IF Ingegneria Ferroviaria

Anno LXXXI n. 10 Ottobre 2026

ISSN: 0020 - 0956

INGEGNERIA FERROVIARIA - Ottobre 2026

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

GRUPPO CLF
Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A.
S.I.F.E.L. S.p.A.
Promofer Safety Services
UNIFERR

il futuro viaggia su binari sicuri...

dal 1945

CLF con le società controllate Sifel, Sitec e Tes ha raggiunto, in oltre 70 anni di storia, un elevato grado di specializzazione nella progettazione, manutenzione e realizzazione di linee ferroviarie, tranviarie e metropolitane in Italia e all'estero. La conoscenza di tutto il processo nel campo dell'Infrastruttura e degli impianti, la propria storia, il continuo aggiornamento tecnologico e la professionalità dei propri tecnici sono la migliore garanzia per i propri Committenti.



Strukton Rail

CERTIFICAZIONE DI SISTEMA DI GESTIONE DNV·GL ISO 9001 ISO 14001 OHSAS 18001

Via della Cooperazione, 34 - 40129 (Bologna - Italy) - Tel. +39 051 323424 - Fax +39 051 324135 - clf.spa@clfspa.it - www.clfspa.com

In questo numero
In this issue



Protezione dei dati nella bigliettazione elettronica e nell'informazione al pubblico
Data Protection in Electronic Ticketing and Passenger Information



Valutazione dello sviluppo orientato al trasporto pubblico nelle stazioni
Assessment of Transit-Oriented Development at stations

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 2×25kVca. 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

