sicurezza Ferroviaria;
3. prima implementazione in ottica HOF del Sistema di Gestione della Sicurezza, condotto da esperti SEW – ingegneria attraverso:
 - a. analisi di completezza e consistenza dell'*Hazard Log* (verifica preliminare); più in particolare, l'analisi è sviluppata conformemente ai metodi proposti nella bozza di Regolamento Delegato CSM ASLP;
 - b. specificazione delle catene causali generative degli EP censiti, attraverso un approccio di valorizzazione dell'esperienza e di analisi induttiva per esplorazione, in coerenza e analogia ai principi generali dei metodi di analisi del rischio specifici per il settore ferroviario; l'analisi è preferibilmente condotta con approccio *bottom-up* (dalle attività verso i pericoli) integrando tecniche di *root analysis* in modalità esplorativa;
 - c. individuazione delle cause riferibili a fattore umano, e specificazione di quelle che determinano un effetto diretto delle Cause Primarie (CP) rispetto a quelle che costituiscono condizioni contestuali a sostegno del fallimento o Cause Secondarie (CS) relative ai vari EP; l'attività è condotta attraverso l'analisi dei dati di sicurezza dell'esercizio, delle risultanze degli audit, dei monitoraggi, delle analisi di indicatori di sicurezza lavorativa;
 - d. individuazione delle misure di prevenzione (mitigazioni) efficaci in riferimento ai singoli comportamenti pericolosi individuati;

The first SEW implementation phase is articulated as follows:

1. *Foundational training on the regulatory framework, reference constructs, and interpretative methods, delivered synergistically by SEW psychology and SEW engineering experts;*
2. *Analysis of the organisational context through demand analysis [16], focus groups, and the administration of the Questionnaire on Human Factor Reliability in the Railway Sector (QEHRr) and the Emotional Profile Analysis (APE). The context is specifically analysed by Homogeneous Groups of Workers (HGWs), and the analysis is conducted in accordance with the concepts expressed in the European Railway Safety Model;*
3. *Initial HOF-oriented implementation of the Safety Management System, conducted by SEW engineering experts through:*
 - a. *an assessment of the completeness and consistency of the Hazard Log (preliminary verification), carried out in accordance with the methods proposed in the draft Delegated Regulation on the CSM ASLP;*
 - b. *the specification of causal chains generating the identified Hazardous Events, using an experience-based approach and inductive exploratory analysis, in coherence with and by analogy to the general principles of railway-specific risk analysis methods. This analysis is preferably conducted using a bottom-up approach (from activities to hazards), integrating root analysis techniques in an exploratory manner;*
 - c. *the identification of causes attributable to human factors, distinguishing between those that directly contribute to Primary Causes (PCs) and those that constitute contextual conditions supporting failure, or Secondary Causes (SCs), related to the various Hazardous Events. This activity is conducted through the analysis of operational safety data, audit findings, monitoring outputs, and occupational safety performance indicators;*
 - d. *the identification of effective preventive measures (mitigations) with reference to the specific unsafe behaviours identified;*
 - e. *the definition of a set of HOF macro-indicators, linked to Reason's taxonomy, in order to provide an initial set of tools for the targeted assessment of HOF-related performance.*

The results obtained from the analyses outlined in points 2 and 3 are jointly discussed by SEW psychology and SEW engineering experts and collectively constitute a comprehensive description of organisational capital. Consistent with the iceberg metaphor, psychosocial and engineering analyses provide complementary perspectives on the same organisational reality.

- e. definizione di un set di Macroindicatori HOF, relativi alla tassonomia di Reason, in modo da fornire un primo set di strumenti orientati a verifica specifica delle prestazioni sul piano HOF.

I risultati ottenuti dalle analisi riassunte nei punti 2. e 3. sono discussi in forma congiunta dagli esperti SEW-psicologia e SEW-ingegneria e costituiscono, in forma condivisa, una descrizione complessiva del capitale organizzativo dell'impresa. In analogia alla nota metafora dell'iceberg, i risultati dell'analisi psicosociale ed ingegneristica dell'impresa costituiscono punti di vista differenti dello stesso ente organizzativo, che conducono ad una maggiore solidità interpretativa della complessità.

L'output della prima fase di applicazione del protocollo SEW è costituito da un Report che suggerisce all'organizzazione l'adozione di strategie di sviluppo organizzativo da adottare per sostenere l'integrazione HOF e il suo miglioramento.

Il Report propone una prima proiezione dell'analisi sulle 23 dimensioni del MMM, così rappresentando in forma normalizzata e coerente al costruito ERA la condizione di status quo (Fig. 9), e consolidando una misura di tempo iniziale sulla quale verificare l'efficacia dei successivi interventi sulle dimensioni caratteristiche del SGS.

Con riferimento alle specifiche dimensioni attinenti alla analisi e gestione del rischio, i risultati dell'analisi sono anche proiettati sui 25 fattori del Modello 5x5, attribuendo a ciascuno un livello di capitale organizzativo a sostegno della prestazione di sicurezza (capitale HOF). Tale rappresentazione (Fig. 10) è fornita per l'organizzazione nel suo complesso e per GOL selezionati.

Nell'analisi così restituita, il *Radar Plot* MMM e l'evidenza applicativa del Modello 5x5 divengono uno spazio di rappresentazione della HOF Signature SEW: al contempo costituiscono, insieme, lo spazio di progetto e la metrica per la verifica di efficacia delle attività attuate nelle successive fasi della analisi.

4.3.2. Seconda fase

Realizzate le condizioni preliminari d'intervento, la seconda fase applicativa di SEW ha lo scopo di *consolidare in forma partecipata* concetti, scopi, prassi e di attivare il metodo della partecipazione e del confronto attraverso la realizzazione di un progetto di siste-

The output of the first phase of SEW implementation consists of a Report that recommends organisational development strategies to support the integration and continuous improvement of HOF.

The Report presents an initial projection of the analysis across the 23 dimensions of the Management Maturity Model (MMM), thereby representing—in a normalised manner and in coherence with the ERA framework—the current status quo (Fig. 9). This establishes an initial temporal baseline against which the effectiveness of subsequent interventions on the characteristic dimensions of the Safety Management System can be assessed.

With reference to the specific dimensions related to risk analysis and management, the results of the analysis are also mapped onto the 25 factors of the 5x5 Model, assigning each factor a level of organisational capital supporting safety performance (HOF capital). This representation (Fig. 10) is provided both for the organisation as a whole and for selected Homogeneous Groups of Workers.

Within the resulting analysis, the MMM Radar Plot and the applied representation of the 5x5 Model together define the representational space of the SEW HOF Signature. At the same time, they jointly constitute both the design space and the metric for verifying the effectiveness of the activities implemented in the subsequent phases of analysis.

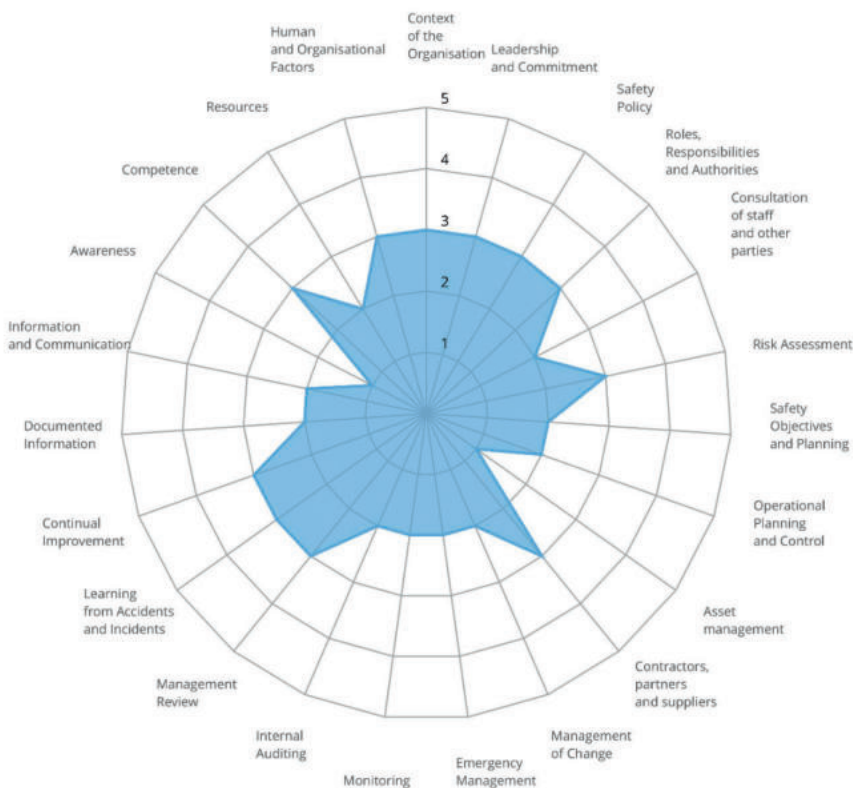


Figura 9 - Prima fase, esempio Radar Plot di rappresentazione sinottica del Report SEW nello spazio di progetto delle 23 dimensioni del MMM.
Figure 9 - First phase SEW, example of Radar Plot synoptic representation of the SEW Report in the project space of the 23 dimensions of the MMM.

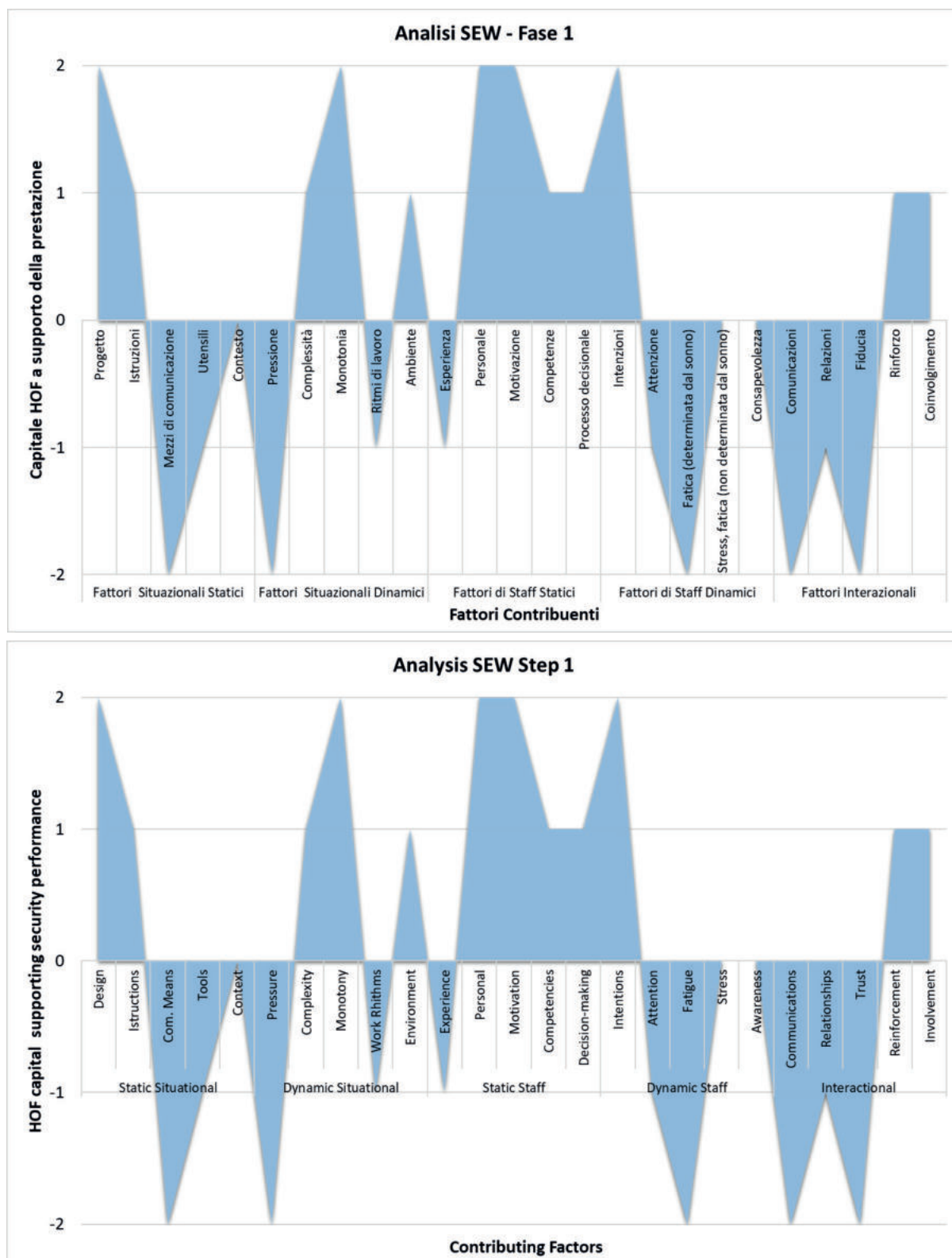


Figura 10 - Prima fase, esempio di rappresentazione sinottica del Report SEW nello spazio di progetto dei 25 Fattori Contribuenti.

Figure 10 - First phase SEW, example of a synoptic representation of the SEW Report in the project space of the 25 Contributing Factors.

ma condiviso e discusso con la committenza, suggerito e facilitato dagli esperti SEW-psicologia e SEW-ingegneria con approccio maieutico.

La seconda fase di SEW si basa su un approccio sinergico tra il continuo aggiornamento degli strumenti tecnici, utilizzati nelle attività quotidiane (sia a livello di procedure tecniche per la gestione del rischio e del monitoraggio, sia a livello delle prassi lavorative) e il rafforzamento progressivo del sistema di valori condivisi.

Gli esperti SEW favoriscono la costruzione di un *accordo di sistema per l'evoluzione dell'organizzazione*, in una chiave dialettica e di reciprocità, verificandone la sostenibilità in ciascuno dei settori lavorativi. A tal fine, l'intervento del protocollo SEW si può articolare in attività con i GOL, condotte in aula didattica, che sviluppano nuove forme di "alleanze di lavoro", oppure può proporsi come spazio di ri-progettazione di attività complesse, partecipate da più GOL per la migliore cucitura di necessità, prassi, esigenze reciproche e riconoscimento.

L'approccio didattico, erogato nella seconda fase, è perfettamente coerente ai concetti consolidati nel Modello Europeo della Cultura della Sicurezza Ferroviaria 2.0 (Fig. 11).

In particolare:

- la progettazione preliminare è condivisa con la dirigenza e gli stakeholders; sostiene la costruzione di una alleanza di lavoro che valorizza le funzioni di leadership e responsabilizza sulla centralità del *commitment* nello sviluppo del processo e sostiene le prassi organizzative corrispondenti ai descrittori E4.1 e E4.2 del Modello;
- vengono realizzati moduli di interpretazione sistematica delle fonti normative sulla sicurezza, orientati a dimostrare che gli obiettivi formali, stabiliti dal legislatore e vigilati dall'Agenzia Nazionale per la sicurezza e dall'ERA, corrispondono all'etica del lavoro dell'organizzazione; questa attività interpretativa condivisa ha lo scopo di meglio consolidare le fondamenta della relazione interna e sostenere una relazione collaborativa verso i soggetti di vigilanza e controllo, coerentemente ai descrittori E1.3 e E2.3, nonché di confermare l'esistenza di un capitale valoriale che qualifica l'ambiente di lavoro, coerentemente al descrittore E1.2;
- la realizzazione di fasi di discussione consente di verificare come la gestione e i processi di sicurezza verificati nell'esperienza lavorativa dei partecipanti corrispondono a prestazioni attese del sistema normativo, e possano costituire un valore comune e di scambio nelle attività quotidiane; in questa fase sono quindi valorizzate le competenze personali, coerentemente al descrittore E3.2;
- la realizzazione di esercitazioni analogiche ha lo scopo di evidenziare le modalità implicite della relazione interpersonale tipica dell'ambiente lavorativo, allo scopo

4.3.2. Second phase

The second phase of SEW aims to consolidate concepts, objectives, and practices through structured participation. This phase activates methods of participation and dialogue by developing a shared system-level project, discussed with the client organisation and suggested and facilitated by SEW psychology and engineering experts through guided, reflective dialogue.

The second phase of SEW is based on a synergistic approach that combines the continuous updating of technical tools used in daily activities—both in terms of technical procedures for risk management and monitoring, and in everyday work practices—with the progressive strengthening of the shared value system.

SEW experts support the construction of a system-level agreement for organisational evolution, adopting a dialectical and reciprocal perspective and verifying its sustainability across the different work domains. To this end, the SEW protocol may be implemented through activities involving Homogeneous Groups of Workers (HGWs), conducted in a classroom setting and aimed at developing new forms of "working alliances". Alternatively, it may take the form of a space for the redesign of complex activities, involving multiple HGWs in order to better align needs, practices, reciprocal expectations, and mutual recognition.

The educational approach delivered during the second phase is fully consistent with the concepts consolidated in the European Railway Safety Culture Model 2.0 (Fig. 11).