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
AI2 S.r.l. – APPLICAZIONI DI INGEGNERIA S.r.l. – BARI
AIAS – ASS.NE ITALIANA AMBIENTE E SICUREZZA – SESTO SAN GIOVANNI (MI)
AKKODIS ITALY S.r.l. - BOLOGNA
ALLEGRINI S.r.l. – ROMA
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
ANTFERR – ASS.NE NAZIONALE TECNOL. 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
AUTORITÀ 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)
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 - FANO (PU)
CAPTRAIN ITALIA S.r.l. – ASSAGO (MI)
CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO
CEMBRE S.p.A. – BRESCIA
CEPRINI 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
CZ LOKO ITALIA S.r.l. – PORTO MANTOVANO (MN)
D&T S.r.l. – MILANO
D'ADDETTA S.p.A. – BERCETO (PR)
D'ADIUTORIO COSTRUZIONI S.p.A. – MONTORIO AL VOMANO (TE)
DINAZZANO PO' S.p.A. – REGGIO NELL'EMILIA
DITECFER – PISTOIA
DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA
DYNASTES S.r.l. – ROMA
ELEN MACHINES S.r.l. - ALBANO LAZIALE (RM)
E.LU.S. S.r.l. – VENEZIA MESTRE (VE)
EMMEFER S.r.l. – MONTEMILETTO (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 SOCIETÀ 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 SERVIZI AUTOMOBILISTICI - BARI
FERROVIE DELLO STATO S.p.A. – ROMA
FERROVIENORD S.p.A. - MILANO
FIBRE NET S.p.A. – PAVIA DI UDINE (UD)
FIDA S.r.l. – BRUGHERIO (MB)
FONDAZIONE FS ITALIANE – ROMA
FOR.FER S.r.l. – ROMA
FRAUSCHER SENSOR TECHNOLOGY GMBH – ZAGREB - CROATIA
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
GECO S.r.l. – GALLIATE (NO)
GEISMAR ITALIA S.p.A. - POVIGLIO (RE)
GEMATICA S.r.l. - NAPOLI
GEOSEC S.r.l. - PARMA
GEOSINTESI S.p.A. – GOZZANO (NO)
GESTIONE GOVERNATIVA FERROVIA CIRCUMETNEA – ROMA
GETZNER WERKSTOFFE GmbH. BÜRS - AUSTRIA
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.CE.P. S.p.A. - INDUSTRIA CEMENTI PREFABBRICATI - BUCCINO (SA)
IMAF S.r.l. - NAPOLI
IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. - MILANO
IMPRESA LUIGI NOTARI S.p.A. - MILANO
IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. – BELLUNO
IMPRESA SIMEONE E FIGLI S.r.l. - NAPOLI
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
ISOLGOMMA S.r.l. – ALBETTONE (VI)
ITALCERTIFER S.p.A. – FIRENZE
ITALFERR S.p.A. – ROMA
ITALO – N.T.V. S.p.A. – MILANO
IVECOS S.p.A. – COLLE UMBERTO (TV)
KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. – CAMPI BISENZIO (FI)
KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG – TITTMONING (GERMANIA)
LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. – AREZZO
LATERLITE S.p.A. – MILANO
LEF S.r.l. – FIRENZE
LUCCHINI RS S.p.A. – LOVERE (BG)
M. PAVANI SEGNALAMENTO 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)
MEDIACOM S.r.l. – MARSALA (TP)
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
MONT–ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI)
MORFU' S.r.l. – ROSSANO (CS)
MOSDORFER RAIL S.r.l. – RHO (MI)
NET INTEGRA CONSULTING S.r.l. – SCANDIANO (RE)
NICCHERI TITO S.r.l. – AREZZO
NIER INGEGNERIA S.p.A. SOCIETÀ 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)
RINA CONSULTING S.p.A. – GENOVA
ROMA METROPOLITANE S.r.l. - ROMA
R.F.I. S.p.A. – RETE FERROVIARIA ITALIANA – ROMA
S.I.C.E. – CHIUSI (SI)
S.I.I.P. S.r.l. - NAPOLI
S.T.A. S.p.A. – STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE – BOLZANO
S.TE.L S.r.l. - COLLESALVETTI (LI)
SADEL S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)
SAGA S.r.l. – RAVENNA (RA)
SAIPEM S.p.A. – MILANO
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)
SIRME S.r.l. – TORINO
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)
STUDIO TECHNE' S.r.l. - FIRENZE
SVECO S.p.A. – BORGO PIAVE (LT)
SVI S.p.A. - FIRENZE
SYSTRA S.p.A. - ROMA
T BRIDGE S.p.A. - GENOVA
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
TEB S.p.A. - TRAMVIE ELETTRICHE BERGAMASCHE S.p.A. – RANICA (BG)
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
TRENORD S.r.l. - MILANO
TRENITALIA S.p.A. – ROMA
TRENITALIA TPER – BOLOGNA
TRENTINO TRASPORTI S.p.A. – TRENTO
TTF S.r.l. – TECNOLOGIE TUNNEL FERROVIARI SRL – VADO LIGURE (SV)
TUA – SOCIETÀ UNICA ABRUZZESE DI TRASPORTO S.p.A. – CHIETI
TX LOGISTIK TRANSALPINE GMBH - BOLZANO
ULIXES S.r.l. UNIPERSONALE - FROSINONE
URETEK ITALIA S.p.A. – BOSCO CHIESANUOVA (VR)
VALSECCHI ARMAMENTO FERROVIARIO S.r.l. – MILANO
VALTELLINA S.p.A. – GORLE (BG)
VI.D.R. S.r.l. – CATENANUOVA (EN)
VOITH TURBO S.r.l. – REGGIO EMILIA
VOSSLOH SISTEMI S.r.l. – CESENA
VTG RAIL EUROPE GmbH – SARONNO (VA)
WEGH GROUP S.p.A. - FORNOVO DI TARO (PR)
Z LAB S.r.l. – VERONA

INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	I copertina
"Compendio di trazione elettrica ferroviaria" - Nicola Tilli, Claudio Spalvieri	II copertina
SALCEF GROUP S.p.A. – Roma	pagina 751
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	pagina 752
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 813
"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 2027

- ☐ 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 Under 28 **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 edite 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 2027** 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 2027** 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 FS ENGINEERING 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

IF Ingegneria Ferroviaria

RIVISTA DI TECNICA
ED ECONOMIA DEI TRASPORTI

TRANSPORTATION SCIENCE AND ECONOMY JOURNAL

ORGANO DEL COLLEGIO
INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

Pubblicazione mensile - *Monthly issue*

Contatti - *Contacts*
Tel. 06.4742987
E-mail: redazioneif@cifi.it – notiziari.if@cifi.it – direttore.if@cifi.it

Servizio Pubblicità - *Advertising Service*
Roma: 06.47307819 – areasoci@cifi.it
Milano: 02.63712002 – 339.1220777 – segreteria@cifimilano.it

Direttore - *Editor in Chief*
Stefano RICCI

Vice Direttore - *Deputy Editor in Chief*
Valerio GIOVINE

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

Consulenti - *Consultants*
Giovannino CAPRIO
Paolo Enrico DEBARBIERI
Giorgio DIANA
Antonio LAGANÀ
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 LXXXI | **Ottobre 2026** | 10

Condizioni di Associazione al CIFI 726

PROTEZIONE DEL DATO PASSEGGERO NELLA BIGLIETTAZIONE ELETTRONICA E NELL'INFORMAZIONE AL PUBBLICO: QUADRO NORMATIVO, SICUREZZA E CONTINUITÀ DEL SERVIZIO NEI COLLEGAMENTI FERROVIARI ITALIA–FRANCIA
PASSENGER DATA PROTECTION IN ELECTRONIC TICKETING AND PASSENGER INFORMATION: REGULATORY FRAMEWORK, SECURITY AND SERVICE CONTINUITY ON ITALY–FRANCE RAIL LINKS
Antonio Lugarà
Marco Caposciutti
Margherita Cattolico 729

VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SUL TRAFFICO DELLO SVILUPPO ORIENTATO AL TRASPORTO PUBBLICO NELLE AREE DELLE STAZIONI AD ALTA VELOCITÀ E URBANE DI HO CHI MINH CITY
TRAFFIC IMPACT ASSESSMENT OF TRANSIT-ORIENTED DEVELOPMENT AT HIGH-SPEED RAIL AND URBAN RAILWAY STATION AREAS IN HO CHI MINH CITY
Phu Quang Tran
An Quoc Bui
Thai Hong Nguyen 753

Vita del CIFI - Innotrans 2026 783

Notizie dall'interno 787

Notizie dall'estero
News from foreign countries 797

IF Biblio 811

Condizioni di Abbonamento a IF – Ingegneria Ferroviaria
Terms of subscription to IF – Ingegneria Ferroviaria 812

Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI 816

Fornitori di prodotti e servizi 818

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 edite da soggetti terzi, sempre a condizione che siano indicati la fonte e l'autore dell'articolo.

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

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

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

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

GUIDELINES FOR THE AUTHORS

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

The collaboration is open to everyone.

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

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

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

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

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

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

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

Protezione del dato passeggero nella bigliettazione elettronica e nell'informazione al pubblico: quadro normativo, sicurezza e continuità del servizio nei collegamenti ferroviari Italia–Francia

Passenger Data Protection in Electronic Ticketing and Passenger Information: Regulatory Framework, Security and Service Continuity on Italy–France Rail Links

Antonio Lugarà [*]
Marco Caposciutti
Margherita Cattolico

(https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.10.2026.ART.1)

Sommario – Il presente lavoro analizza in chiave ingegneristica e giuridica le strategie integrate di protezione del dato passeggero e dei sistemi di bigliettazione elettronica e di informazione al pubblico nel trasporto ferroviario transfrontaliero Italia–Francia. Il contributo coniuga il quadro normativo europeo e nazionale (GDPR, NIS2, regolamenti sui diritti dei passeggeri), gli standard internazionali di sicurezza informatica (ENISA, CLC/TS 50701, IEC 62443, NIST SP 800-82) e gli orientamenti più recenti della giurisprudenza della Corte di giustizia dell'Unione europea (CGUE), e propone un'architettura concettuale multilivello di protezione, coerente con l'evoluzione regolatoria verso il biglietto unico digitale europeo (*Single Digital Booking and Ticketing*).

1. Introduzione

1.1. La bigliettazione elettronica: evoluzione, interoperabilità e dati del passeggero

La digitalizzazione del trasporto ferroviario europeo ha fatto della bigliettazione elettronica una delle aree chiave della trasformazione digitale del settore, strettamente connessa alla gestione della relazione con il passeggero [1]. L'interoperabilità dei dati costituisce, in tale prospettiva, il presupposto tecnico e regolatorio per realizzare un mercato unico del biglietto digitale: la nuova specifica tecnica di interoperabilità per il sottosistema telematico, adottata dalla Commissione europea con il regolamento di esecuzione (UE) 2026/253 del 6 febbraio 2026, che sostituisce e abroga le specifiche relative alle applicazioni telematiche per i servizi passeggeri (*Telematics Applications for Passenger services*, TAP TSI) e per il trasporto merci (TAF TSI), fissa requisiti armonizzati per il biglietto e per i sistemi di prenotazione multi-operatore e prepara il terreno all'inizia-

[*] antoniolugara@gmail.com.