In particular:

- *the preliminary design phase is shared with senior management and stakeholders; it supports the construction of a working alliance that enhances leadership functions, reinforces accountability for the central role of commitment in process development, and sustains organisational practices corresponding to descriptors E4.1 and E4.2 of the Model;*
- *modules for the systematic interpretation of safety-related regulatory sources are developed, with the aim of demonstrating that the formal objectives established by legislators and overseen by national safety authorities and ERA are aligned with the organisation's work ethic. This shared interpretative activity seeks to strengthen the foundations of internal relationships and to support a collaborative relationship with supervisory and oversight bodies, in coherence with descriptors E1.3 and E2.3, while also confirming the existence of a shared value base that characterises the work environment, in line with descriptor E1.2;*
- *structured discussion phases enable verification of how safety management and processes experienced in participants' daily work correspond to the expected performance of the regulatory system and may constitute a shared and exchangeable value in everyday activities. In this phase, individual competencies are explicitly recognised and enhanced, in coherence with descriptor E3.2;*

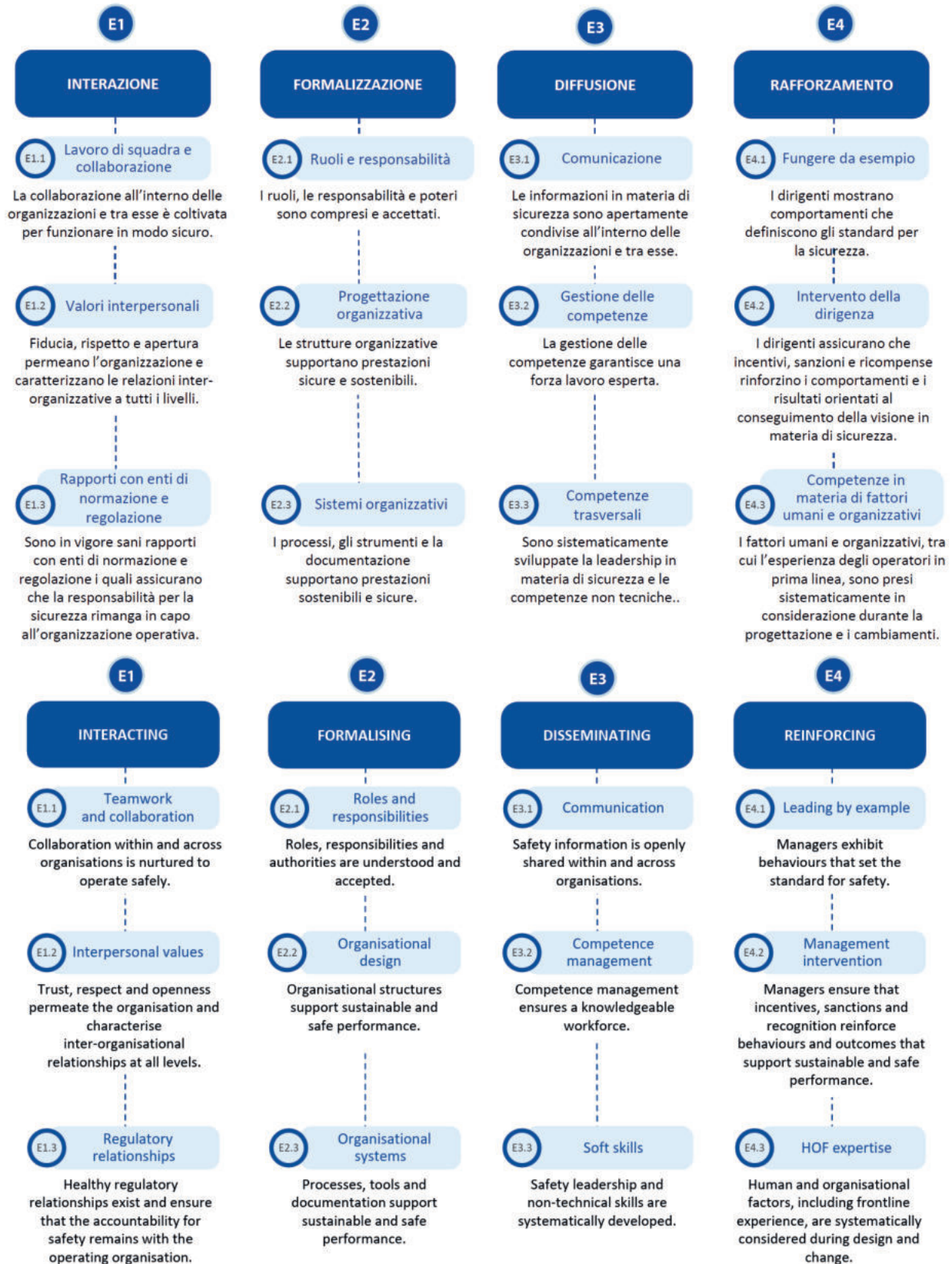


Figura 11 - Fattori abilitanti: significati comuni e condivisi e descrittori [5].
 Figure 11 - Enabling factors: common and shared meanings and descriptors [5].

di favorire lo sviluppo di un approccio collaborativo e di valorizzazione delle competenze implicite; in questa fase quindi, attraverso la possibilità di esprimere le competenze trasversali di ciascuno (così confermate come valore individuale a sostegno della missione comune, coerentemente al descrittore E3.3), sono sviluppate le capacità di operare in team, coerentemente al descrittore E1.1 ed E2.1.

Le attività comuni orientano alla realizzazione di un progetto che assolve alla funzione di migliorare l'efficacia delle politiche e degli interventi a favore della sicurezza e del benessere organizzativo.

Tale progetto prende il nome di Tavolo HOF, che dal punto di vista organizzativo, è un ambiente di relazione per la rappresentanza delle istanze, di discussione comune, di individuazione delle soluzioni e di ottimizzazione dei processi rilevanti per la sicurezza.

Dal punto di vista organizzativo, il Tavolo HOF ha profonde analogie funzionali e concettuali con gli scopi e i significati che hanno portato all'introduzione del Servizio di Prevenzione e Protezione (SPP) quale ideale cabina di regia della gestione del rischio lavorativo.

Il Tavolo HOF è istituito dal Gruppo di Lavoro (GdL) che ne definisce preliminarmente:

- le finalità specifiche;
- le modalità organizzative;
- le competenze non tecniche che sono richieste ai partecipanti;
- i *Key Performance Indicators* (KPI) o Indicatori Chiave di Prestazione che possono misurare l'efficienza e l'efficacia delle attività condotte dal Tavolo.

La discussione comune conduce l'affinamento del progetto, fino a raggiungere un livello di coerenza formale assoluta che licenzia una proposta da restituire alla dirigenza dell'impresa. Tale attività consolida ulteriormente il rilievo dei fattori abilitanti del Modello Europeo di sviluppo della Cultura della Sicurezza ferroviaria 2.0, e orienta l'intervento verso la migliore valorizzazione dei ruoli e delle responsabilità (E2.1), migliora la comunicazione (E3.1), sostiene la progettazione organizzativa (E2.2).

L'esperienza comune vissuta dal gruppo, e riportata al tavolo della dirigenza, valorizza l'opportunità di comprendere e sviluppare HOF, coerentemente al descrittore E4.3, rinforzando ulteriormente i leader verso la responsabilità della loro leadership (coerentemente ai descrittori E4.1 e E4.2).

4.3.3. Terza fase

La terza fase di sviluppo proposta dal protocollo SEW è orientata al supporto alle attività di implementazione del SGS, in base alla necessità di migliorare specifiche prassi, procedure, e cultura della sicurezza.

L'intervento di SEW-psicologia garantisce sostegno

- *the implementation of experiential and analogue exercises is intended to make explicit the implicit modes of interpersonal relationships typical of the work environment, thereby fostering the development of a collaborative approach and the recognition of tacit competencies. In this phase, the opportunity to express transversal skills—thus acknowledged as individual value supporting the shared mission, in coherence with descriptor E3.3—supports the development of teamwork capabilities, in line with descriptors E1.1 and E2.1.*

The shared activities are oriented towards the development of a project whose function is to enhance the effectiveness of policies and interventions aimed at improving safety and organisational well-being. This project takes the form of the HOF Table, which, from an organisational perspective, constitutes a relational space for the representation of concerns, collective discussion, identification of solutions, and optimisation of safety-relevant processes.

From an organisational standpoint, the HOF Table exhibits strong functional and conceptual similarities with the objectives and underlying rationale that led to the establishment of the Occupational Health and Safety Prevention and Protection Service (Servizio di Prevenzione e Protezione – SPP), conceived as the central coordinating structure for occupational risk management.

The HOF Table is established by the Working Group (WG), which preliminarily defines:

- *its specific objectives;*
- *its organisational arrangements;*
- *the non-technical competencies required of participants;*
- *the Key Performance Indicators (KPIs) capable of measuring the efficiency and effectiveness of the activities carried out by the Table.*

Collective discussion leads to the progressive refinement of the project, ultimately achieving a level of full formal coherence that allows a proposal to be submitted to the organisation's senior management. This activity further consolidates the relevance of the enabling factors defined in the European Railway Safety Culture Model 2.0 and orients the intervention towards enhanced recognition of roles and responsibilities (E2.1), improved communication (E3.1), and strengthened organisational design (E2.2).

The shared experience developed within the group, and subsequently reported to senior management, reinforces the opportunity to understand and further develop HOF, in coherence with descriptor E4.3. It also strengthens leaders' accountability for their leadership role, in line with descriptors E4.1 and E4.2.

4.3.3. Third phase

The third phase of SEW focuses on supporting the implementation of the Safety Management System.

The SEW psychology intervention provides support for participatory implementation activities and specifically develops one or more training programmes aimed at strength-

alle attività di implementazione partecipata e sviluppa, in forma specifica, uno o più corsi per lo sviluppo delle competenze gestionali, delle attività di sostegno mirato allo sviluppo delle *soft skills*¹⁸ nella gestione dei processi di relazione complessi, indirizzata prioritariamente agli stakeholder dei processi rilevanti per la sicurezza o su questi impattanti, nell'ottica di fornire all'organizzazione le premesse strutturali all'evoluzione autonoma.

L'intervento di SEW-ingegneria è progettato assieme alla dirigenza e sulla base delle Analisi della Prima Fase e delle implementazioni proposte nella Seconda Fase. Le procedure e le attività che più spesso sono oggetto di intervento sono costituite da:

- Analisi e gestione del Rischio.
- Gestione delle Modifiche.
- Processi di Monitoraggio e degli Audit interni.
- Indagini su incidenti/inconvenienti.
- Ritorni di Esperienza.

In tali attività la reingegnerizzazione in forma condivisa diffonde i costrutti proposti nel CSM ASLP, a partire dal Modello 5x5.

L'implementazione del Modello 5x5 si dimostra in genere più semplice ed efficace in innesto della procedura per la gestione delle modifiche rilevanti per la sicurezza, come definite nel Regolamento (UE) 402/2013 [17]. In questo caso, infatti, l'attenzione dell'analisi si focalizza su una valutazione differenziale del rischio.

5. Conclusioni

Il presente articolo ha proposto un'analisi della normativa comunitaria in materia di sicurezza ferroviaria, vigente (Direttiva 2016/798 e Regolamento 2018/762) e in via di emanazione (Regolamento sul CSM ASLP). Sono stati evidenziati come elementi qualificanti dell'approccio normativo la visione sistemica della sicurezza dell'esercizio e l'integrazione nel SGS degli operatori ferroviari dei Fattori Umani e Organizzativi. È riconosciuto come uno degli ambiti principali di prevenzione efficace della quota di rischio residua del sistema ferroviario dell'Unione sia costituito dalla gestione HOF.

Inoltre, sono stati esaminati i documenti divulgativi dell'ERA, che fungono da linee guida orientate all'applicazione della normativa, proponendo strumenti e modelli per l'autovalutazione della maturità del SGS degli opera-

ening managerial competencies, as well as targeted support activities for the development of soft skills¹⁸ in the management of complex relational processes, primarily addressed to stakeholders involved in, or impacting upon, safety-relevant processes, with the aim of providing the organisation with the structural foundations for autonomous evolution.

The SEW engineering intervention is designed jointly with senior management and is based on the analyses conducted during the First Phase and on the implementations proposed in the Second Phase. The procedures and activities most frequently addressed by the intervention include

- *Risk analysis and management.*
- *Change management.*
- *Monitoring and internal audit processes.*
- *Investigations of accidents and incidents.*
- *Lessons learned.*

Within these activities, shared re-engineering processes embed CSM ASLP constructs into operational practice.

The implementation of the 5x5 Model generally proves to be simpler and more effective when embedded within the procedure for managing safety-relevant changes, as defined in Regulation (EU) No 402/2013 [17]. In this context, the analytical focus is placed on a differential assessment of risk.

5. Conclusions

This article has presented an analysis of the European regulatory framework for railway safety, both currently in force—Directive (EU) 2016/798 and Regulation (EU) 2018/762—and forthcoming, namely the Regulation on the Common Safety Method for the Assessment of Safety Level and Safety Performance (CSM ASLP). The systemic view of operational safety and the integration of Human and Organisational Factors into the Safety Management Systems of railway operators have been highlighted as key qualifying elements of the regulatory approach. The management of HOF is recognised as one of the primary domains for the effective prevention of the residual risk inherent in the European railway system.

The article has also examined ERA guidance documents, which support the application of the regulatory framework by providing tools and models for operators' self-assessment of Safety Management System maturity—such as the Management Maturity Model (MMM)—for the development of Safety Culture—through the European Railway Safety Cul-

¹⁸ Le *Soft Skills* o *Competenze Trasversali* sono abilità personali, interpersonali e comunicative che si suddividono approssimativamente in tre categorie: competenze personali, sociali e metodologiche. Le "Competenze Trasversali" non riguardano delle "Competenze Tecniche", ma principalmente legate alle modalità di interazione tra GOL, di risoluzione dei problemi all'interno dei singoli GOL e di gestione delle interfacce lavorative.

¹⁸ *Soft skills, or Transversal Competencies, are personal, interpersonal, and communication abilities that can be broadly grouped into three categories: personal, social, and methodological competencies. "Transversal competencies" do not concern technical skills; rather, they primarily relate to the ways in which Homogeneous Groups of Workers (HGWs) interact, solve problems within individual groups, and manage work-related interfaces.*

tori (il *Management Maturity Model* - MMM), per lo sviluppo della Cultura della sicurezza (il Modello Europeo della Cultura della Sicurezza Ferroviaria 2.0) e per l'identificazione delle interazioni tra gli HOF e la loro influenza sul SGS (il Modello 5x5, nativo ferroviario).

Sono stati, quindi, evidenziati alcuni limiti della prima fase applicativa della normativa comunitaria nel contesto italiano. In tale ambito sono state riconosciute delle significative divergenze tra versioni in lingue diverse della stessa fonte normativa UE, costituita dal Regolamento 2018/762. La versione in lingua italiana della norma sembra sostenere una prassi orientata all'esternalizzazione delle competenze HOF e un approccio che persegue la conformità normativa, anziché sostenere un processo di apprendimento organizzativo diffuso e continuo.

Infine, viene presentata una metodologia di gestione HOF, la *Sharing Enterprise Well-being* (SEW). La metodologia, nativa ferroviaria, è in linea con lo spirito della normativa comunitaria ed integra, in una visione sinergica, le competenze della Psicologia delle Organizzazioni e dell'Ingegneria della Sicurezza, proponendosi come strumento di analisi e intervento sui rapporti tra fattore umano, fattore organizzativo e processo ingegneristico di produzione del servizio di trasporto ferroviario al fine di migliorare il livello di sicurezza delle prestazioni degli operatori ferroviari.

ture Model 2.0—and for the identification of interactions among Human and Organisational Factors and their influence on the Safety Management System, through the railway-native 5x5 Model.

Furthermore, certain limitations of the initial implementation phase of European railway safety regulation within the Italian context have been identified. In this regard, significant divergences have been observed between different language versions of the same EU legal source, namely Regulation (EU) 2018/762. The Italian-language version appears to support practices oriented towards the outsourcing of HOF-related competencies and an approach focused on regulatory compliance, rather than fostering a widespread and continuous organisational learning process.

Finally, the article presents a methodology for HOF management, Sharing Enterprise Well-being (SEW). This railway-native methodology is fully aligned with the spirit of European regulation and integrates, within a synergistic framework, the competencies of organisational psychology and safety engineering. SEW is proposed as an analytical and intervention tool addressing the relationships between human factors, organisational factors, and the engineering processes involved in the provision of railway transport services, with the aim of improving the safety performance of railway operators.

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] Direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 maggio 2016, sulla sicurezza delle ferrovie.
- [2] Regolamento delegato (UE) 2018/762 della Commissione, dell'8 marzo 2018, che stabilisce metodi comuni di sicurezza relativi ai requisiti del sistema di gestione della sicurezza a norma della direttiva (UE) 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio e che abroga i regolamenti della Commissione (UE) n. 1158/2010 e (UE) n. 1169/2010. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2018/762/oj?locale=it.
- [3] Bozza di Regolamento delegato (UE) che stabilisce Common Safety Methods on Assessment of Safety Level & Safety Performance (CSM ASLP), <https://www.era.europa.eu/domains/safety-management/common-safety-methods-csms/common-safety-methods-assessment-safety-level>.
- [4] LOMBARDI M., ROSSI G., SCIARRETTA N. (2015), "Progetto e verifica delle procedure. Efficacia, efficienza, sicurezza, resilienza e resistenza. Sicurezza ed esercizio ferroviario: soluzioni e strategie per lo sviluppo del trasporto ferroviario". IV. pp 27-36. Aracne editrice. 9788854887725.
- [5] ERA, (2019), "Modello europeo per la cultura della sicurezza ferroviaria", Aggiornamento Versione 2.0, 12° World Congress on Railway Research (WCRR) di Tokyo. <https://www.era.europa.eu/domains/safety-management/safety-culture/safety-culture-model>.
- [6] ERA, (2022). Modello di maturità gestionale (Versione 1.0) <https://www.era.europa.eu/system/files/2022-11/ERA%20management%20maturity%20model%20-%20IT.pdf>.
- [7] CARPINELLI, F. (2021), "How to integrate Human and Organisational Factors in railway investigations?" In European Rail Safety Days 2021, Porto, Workshop #5.
- [8] ACCOU B. (2023), "Exploring the potential of Safety Management Systems to support New Approaches based on Safety Fractals". [Dissertation (TU Delft), Delft University of Technology]. <https://doi.org/10.4233/uuid:e6f2307f-0b46-402a-92d3-aa98a63754f6>.
- [9] ROLINA G., ACCOU B. (2018), "Evaluate to Learn and Improve: a Safety Culture Model for European Railways" - International Railway Safety Council, Dublin, 21-26 October 2018.
- [10] ANSFISA (2025), "Relazione annuale sulla sicurezza delle ferrovie interconnesse anno 2024". Portale ANSFISA. <https://www.ansfisa.gov.it/rapporti>.

- [11] CEI EN 50126-1:2019-10 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Specificazione e dimostrazione di Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza (RAMS) – Parte 1: Processo generale RAMS.
- [12] REASON J. (1995), *“Understanding adverse events: human factors”*. *BMJ Quality & Safety*, 4(2), 80-89.
- [13] REASON J. (1990), *“Human Error”*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [14] REASON J. (1997), *“Managing the Risks of Organizational Accidents”*. Ashgate.
- [15] AVALLONE F., COSTANZA G. (2013), *“Contesti organizzativi e lavoro”*, Aracne editrice Roma (2013) ISBN 8854858358, 9788854858350.
- [16] CARLI R., PANICCIA R.M. (2003), *“Analisi della domanda”*. Il mulino.
- [17] Regolamento di esecuzione (UE) n. 402/2013 della Commissione, del 30 aprile 2013, relativo al metodo comune di sicurezza per la determinazione e valutazione dei rischi e che abroga il regolamento (CE) n. 352/2009. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/it/ALL/?uri=CELEX%3A32013R0402>.
- [18] ROSSI G., COSTANZA G., RIZZETTO L., QUATTRINI A., BRUNER M., (2024), *“Human & organizational factors: l'esperienza applicativa del metodo SEW”*, Roma, Atti del Convegno SEF24
- [19] RICCI S. (2001), *“Tecnologia e comportamenti umani nella sicurezza della circolazione ferroviaria”*, Rivista Ingegneria Ferroviaria, n. 5, Edizioni CIFI (Roma).
- [20] COLOMBI G., (2001), *“Organizzazione e risorse umane: i fattori vincenti”*, Rivista Ingegneria Ferroviaria, n. 5, Edizioni CIFI (Roma).

ALTA PRESTAZIONE | PRECISIONE | AFFIDABILITÀ

Plasser Italiana



Plasser **InfraSpector Truck**

Plasser & Theurer amplia la sua gamma di veicoli di misura con l'**InfraSpector Truck**, un innovativo veicolo strada-rotaia, sviluppato appositamente per l'uso sulle reti ferroviarie urbane e regionali in tutta Europa.

Con l'**InfraSpector Truck** è possibile rilevare con precisione l'infrastruttura ferroviaria, combinando la flessibilità di un veicolo strada-rotaia con le più avanzate tecnologie di misura.



MACHINE

plasser.it | plassertheurer.com    

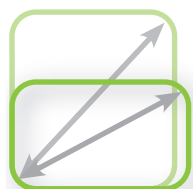
“Plasser & Theurer”, “Plasser” e “P&T” sono marchi registrati a livello internazionale.



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

Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Piemonte: le rinnovate ALn668 inaugurano la stagione dei treni storici sulla Novara-Varallo

Prima corsa del 2026 in programma sabato 24 gennaio.

Le ormai storiche automotrici ritornano sui binari della Valsesia al servizio del turismo ferroviario.

A distanza di tanti anni, le automotrici ALn 668 (Fig. 1) appositamente restaurate in livrea storica, tornano a circolare sui binari della Valsesia. Sabato 24 gennaio, infatti, una coppia di ALn668 inaugura la stagione dei treni storici sulla linea Novara-Varallo, dal 2015 inserita nel progetto Binari senza Tempo della Fondazione FS e nell'elenco delle ferrovie turistiche previste dalla Legge 128/2017. La partenza del treno è programmata alle ore 9.00 dalla stazione di Novara, con fermate a Briona (9.20), Fara (9.26), Sizzano (9.32), Ghemme (9.37), Romagnano Sesia (9.45), Prato Sesia (9.52), Grignasco (10.03), Borgosesia (10.14), Quarona (10.27) e arrivo a Varallo Sesia alle ore 10.40.

Giunti a destinazione i viaggiatori possono partecipare a una visita guidata gratuita del centro storico di Varallo Sesia, in programma dalle ore 11.00 alle ore 13.00. Il percorso si snoda tra le antiche contrade medievali della cittadina, offrendo un affascinante viaggio nella storia locale, dal Medioevo all'età moderna, con soste dedicate alle botteghe dei prodotti enogastronomici e artigianali tipici del territorio. Il treno storico di ritorno è previsto con partenza da Varallo Sesia alle ore 15.30, con fermate a Quarona (15.42), Borgosesia

(15.52), Grignasco (16.04), Prato Sesia (16.15), Romagnano Sesia (16.21), Ghemme (16.29), Sizzano (16.34), Fara (16.40), Briona (16.46) e arrivo a Novara alle ore 17.10. I biglietti per viaggiare a bordo treno possono essere acquistati dal 17 gennaio su tutti i canali di vendita di Trenitalia, biglietterie e app al costo di 10 euro (andata e ritorno). Maggiori informazioni sono disponibili consultando sito e canali social della Fondazione FS (Da: *Comunicato Stampa Fondazione FS, Gruppo FSI*, 16 gennaio 2026).

Sardegna: al via i lavori di modernizzazione e potenziamento della linea Chilivani-Porto Torres

Dal 19 gennaio al 13 giugno 2026 la circolazione ferroviaria tra Chilivani e Porto Torres sarà sospesa per consentire l'avvio di un importante piano di lavori di Rete Ferroviaria

Italiana (Gruppo FS Italiane), finalizzato a rendere la linea più moderna e capace di offrire prestazioni di sempre maggiore qualità.

Tra gli interventi principali c'è la realizzazione delle fondamenta della nuova galleria paramassi di Muros, primo passo della fase conclusiva dei lavori, avviati nel 2023, che porteranno alla costruzione di un'opera lunga quasi 500 m. L'intervento, condiviso e cofinanziato dalla Regione Sardegna, è pensato per proteggere la linea ferroviaria in un tratto particolarmente esposto a instabilità del terreno e a fenomeni di dissesto idrogeologico.

Il programma dei lavori comprende anche interventi per ridurre il rischio idrogeologico nelle zone del Rio Calamasciu, il consolidamento di alcuni tratti di linea, il rinnovo completo dei binari e la manutenzione dei deviatoi. Opere che permetteranno di aumentare l'affidabilità della linea e migliorare la regolarità del servizio.

Previsti inoltre importanti interventi tecnologici: verrà installato il sistema di distanziamento treni di ultima generazione BCA Progress Rail, insieme alla sostituzione dei cavi delle apparecchiature di sicurezza ormai usurati e all'attivazione di nuovi sistemi di protezione dei passaggi a livello. Tutti gli interventi saranno re-



(Fonte: Fondazione FS, Gruppo FSI)

Figura 1 - Le rinnovate ALn668 inaugurano la stagione dei treni storici sulla Novara-Varallo.

alizzati secondo gli standard europei di sicurezza.

Infine, saranno svolte attività propedeutiche alla realizzazione della tecnologia ERTMS (*European Rail Traffic Management System*). Il rinnovo delle tecnologie con l'attrezzaggio del sistema ERTMS, lo stesso adottato sulle linee alta velocità, garantirà una maggiore affidabilità dell'infrastruttura determinando un miglioramento della regolarità, della circolazione e della qualità del servizio. Oltre a prestazioni più elevate, l'ERTMS permette anche un risparmio sui costi di gestione e manutenzione rispetto ai tradizionali sistemi di segnalamento.

L'investimento complessivo è di circa 50 milioni di euro e coinvolgerà oltre 100 tra tecnici e operai di RFI e delle imprese appaltatrici.

Si tratta di un intervento che rappresenta un passo significativo per migliorare i collegamenti ferroviari e la mobilità nel nord della Sardegna (Da: *Comunicato Stampa RFI, Gruppo FSI*, 16 gennaio 2026).

Emilia Romagna: interramento linea ferroviaria Bologna-Portomaggiore

Entra nel vivo la riorganizzazione della viabilità stradale nel quartiere Roveri, nell'area interessata dal cantiere per l'interramento della ferrovia Bologna-Portomaggiore (Fe).

Sono iniziati infatti i lavori per la costruzione della bretella stradale che garantirà un collegamento tra via Scandellara, la rotonda Leona e la rotonda Piscopia in entrambi i sensi: il bypass stradale sarà pienamente attivo dal 16 febbraio, salvo eventuali ritardi dovuti al maltempo.

Intanto, dal 26 gennaio, una viabilità provvisoria tra via Scandellara e la rotonda Leona garantirà la continuazione dei lavori per costruzione del tunnel ferroviario.

“L'interramento della Bologna-Portomaggiore” dichiarano l'assessora regionale alla Mobilità e Infrastrutture, I. PRIOLO, e l'assessore alla Mobilità del Comune di Bologna, M. CAMPANELLO - è un'opera sicuramente complessa, pro-

prio per questo abbiamo lavorato insieme, Regione, Comune e FER, insieme ai rappresentanti di Confesercenti, Ascom, Cna e dei responsabili dei centri commerciali della zona interessata dai lavori, Conad via Larga e Centro Commerciale Via Larga, per costruire una soluzione graduale e condivisa. Le fasi intermedie previste a gennaio e l'attivazione della nuova bretella a febbraio consentiranno di proseguire i lavori provando a ridurre i disagi per cittadini, lavoratori e imprese, mantenendo sempre al centro l'ascolto del territorio”.

L'intervento si inserisce nel progetto di potenziamento della linea ferroviaria Bologna-Portomaggiore (Fe), parte del Servizio ferroviario Metropolitano di Bologna, che mira a migliorare la mobilità sostenibile e i collegamenti tra città e territorio metropolitano e il superamento di 5 passaggi a livello della città lavorando ad una complessiva ricucitura urbana.

Il tavolo tecnico si riunirà periodicamente per valutare l'efficacia della soluzione individuata e monitorare eventuali criticità dovessero presentarsi (Da: *Comunicato Stampa Regione Emilia Romagna*, 13 gennaio 2026).

TRASPORTI URBANI

Campania: aggiudicata la gara per la realizzazione della Linea 10 della Metropolitana di Napoli

Un'infrastruttura strategica che metterà in connessione la stazione AV di Afragola con Afragola, Casoria, Casavatore, la zona nord-est della città, piazza Carlo III e, in prospettiva, l'area di piazza Garibaldi, ridisegnando l'accessibilità metropolitana di Napoli.

L'aggiudicazione della gara di rilevanza europea è l'esito di un percorso tecnico e istituzionale che EAV ha condotto, in stretta sinergia con Regione Campania, Acamir e Comune di Napoli, beneficiario del finanziamento, per rendere concretamente realizzabile l'intervento.

A valle dell'approvazione del progetto da parte del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e della conferma dei finanziamenti MIT, EAV ha promosso l'aggiornamento del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica, consentendo così l'avvio della gara e l'aggiudicazione dei lavori.

La commissione di gara, nominata da EAV, soggetto attuatore dell'investimento, ha aggiudicato (con un ribasso medio di oltre il dieci per cento pari a circa 100 milioni di euro):

- il primo lotto (progettazione e opere civili) al RTI WeBuild (mandataria) / Consorzio Stabile Eteria / Costruire Icm / Metropolitana di Napoli;
- il secondo lotto (progettazione, opere tecnologiche e treni) al RTI CAF (mandataria) / Leonardo / Mermec / A e T / Ventura.

Il finanziamento iniziale è pari a 1,2 miliardi di euro, di cui: 870 milioni di euro assegnati al Comune di Napoli e 330 milioni di euro stanziati dalla Regione Campania nell'ambito del POR FESR 2021-2027.

La prima realizzazione funzionale della tratta “fondamentale” Afragola – Casoria – Napoli Di Vittorio, comprende l'interscambio con la Linea 1, attualmente in fase di completamento.

La gara è strutturata per consentire l'estensione dell'intervento fino a un fabbisogno complessivo stimato in circa 3,1 miliardi di euro. L'obiettivo è il completamento del collegamento fino a piazza Principe Umberto, passando per piazza Carlo III, attraverso ulteriori finanziamenti MIT per il Trasporto Rapido di Massa, già richiesti, e il pieno raccordo con la stazione AV di Afragola.

- Dichiarazioni
Comune di Napoli

“Con l'aggiudicazione si sono risolte le difficoltà legate alla precedente gara andata deserta che aveva messo a rischio una infrastruttura determinante per collegare la zona di piazza Carlo III con l'area nord-est della città metropolitana fino alla stazione dell'alta velocità di Afragola

che diventerà sempre più centrale nei collegamenti sia verso Nord che verso Sud. Fondamentale l'interlocuzione tecnica e finanziaria intercorsa con il Ministero dei Trasporti, ora è necessario proseguire lungo un percorso di collaborazione istituzionale per rendere sempre più diffusa, moderna ed efficiente la rete infrastrutturale urbana e regionale". Così il sindaco di Napoli G. MANFREDI.

"Un grande lavoro Inter istituzionale per una Linea metropolitana fondamentale che collegherà la Stazione Afragola AV a Napoli e consentirà agli abitanti di Afragola, Casoria e Casavatore di arrivare in città senza auto. La più grande gara mai finanziata a Napoli per un grande passo in avanti verso la mobilità sostenibile", dichiara l'assessore ai trasporti ed infrastrutture del Comune di Napoli, E. COSENZA.

Regione Campania

"La Linea 10 della metropolitana di Napoli rappresenta un'infrastruttura strategica per il territorio e per l'intera regione. Consentendo collegamenti più rapidi ed efficienti, faciliterà gli spostamenti di cittadini, lavoratori, studenti e turisti. Si tratta di un'opera che risponde a esigenze centrali della comunità e del territorio, rafforzando le connessioni tra l'Alta Velocità, la l'area metropolitana di Napoli e la città. È in questa direzione che dobbiamo continuare a lavorare per garantire il diritto a un trasporto pubblico accessibile ed efficiente, a supporto delle attività quotidiane di lavoratori, imprese, famiglie e studenti. Solo attraverso una forte sinergia istituzionale sarà possibile raggiungere risultati concreti e duraturi a beneficio dell'intera collettività", così il presidente della Regione Campania, R. FICO.

Ente Autonomo Volturno

"Un lavoro complesso durato oltre due anni per disegnare una nuova pagina nella storia del trasporto metropolitano e regionale, frutto della sinergia tra MIT, EAV, Comune e Regione.", ha dichiarato il Presidente di EAV U. DE GREGORIO (Da: *Comunicato Congiunto EAV, Comune di Napo-*

li, Regione Campania, 29 dicembre 2025)

Lazio: attiva nuova tratta San Giovanni-Colosseo e interscambio Metro B-Metro C di Roma

È stata attivata la nuova tratta San Giovanni-Colosseo della linea C della metropolitana. I treni, provenienti da Pantano, quindi, una volta giunti a San Giovanni proseguiranno sulla nuova tratta sino a Colosseo con la fermata intermedia di Porta Metronia.

- Il nuovo disegno della rete metro

Con l'apertura della tratta San Giovanni-Colosseo lunga 2.5 km e delle due stazioni, la terza linea della metropolitana sarà di 21.2 km con 24 stazioni. Con l'apertura del prolungamento, la rete metropolitana gestita da Atac arriva a 62.5 km con 76 stazioni.

Per la prima volta una zona della città è delimitata da una rete di trasporto: si tratta dei rioni Monti, Esquilino e Celio, dell'area monumentale del Colosseo e dei Fori e della zona di San Giovanni serviti dalle fermate metro Termini, Vittorio, Manzoni, San Giovanni, Porta Metronia, Colosseo e Cavour.

- Il servizio

Da Colosseo e Pantano la prima e ultima corsa, durante la settimana dalla domenica al giovedì sarà alle 5.30 e alle 23.30. Al venerdì e al sabato prima e ultima corsa alle 5.30 e all'1.30. La frequenza resta invariata

- Il nuovo nodo di scambio di Colosseo

A Colosseo, sarà possibile scambiare tra la metro B e la metro C attraverso accessi diretti che collegano le banchine della linea B all'atrio della linea C.

- Maggiore accessibilità anche per la linea b

Le stazioni Colosseo e Porta Metronia consentono un accesso senza barriere con le mappe e i percorsi tattili e gli ascensori che consentono di accedere alla stazione metro C, scam-

biare tra metro B e metro C, raggiungere la stazione della metro B.

Con l'apertura della stazione Colosseo della linea C, anche la corrispondente stazione della metro B diventa accessibile attraverso un sistema di ascensori. Non sarà più necessario infatti, utilizzare i montascale tra l'atrio e la banchina per un accesso senza barriere ma si potrà accedere alla stazione della metro C e seguire il percorso per entrare in metro B. Così, viceversa, dalla banchina di metro B si potrà uscire in superficie attraverso il sistema degli ascensori.

- Rete di superficie

Sono due le modifiche della rete:

-la fermata bus 70479, arretrata su via dei Fori Imperiali in prossimità delle stazioni metro B e C.

-linea bus 218 gestita da ATR modificata: Da piazza di Porta San Giovanni, i bus percorrono piazza San Giovanni in Laterano, via dei Laterani, piazzale Ipponio, via Farsalo e via Illiria poi consueto percorso. Attivate quattro nuove fermate: in via Illiria e in piazzale Ipponio/via Farsalo in corrispondenza con la fermata metro C di Porta Metronia (Da: *Comunicato Stampa ATAC*, 16 dicembre 2025).

Nazionale: 750 milioni alle Regioni per rinnovo parco autobus TPL e infrastrutture di supporto

Pubblicato sul sito MIT il decreto direttoriale della DG TPL n. 445/2025 che riporta le modalità di erogazione, rendicontazione e monitoraggio delle risorse relative al II quinquennio di applicazione del Piano Strategico Nazionale della Mobilità Sostenibile (2024-2028) destinate alle Regioni.

Con il suddetto decreto le Regioni possono da subito utilizzare 750 milioni assegnati con il PSNMS per il rinnovo del parco degli autobus dei servizi di trasporto pubblico locale e regionale ed alla promozione e al miglioramento della qualità dell'aria con tecnologie innovative.

Come da indicazione del decre-

to, si tratta della seconda tranche di risorse stabilite dal DI n° 81 del 14/02/2020 che, insieme ad altri due decreti interministeriali gemelli, destina circa 3,8 miliardi di euro per il periodo 2019 – 2033 a Regioni, Città metropolitane e Comuni superiori ai 100.000 abitanti e Comuni ad alto inquinamento di NO₂ e PM₁₀, proprio per l'acquisizione di nuovi bus e relative infrastrutture di supporto al fine di ottimizzare la qualità del servizio per i cittadini e promuovere la mobilità green (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 8 gennaio 2026).

TRASPORTI INTERMODALI

Lazio: L'Osservatorio TCR in visita al Terminal Logistix di Santa Palomba

FS Logistix ha ospitato nell'hub di Pomezia S. Palomba una delegazione

di soci dell'Osservatorio TCR - Transport Compliance Rating - in rappresentanza delle più importanti aziende italiane e multinazionali della grande distribuzione, con l'obiettivo di raccontare l'evoluzione della Società come operatore unico per una logistica integrata e al servizio dei clienti (Fig. 2).

La giornata è iniziata con una visita guidata del terminal, per toccare con mano le infrastrutture e i processi che abilitano il trasporto combinato strada-ferrovia. I partecipanti, guidati dal direttore della piattaforma intermodale di Pomezia, hanno avuto l'opportunità di conoscere da vicino i nuovi sistemi digitali e di vedere in azione i nuovi mezzi green a disposizione dell'operatività.

S. DE FILIPPIS, AD di FS Logistix, ha illustrato il percorso intrapreso dalla Società per offrire servizi end-to-end e sistemi digitali a supporto dell'inter-

modalità, sottolineando l'importanza di attivare partnership - condividere progetti e collaborazioni strutturate tra industria e sistema logistico.

La mattinata si è completata con gli interventi di S. FRISONI, Direttore Commerciale FS Logistix, M. MARCIANI, Segretario Generale Osservatorio TCR, A. FERRI, Presidente TCR e Transportation Manager di Ferrero, T. VONA, Presidente Unindustria Aprilia e Latina ad Interim, e A. BURSESE, Vicepresidente Sezione Trasporto e Logistica Unindustria Lazio.

Nel pomeriggio gli ospiti hanno potuto visitare la Sala Operativa di Roma Termini, centro nevralgico per la gestione della circolazione ferroviaria e apprezzare la grande professionalità del personale che, con il supporto delle più moderne tecnologie, coordina la rete in tempo reale (Da: *Comunicato Stampa Logistix Gruppo FSI*, 21 gennaio 2026)



(Fonte: Logistix, Gruppo FSI)

Figura 2 – FS Logistix ha ospitato nell'hub di Pomezia S. Palomba una delegazione di soci dell'Osservatorio TCR - Transport Compliance Rating.

Internazionale: cresce la logistica aerospaziale

“A nome del *Freight Leaders Council* ringrazio Governo e Ministero dei Trasporti per la disponibilità, la collaborazione e il contributo concreto offerto alla crescita della logistica aerospaziale, di cui il Quaderno 33 presenta coordinate e prospettive”.

È quanto dichiara M. MARCIANI, Presidente del FLC, in merito a quanto emerso nel convegno di presentazione dell'edizione 2025 della pubblicazione, intitolata “La nuova frontiera della logistica: cargo aereo, droni e spazio”. L'incontro, organizzato nella sede romana di Confitarma, ha coinvolto rappresentanti istituzionali, stakeholder e operatori del settore. Oggetto, le potenzialità di una logistica sempre più “tridimensionale”, dove cargo aereo, droni e servizi spaziali convergono in un ecosistema integrato.

“Raccolgo con convinzione la proposta lanciata dall'On. DEIDDA – continua il Presidente MARCIANI – . Tra un anno ci ritroveremo per misurare l'avanzamento di questo settore strategico. Proprio in tale ottica di continuità nasce l'idea di un Osservatorio permanente sulla logistica aerospaziale, che ci consenta di monitorare, orientare e accelerare le scelte dell'Italia in un ambito che richiede capacità di visione e responsabilità collettiva”.

“Sta nascendo una logistica fatta di cargo aereo, droni e spazio- conclude -, che può diventare un vantaggio competitivo per l'Italia, se guidata con visione e regole chiare. Il messaggio del FLC è semplice: chiediamo una cornice regolatoria abilitante, procedure digitali interoperabili e una governance coordinata tra istituzioni, autorità e imprese. Solo così possiamo trasformare un settore nascente in un fiore all'occhiello nazionale, generando valore, sicurezza e sostenibilità lungo tutta la filiera”.