Summary – *This paper analyzes, from both an engineering and a legal perspective, integrated strategies for the protection of passenger data and of electronic ticketing and passenger information systems in cross-border Italy–France rail transport. The study brings together the European and national regulatory framework (GDPR, NIS2, passenger rights regulations), international cybersecurity standards (ENISA, CLC/TS 50701, IEC 62443, NIST SP 800-82) and the most recent case law of the Court of Justice of the European Union (CJEU), and proposes a multilayer conceptual protection architecture consistent with the regulatory evolution toward the European Single Digital Booking and Ticketing framework.*

1. Introduction

1.1. Electronic ticketing: evolution, interoperability and passenger data

The digitalization of European rail transport has made electronic ticketing one of the key areas of the sector's digital transformation, closely linked to the management of the relationship with passengers [1]. From this perspective, data interoperability is the technical and regulatory prerequisite for achieving a single market for digital ticketing: the new Technical Specification for Interoperability (TSI) for the telematics subsystem, adopted by the European Commission through Implementing Regulation (EU) 2026/253 of 6 February 2026, which replaces and repeals the TSIs relating to Telematics Applications for Passenger services (TAP TSI) and to Telematics Applications for Freight services (TAF TSI), sets harmonized requirements for tickets and for multi-operator booking systems and paves the way for the Single Digital Booking and Ticketing Regulation (SDBTR)

[*] *antoniolugara@gmail.com.*

tiva sul biglietto unico digitale (*Single Digital Booking and Ticketing Regulation*, SDBTR) [2][3], sfociata nella proposta di regolamento sulla bigliettazione ferroviaria presentata il 13 maggio 2026 [4]. Sul piano tecnico, il principale riferimento è il modello aperto di vendita e distribuzione (*Open Sales and Distribution Model*, OSDM, UIC IRS 90918-10), pubblicato in licenza *Apache 2.0*, che normalizza in formato JSON la distribuzione di tariffe, prenotazioni e servizi accessori tra vettori, distributori e rivenditori [5]. Il governo del dato associato a tali piattaforme deve coniugare apertura, interoperabilità e tutela dei diritti dell'interessato, in coerenza con l'art. 25 GDPR. Documenti recenti della *Community of European Railway and Infrastructure Companies* (CER) e del *Centre on Regulation in Europe* (CERRE) e, già nel 2021, dell'*Independent Regulators' Group – Rail* (IRG-Rail) richiamano, rispettivamente, i progressi già compiuti dal settore nella distribuzione interoperabile [6], l'esigenza di uno scambio di dati continuo, sicuro e standardizzato fra imprese ferroviarie, gestori dell'infrastruttura, piattaforme digitali e autorità di regolazione [7] e le criticità dell'accesso tecnico ai sistemi di prenotazione nella bigliettazione integrata [8]; la proposta di regolamento precisa, a sua volta, che lo scambio di dati personali fra vettori e fornitori di servizi di bigliettazione online deve avvenire nel rispetto del GDPR [4]. Ne discende l'esigenza di chiari accordi sui ruoli in materia di protezione dei dati (titolari autonomi, contitolari, responsabili) e di regole tecniche di minimizzazione dei dati scambiati tra i sistemi centrali degli operatori. La bigliettazione digitale assume quindi la veste di interfaccia critica tra esperienza di viaggio dell'utente e governo del dato: la qualità ingegneristica delle interfacce applicative di programmazione (*Application Programming Interface*, API), degli schemi dati e dei flussi di lavoro informativi determina al contempo fluidità del servizio e conformità normativa.