Il tradizionale appuntamento di presentazione del Quaderno si è articolato in due giornate e tre momenti distinti, pensati per coniugare approfondimento tecnico, networking e osservazione diretta.

- Il convegno del 20 novembre

Il cuore della presentazione è stato il convegno del 20 novembre, moderato dal Presidente MARCIANI. Dalle istituzioni, piena disponibilità a rafforzare le modalità di trasporto analizzate dal Quaderno 33 e un invito a imprese e stakeholder a partecipare attivamente alla definizione delle regole funzionali allo sviluppo della logistica “verticale”. In particolare, il Presidente della Commissione Trasporti della Camera, On. S. DEIDDA, panelist e autore della prefazione del Quaderno 33 (Fig. 3), ha raccolto la sfida invitando il *Freight Leaders*

Council a ripetere l'incontro tra un anno per verificare i progressi fatti in ambito aerospaziale.

Hanno partecipato al confronto O. SIMEON, esperto di aiuti di Stato alla Rappresentanza Permanente d'Italia presso l'Unione Europea, che ha aperto il dibattito offrendo un efficacissimo quadro delle regole UE degli aiuti di Stato a sostegno del riequilibrio modale, S. DEIDDA, Presidente Commissione Trasporti, Poste e Telecomunicazioni della Camera dei Deputati, S. F. RIAZZOLA, Capo Dipartimento Trasporti e Navigazione del MIT, V. MENIN, Direttore Generale di Assaeroporti, C. TRIPALDI, Director of Technical Standard and Aeronautical Operations Directorate di ENAC, A. SADA, *Head of Public Affairs, Brand&Comms and Sustainability* in DHL Express Italy, M. VATRELLA, *LoB Satellite Communications, Telecommunications Market, Head of Maritime Market* di Telespazio. Alla discussione ha contribuito inoltre I. Di Ruocco, Presidente del Gruppo FLC Young.

- La cena di networking della community FLC

Il confronto è continuato a livello informale con la tradizionale cena di networking dell'Associazione, occasione di aggiornamento sulle attività del FLC utile a consolidare relazioni e visioni condivise.

- La visita tecnica guidata al Centro di Controllo d'Area (Area Control Center – ACC) ENAV di Roma – 21 novembre

L'iniziativa si è conclusa con una visita tecnica guidata alla struttura ENAV che gestisce il traffico aereo, sia merci sia passeggeri, su oltre il 60% dello spazio aereo di competenza italiana. I partecipanti hanno potuto così approfondire sul campo alcune delle soluzioni tecnologiche e infrastrutturali richiamate nel Quaderno, con cui il FLC conferma il proprio ruolo di think tank di riferimento per l'elaborazione di proposte e indirizzi strategici a supporto delle politiche logistiche nazionali e dell'innovazione del settore (Da: *Comunicato Stampa FLC*, 25 novembre 2025).



(Fonte: FLC)

Figura 3 – Presentazione del Quaderno 33 di FLC.

Friuli Venezia Giulia: dati annuali 2025 del sistema portuale dell'Adriatico Orientale, oltre 64 milioni di tonnellate movimentate

In un contesto internazionale ancora segnato da tensioni geopolitiche e da una forte volatilità dei traffici, il sistema portuale dell'Adriatico Orientale conferma nel 2025 la solidità del proprio ruolo come piattaforma energetica e logistica dell'Europa centro-orientale.

Nel loro insieme, i porti di Trieste e Monfalcone archiviano l'anno con una movimentazione complessiva che supera i 64 milioni di tonnellate.

Guardando allo scalo giuliano, la movimentazione complessiva resta sostanzialmente stabile rispetto al 2024, attestandosi a circa 60 milioni di tonnellate (+0,72%).

Le rinfuse liquide raggiungono 43.057.201 tonnellate (+4,35%), trainate dal greggio sbarcato al terminal marino SIOT, che sale a 41.971.782 tonnellate (+4,41%), confermando il ruolo strategico dell'infrastruttura per il sistema energetico dell'Europa centrale. L'aumento è dovuto in larga parte alla maggiore domanda di approvvigionamento petrolifero della Repubblica Ceca a seguito dell'interruzione nel 2025 delle forniture tramite l'oleodotto russo Druzhba, per garantire la sicurezza energetica del Paese.

Con 681.733 TEU, il settore container chiude il 2025 con una flessione del -19,05%, risentendo di una marcata contrazione dei traffici avviata dal secondo semestre dell'anno e legata alla rimodulazione dei servizi dopo la cessazione dell'alleanza 2M.

In questo quadro emerge però un dato chiave: il calo è concentrato quasi interamente sul trasbordo, che scende a 144.803 TEU (-52,81%), mentre i flussi di hinterland restano stabili a 536.930 TEU (+0,30%). All'interno di questa componente crescono i container pieni, che raggiungono quota 405.015 (+4,90%).

“La riduzione che vediamo nei volumi di container è in larga parte

attribuibile al forte calo del transhipment, che si dimezza rispetto all'anno precedente – spiega il presidente dell'Autorità di Sistema Portuale, M. CONSALVO. Al contrario, il traffico di hinterland, cioè quello legato ai mercati europei di destinazione, resta stabile e i container pieni crescono. Questo andamento, pur in presenza di un dato complessivo negativo, conferma la natura di Trieste come porto gateway, orientato ai flussi reali di import-export e non al puro trasbordo. Il calo dei TEU non segnala quindi una perdita di competitività, ma una selezione qualitativa dei traffici, con più merci direttamente connesse all'economia produttiva europea”.

Da rilevare anche che tra la fine di dicembre e i primi mesi del 2026 sono in arrivo al Terminal Container del Molo Settimo cinque portacontainer MSC del servizio Dragon in modalità spot, con unità da 15 a 19 mila TEU.

Un segnale molto positivo arriva dal segmento delle autostrade del mare: nel 2025 le unità Ro-Ro transitate raggiungono quota 317.296 (+7,42%), anche grazie all'attivazione di nuove linee marittime con la Turchia, confermando il ruolo di Trieste come hub di riferimento per i rotabili tra Mediterraneo ed Europa centrale.

Le merci varie si attestano a 16.821.959 tonnellate (-7,46%), a fronte di una generale riorganizzazione dei traffici industriali, mentre le rinfuse solide raggiungono 112.240 tonnellate (-7,28%), con l'eccezione dei cereali che crescono a 79.042 tonnellate (+4,93%), segno dell'interesse dell'industria alimentare per lo scalo triestino.

Sul fronte ferroviario, il sistema portuale e retroportuale di Trieste e Monfalcone movimentano complessivamente 11.600 treni (+3,85%), un risultato positivo ottenuto nonostante i lavori di potenziamento all'interno del porto e la chiusura per lavori del tunnel dei Tauri, che ha causato routing più lunghi e la cancellazione di almeno il 7-9% dei treni ordinari. Nel dettaglio, Trieste registra 7.939 treni (+1,65%), con la Germania che si conferma primo partner commerciale con il 32% del traffico ferroviario,

seguita da Austria (19%) e Ungheria (13%), mentre tra le principali destinazioni spicca Budapest con il 12% del totale, davanti a Colonia e Duisburg.

Per quanto riguarda Monfalcone, il 2025 registra una crescita a doppia cifra in tutti i comparti. Con oltre 4 milioni di tonnellate movimentate (+19,38%), lo scalo isontino non solo accelera rispetto al 2024, ma torna sui livelli del biennio record 2016-2017, quando i volumi avevano superato i 4,63 milioni di tonnellate. La dinamica è diffusa a tutte le categorie merceologiche ed è trainata in particolare dalle rinfuse solide, che raggiungono 3.488.596 tonnellate (+21,92%). Le merci varie salgono a 791.704 tonnellate (+9,32%), mentre il comparto dei veicoli commerciali cresce a 103.397 mezzi (+19,23%). Anche la componente ferroviaria, con 2.239 treni (+21,16%), sostiene l'accelerazione dello scalo, rafforzando l'integrazione di Monfalcone con i nodi logistici regionali.

“Nel loro insieme – conclude CONSALVO – i dati del 2025 mostrano un sistema portuale in equilibrio dinamico: Monfalcone accelera con forza, mentre Trieste riduce il peso del puro transito e rafforza la propria funzione di piattaforma energetica e di porta d'accesso marittima dell'Europa centrale. I flussi risultano sempre più connessi all'economia reale dei territori serviti e a un sistema produttivo orientato allo sviluppo del lavoro portuale e ad attività a più alto valore aggiunto” (Da: *Comunicato Stampa Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale – Porti di Trieste e Monfalcone*, 13 gennaio 2026).

INDUSTRIA

Toscana: ad Arezzo attivo terzo impianto fotovoltaico a servizio della rete ferroviaria

Nuova tappa nel percorso di decarbonizzazione avviato da FS Energy, la società del Gruppo FS che ha l'obiettivo di rendere più sostenibile l'approvvigionamento energetico. Ad

Arezzo è attivo, infatti, un nuovo impianto fotovoltaico a produzione di energia rinnovabile collegato alla rete ferroviaria, il terzo dopo quelli di Padova e Foggia.

Le attività di allaccio e installazione dell'impianto alla sottostazione elettrica sono state curate completamente in house dai tecnici di Italferr e Rete Ferroviaria Italiana, le due principali società operative nell'ambito ingegneristico e infrastrutturale del Gruppo FS. L'impianto è collegato alla sottostazione tramite un cavidotto a 20 kV lungo circa 800 m posato in canalizzazioni interrato realizzate mediante tecniche innovative di trivellazione, necessarie per l'attraversamento in sotterraneo delle linee AV e convenzionale Roma-Firenze. La sottostazione elettrica consente di trasformare e convertire l'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici nella tensione adatta ad alimentare gli azionamenti e i motori dei treni.

L'impianto fotovoltaico di Arezzo è costituito da circa 10mila pannelli ad alta efficienza (22,4%), ciascuno da 480 Wp, installati su una superficie complessiva di circa 70mila m². La potenza nominale complessiva è pari a 4,8 MW, con una produzione annua stimata di circa 5,8 GWh.

Elemento distintivo del progetto è stato l'utilizzo della progettazione digitale attraverso il *Building Information Modeling* (BIM), che ha consentito di ottimizzare ogni fase del processo, ridurre tempi e rischi operativi e garantire un migliore inserimento dell'impianto nel contesto territoriale, con un impatto ambientale e paesaggistico contenuto.

L'attivazione dell'impianto di Arezzo si inserisce nella strategia green del Gruppo FSI che punta a installare oltre 1 GW di capacità rinnovabile entro il 2029 e circa 2 GW entro il 2034, arrivando a coprire fino al 40% del fabbisogno elettrico complessivo. Insieme agli impianti già attivi di Padova e Foggia, il nuovo impianto contribuirà a una produzione complessiva di circa 17 GWh all'anno, equivalenti a migliaia di km percorsi dai treni utilizzando energia sostenibile.

I nuovi impianti rappresentano un esempio concreto di come innovazione tecnologica, progettazione digitale e cooperazione tra le società del Gruppo FS possano accelerare la transizione verso un sistema ferroviario sempre più sostenibile, resiliente ed efficiente. Attraverso questi investimenti, il Gruppo FS intende confermare il proprio impegno nella decarbonizzazione dei consumi energetici e nello sviluppo di infrastrutture all'avanguardia, a beneficio dell'ambiente e della collettività (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 16 gennaio 2026).

Nazionale: Busitalia acquisisce il gruppo City Sightseeing Italia

Busitalia, società di Trenitalia (Gruppo FSI) specializzata nel trasporto pubblico su gomma e nella mobilità integrata, annuncia l'acquisizione del Gruppo City Sightseeing Italia, attivo nei servizi di trasporto turistico nelle principali città italiane.

L'operazione rientra tra le iniziative di integrazione verticale del Piano Strategico del Gruppo FS, che mira a rafforzare l'intermodalità e ad ampliare l'offerta di servizi, includendo anche il segmento degli autobus turistici urbani e dei terminali logistici.

“Con l'acquisizione del Gruppo City Sightseeing Italia, Busitalia consolida il proprio ruolo nella mobilità integrata e rafforza la presenza in un settore strategico come il turismo, rispondendo alle esigenze di una clientela italiana e internazionale”, ha dichiarato S. LO PIANO, Amministratore Delegato e Direttore Generale di Busitalia.

L'ingresso del Gruppo City Sightseeing Italia rappresenta un ulteriore passo nello sviluppo di Busitalia e del Gruppo FS nel settore della mobilità turistica, in coerenza con la strategia di Trenitalia orientata al presidio e alla differenziazione del segmento *leisure*. L'operazione favorisce l'integrazione tra trasporto locale, ferrovia e servizi *sightseeing*, attraverso soluzioni di intermodalità ferro-gomma

che ampliano la catena del valore del trasporto turistico e contribuiscono alla valorizzazione delle città e del patrimonio culturale nazionale.

Il Gruppo City Sightseeing Italia opera, direttamente o tramite società controllate o partecipate, a Torino, Milano, Genova, La Spezia, Civitavecchia, Livorno, Firenze, Roma, Napoli, Palermo e Verona, con oltre 170 mezzi e offre servizi di trasporto hop on hop off, noleggio autobus e propone pacchetti turistici pensati per la scoperta del patrimonio culturale italiano (Da: *Comunicato Stampa BUSITALIA Gruppo FSI*, 23 gennaio 2026).

VARIE

Lazio-Abruzzo: il MIT, al lavoro per rendere sicura autostrada strategica A24

Si è svolta al MIT una riunione sullo stato di avanzamento dei lavori dell'A24. Al tavolo, oltre al Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti M. SALVINI, hanno partecipato i due commissari dell'autostrada, l'avvocato M. CORSINI e l'ingegnere P. CAPUTI, il presidente della Regione Abruzzo e il Concessionario.

Obiettivo prioritario del ministro e di tutti i presenti è di lavorare nel più breve tempo possibile per rendere sempre più sicura un'autostrada strategica per Abruzzo, Lazio e per tutto il versante appenninico e adriatico (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 14 gennaio 2026).

Liguria: approvato il progetto esecutivo del Tunnel Subportuale di Genova

Con l'adozione del Decreto ministeriale n. 1/2026 è stato approvato il progetto esecutivo del Tunnel Subportuale di Genova. Un passaggio decisivo che consente la pubblicazione della gara pubblica e l'avvio concreto della fase realizzativa dell'opera.

Si tratta di un'infrastruttura strategica per la città, destinata a migliorare in modo strutturale la mobilità

urbana, ridurre il traffico di attraversamento e rafforzare il rapporto tra porto e tessuto urbano, aprendo al tempo stesso nuove prospettive di riqualificazione per Genova.

Con questo atto si mantiene l'impegno assunto con la città e il territorio, trasformando un progetto atteso da anni in un intervento finalmente cantierabile, nel segno dello sviluppo, della sostenibilità e della competitività del sistema genovese (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 2 gennaio 2026).

Nazionale: cambia il modo di viaggiare in Italia, dai dati FlixBus emergono nuove tendenze

Il turismo e la mobilità in Italia stanno cambiando: lo suggerisce l'analisi di FlixBus sui viaggi degli Italiani nell'anno appena trascorso.

Due, soprattutto, le tendenze che hanno segnato il 2025 di FlixBus: la crescita delle città medie italiane rispetto alle grandi mete tradizionali, supportata dal rafforzamento della rete, e la crescente competitività dell'autobus anche sulle rotte coperte dall'alta velocità, trainata da nuovi investimenti in qualità e assistenza al cliente.

- Nella rete FlixBus, le città medie crescono più delle grandi mete colpite dal sovraffollamento turistico

Nel 2025 le destinazioni italiane medie della rete FlixBus, fra cui diverse città d'arte ritenute secondarie, sono cresciute a un ritmo ben superiore rispetto alle grandi destinazioni più note e affollate.

In Toscana, le prenotazioni per Lucca sono aumentate del 30%, mentre il flusso dei passeggeri diretti a Firenze si è mantenuto costante. Una situazione analoga si è verificata in Emilia-Romagna – dove le prenotazioni per Reggio Emilia sono cresciute del 16%, contro la stabilità della domanda per Bologna – e in Campania – dove la domanda per Benevento è cresciuta dell'8%, a fronte del 2% di Napoli.

A sostenere questa tendenza è

stato il rafforzamento delle tratte FlixBus verso le città medie, in particolare dai grandi aeroporti internazionali del Paese: uno sforzo che nell'ultimo anno è stato ampiamente premiato, non solo dai residenti di queste città che hanno potuto contare su un collegamento diretto per rientrare a casa, ma anche dai turisti stranieri che sono atterrati negli scali in questione.

Da Fiumicino sono aumentati i viaggi verso Macerata (+10%), L'Aquila (+19%), Chieti (+93%) e Taranto (+74%). Al nord, per esempio, sono cresciute le rotte Milano Malpensa-Reggio Emilia (+24%), Bergamo Orio al Serio-Ferrara (+21%) e Venezia Marco Polo-Udine (+21%). Al sud, infine, spiccano Napoli Capodichino-Andria, con passeggeri più che triplicati, e Catania Fontanarossa-Agrigento (+28%).

Rafforzando l'offerta, FlixBus non si limita ad abbracciare le nuove tendenze, ma intende partecipare attivamente alla costruzione di un turismo più immersivo capace di valorizzare il territorio nel suo insieme. In questa direzione va anche il rinnovo dell'accordo con la Via Francigena, che garantisce sconti ai pellegrini per raggiungere 30 tappe del cammino in Italia, fra cui diverse località poco note.

- In Italia l'autobus non è più un'opzione di serie B, ma compete sempre più con l'alta velocità

L'autobus, dunque, si conferma una soluzione strategica per spostarsi su itinerari poco serviti dal treno. Ma nel 2025 FlixBus ha registrato un aumento della domanda anche su rotte coperte dall'alta velocità come Milano-Bologna (+7% rispetto al 2024), Milano-Genova (+12%) o Roma-Napoli (+10%), affermandosi sempre più come una soluzione in grado di competere con alternative più veloci.

Oltre al pricing dinamico che premia chi prenota con anticipo, sulla scelta dei clienti pesano anche gli investimenti in comfort e sicurezza. Solo negli ultimi due anni, è stato rinnovato il 75% della flotta in Italia e FlixBus ha registrato un incremento

di ben 15 punti nel *Net Promoter Score* (NPS), l'indice di gradimento che quantifica il tasso di soddisfazione e raccomandazione dei clienti di un servizio.

- L'alleanza di FlixBus con le imprese del territorio supporta la mobilità di chi vive in aree marginali

Oggi FlixBus raggiunge complessivamente circa 300 destinazioni in 19 regioni italiane. Circa il 40% delle sue fermate in Italia si trova in comuni con meno di 20.000 abitanti.

Oltre a promuovere nuovi itinerari di viaggio in grado di distribuire meglio le presenze turistiche sul territorio, l'attenzione rivolta ai piccoli centri serve innanzitutto a permettere anche a chi vive in zone meno collegate di spostarsi facilmente all'interno del Paese. In questo, l'autobus svolge una funzione cruciale, come dimostra la crescita della domanda proveniente da località come Oulx, in Val di Susa (+19% rispetto al 2024), o i borghi storici di Muccia, nelle Marche (+10%), e Candela, nei Monti Dauni (+33%).

Ciò è possibile grazie a un modello di business unico, basato sul connubio fra la visione internazionale e le competenze tecnologiche di FlixBus e l'eccellenza operativa di una rete di partner radicati sul territorio, custodi di un patrimonio industriale d'eccezione e in grado di comprendere le vere esigenze di connettività dei territori per garantire una mobilità più inclusiva.

Questo modello ha già incontrato il favore di oltre 50 milioni di persone solo in Italia, in assoluto uno dei principali mercati del gruppo Flix.

Un successo dovuto anche a una cura della *customer experience* che nel tempo si è tradotta in attenzione ai dettagli, trasparenza e ascolto attivo dei bisogni reali delle persone; in tal senso, l'ultima novità è il potenziamento dei canali di assistenza telefonica ai clienti in lingua italiana 7/7 dalle 9:00 alle 21:00, che si affianca alla chat di assistenza attiva 24/7 e alle altre iniziative lanciate negli anni: la piattaforma di helpdesk ideata per efficientare la gestione delle

richieste, funzionalità dedicate alla riprotezione automatica dei passeggeri (in caso di ritardi, cancellazioni, ecc.), il tracking del proprio autobus tramite GPS e altre ancora. Tutto ciò in aggiunta ai già citati investimenti in qualità, che saranno portati avanti nei mesi successivi con l'intento di arrivare ad avere la flotta interamente rinnovata entro il 2027, e al miglioramento crescente della puntualità, ottenuto attraverso lo studio attento e continuativo degli orari e degli itinerari.

È proprio la combinazione di visione internazionale e know-how locale ad aver reso il viaggio in autobus una scelta consapevole per milioni di persone, dimostrando che innovazione e tradizione possono convivere e generare un impatto positivo su scala nazionale: due anime complementari e apparentemente inconciliabili si uniscono e

restituiscono, insieme, il meglio di due mondi.

- Nota per il lettore: FlixBus

FlixBus è il servizio su gomma del gruppo Flix, che mira a trasformare l'industria del trasporto collettivo con soluzioni di viaggio a lunga percorrenza sostenibili e per tutte le tasche in autobus e in treno, operando in più di 40 Paesi in cinque continenti con i marchi FlixBus, FlixTrain, Kamil Koç e Greyhound. Con il suo modello di *business asset-light* e la sua innovativa infrastruttura tecnologica, Flix, lanciata nel 2013, ha rapidamente conquistato una posizione di leadership nel mercato dei viaggi in autobus a lunga percorrenza in Europa, Nord America e Turchia, espandendosi anche in Sud America e nella regione Asia Pacifico.

Spinta da un approccio pionieristico alla mobilità sostenibile, Flix si impegna a raggiungere l'obiettivo di

Net Zero entro il 2040 in Europa ed entro il 2050 a livello globale. Per monitorare i propri progressi all'interno di un quadro scientificamente riconosciuto, Flix ha stabilito obiettivi di riduzione delle emissioni a breve termine con l'iniziativa *Science Based Targets*.

Mentre il team Flix si occupa della pianificazione della rete, delle strategie di prezzo, della gestione delle operazioni, del marketing, delle vendite, del controllo qualità e del *business development* con un approccio *data-driven*, ai partner è affidato il servizio operativo quotidiano. L'innovativo connubio fra le competenze tecnologiche di Flix e il tradizionale settore del trasporto passeggeri su gomma e rotaia ha trasformato una start-up europea in una società travel tech leader a livello globale in espansione (Da: *Comunicato Stampa FLIXBUS*, 15 gennaio 2026).



19 66 20 26



Ambiente

Verso un Futuro Circolare: La Nostra Eccellenza Sostenibile nello Stampaggio a Iniezione.

La nostra azienda ha scelto di trasformare la sostenibilità da concetto astratto a pilastro operativo della nostra produzione di componenti plastici. Non ci limitiamo a stampare materiali: progettiamo il futuro nel pieno rispetto dell'ambiente.



Energia 100% Autoprodotta
(Impianto da 100 kW)



Materie Prime Tracciabili
(Certificato ISCC PLUS)



Trasparenza Totale
(Rating ESGeo)



Eccellenza nella Supply Chain
(Riconoscimento EcoVadis)

Energia Pulita per una Produzione Leggera

Crediamo che il modo in cui produciamo sia importante quanto ciò che produciamo. Per questo abbiamo investito in un'infrastruttura energetica all'avanguardia:

- **Autonomia Energetica:** Grazie al nostro impianto fotovoltaico da 100 kW, siamo in grado di coprire autonomamente il 70% del nostro fabbisogno elettrico.
- **Riduzione delle Emissioni:** Produrre componenti in plastica utilizzando l'energia del sole ci permette di abbattere

drasticamente l'impronta di carbonio di ogni singolo pezzo stampato, offrendo ai nostri clienti prodotti a basso impatto ambientale.

Certificazioni di Rilievo Internazionale

- **Certificazione ISCC PLUS:** Siamo orgogliosi di essere certificati International Sustainability & Carbon Certification (ISCC PLUS). Questo ci permette di gestire materiali bio-circolari e circolari attraverso l'approccio del bilancio di massa, assicurando la completa tracciabilità della materia prima lungo tutta la filiera produttiva.
- **Medaglia d'Argento EcoVadis:** Il riconoscimento EcoVadis ci colloca tra le aziende più virtuose del settore a livello mondiale. Questa medaglia d'argento premia le nostre performance eccezionali in ambito di ambiente, etica, diritti umani e acquisti sostenibili.
- **Rating ESGeo:** Monitoriamo e comunichiamo il nostro impatto attraverso la piattaforma ESGeo, integrando i criteri ESG (Environmental, Social, Governance) nel nostro DNA aziendale per una gestione del valore che va oltre il semplice profitto.

La Nostra Visione

Scegliere la nostra tecnologia significa affidarsi a un partner che ha già intrapreso con successo la transizione verso l'economia circolare.

Nicola TILLI e Claudio SPALVIERI

COMPENDIO DI TRAZIONE ELETTRICA FERROVIARIA

Elementi di Trazione Elettrica, impianti e sicurezza elettrica

Il Compendio di Trazione Elettrica Ferroviaria affronta in modo organico:

- la costruzione della linea di contatto in piena linea, in stazione e in galleria;
- il circuito di terra di protezione TE, il circuito di ritorno TE e i circuiti di alimentazione, con attenzione alle linee di alimentazione, ai sezionamenti e alle diverse tipologie di schemi TE e relative protezioni;
- le interazioni tra linea di contatto e l'organo di captazione: il pantografo;
- le problematiche e le soluzioni in materia di sicurezza elettrica in ambito ferroviario.

Gli autori del **Compendio** hanno adottato come base il *Capitolato tecnico TE* di RFI, integrando - in sezioni specifiche - approfondimenti dedicati alle linee AV/AC 2x25kVca. Il testo tiene conto delle *Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI)*, nonché delle normative vigenti e delle norme CEI applicabili al settore ferroviario.

Per garantire una lettura scorrevole, gli autori hanno evitato, ove possibile, di appesantire l'esposizione, affidando alle numerose note a piè di pagina le considerazioni più tecniche. Il lettore può così concentrarsi fin da subito sulle nozioni fondamentali, per poi approfondire in modo mirato grazie a un'apposita sezione conclusiva interamente dedicata agli approfondimenti tematici.



Frutto dell'esperienza diretta degli autori e della sintesi delle migliori pubblicazioni del settore, questo compendio è uno strumento prezioso per ingegneri, tecnici, progettisti e studenti che vogliono approfondire o aggiornare le proprie conoscenze sulle infrastrutture ferroviarie moderne.

Il libro ha formato 17 x 24cm, 550 pagine, prezzo cartaceo € 60.
Per le modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista "La Tecnica Professionale" oppure il sito www.cifi.it

Notizie dall'estero *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA *RAILWAY TRANSPORTATION*

Francia: ordine da SNCF Voyageurs per 15 treni ad alta velocità Avelia Horizon

Il Consiglio di Amministrazione di SNCF Voyageurs ha approvato un ulteriore ordine per 15 treni ad altissima velocità Avelia Horizon (Fig. 1) di nuova generazione (noti in Francia come TGV), per un valore di circa 600 milioni di euro (questo ordine è stato registrato nel terzo trimestre dell'esercizio finanziario 2025/2026 di Alstom. È uno dei 3 ordini menzionati nella Nota agli investitori pubblicata il 5 gennaio 2026 "Alstom si è aggiudicata tre contratti per un valore totale di circa 2,5 miliardi di euro"). Le consegne sono previste per il 2029.

Questo ordine riguarda la versione quadritensione della nuova generazione di treni ad alta velocità, che soddisfa i requisiti del traffico europeo. La gamma Avelia Horizon soddisfa obiettivi ambiziosi in termini di competitività nel settore ferroviario e redditività per SNCF Voyageurs.

"Questo contratto conferma ancora una volta il successo dell'alta velocità ferroviaria e della piattaforma Avelia Horizon, dimostrando al contempo il nostro forte impegno per una mobilità sostenibile e a basse emissioni di carbonio. Progettata per rispondere alle sfide tecnologiche ed economiche, questa soluzione contribuisce attivamente alla transizione ecologica, in un contesto in cui i passeggeri privilegiano sempre più modalità di trasporto ecocompatibili", ha dichiarato F. WISCART, Presidente di Alstom Francia, Belgio e Lussemburgo.

Questa tranche facoltativa del contratto di partenariato per l'innovazione Avelia Horizon tra SNCF Voyageurs e Alstom è la quarta di questa nuova generazione di treni ad altissima velocità. Si aggiunge ai 115 treni già ordinati da SNCF Voyageurs, di cui 100 per il servizio commerciale in Francia e 15 per il servizio commerciale in Europa, nonché ai 30 treni ordinati da Eurostar lo scorso ottobre, portando il totale di questo contratto a 160 treni.

- Avelia Horizon: eccellenza francese per un treno ad alta velocità ad alte prestazioni ed eco-efficiente

Il treno Avelia Horizon è composto da due innovative locomotive corte, che combinano elevate prestazioni e compattezza, e da carrozze articolate a due piani.

I costi di manutenzione saranno inferiori di oltre il 30% rispetto a quelli attualmente registrati da SNCF Voyageurs in Francia. La manutenibilità del treno è considerata fin dalla fase di progettazione, con un sistema di diagnostica remota per la manutenzione predittiva, che migliora l'affidabilità e la disponibilità dei treni. Molti componenti sono stati ottimizzati per semplificare e ridurre la manutenzione e consentire intervalli più lunghi tra gli interventi di manutenzione. Grazie al design aerodinamico e alla trazione più efficiente, il TGV di nuova generazione consumerà il 20% di energia in meno rispetto ai TGV esistenti.

Dieci dei 14 siti francesi di Alstom saranno coinvolti in questo progetto:

- Belfort, per le carrozze motore;
- La Rochelle, per le carrozze passeggeri.

Villeurbanne, per il sistema informatico di controllo-comando, il sistema informativo per i passeggeri e le apparecchiature di bordo;

- Ornans, per i motori;
- Le Creusot, per i carrelli;
- Tarbes, per la trazione e gli armadi elettrici;



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 1 – I 15 nuovi treni Avelia Horizon ordinati da SNCF Voyageurs saranno operativi in Europa a partire dal 2029 (Design non contrattuale a scopo illustrativo).

Figure 1 – The 15 new Avelia Horizon trains ordered by SNCF Voyageurs will operate in Europe from 2029 onwards (Non-contractual design for illustrative purposes).

- EDC Toulouse, per i circuiti elettrici;
- Petit-Quevilly, per i trasformatori;
- Saint-Ouen, per la progettazione e la segnalazione;
- e Valenciennes, per gli interni.

Con oltre 40 anni di esperienza nel servizio commerciale ad alta velocità, il treno ad altissima velocità Avelia Horizon di Alstom è l'unico treno a due piani al mondo in grado di viaggiare a velocità superiori a 300 km/h. Offre una grande flessibilità operativa e garantisce elevati livelli di sicurezza e un'esperienza di viaggio ottimale per i passeggeri (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 19 gennaio 2026).

France: order from SNCF Voyageurs for 15 Avelia Horizon high-speed trains

The Board of Directors of SNCF Voyageurs has approved an additional order for 15 new-generation Avelia Horizon very high-speed trains (known in France as TGV), worth approximately 600 million euros (this order was booked in the 3rd quarter of Alstom's 2025/2026 financial year. It is one of the 3 orders referred to in the Note to Investors published on 5 January 2026 "Alstom awarded three contracts for a total value of approximately €2.5bn"). Deliveries are expected in 2029 (Fig. 1).

This order is for the quad-voltage version of the new generation of high-speed trains, which meets European traffic requirements. The Avelia Horizon range meets ambitious objectives in terms of competitiveness in the rail sector and profitability for SNCF Voyageurs.

"This contract once again confirms the success of high-speed rail and the Avelia Horizon platform, while illustrating our strong commitment to sustainable, low-carbon mobility. Designed to meet technological and economic challenges, this solution actively contributes to the ecological transition, in a context where passengers are increasingly favouring environmentally friendly modes of transport," said F. WISCART, President of Alstom France, Belgium and Luxembourg.

This optional tranche of the Avelia Horizon Innovation Partnership contract between SNCF Voyageurs and Alstom is the fourth of this new generation of very high-speed trains. It complements the 115 trains already ordered by SNCF Voyageurs, including 100 for commercial operation in France and 15 for commercial operation in Europe, as well as the 30 trains ordered by Eurostar last October, bringing the total for this contract to 160 trains.

- *Avelia Horizon: French excellence for a high-performance, eco-efficient high-speed train*

The Avelia Horizon train consists of two innovative short locomotives, combining high performance and compactness, and double-decker articulated cars.

Maintenance costs will be more than 30% lower than those currently recorded by SNCF Voyageurs in France. The train's maintainability is considered from the design stage, with a remote diagnostic system for predictive maintenance, which improves the reliability and availability of the trains. Many components have been optimised to simplify and reduce maintenance and allow for longer intervals between maintenance operations. Thanks to its aerodynamic design and more efficient traction, the new-generation TGV will consume 20% less energy than existing TGVs.

Ten of Alstom's 14 French sites will be involved in this project:

- *Belfort, for power cars;*
- *La Rochelle, for passenger cars.*

Villeurbanne, for the control-command computer system, the passenger information system and on-board equipment;

- *Ornans, for the motors;*
- *Le Creusot, for bogies;*
- *Tarbes, for traction and electrical cabinets;*
- *EDC Toulouse, for electrical circuits;*
- *Petit-Quevilly, for transformers;*
- *Saint-Ouen, for design and signalling;*

- *and Valenciennes, for interiors.*

With over 40 years of experience in high-speed commercial service, Alstom's Avelia Horizon very high-speed train is the only double-decker train in the world capable of travelling at speeds above 300 km/h. It offers great operational flexibility and guarantees high levels of safety and passenger experience (From: Alstom Press Release, January 19th, 2026).

Vietnam: accordi di cooperazione globali per lo sviluppo dell'alta velocità ferroviaria

VinSpeed High-Speed Railway Investment and Development Joint Stock Company (membro di Vingroup) e Siemens Mobility hanno firmato un partenariato strategico globale e un accordo quadro, avviando un'ampia cooperazione per l'alta velocità ferroviaria in Vietnam. Siemens Mobility fungerà da partner tecnologico, responsabile della progettazione, fornitura e integrazione dei moderni treni ad alta velocità Velaro Novo e dei principali sottosistemi ferroviari, tra cui il segnalamento ETCS di Livello 2 con funzionamento automatico dei treni (ATO), i sistemi di telecomunicazione e di elettrificazione. Siemens Mobility sta inoltre esplorando opportunità per fornire servizi di manutenzione avanzati per la massima disponibilità del sistema. Entrambe le parti si impegnano a una stretta collaborazione, gettando le basi per futuri contratti di implementazione e supportando lo sviluppo di un'infrastruttura ferroviaria moderna e di standard internazionale in Vietnam.

M. PETER, Amministratore Delegato di Siemens Mobility, ha commentato: "Siamo orgogliosi che VinSpeed, leader mondiale nel settore, abbia scelto Siemens Mobility per la realizzazione delle prime linee ferroviarie ad alta velocità del Vietnam. Questa fiducia nella nostra competenza e tecnologia chiavi in mano sottolinea il ruolo di Siemens come partner di riferimento per ambiziosi progetti di mobilità in tutto il mondo. Velaro Novo, la nostra piattaforma ferrovia-

ria ad alta velocità più avanzata, offre un consumo energetico inferiore fino al 30%, una capacità passeggeri superiore del 10% e un'affidabilità comprovata, studiata su misura per le difficili condizioni del Vietnam. Insieme, stiamo definendo nuovi standard per i viaggi ferroviari, promuovendo l'innovazione e contribuendo a posizionare il Vietnam come leader nella mobilità ad alta velocità".

Il Sig. P. T. HOA, Amministratore Delegato di VinSpeed, ha dichiarato: "La cooperazione strategica con Siemens Mobility segna un passo importante nella roadmap di VinSpeed per lo sviluppo di progetti infrastrutturali di trasporto moderni in Vietnam. La combinazione delle capacità di esecuzione dei progetti e della profonda conoscenza del mercato interno di VinSpeed con l'esperienza globale e la tecnologia avanzata di Siemens Mobility creerà una solida base per la realizzazione di linee ferroviarie ad alta velocità di standard internazionale, contribuendo allo sviluppo socio-economico e migliorando la qualità della vita del popolo vietnamita".

- **Panoramica del progetto**

VinSpeed, in collaborazione con Siemens Mobility, sta sviluppando diverse linee ferroviarie ad alta velocità in tutto il Vietnam. In particolare, due tratte ad alta velocità: la linea Ha Noi - Quang Ninh (Ha Long), lunga 121 km con quattro stazioni, e la linea Ben Thanh - Can Gio, lunga 54 km con due stazioni. Tutte le linee saranno dotate di tecnologie ferroviarie all'avanguardia, tra cui sistemi di segnalazione ETCS di Livello 2, elettrificazione e comunicazione, garantendo efficienza operativa, sicurezza e sostenibilità.

- **Velaro Novo – L'ultima innovazione ad alta velocità di Siemens Mobility**

Velaro Novo è la piattaforma ferroviaria ad alta velocità più avanzata di Siemens Mobility, progettata per una velocità massima di 350 km/h e una capacità passeggeri superiore di almeno il 10% grazie alla cassa più ampia e al design ottimizzato del tubo vuoto. Elevata efficienza energetica,

consuma circa il 30% di energia in meno rispetto ai modelli precedenti, riducendo le emissioni e i costi operativi. Progettato per condizioni difficili, Velaro Novo affronta pendenze ripide ed è adatto al territorio variegato del Vietnam. Dotato di segnalamento ETCS Livello 2 e di funzionamento automatico dei treni (ATO), garantisce maggiore sicurezza, un consumo energetico ottimizzato e un'elevata disponibilità operativa per le moderne reti ferroviarie ad alta velocità.