1.2. La sicurezza informatica ferroviaria e la protezione dei sistemi critici

La ferrovia digitalizzata espone una superficie d'attacco crescente, conseguenza della convergenza tra i sistemi informativi di gestione aziendale (*Information Technology*, IT) e i sistemi di automazione e controllo di processo (*Operational Technology*, OT) e del crescente numero di interconnessioni con sistemi esterni e multimodali [9]; il confine fra il dominio IT – cui appartengono, fra gli altri, i sistemi di bigliettazione, di assistenza alla clientela e dei servizi in rete – e il dominio OT dell'esercizio si è progressivamente attenuato [10]. Rassegne scientifiche come quella di Soderi *et al.* articolano i sistemi ferroviari in tre famiglie di sottosistemi – infrastruttura, materiale rotabile ed esercizio – e ne analizzano la superficie d'attacco lungo i canali di comunicazione, evidenziando la difficoltà di integrare in uno stesso progetto le prescrizioni degli standard dei domini ICT e OT, che attribuiscono priorità diverse a riservatezza, integrità e disponibilità, e di certificare sotto il profilo della sicurezza funzionale (*safety*), in assenza di linee guida standard, i moduli di sicurezza informatica inseriti nei progetti ferroviari [11]. ENISA, nel rapporto *Railway Cybersecurity – Good Practices in Cyber Risk Management* (2021), passa in rassegna i metodi di gestione del rischio applicabili al settore – fra cui ISO/IEC 27001 e 27005, il *Cybersecurity Fra-*

initiative [2][3], which resulted in the proposal for a regulation on rail ticketing presented on 13 May 2026 [4]. On the technical side, the main reference is the Open Sales and Distribution Model (OSDM, UIC IRS 90918-10), released under the Apache 2.0 license, which standardizes, in JSON format, the distribution of fares, reservations and ancillary services among carriers, distributors and retailers [5]. The data governance associated with these platforms must reconcile openness, interoperability and the protection of the data subject's rights, in line with Art. 25 GDPR. Recent documents by the Community of European Railway and Infrastructure Companies (CER) and the Centre on Regulation in Europe (CERRE) and, as early as 2021, by the Independent Regulators' Group – Rail (IRG-Rail) point, respectively, to the progress already made by the sector in interoperable distribution [6], to the need for continuous, secure and standardized data exchange among railway undertakings, infrastructure managers, digital platforms and regulatory authorities [7], and to the critical issues of technical access to booking systems in integrated ticketing [8]; the proposed regulation, in turn, specifies that the exchange of personal data between carriers and online ticketing service providers must comply with the GDPR [4]. This entails the need for clear agreements on data protection roles (independent controllers, joint controllers, processors) and for technical rules for minimizing the data exchanged between operators' backend systems. Digital ticketing thus becomes a critical interface between the user's travel experience and data governance: the engineering quality of Application Programming Interfaces (APIs), data schemas and information workflows determines both the seamlessness of the service and regulatory compliance.

1.2. Railway cybersecurity and the protection of critical systems

The digitalized railway exposes a growing attack surface, as a consequence of the convergence between enterprise information systems (Information Technology, IT) and process automation and control systems (Operational Technology, OT) and of the increasing number of interconnections with external and multimodal systems [9]; the boundary between the IT domain – which includes, among others, ticketing, customer service and online service systems – and the operational OT domain has progressively blurred [10]. Scientific surveys such as that by Soderi et al. group railway systems into three families of subsystems – infrastructure, rolling stock and operations – and analyze their attack surface along the communication channels, highlighting the difficulty of integrating within a single design the requirements of ICT and OT standards, which assign different priorities to confidentiality, integrity and availability, and of certifying from a functional safety standpoint, in the absence of standard guidelines, the cybersecurity modules included in railway projects [11]. In its report Railway Cybersecurity – Good Practices in Cyber Risk Management (2021), ENISA reviews the risk management methods applicable to the sector – including ISO/IEC 27001 and 27005, the NIST

mework (CSF) del NIST, IEC 62443-3-2, CLC/TS 50701 e, fra i metodi nazionali, EBIOS RM – e segnala come criticità l'assenza di un approccio unico che copra in modo unitario IT e OT [12]. La specifica tecnica europea CLC/TS 50701, pubblicata nel 2021 e presentata come primo standard di riferimento per la sicurezza informatica delle applicazioni ferroviarie, si fonda ampiamente sulla serie IEC 62443 – in particolare sulle parti 3-2 e 3-3 – e integra le attività di sicurezza informatica in ciascuna fase del ciclo di vita definito dalla EN 50126, norma di riferimento per le caratteristiche RAMS – affidabilità, disponibilità, manutenibilità e sicurezza – dei sistemi ferroviari [13][14]; la specifica è stata successivamente rivista nell'edizione CLC/TS 50701:2023 [15]. Il progetto CYRail, finanziato nell'ambito di Shift2Rail (oggi Europe's Rail JU), ha sviluppato profili di protezione per le applicazioni di comando-controllo e segnalamento, con l'obiettivo di garantire la sicurezza sin dalla progettazione (*security by design*) delle nuove infrastrutture ferroviarie [16]. La comunità accademica ha proposto, da un lato, quadri di sicurezza stratificati per le infrastrutture di bordo e di terra, che integrano monitoraggio continuo, modellazione del rischio e rilevazione delle minacce assistita dall'intelligenza artificiale [17]; dall'altro, metodi ibridi per la rilevazione di manipolazioni occulte dei dati di diagnostica (*stealthy data tampering attacks*), che combinano l'analisi del ciclo di vita dei deviatoi, l'analisi del comportamento atteso e la teoria dell'evidenza di Dempster–Shafer [18], confermando l'orientamento verso architetture multilivello che integrino certificazione, monitoraggio comportamentale e condivisione su scala europea delle informazioni sulle minacce.

Un contributo organico in questa direzione è offerto da De Bartolomeo, De Nicola e Lugarà (2026) [19], che inquadrano la sicurezza informatica non come pratica accessoria, bensì come elemento fondante, congenito e trasversale delle moderne architetture IT/IoT del sistema ferroviario. Il lavoro richiama Pieriegud [1], che individua quattro tecnologie chiave – Internet delle cose (*Internet of Things*, IoT), *cloud computing*, analisi dei grandi volumi di dati, automazione e robotica – all'origine dell'accelerazione della trasformazione digitale, richiamando l'emergere dei concetti di "*Railway 4.0*" e "*Digital Railway*" e sottolineando la convergenza tra mondo fisico e mondo virtuale; gli autori osservano inoltre che la digitalizzazione espone il settore a una superficie d'attacco sempre più ampia [19]. Lo stesso studio richiama, fra le principali criticità del settore, la difficoltà di aggiornare e applicare correzioni di sicurezza (*patch*) ai sistemi critici, per ragioni di sicurezza di esercizio; la vulnerabilità delle connessioni tra sistemi con livelli di sicurezza eterogenei; l'impiego di tecnologie di comunicazione senza filo non adeguatamente protette, spesso con protocolli di cifratura obsoleti; la limitata efficacia delle soluzioni IT/OT tradizionali in ambiente ferroviario; e una cultura della sicurezza ancora orientata alla sicurezza di esercizio (*safety*) più che alla sicurezza informatica (*security*) [19]. Da tali premesse gli autori derivano la necessità di una strategia di protezione del dato ferroviario lungo l'intero ciclo di vita (*rail data life-cycle protection*), in cui il dato sensibile sia protetto sin dalla progettazione e per impostazione predefinita lungo l'intero flusso informativo – dalla generazione sul campo, attraverso la trasmissione e l'elaborazione periferica (*edge*), fino alla persistenza nei livelli di centro ela-

Cybersecurity Framework (CSF), IEC 62443-3-2, CLC/TS 50701 and, among national methods, EBIOS RM – and identifies as a critical issue the lack of a single approach covering IT and OT in a unified manner [12]. The European technical specification CLC/TS 50701, published in 2021 and presented as the first reference standard for the cybersecurity of railway applications, draws extensively on the IEC 62443 series – in particular parts 3-2 and 3-3 – and integrates cybersecurity activities into each phase of the life cycle defined by EN 50126, the reference standard for the RAMS characteristics – reliability, availability, maintainability and safety – of railway systems [13][14]; the specification was subsequently revised in the CLC/TS 50701:2023 edition [15]. The CYRail project, funded under Shift2Rail (now Europe's Rail JU), developed protection profiles for control-command and signaling applications, with the aim of ensuring security by design in new railway infrastructures [16]. The academic community has proposed, on the one hand, layered security frameworks for on-board and track-side infrastructure that integrate continuous monitoring, risk modeling and AI-assisted threat detection [17]; on the other, hybrid methods for detecting covert manipulation of diagnostic data (stealthy data tampering attacks), which combine turnout life-cycle analysis, expected behavior analysis and Dempster–Shafer evidence theory [18], confirming the trend toward multilayer architectures that integrate certification, behavioral monitoring and Europe-wide sharing of threat intelligence.