- **Nota per il lettore: Siemens in Vietnam**

Siemens è attiva in Vietnam dal 1993 e celebra oltre 30 anni di impegno per la modernizzazione e lo sviluppo sostenibile del Paese. Nel corso dei decenni, Siemens ha svolto un ruolo fondamentale nel sostenere l'industrializzazione del Vietnam, fornendo tecnologie e soluzioni avanzate in settori come l'energia, la sanità e i trasporti. Nel settore ferroviario, Siemens è un partner per la fornitura di moderni sistemi di trasporto passeggeri e merci, consentendo agli operatori di plasmare la mobilità di oggi e di domani. Con una solida presenza locale, che include uffici ad Hanoi, Da Nang e Ho Chi Minh City, Siemens offre soluzioni digitali e software, infrastrutture ferroviarie, servizi ferroviari, materiale rotabile e componenti, nonché soluzioni ferroviarie chiavi in mano, continuando a contribuire alla crescita, all'innovazione e all'integrazione del Vietnam nell'economia globale.

- **Nota per il lettore: VinSpeed e Vingroup**

VinSpeed High-Speed Railway Investment and Development Joint Stock Company si impegna a promuovere lo sviluppo di ferrovie ad alta velocità e di progetti infrastrutturali di trasporto moderni in Vietnam, applicando standard all'avanguardia in termini di tecnologia, efficienza e sostenibilità. VinSpeed fa parte di Vingroup, il principale gruppo industriale vietnamita, attivo nei settori delle infrastrutture, del settore immobiliare, della tecnologia e dei servizi. Vingroup stabilisce standard di riferimento per innovazione, efficienza e

sostenibilità, plasmando il futuro del settore ferroviario vietnamita in linea con gli standard internazionali (Da: *Comunicato Stampa Siemens Mobility*, 19 dicembre 2025).

Vietnam: a comprehensive cooperation agreements for high-speed rail development

VinSpeed High-Speed Railway Investment and Development Joint Stock Company (a member of Vingroup) and Siemens Mobility have signed a Comprehensive Strategic Partnership and Framework Agreement, launching a broad cooperation for high-speed rail in Vietnam. Siemens Mobility will serve as technology partner, responsible for the design, supply, and integration of modern Velaro Novo high-speed trains and key railway subsystems, including ETCS Level 2 signaling with automatic train operation (ATO), telecommunications, and electrification systems. Siemens Mobility is also exploring opportunities to deliver advanced maintenance services for highest system availability. Both parties are committed to close collaboration, laying the foundation for future implementation contracts and supporting the development of a modern, international-standard rail infrastructure in Vietnam.

M. PETER, Chief Executive Officer of Siemens Mobility, commented: "We are proud that the global frontrunner VinSpeed has selected Siemens Mobility to deliver Vietnam's first high-speed rail lines. This confidence in our turnkey expertise and technology underscores Siemens' position as the partner of choice for ambitious mobility projects worldwide. Velaro Novo, our most advanced high-speed train platform, delivers up to 30% lower energy consumption, 10% higher passenger capacity, and proven reliability, tailored for Vietnam's challenging terrain. Together, we are setting new standards for rail travel, driving innovation, and helping position Vietnam as a leader in high-speed mobility."

Mr. P. T. HOA, Chief Executive Officer of VinSpeed, said: "The strategic cooperation with Siemens Mobility

marks an important step in VinSpeed's roadmap for developing modern transport infrastructure projects in Vietnam. The combination of VinSpeed's project execution capabilities and deep understanding of the domestic market with Siemens Mobility's global experience and advanced technology will create a strong foundation for delivering international-standard high-speed rail lines, contributing to socio-economic development and improving quality of life for the Vietnamese people."

- **Project Overview**

VinSpeed, in partnership with Siemens Mobility, is developing various high-speed rail lines across Vietnam. Specifically, two high-speed routes: the Ha Noi – Quang Ninh (Ha Long) line, covering 121 km with four stations, and the Ben Thanh – Can Gio line, spanning 54 km with two stations. All lines will be equipped with state-of-the-art rail technologies, including ETCS Level 2 signaling, electrification, communications systems, ensuring operational efficiency, safety, and sustainability.

- **Velaro Novo – Siemens Mobility's Latest High-Speed Innovation**

Velaro Novo is Siemens Mobility's most advanced high-speed train platform, designed for a top speed of 350 km/h and at least 10% higher passenger capacity thanks to its wider carbody and optimized empty tube design. Highly energy efficient, it consumes about 30% less energy than previous models, reducing emissions and operating costs. Engineered for challenging conditions, Velaro Novo handles steep gradients and is well-suited to Vietnam's diverse terrain. Equipped with ETCS Level 2 signaling and automatic train operation (ATO), it ensures enhanced safety, optimized energy use, and high operational availability for modern high-speed rail networks.

- **Note for the reader: Siemens in Vietnam**

Siemens has been active in Vietnam since 1993, celebrating over 30 years of commitment to the country's modernization and sustainable development. Over the decades, Siemens

has played a pivotal role in supporting Vietnam's industrialization, providing advanced technologies and solutions across sectors such as energy, healthcare, and transportation. In the rail sector, Siemens is a partner to deliver modern passenger and freight transportation, enabling operators to shape today's and tomorrow's mobility. With a strong local presence, including offices in Hanoi, Da Nang, and Ho Chi Minh City, Siemens offers digital solutions and software, rail infrastructure, rail services, rolling stock and components, and turnkey rail solutions, continuing to contribute to Vietnam's growth, innovation, and integration into the global economy.

- **Note for the reader: VinSpeed and Vingroup**

VinSpeed High-Speed Railway Investment and Development Joint Stock Company is dedicated to pioneering the development of high-speed rail and modern transport infrastructure projects in Vietnam, applying leading standards of technology, efficiency, and sustainability. VinSpeed is a member of Vingroup, Vietnam's leading industrial group, active in infrastructure, real estate, technology, and services. Vingroup sets benchmarks for innovation, efficiency, and sustainability, shaping the future of Vietnam's rail industry in line with international standards (From: Siemens Mobility Press Release, December 17th, 2025).

TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION

Internazionale: MSC evidenzia l'espansione delle soluzioni intermodali in tutta l'Africa

Internazionale: MSC mette in evidenza l'ampliamento delle soluzioni intermodali in Africa per migliorare la connettività interna per i clienti

MSC mette in evidenza l'ampliamento delle sue soluzioni logistiche intermodali in Africa, evidenziando come i servizi integrati ferroviari, stradali e portuali aiutino i clienti a movimentare le merci in modo più

affidabile ed efficiente oltre la costa e nei principali mercati interni.

La logistica intermodale svolge un ruolo fondamentale nel ridurre i tempi di transito, migliorare la prevedibilità della catena di distribuzione e di assistenza e collegare le economie senza sbocco sul mare alle rotte commerciali globali. Con la crescente domanda di connettività interna affidabile in tutto il continente, le soluzioni avanzate di MSC sono progettate per offrire ai clienti opzioni di trasporto complessive più flessibili e resilienti.

- **Rafforzamento del collegamento ferroviario Abidjan-Ouagadougou**

Il primo interesse di questa serie si concentra sul corridoio ferroviario Costa d'Avorio-Burkina Faso, una delle rotte commerciali più attive dell'Africa occidentale. Con un'estensione di circa 1.150-1.260 km tra il porto di Abidjan e Ouagadougou, questo corridoio offre ai clienti un'alternativa interna affidabile alle strade congestionate, contribuendo a semplificare la movimentazione delle merci in settori come l'agricoltura, i beni di largo consumo, l'industria mineraria e i trasporti a temperatura controllata.

Attraverso la rete intermodale di MSC, i clienti beneficiano di tempi di transito più costanti, maggiore sicurezza per le merci sensibili e un collegamento interno-porto stabile che supporta la pianificazione e la sicurezza operativa durante tutto l'anno.

- **Un'offerta intermodale più ampia nei principali corridoi africani**

Oltre al collegamento ferroviario Costa d'Avorio-Burkina Faso, la serie metterà in luce ulteriori corridoi in cui le soluzioni intermodali stanno creando valore per i clienti.

Rotte commerciali del Camerun: esplora gli sviluppi infrastrutturali intorno al porto di Kribi e le rotte per camion potenziati che creano flussi di merci più fluidi e migliorano l'accesso ai mercati interni.

Soluzioni di trasporto su camion in Sudafrica e Namibia: questo articolo esamina più da vicino la rete di trasporto su camion di MSC che

collega Sudafrica e Namibia, evidenziando l'affidabilità del trasporto refrigerato e il supporto aggiuntivo del magazzino refrigerato di Durban per le merci a temperatura controllata.

Flusso integrato terra-porto del Kenya: questo articolo esplora una panoramica completa del percorso di esportazione del Kenya, seguendo i prodotti agricoli dalla piantagione al porto attraverso la rete interna integrata di MSC.

Insieme, questi corridoi riflettono l'impegno di MSC nel fornire opzioni interne prevedibili che migliorino la pianificazione, riducano la complessità operativa e colleghino i clienti in modo più efficiente alle rotte commerciali globali (Da: Comunicato Stampa MSC, 21 gennaio 2026).

International: MSC highlights expanded intermodal solutions across Africa

MSC is spotlighting its expanded intermodal logistics solutions across Africa, showcasing how integrated rail, road and port services are helping customers move goods more reliably and efficiently beyond the coastline and deep into key inland markets.

Intermodal logistics play a critical role in reducing transit times, improving supply chain predictability and linking landlocked economies to global trade routes. With rising demand for dependable inland connectivity across the continent, MSC's enhanced solutions are designed to offer customers more flexible and resilient total transport options.

- *Strengthening the Abidjan–Ouagadougou Rail Connection*

The first feature in this series focuses on the Côte d'Ivoire–Burkina Faso rail corridor — one of West Africa's most active trade routes. Spanning approximately 1,150–1,260 km between the Port of Abidjan and Ouagadougou, this corridor offers customers a reliable inland alternative to congested roads, helping to streamline freight movements for sectors such as agriculture, FMCG, mining and temperature-controlled cargo.

Through MSC's intermodal network, customers benefit from more consistent transit times, improved security for sensitive goods, and a stable inland-to-port link that supports year-round planning and operational confidence.

- *A Broader Intermodal Offer Across Key African Corridors*

Beyond the Côte d'Ivoire–Burkina Faso rail connection, the series will spotlight additional corridors where intermodal solutions are creating value for customers.

Cameroon trade routes: explore infrastructure developments around Kribi Port and the upgraded truck routes that create smoother cargo flows and improve access to inland markets.

Truck solutions in South Africa and Namibia: this would take a closer look at MSC's trucking network linking South Africa and Namibia, highlighting reliable reefer transport and the added support of the Durban reefer warehouse for temperature-controlled cargo.

Kenya's integrated land-to-port flow: this explores a full view of Kenya's export journey, following agricultural goods from plantation to port through MSC's integrated inland network.

Together, these corridors reflect MSC's commitment to providing predictable inland options that enhance planning, reduce operational complexity and connect customers more efficiently to global trade routes (From: MSC Press Release, January 21st, 2026).

TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

Cile: la metropolitana di Santiago presenta il primo treno per la futura Linea 7

Alstom e la metropolitana di Santiago hanno presentato il primo treno Metropolis AS-22-UTO che opererà sulla futura Linea 7 (Fig. 2). L'evento si è svolto presso lo stabilimento Alstom di Taubaté, nello stato di San Paolo, alla presenza di rappresentanti della metropolitana di Santiago, G. MUÑOZ, Presidente del Consiglio di Amministrazione, e X. SCHULTZ, Responsabile della Divisione Progetti, del Direttore Generale di Alstom Brasile, S. SOLA, nonché di altri dirigenti del comitato latino-americano e delle squadre tecniche dell'azienda.

Il treno sta ora iniziando un'im-



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 2 – Alstom costruirà 37 treni Metropolis, ciascuno con cinque carrozze, presso i suoi stabilimenti di Taubaté, come parte del contratto tra l'azienda e la metropolitana di Santiago.

Figure 2 – Alstom will build 37 Metropolis trains, each with five cars, at its Taubaté facilities, as part of the contract between the company and the Santiago Metro.

portante fase di test presso lo stabilimento di Taubaté, prima della consegna prevista per la seconda metà del 2026, che segnerà l'inizio delle consegne dei 37 treni.

Questo traguardo è particolarmente significativo nel contesto delle celebrazioni per il 50° anniversario della metropolitana di Santiago e consolida cinque decenni di collaborazione con l'azienda francese.

G. MUÑOZ, presidente del consiglio di amministrazione della metropolitana di Santiago, ha dichiarato: "Si tratta di un traguardo molto importante per l'azienda e per tutti i cileni che seguono l'avanzamento del portafoglio progetti della metropolitana durante il periodo di maggiore espansione della sua storia. I treni della Linea 7 sono lunghi 102 m, hanno una capacità di 1.247 passeggeri e includono due spazi per persone a mobilità ridotta in ogni treno. Sono realizzati in acciaio inossidabile, che garantisce una maggiore durata e riduce il consumo di elettricità. Le carrozze avranno quattro porte e ampi corridoi interconnessi tra le carrozze, garantendo un flusso efficiente di passeggeri. Saranno dotate di aria condizionata e di un avanzato sistema di informazione per i passeggeri, con aggiornamenti su percorsi e stazioni, porte USB-C per la ricarica e un moderno sistema di sicurezza con telecamere ad alta risoluzione e citofoni, che consentirà agli utenti di comunicare con il centro di controllo della metropolitana".

In totale, Alstom costruirà 37 treni Metropolis, ciascuno con cinque carrozze, presso i suoi stabilimenti di Taubaté, nell'ambito del contratto tra l'azienda e la metropolitana di Santiago. In base allo stesso contratto, Alstom fornirà anche il sistema di segnalamento Urbalis CBTC, che consentirà il funzionamento senza conducente, aumentando l'efficienza e la sicurezza del servizio. Oltre a questo accordo, Alstom ha firmato altri due contratti: uno per la fornitura e la costruzione dei binari e della rete elettrica aerea, e un altro per la fornitura della rete elettrica. Tutti e tre i contratti includono 20 anni di manuten-

zione, con un sistema di manutenzione predittiva completo e innovativo per treni, binari e rete elettrica aerea.

"Da oltre 70 anni, Alstom Brasile produce treni che mantengono in movimento il Sud America e oggi diamo il benvenuto all'ultimo arrivato in questa gloriosa tradizione, con il primo treno per la futura Linea 7 della Metropolitana di Santiago", ha dichiarato S. SOLA, Direttore Generale di Alstom Brasile. "È stato un onore dare il benvenuto ai nostri clienti cileni per presentare questo primo treno e i team che lavorano assiduamente sull'intera flotta di 37 treni."

Per W. HAGA, Project Director di Alstom per la Linea 7, "la presentazione del primo treno rappresenta un passo molto importante in un progetto che migliorerà la mobilità in Cile, offrendo un trasporto affidabile, sicuro e accessibile. La Linea 7 contribuirà a migliorare gli spostamenti di circa 1,6 milioni di persone, rendendoli più veloci, efficienti e sostenibili. Questo progetto si basa sulla solida esperienza di Alstom nella produzione di materiale rotabile ferroviario in America Latina e sulla sua partnership di lunga data con la metropolitana di Santiago".

- Metropolitana di Santiago e Linea 7

Attualmente in costruzione, la Linea 7 della metropolitana di Santiago sarà lunga 26 km e avrà 19 stazioni. La linea attraverserà sette comuni: Renca, Cerro Navia, Quinta Normal, Santiago, Providencia, Vitacura e Las Condes. Tre di questi comuni (Renca, Cerro Navia e Vitacura) saranno integrati per la prima volta nella rete, a beneficio di una popolazione stimata di 1,6 milioni di abitanti.

Quando la Linea 7 entrerà in funzione, si stima che il tempo di percorrenza tra le stazioni terminali sarà di 37 minuti, con una riduzione del 49% rispetto all'attuale sistema di autobus (circa 72 minuti).

Il progetto genererà 24.000 posti di lavoro dall'inizio dei lavori fino alla sua entrata in funzione, prevista per il 2028. Nel primo anno di attività della Linea 7, si prevede una domanda me-

dia giornaliera di 194.000 passeggeri nei giorni feriali e una domanda annua totale di 60 milioni di passeggeri.

Sempre nel primo anno di attività, si prevede una riduzione di circa 33.000 tonnellate di emissioni di CO₂ e di consumo di carburante, il che equivarrebbe, secondo le stime, alla piantumazione di 55.000 alberi adulti. L'investimento totale nella Linea 7 è di 2,528 miliardi di dollari.

- Proiezione della metropolitana di Santiago

Attualmente, la rete metropolitana conta sette linee, 143 stazioni e 149 km di binari. Trasporta 2,4 milioni di passeggeri al giorno e, nel 2025, avrà completato 661 milioni di viaggi. Con i progetti di espansione – l'estensione della linea 6 verso est e ovest e le nuove linee 7, 8, 9 e A (verso l'aeroporto) – entro il 2033 la metropolitana avrà 56 nuove stazioni e 82,5 km aggiuntivi. La rete avrà quindi 199 stazioni, con un incremento del 39%, e 231,5 km di binari, con una crescita del 55%, rendendo la metropolitana di Santiago il sistema più lungo dell'America Latina (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 20 gennaio 2026).

Chile: Santiago Metro present the first train for future Line 7

Alstom, a world leader in intelligent and sustainable mobility, and the Santiago Metro presented the first Metropolis AS-22-UTO train that will operate on the future Line 7 (Fig. 2). The event took place at the Alstom plant in Taubaté, São Paulo state, and was attended by representatives of the Santiago Metro, G. MUÑOZ, Chairman of the Board, and X. SCHULTZ, Projects Division Manager, the General Director of Alstom Brazil, S. SOLA, as well as other directors of the company's Latin American committee and technical teams.

The train is now beginning an important testing phase at the Taubaté plant, before its scheduled delivery in the second half of 2026, marking the start of deliveries of the 37 trains.

This milestone is especially significant in the context of the Santiago Metro's 50th anniversary celebrations

and reinforces five decades of collaboration with the French company.

G. MUÑOZ, president of the Santiago Metro board, stated: "This is a very important milestone for the company and for all Chileans who follow the progress of the Metro's project portfolio during the period of greatest expansion in its history. The Line 7 trains are 102 m long, have a capacity for 1,247 passengers, and include two spaces for people with reduced mobility in each train. They are manufactured in stainless steel, which ensures greater durability and reduces electricity consumption. The cars will have four doors and wide, interconnected aisles between the carriages, ensuring an efficient flow of passengers. They will be equipped with air conditioning and an advanced passenger information system, with route and station updates, USB-C ports for charging, and a modern security system with high-resolution cameras and intercoms, allowing users to communicate with the Metro's control center."

In total, Alstom will build 37 Metropolis trains, each with five cars, at its Taubaté facilities, as part of the contract between the company and the Santiago Metro. Under the same contract, Alstom will also supply the Urbalis CBTC signaling system, which will allow for driverless operation, increasing the efficiency and safety of the service. In addition to this agreement, Alstom signed two other contracts: one for the supply and construction of the tracks and overhead power system, and another for the supply of the electrical system. All three contracts include 20 years of maintenance, with a complete and innovative predictive maintenance system for the trains, tracks, and overhead power system.

"For over 70 years, Alstom Brazil has been manufacturing trains that keep South America moving, and today we welcome the latest addition to this proud tradition, with the first train for the future Line 7 of the Santiago Metro," stated S. SOLA, General Manager of Alstom Brazil. "It was an honor to welcome our customers from Chile to present this first train and the teams working diligently on the entire fleet of 37 trains."

For W. HAGA, Alstom's Project Director for Line 7, "the presentation of the first train represents a very important step in a project that will improve mobility in Chile, offering reliable, safe, and accessible transportation. Line 7 will contribute to improving the commute of approximately 1.6 million people, making it faster, more efficient, and more sustainable. This project builds on Alstom's solid experience in manufacturing railway rolling stock in Latin America and its long-standing partnership with the Santiago Metro."

• Santiago Metro and Line 7

Currently under construction, Santiago Metro Line 7 will be 26 km long and will have 19 stations. The line will cross seven municipalities: Renca, Cerro Navia, Quinta Normal, Santiago, Providencia, Vitacura, and Las Condes. Three of these municipalities (Renca, Cerro Navia, and Vitacura) will be integrated into the network for the first time, benefiting an estimated population of 1.6 million inhabitants.

When Line 7 becomes operational, it is estimated that the travel time between terminal stations will be 37 minutes, representing a 49% reduction compared to the current bus system (approximately 72 minutes).

The project will generate 24,000 jobs from the start of construction until its operation, scheduled for 2028. In the first year of operation of Line 7, an average daily demand of 194,000 passengers on weekdays and a total annual demand of 60 million passengers is projected.

Also in the first year of operation, it is expected to reduce approximately 33,000 tons of CO₂ in emissions and fuel consumption, which would be equivalent, in an estimated way, to planting 55,000 adult trees. The total investment in Line 7 is US\$ 2.528 billion.

• Santiago Metro Projection

Currently, the Metro network has seven lines, 143 stations, and 149 km of track. It transports 2.4 million passengers per day and, in 2025, will have completed 661 million trips.

With the expansion projects—ex-

tension of Line 6 to the east and west and the new lines 7, 8, 9, and A (towards the airport)—by 2033 the metro will have 56 new stations and an additional 82.5 km. The network will then have 199 stations, an increase of 39%, and 231.5 km of track, a growth of 55%, making the Santiago Metro the longest system in Latin America (From: Alstom Press Release, January 20th, 2026).

INDUSTRIA MANUFACTURES

Internazionale: Italferr incontra i vertici delle ferrovie della Tanzania

Italferr, la società di ingegneria digitale ed hi-tech del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, ha accolto presso la sua sede di Roma (Fig. 3) i più alti vertici della Tanzania Railways Corporation (TCR).

L'Amministratore Delegato e Direttore Generale Prof. Ing. D. Lo Bosco ha ricevuto il Direttore Generale di TCR M. MASANJA SHIWA.

Presente all'incontro il top management di Italferr con la Presidente L. MARTINIELLO, I. GIONFRIDDO, Direttore Sviluppo Commerciale Estero, Business Affairs e Sostenibilità; M. CARLEO, CEO Office; U. DI BENNARDO, Direttore Strategie e Pianificazione e una delegazione della società ITS Engineering.

Un'ulteriore conferma della missione di Italferr nel consolidare la propria leadership a livello globale, attraverso sinergie con i principali stakeholder mondiali.

"In linea con la mission di diffondere l'eccellenza dell'ingegneria italiana nel mondo, Italferr si pone come interlocutore chiave in questo processo. Con un know-how di eccellenza, realizziamo infrastrutture ferroviarie, stradali, di interconnessione con i nodi di mobilità all'insegna della sostenibilità, dell'innovazione e della digitalizzazione. Consideriamo inoltre fondamentale la formazione dei talenti locali, anche attraverso l'utilizzo delle nostre piattaforme digitali



(Fonte - Source: Italferr, Gruppo FSI)

Figura 3 - Italferr incontra i vertici delle ferrovie della Tanzania

Figure 3 – Italferr meets with Tanzanian railway executives.

uniche in Europa e nel mondo, con il BIM 4D e 5D e successive evoluzioni, per consentire il controllo digitale di tempi, costi e garantire un'adeguata prevenzione e protezione nei processi, verso l'obiettivo primario di "morti zero sul lavoro".

Lo ha affermato Lo Bosco, evidenziando l'interesse e la piena disponibilità a mettere il *know-how* altamente specializzato di Italferr al servizio degli obiettivi di sviluppo infrastrutturale della Tanzania, con la progettazione di nuovi tracciati ferroviari, nonché nell'ispezione, valutazione, supervisione, monitoraggio e pianificazione della manutenzione delle infrastrutture esistenti, con particolare attenzione alla sicurezza, affidabilità e continuità operativa.

Durante l'incontro, sono state evidenziate le competenze digitali e tecnologiche che posizionano Italferr come riferimento internazionale nella progettazione e realizzazione di infrastrutture complesse.

Italferr, già in passato, ha portato avanti rapporti commerciali con la Tanzania, contribuendo al potenziamento del settore ferroviario nell'ambito dello sviluppo del sistema di segnalamento e telecomunicazioni sulla linea ferroviaria Dar Es Sala-

am-Morogoro (205 km) e per la linea Morogoro-Makutupora (344 km) parte integrante del progetto *Tanzania Central Corridor*. Le attività, nell'ambito del *Preliminary Design*, hanno incluso sia lo sviluppo delle specifiche tecniche e dei requisiti funzionali, sia la progettazione del segnalamento basato sul Sistema ETCS Livello 2 e *Computer Based Interlocking*. Un progetto che ha coperto nel complesso più di 550 km di linea elettrificata ERTMS livello 2 per treni passeggeri e merci.

In quest'ottica, l'incontro mira a rafforzare importanti sinergie internazionali che, il nuovo corso impresso dal management di Italferr, vuole rendere sempre più rispondente alle attività di cooperazione internazionale del Governo Italiano e del MIT, in linea con gli indirizzi del Piano Industriale di Ferrovie dello Stato Italiane (Da: *Comunicato Stampa Italferr, Gruppo FSI*, 2 dicembre 2025).

International: Italferr meets with Tanzanian railway executives

Italferr, the digital and high-tech engineering company of the Ferrovie dello Stato Italiane Group, welcomed the highest levels of Tanzania Railways

Corporation (TCR) to its Rome headquarters (Fig. 3).

CEO and General Manager Prof. D. Lo Bosco received TCR General Manager M. MASANJA SHIWA.

President of the meeting were Italferr's top management, including President L. MARTINIELLO, I. GIONFRIDDO, Director of Foreign Commercial Development, Business Affairs, and Sustainability; M. CARLEO, CEO Office; U. DI BENNARDO, Director of Strategies and Planning; and a delegation from ITS Engineering.

This further confirms Italferr's mission to consolidate its global leadership through synergies with key global stakeholders.

In line with our mission to spread the excellence of Italian engineering worldwide, Italferr is a key player in this process. With our outstanding expertise, we build railway and road infrastructure, interconnecting mobility hubs, and foster sustainability, innovation, and digitalization. We also consider the training of local talent to be crucial, including by our unique digital platforms in Europe and globally, including 4D and 5D BIM and subsequent developments, to enable digital control of time and costs and ensure adequate prevention and protection in processes, toward the primary goal of "zero workplace deaths."

Lo Bosco stated this, highlighting the interest and full willingness to put Italferr's highly specialized expertise to work toward Tanzania's infrastructure development goals, including the design of new railway lines, as well as the inspection, evaluation, supervision, monitoring, and maintenance planning of existing infrastructure, with a particular focus on safety, reliability, and operational continuity.

During the meeting, Italferr's digital and technological expertise has been highlighted, positioning it as an international benchmark in the design and construction of complex infrastructure.

Italferr has previously developed commercial relations with Tanzania, contributing to the strengthening of the railway sector through the development of the signaling and telecom-

munications system on the Dar Es Salaam-Morogoro railway line (205 km) and the Morogoro-Makutupora line (344 km), an integral part of the Tanzania Central Corridor project. The activities, as part of the Preliminary Design, included both the development of technical specifications and functional requirements, as well as the design of the signaling system based on the ETCS Level 2 and Computer-Based Interlocking system. This project covered a total of more than 550 km of ERTMS Level 2 electrified line for passenger and freight trains.

With this in mind, the meeting aims to strengthen important international synergies that, under the new direction set by Italferr's management, are increasingly aligned with the international cooperation activities of the Italian Government and the MIT, in line with the guidelines of the Industrial Plan of Ferrovie dello Stato Italiane (From: Italferr FSI Group Press Release, 2 December 2025).

VARIE OTHERS

USA: una nuova analisi supporta il ruolo del trasporto merci su rotaia nel contenere l'inflazione e rafforzare le catene di approvvigionamento

Una nuova analisi del team di Politica ed Economia dell'Association of American Railroads (AAR) sottolinea il ruolo fondamentale del trasporto merci su rotaia come stabilizzatore della catena di approvvigionamento, contribuendo ad attenuare le pressioni inflazionistiche e a ridurre la volatilità dei prezzi rispetto ad altre modalità di trasporto merci. La ricerca evidenzia come i vantaggi strutturali e operativi delle ferrovie, come la prevedibilità dei prezzi, la resilienza in caso di interruzioni e l'impareggiabile efficienza dei consumi di carburante, rafforzino una soluzione di trasporto che mantiene i costi sotto controllo e le merci in movimento. Rappresentando quasi il 40% del trasporto merci a lunga distanza in termini di tonnellate-miglia, la stabilità dei prezzi

del trasporto ferroviario offre significativi benefici macroeconomici, in particolare il controllo dell'inflazione.

“Il trasporto merci su rotaia è più di una modalità di trasporto; è uno strumento fondamentale per controllare i costi, mitigare l'inflazione e mantenere la nostra economia in movimento”, ha affermato R. GHAYAD, Vicepresidente Senior di Politica ed Economia dell'AAR. “Questa analisi dimostra che questi stessi vantaggi agiscono da ammortizzatori per i consumatori, mantenendo le merci in movimento e i costi prevedibili anche in periodi di turbolenza”.

Alla luce di tre decenni di dati federali, parametri di performance del settore e casi di studio settoriali, l'analisi mostra che la struttura dei costi e il modello operativo delle ferrovie le rendono meno vulnerabili alla volatilità e meglio posizionate per riprendersi dagli shock della catena di approvvigionamento. L'analisi è stata sottoposta a revisione da parte di esperti esterni per garantire la solidità metodologica e la chiarezza dei risultati. Poiché il trasporto ferroviario serve principalmente i produttori di beni sfusi e intermedi, è meno probabile che le fluttuazioni dei costi raggiungano i consumatori rispetto al trasporto su gomma, che domina la distribuzione dell'ultimo miglio e al dettaglio. Orizzonti di pianificazione aziendale più ampi e una maggiore efficienza nei consumi di carburante aiutano ulteriormente le ferrovie a prevenire le ricadute dei costi che fanno aumentare i prezzi al consumo.

I principali risultati dell'analisi includono:

- Un'accelerazione del 10% nella crescita dei costi del trasporto su gomma è correlata a un aumento del 2,3% dell'inflazione dei beni, mentre un aumento simile nella crescita dei costi ferroviari si traduce in solo lo 0,7%.
- Gli shock dei costi del trasporto su gomma in genere colpiscono i prezzi al consumo entro uno o due mesi; le variazioni dei costi ferroviari sono minori, più lente e si attenuano più rapidamente.

- Oltre all'impatto sui prezzi, la resilienza operativa delle ferrovie riduce la necessità di trasporti di emergenza, costi di stoccaggio e interruzioni locali che possono causare picchi di prezzo a livello nazionale.

Durante la pandemia di COVID-19 e la congestione portuale, i tempi di percorrenza ferroviaria sono aumentati brevemente, ma si sono rapidamente normalizzati. Ad esempio, sul traffico corridoio intermodale Los Angeles-Chicago, i tempi di percorrenza hanno raggiunto il picco di sei giorni, per poi tornare rapidamente a 4-5 giorni, garantendo il trasporto interno senza aumentare i costi di spedizione.

Questa resilienza si basa su investimenti sostenuti e una pianificazione a lungo termine con i clienti in settori come l'agricoltura e l'energia. In vista della stagione del raccolto, le ferrovie si impegnano a lungo termine ad assorbire i picchi stagionali e a mantenere le tariffe prevedibili, trasportando il 25% del grano nazionale e il 40% delle esportazioni. Nel settore energetico, la ferrovia trasporta in modo affidabile tre quarti del carbone statunitense, contribuendo a ridurre la pressione inflazionistica sulle bollette energetiche delle famiglie.

L'efficienza energetica del trasporto ferroviario non solo favorisce la sostenibilità, ma riduce anche i costi. In media, le ferrovie di Classe I trasportano una tonnellata di merci a 740-800 km per gallone di carburante, circa tre o quattro volte più efficientemente dei camion. Dal 2000, le ferrovie hanno migliorato l'efficienza del carburante del 22%, riducendo l'esposizione alle fluttuazioni dei prezzi dell'energia. Se solo il 20% del trasporto merci su camion pesanti a lungo raggio fosse trasferito su rotaia, si potrebbero ottenere risparmi annuali pari a 13 miliardi di dollari in carburante e 11 miliardi di dollari in riduzione di congestione e danni alle autostrade: benefici che in ultima analisi vanno a speditizionieri, contribuenti e consumatori (Da: *Comunicato Stampa AAR*, 3 dicembre 2025).

USA: new analysis supports freight rail's role in containing inflation and strengthening supply chains

A new analysis from the Association of American Railroads (AAR) Policy and Economics team underscores freight rail's critical role as a supply chain stabilizer—helping mitigate inflationary pressures and reduce price volatility compared to other freight modes. The research highlights how railroads' structural and operational advantages—such as predictable pricing, resilience following disruptions and unmatched fuel efficiency—power a transportation solution that keeps costs in check and goods moving. Representing nearly 40% of long-distance freight by ton-miles, rail's price stability delivers significant macroeconomic benefits – namely taming inflation.

"Freight rail is more than a transportation mode; it is a critical tool for controlling costs, mitigating inflation and keeping our economy moving," said R. GHAYAD, AAR Senior Vice President of Policy and Economics. "This analysis shows those same advantages act as a shock absorber for consumers—keeping goods moving and costs predictable even during turbulent times."

Drawing on three decades of federal data, industry performance metrics and sector case studies, the analysis

shows that railroads' cost structure and operating model make them less vulnerable to volatility and better positioned to recover from supply chain shocks. The analysis underwent external expert review to ensure methodological soundness and clarity of findings. Because rail primarily serves manufacturers for bulk and intermediate goods, cost fluctuations are less likely to reach consumers compared to trucking, which dominates last-mile and retail distribution. Longer business planning horizons and superior fuel efficiency further help railroads prevent cost spillovers that drive up consumer prices.

Key findings from the analysis include:

- A 10% acceleration in trucking cost growth correlates with a 2.3% rise in goods inflation, while a similar rise in rail cost growth results in just 0.7%.
- Trucking cost shocks typically hit consumer prices within one to two months; rail cost changes are smaller, slower and fade faster.
- Beyond price impacts, railroads' operational resilience reduces the need for emergency trucking, storage charges and local disruptions that can compound into national price spikes.

During the COVID-19 pandemic

and port congestion, rail transit times briefly increased but quickly normalized. For example, on the busy Los Angeles–Chicago intermodal corridor, transit times peaked at six days but rapidly returned to 4–5 days, ensuring inland movement without driving up shipping costs.

This resilience is built on sustained investments and long-term planning with customers across sectors such as agriculture and energy. Ahead of harvest season, railroads make forward commitments to absorb seasonal peaks and keep rates predictable—moving 25% of domestic grain and 40% of exports. In energy, rail reliably transports three-quarters of U.S. coal, helping reduce inflationary pressure on household energy bills.

Rail's fuel efficiency not only supports sustainability but also lowers costs. On average, Class I railroads move one ton of freight 480–500 miles per gallon of fuel, about three to four times more efficient than trucks. Since 2000, railroads have improved fuel efficiency by 22%, reducing exposure to energy price fluctuations. If just 20% of long-haul heavy-truck freight shifted to rail, annual savings could reach \$13 billion in fuel and \$11 billion in reduced congestion and highway damage—benefits that ultimately flow to shippers, taxpayers and consumers (From: AAR Press Release, December 3rd, 2025).

IF Biblio

Arbra BARDHI, Massimiliano BRUNER, Ivan CUFARI

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 SEGNALEMENTO 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 IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2026

(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 solo 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. 06.4827116 - 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** compreso di spedizione; 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 2026

(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: +39.06.4827116 - 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 (print) **€ 9.50** with shipping included; **€ 7.50** digital article (PDF).

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

	IF Biblio	Officine e depositi, impianti speciali del materiale rotabile	17
90	Dalla "cartellonistica" ... al "sistema segnaletico". Storia design, progettazione e standard della segnaletica a messaggio fisso nelle stazioni ferroviarie italiane (GERLINI – MORI) <i>From "advertising boards" ... to "signage</i>	<i>system". History design, planning and fixed message signage standards in Italian railway stations</i> <i>Ingegneria Ferroviaria</i> , settembre 2022, pp. 665-702, figg. 85. Biblio 17 titoli.	

	IF Biblio	Circolazione dei treni	20
257	Valutazione della fattibilità della chiusura dei passaggi a livello ferroviario a basso traffico – Un quadro per i gestori dell'infrastruttura ferroviaria per assistere il processo decisionale efficace (DEMIRIDIS – MANTHOS – PYRGIDIS) <i>Feasibility Assessment of Low Traffic</i>	<i>Railway Level Crossings' Closure – A Framework for Railway Infrastructure Managers to Assist Effective Decision Making</i> <i>Ingegneria Ferroviaria</i> , novembre 2022, pp. 881-897, figg. 7, tabb. 2. Biblio 23 titoli.	

L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA

Il CIFI ha pubblicato l'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA.

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

Volume in pregiata edizione, cartonato, formato A4, pagine 208 a colori ampiamente illustrate.

INDICE

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

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



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
- 1.1.10 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
- 1.2.5 F. NATONI “Gli scambi ferroviari” € 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
- 1.3.18 N. TILI – C. SPALVIERI – “Compendio di Trazione Elettrica Ferroviaria” € 60,00

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
- 2.23 F. CIUFFINI – “Orario Ferroviario - Integrazione e Connettività” € 30,00
- 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
- 2.36 G.P. PAVIRANI “La Manutenzione della Infrastruttura” € 36,00
- 2.37 V. VALFRÈ – G. STANZANI – D. OCCHIANA “Le Protezioni da Doppi Contatti Ordinati e Separati Con Verifica Dimensionale dei Parametri di Linea” Formato Digitale PDF € 34,00
- 2.38 M. GERLINI – P. MORI – R. PAIELLA “Architettura Ferroviaria” € 120,00
- 2.39 C. CIPOLLINI – G. COSTA – “La Rivoluzione con il Ferro” € 40,00

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
- 3.7. V. GUADAGNO – “Economia e Ferrovie Preunitarie fra “Ante Storia” e primo periodo (1839-1848)” € 50,00

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

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

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

FORNITORI DI PRODOTTI E SERVIZI

Costruttori di materiale rotabile ed impianti ferroviari – Società di progettazione – Produttori di ricambi e prodotti vari per le ferrovie – Imprese appaltatrici di lavori di ogni genere per ferrovie nazionali, regionali, metropolitane e di trasporto pubblico urbano.