A comprehensive contribution in this direction is offered by De Bartolomeo, De Nicola and Lugarà (2026) [19], who frame cybersecurity not as an ancillary practice but as a foundational, inherent and cross-cutting element of modern IT/IoT architectures of the railway system. The study draws on Pieriegud [1], who identifies four key technologies – the Internet of Things (IoT), cloud computing, big data analytics, and automation and robotics – as having accelerated digital transformation, noting the emergence of the concepts of "Railway 4.0" and "Digital Railway" and emphasizing the convergence of the physical and virtual worlds; the authors further observe that digitalization exposes the sector to an ever-wider attack surface [19]. Among the main critical issues in the sector, the same study recalls the difficulty of updating critical systems and applying security fixes (patches) to them, for reasons of operational safety; the vulnerability of connections between systems with heterogeneous security levels; the use of inadequately protected wireless communication technologies, often with obsolete encryption protocols; the limited effectiveness of traditional IT/OT solutions in the railway environment; and a culture still oriented toward operational safety rather than cyber security [19]. From these premises, the authors derive the need for a rail data life-cycle protection strategy, in which sensitive data are protected by design and by default along the entire information flow – from generation in the field, through transmission and edge processing, up to persistence in the data center tiers – by means of a global, multilayer cyber defense system

borazione dati – mediante un sistema di difesa cibernetica globale e multilivello che integri architettura a fiducia zero (*Zero Trust*), cifratura avanzata dei dati in transito, a riposo e in uso, segmentazione logica delle reti, monitoraggio e orchestrazione mediante piattaforme di gestione degli eventi di sicurezza e di risposta automatizzata (*Security Information and Event Management*, SIEM; *Security Orchestration, Automation and Response*, SOAR) e ricorso all'elaborazione riservata (*confidential computing*) [19]. Tale impostazione converge con la letteratura sopra richiamata e ne rafforza la tesi di fondo: la protezione dei sistemi critici ferroviari non è riconducibile a un presidio meramente perimetrale, ma richiede un approccio sistemico, verticalmente integrato e coerente con gli standard internazionali di settore.

2. Quadro normativo multi-giurisdizionale Italia–Francia

La digitalizzazione dei servizi ferroviari, in particolare nei collegamenti transfrontalieri Italia–Francia, richiede un quadro normativo armonizzato che garantisca interoperabilità tecnica, tutela dei diritti dei passeggeri e protezione dei dati personali. Il diritto dell'Unione europea rappresenta il livello di regolazione primario per assicurare coerenza tra architetture IT ferroviarie, processi operativi e obblighi giuridici.

2.1. La regolazione europea del trattamento dei dati nel trasporto ferroviario: GDPR, diritti dei passeggeri e bigliettazione digitale

La progressiva digitalizzazione del trasporto ferroviario europeo rappresenta uno dei pilastri della strategia dell'Unione europea per una mobilità sostenibile, integrata e orientata al cittadino. L'introduzione di sistemi di bigliettazione digitale, di piattaforme di prenotazione in rete e di applicazioni per dispositivi mobili destinate alla gestione del viaggio ha trasformato profondamente il rapporto tra imprese ferroviarie e passeggeri, determinando un aumento strutturale del trattamento dei dati personali. In tale scenario, la protezione dei dati non costituisce un profilo accessorio, ma un elemento centrale della regolazione del settore. Il fondamento di tale impostazione risiede negli artt. 7 e 8 della Carta dei diritti fondamentali dell'Unione europea, che riconoscono, rispettivamente, il diritto al rispetto della vita privata e familiare, del domicilio e delle comunicazioni e il diritto alla protezione dei dati di carattere personale, prescrivendo che questi ultimi siano trattati «*secondo il principio di lealtà, per finalità determinate e in base al consenso della persona interessata o a un altro fondamento legittimo previsto dalla legge*», con diritto di accesso e di rettifica in capo all'interessato e sotto il controllo di un'autorità indipendente [20].