- A** Lavori ferroviari, edili e stradali – Impianti di riscaldamento e sanitari – Lavori vari
- B** Studi e indagini geologiche-palificazioni
- C** Attrezzature e materiali da costruzione
- D** Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici
- E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria
- F** Prodotti chimici ed affini
- G** Articoli di gomma, plastica e vari
- H** Rilievi e progettazione opere pubbliche
- I** Trattamenti e depurazione delle acque
- L** Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro
- M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari
- N** Vetrofanie, targhette e decalcomanie
- O** Formazione
- P** Enti di certificazione
- Q** Società di progettazione e consulting
- R** Trasporto materiale ferroviario
- S** Servizi assicurativi

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 POGGIO 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, metallurgica,
macchinari, materiali,
impianti elettrici ed elettronici**

ARTHUR FLURY S.r.l. – Via Settimio Raimondi, 7G – 44034 COPPARO (FE) – Tel. +39/3471759819 – E-mail: info@afluryitalia.it – Produzione materiali per linee aeree ferroviarie, tranviarie e metropolitane (trazione elettrica). Isolatori di sezioni per tutte le velocità (da 30 a 250 Km/h) e tensioni elettriche in corrente continua e alternata. 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

ne dei beni e delle persone, e per l'efficientamento dei processi e dei servizi.

**CANAVERA & AUDI S.p.A. Regione Malone, 6 – 10070 CO-
RIO (TO)** - Tel. 011/928628 – Fax 011/9282709 - E-mail:
info@canavera.com - Sito web: www.canavera.com -
Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino a 200 kg
- Lavorazioni meccaniche - Taglio laser, piega, saldatura
e assemblaggio in acciaio e alluminio di serbatoi, compo-
nenti e strutture 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 compres-
sione dei capicorda e connettori, tranciacavi e tranciacuni
oleodinamici – Trapani adatti alla foratura di rotaie e di
apparecchi del binario nelle applicazioni ferroviarie – Tra-
pani per traverse in legno – Pandrolatrici – Avvitatori por-
tatili – 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 Cas-
telfranco Veneto (TV) – Via Scalo Merci, 21 – 31030 Cas-
tello di Godego (TV) – Forniture per i settori ferroviario e
tranviario: scambi ferroviari e tranviari, Kit cuscinetti ela-
stici e autolubrificanti, Kit piastre per controrotaie 33C1,
giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giun-
zione, 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.

**G.C.F.E. 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 chia-
vi 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.

**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 loco-
motive e carrozze pilota – Terminali grafici LCD per lo-
gica 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 MONTICHA-
RI (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 so-
spensione, di sezione – Sospensioni per linee tradizionali
ed Alta Velocità – Isolatori in resina epossidica per inter-
no, 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@esim-
group.com – www.esimgroup.com – **Sede di Roma: Via
Sallustiana, 1/A** – Tel. 06/4819671 – Fax 06/48977008 –
Progettazione e messa in opera di impianti elettrici, di te-
lecomunicazione, di segnalamento e di trazione elettrica
– Realizzazione e installazione di sistemi di diagnostica
ferroviaria.

**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 fre-
natura pneumatici, elettropneumatici, elettromeccanici
ed elettroidraulici, freni a pattino tradizionali e a magneti
permanenti, per veicoli ferroviari, metropolitani e tranvia-
ri – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Sistemi
di antipattinaggio e antislittamento – Attuatori pneumatici,
unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma comple-
ta 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 condizio-
namento – 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 – Si-
stemi 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 ro-
tabili (Treni A.V. – Locomotive elettriche e diesel-idrauliche
– Veicoli ferroviari – Metropolitane e tranvie) – Appa-
recchiature elettroniche di misura e diagnostica costruite
su specifica del Cliente – Fanali di coda e indicatori lumi-
nosi 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.

GEOSEC S.r.l. – Via Mercalli 2/a, 43126 Parma – Tel. 0521/339323 – E-mail: commerciale@geosec.it – <http://www.geosec.it> – GEOSEC S.r.l. è specializzata nel consolidamento dei rilevati ferroviari attraverso iniezioni mirate di polimeri ad espansione controllata, con monitoraggio degli effetti tramite tomografia della resistività elettrica (ERT 3D), anche in configurazione wireless e senza interruzione del traffico ferroviario. Offriamo inoltre: Interventi di iniezione per la riduzione e il blocco delle infiltrazioni d'acqua nelle gallerie. Posa di pali presso-infissi per barriere antirumore. Iniezioni di polimeri espandenti per la mitigazione del rischio di liquefazione del terreno.

GOLDSCHMIDT ITALIA S.r.l. – Via Sirtori, 11 – 20017 RHO (MI) – Tel. 02/93180932 – Fax 02/93501212 – Materiali ed attrezzature per la saldatura alluminotermica delle rotaie.

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.

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 cerchiare; 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.

M. PAVANI SEGNALE FERROVIARIO S.r.l. – Via Per Mirandola, 24 - 41033 Concordia sulla Secchia (MO) – Tel. 0386 565128 - E-mail: admin@mpavani.com - www.mpavani.com - Progettazione, installazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione e di segnalamento - Fornitura e installazione di Kit cavi RED, ADP e QDS - Installazione e messa in servizio di impianti di videosorveglianza e antintrusione - Realizzazione di impianti per la copertura radio, rilevamento e spegnimento incendi, diffusione sonora - Progettazione, produzione, fornitura e installazione di apparecchi illuminanti.

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.

MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – Via Lucania, 2 – 20090 BUCCINASCO (MI) – Tel. +39/02/575731 – E-mail: info.MIL@microelettrica.com – www.microelettrica.com – Applicazioni Bordo Veicolo ed Industriali di: – Contattori e Sezinatori 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 – Assiati di potenza con raffreddamento in aria naturale, aria forzata ed acqua – Ponti raddrizzatori per applicazioni industriali e di trazione – Analisi di guasto e servizio di collaudo – Riparazioni di assiati di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

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.

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

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 SEGNALEMENTO 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.spii.it – info@spii.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di contatto di potenza – Elettromagneti – Relè di potenza e ausiliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Teleruttori per c.a. e per c.c., per bassa ed alta tensione – Sezionatori – Motori e motoriduttori frazionari in c.c. – Connettori – Dispositivi di interblocco multiplo a chiave – Combinatori e manipolatori – Equipaggiamenti integrati completi per la trazione pesante e leggera.

SUPERUTENSILI S.r.l. – Via A. Del Pollaiuolo, 14 – 50142 FIRENZE – Tel. 055/717457 – Fax 055/7130576 – Forniture 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 mancoringe 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.

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: vaiaacar@vaiaacar.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 rincalzatura 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 ferroviario – 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.

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 Minime 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, Minime, ISP, che integrano le parti mobili di SAPC Minime 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

D&T srl – Largo Promessi Sposi - 20142 Milano – Tel. 3486979791 - E-mail: dt.marketing@dataabtech.net - <http://www.dataabtech.com/> - Shrail è una divisione di D&T, azienda che crea sofisticati simulatori per mezzi di trasporto (treni, tram, metro, filobus) e di apparati centrali. Fornisce anche simulazioni di folle e un simulatore 3D per supportare la formazione sulla manutenzione ferroviaria.

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.

BONIFICA S.p.A. – Via della Camilluccia 67, 00135 Roma – Tel. 06 415391 – PEC: bonificaspa@legalmail.it. Società

Italiana di ingegneria civile specializzata nella progettazione, direzione lavori e project management di infrastrutture di trasporto. Opera nei settori stradale, ferroviario, portuale, oltre che in ambito ambientale e idraulico. Fornisce servizi di ingegneria multidisciplinare dalla fattibilità alla progettazione esecutiva, supporto alle gare e controllo dei progetti. Dal 2015 BONIFICA S.p.A. adotta la metodologia BIM operando ai più elevati livelli di maturità del processo, con esperienze concrete nel 4d e 5d Modeling.

R Trasporto materiale ferroviario

FERRENTINO S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV) – Tel. 019/2160203 – Cell. +39/3402736228 – Fax 019/2042708 – E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulship.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

S Servizi assicurativi

ASSIFIDI SPA – Piazza del Sole 81 – 00144 Roma – tel.06.87652053 – E-mail: info@assifidi.it - <http://www.assifidi.it> - Broker di Assicurazioni specializzato nel settore degli appalti, delle costruzioni e professioni tecniche. Assistenza nella partecipazione a gare d'appalto, affidamenti cauzioni, analisi dei bandi di gara, per quanto attiene aspetti fideiussori ed assicurativi, collocamento delle garanzie e coperture previste in caso di aggiudicazione. Responsabilità Civile Professionale, RC Progettista "ex Merloni", Responsabilità Civile verso Terzi e Dipendenti, All Risks studio professionale, Tutela Legale, Cyber Risk, Piani Sanitari.

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 febbraio 2026
Printed in February 2026

NUOVA EDIZIONE DEL CIFI UN NUOVO CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLE FERROVIE

Valter Guadagno

Economia e ferrovie preunitarie fra “Ante-storia” e Primo Periodo (1839-1848)

È stato pubblicato dal CIFI un nuovo lavoro di uno dei più noti studiosi delle ferrovie, Valter Guadagno.

Il libro ha per titolo: “Economia e ferrovie preunitarie fra “ante-storia” e primo periodo (1839-1848)”.

Esso dà l'idea della densità del volume, del suo scopo di dare un quadro organico di questo mondo all'interno di un determinato periodo storico, con un approccio rigorosamente scientifico. Ma è scorrendo già l'indice che si vede questa organicità, si vede l'obiettivo di inquadrare la cronistoria, le tappe delle costruzioni ferroviarie in Italia in un più ampio contesto geografico, economico, storico e soprattutto di sviluppo tecnologico.

La parte prima – la “Ante storia” ferroviaria italiana – comincia con una rapida ma necessaria panoramica dalla Preistoria (non sembra ma serve!) al Medio Evo, all'età moderna, da cui ben si comprende come si sia arrivati gradualmente alla “strada con rotaie”. La successiva carrellata dei momenti fondamentali della nascita e affermazione di questa modalità di trasporto sono un intrecciarsi di cronaca storica e di progressi tecnici relativi alla infrastruttura ferroviaria e alle locomotive. Dalla lettura di tali capitoli di questa prima parte si capisce – perfettamente descritta con approccio divulgativo ma rigoroso – come si sia potuto gradualmente – con tentativi ed errori, come sempre accade – progredire nel far maturare questa complessa tecnica di trasporto.

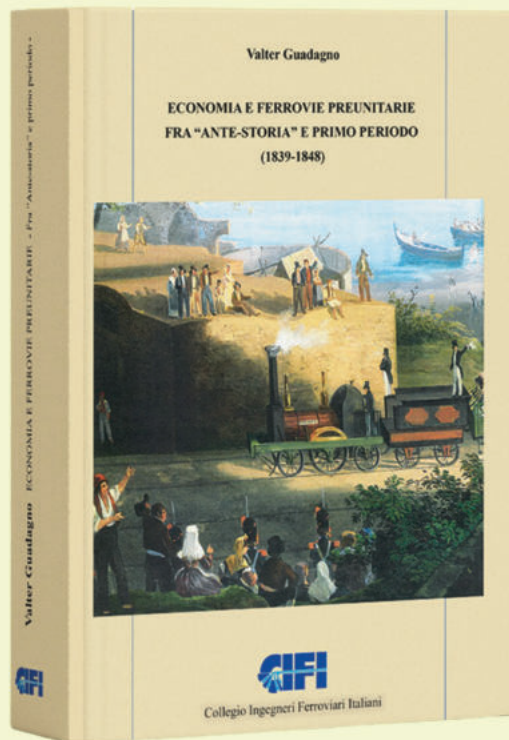
Si parte dalla culla della ferrovia – la Gran Bretagna – per dare uno sguardo all'Oltreoceano americano strettamente legato alla ex madrepatria britannica anche su questo fronte e ritornare poi in Europa, con rassegne relative alla Francia, al Belgio, Olanda, Germania, Austria e Russia.

La parte seconda è tutta italiana, il vero obiettivo del libro (ma non si comprenderebbe questa seconda parte senza la doviziosa prima parte). E qui si comincia ovviamente dalla nota prima ferrovia Napoli-Portici per poi dare un compiuto quadro della progressiva adozione di questa tecnica di trasporto in tutta Italia. Ci si ferma al 1848, coerentemente con lo scopo del libro (Prima Parte della storia delle “ferrovie preunitarie”).

Il libro, come accennato, dà una visione completa della modalità e della tecnica di trasporto ferroviario, sempre inserito nel contesto storico ed economico-industriale del momento. Soprattutto, è illustrato con dovizia di dettagli il prioritario aspetto del finanziamento delle ferrovie. Fondamentale era lo strumento di raccolta sul mercato degli ingenti capitali occorrenti tramite titoli azionari. Che in Italia furono soprattutto capitali stranieri.

Il testo è piano e scorrevole. Si legge con facilità e anche con piacere. È come se si ascoltasse l'Autore mentre parla. La citazione testuale di alcuni passaggi delle fonti consultate rende più viva la narrazione. Come scrive Guadagno “Io ritengo un omaggio ai vari Autori che...ho voluto continuassero a parlare con la loro voce”.

Digressioni e curiosità completano la piacevole lettura (ad esempio, sapere che i macchinisti delle ferrovie in Italia dalle origini e per molti anni furono inglesi).



Il volume è arricchito da numerose illustrazioni, che aiutano a spiegare le descrizioni tecniche, oppure ci portano nelle atmosfere dei momenti chiave di questa affascinante storia.

Molto interessante l'originale indice dei nomi, che consente un loro rapido ritrovamento nel testo. Originale anche l'idea di elencare i nomi delle locomotive che vengono descritte, nomi i più svariati evocanti persone, luoghi, miti, ecc. Le ricche bibliografia e sitografia danno l'idea dello sforzo fatto dall'Autore nella ricerca di fonti relative a periodi e Paesi in cui per i quali non è facile reperirne.

Come scrive Guadagno alla fine del libro, “con questo lavoro ho tentato d'incoraggiare una rilettura storica delle nostre prime ferrovie privilegiando il punto di vista dell'Economia, sperando di aver adoperato un linguaggio comprensibile da parte di tutti”. Direi che c'è riuscito benissimo.

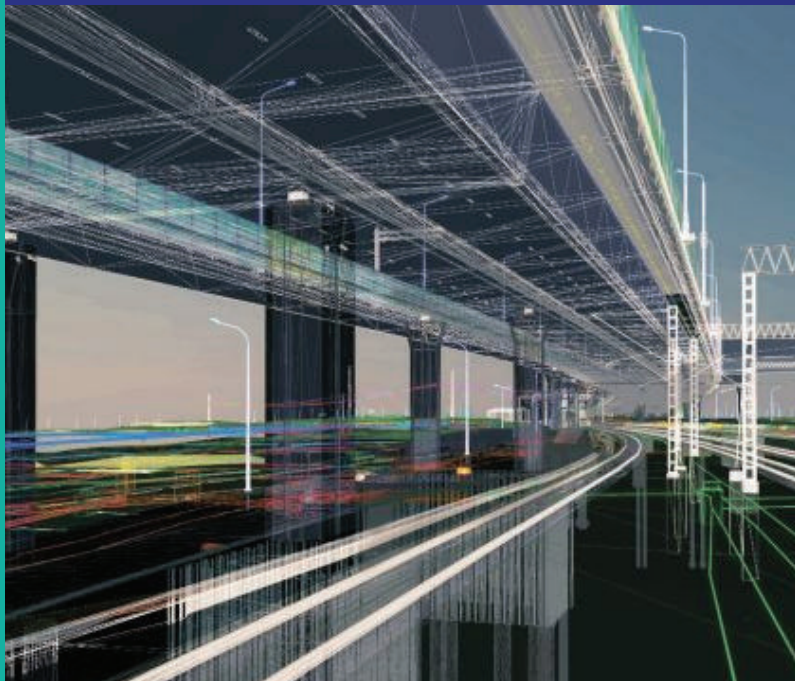
Il volume è completato da una interessante presentazione del prof. Andrea Giuntini, economista ed ex docente universitario di Storia economica. Come scrive Giuntini “Valter Guadagno, sulla scia di grandi personaggi che hanno fatto la storia delle ferrovie in Italia come Italo Briano, Francesco Ogliari, Piero Muscolino (cui è dedicato il libro), Stefano Maggi... porta a termine con questo volume... una lunga e circostanziata ricerca, cogliendo un risultato di grande portata”.

Recensione a cura di Francesco Del Vecchio.

PER SVILUPPARE LA CULTURA DEI TRASPORTI SCEGLI I CORSI SU



[HTTPS://WWW.FERROVIE.ACADEMY/CORSI/](https://www.ferrovie.academy/corsi/)
[HTTPS://WWW.CIFI.IT/CIFI-SERVIZI/ACQUISTO-CORSI/](https://www.cifi.it/cifi-servizi/acquisto-corsi/)



FORMAZIONE TECNICO AMMINISTRATIVA

- Codice appalti, gestione progetti e lavori di ferrovie
- Codice appalti 2023 gestione progetti e lavori ferrovie, strade e aeroporti
- Esperto tecnico gare d'appalto di ferrovie
- Gare d'appalto e criteri di aggiudicazione
- Strategie e pratiche per vincere gare nel settore ferroviario internazionale
- Direzione lavori negli appalti di ferrovie
- RUP ferroviario e supporto al RUP
- Subappalto ferroviario
- Computo metrico ferroviario e contabilità Lavori
- Modifiche e varianti, appalti di ferrovie e impianti fissi con D. Lgs 50/2016
- Modifiche e varianti in corso d'opera con D. Lgs 36/2023
- Riserve dell'appaltatore
- Collegio Consultivo Tecnico
- Esperto collaudo tecnico amministrativo di ferrovie, strade e impianti fissi

FORMAZIONE SPECIALISTICA

- IS-0 Installatori di impianti di sicurezza e segnalamento di tipo elettromeccanico
- IS-1 Progettisti, verificatori, validatori di impianti di sicurezza e segnalamento
- IS-A Installatore ACC/ACCM Tradizionale e ERTMS Oriented
- Progettista funzionale ERTMS
- Esperto ERTMS
- ERTMS Certification & Authorisation (Part ETCS)
- ACC-ACCM-ERTMS: come applicare le norme CENELEC
- Esperto telecomunicazioni ferroviarie
- Installatore TLC telecomunicazioni ferroviarie
- Esperto in trazione elettrica linea di contatto
- Impianti elettrici ferroviari (LFM) Progettazione e messa in opera
- Tracciati e armamento ferroviario e impianti fissi: progettazione, costruzione e manutenzione
- Esperto diagnostica del binario
- Progettista tracciati ferroviari e stradali
- Ponti, viadotti e gallerie ferroviarie e stradali
- Sistemi gestione sicurezza - Valutazione del rischio - Manutenzione
- Esperto ponti e viadotti: progetto e costruzione
- Ingegnere del veicolo ferroviario
- Gestione e controllo dei veicoli ferroviari Sistema di controllo e TCMS
- Esperto ECM dei veicoli ferroviari: locomotive, materiale passeggeri, carri, mezzi d'opera
- Intelligenza artificiale applicata ai trasporti

**SCARICA IL
PROGRAMMA
COMPLETO
DEI CORSI**



Via Giovanni Giolitti 46 - Roma



06 4742987

segreteria.cifiservizi@cifi.it



cifiservizi@cifi.it