Il regolamento (UE) 2016/679, regolamento generale sulla protezione dei dati (*General Data Protection Regulation*, GDPR), costituisce la fonte normativa di riferimento per tutti i trattamenti di dati personali effettuati nel contesto del trasporto ferroviario, inclusi quelli connessi alla bigliettazione digitale. Il GDPR si applica in modo orizzontale a prescindere dalla natura pubblica o privata dell'operatore e incide direttamente sulla progettazione dei sistemi informativi, sull'organizzazione dei flussi

integrating a Zero Trust architecture, advanced encryption of data in transit, at rest and in use, logical network segmentation, monitoring and orchestration through security event management and automated response platforms (Security Information and Event Management, SIEM; Security Orchestration, Automation and Response, SOAR), and the use of confidential computing [19]. This approach converges with the literature cited above and reinforces its underlying thesis: the protection of critical railway systems cannot be reduced to a merely perimeter-based defense, but requires a systemic, vertically integrated approach consistent with international sector standards.

2. *Italy–France multi-jurisdictional regulatory framework*

The digitalization of rail services, particularly on cross-border Italy–France links, requires a harmonized regulatory framework that ensures technical interoperability, the protection of passenger rights and the protection of personal data. European Union law represents the primary level of regulation for ensuring consistency among railway IT architectures, operational processes and legal obligations.

2.1. *EU regulation of data processing in rail transport: GDPR, passenger rights and digital ticketing*

The progressive digitalization of European rail transport is one of the pillars of the European Union's strategy for sustainable, integrated and citizen-centered mobility. The introduction of digital ticketing systems, online booking platforms and mobile applications for journey management has profoundly transformed the relationship between railway undertakings and passengers, leading to a structural increase in the processing of personal data. In this scenario, data protection is not an ancillary aspect but a central element of sector regulation. The foundation of this approach lies in Arts. 7 and 8 of the Charter of Fundamental Rights of the European Union, which recognize, respectively, the right to respect for private and family life, home and communications, and the right to the protection of personal data, requiring that such data be processed "fairly for specified purposes and on the basis of the consent of the person concerned or some other legitimate basis laid down by law", with the data subject enjoying the rights of access and rectification, under the control of an independent authority [20].

Regulation (EU) 2016/679, the General Data Protection Regulation (GDPR), is the reference legal source for all processing of personal data carried out in the context of rail transport, including processing related to digital ticketing. The GDPR applies horizontally, regardless of the public or private nature of the operator, and has a direct bearing on the design of information systems, the organization of data flows and the regulation of relationships among the various parties involved. Recitals 39 and 78 make its opera-

di dati e sulla disciplina dei rapporti tra i diversi soggetti coinvolti. I *considerando* nn. 39 e 78 ne esplicitano i corollari operativi: il primo indica che i dati personali dovrebbero essere adeguati, pertinenti e limitati a quanto necessario rispetto alle finalità perseguite e che il periodo di conservazione dovrebbe essere limitato al minimo necessario, prevedendo che il titolare stabilisca un termine per la cancellazione o per la verifica periodica; il secondo indica che il titolare dovrebbe adottare politiche interne e misure tecniche e organizzative che attuino i principi di protezione dei dati fin dalla progettazione e per impostazione predefinita – quali, tra l'altro, la minimizzazione del trattamento e la pseudonimizzazione quanto più precoce possibile – e che tali principi siano considerati anche nelle procedure di appalto pubblico; i relativi obblighi sono sanciti dagli artt. 5 e 25 del regolamento [21].

La tutela dei passeggeri ferroviari trova inoltre fondamento in una normativa settoriale specifica, rappresentata dal Regolamento (CE) n. 1371/2007, rifuso e abrogato dal Regolamento (UE) 2021/782, applicabile dal 7 giugno 2023. Questa disciplina riconosce ai passeggeri una serie di diritti sostanziali e procedurali – quali il diritto all'informazione, all'assistenza, al rimborso e all'indennizzo – il cui esercizio comporta di norma il trattamento di dati personali, da effettuarsi nel rispetto del GDPR (considerando 49 del regolamento (UE) 2021/782) [22].

Ne deriva un intreccio funzionale tra diritto dei trasporti e diritto della protezione dei dati, nel quale il passeggero assume una duplice qualifica: utente del servizio e interessato ai sensi del GDPR.

La bigliettazione digitale costituisce il principale punto di contatto tra passeggero e sistema ferroviario e rappresenta il momento in cui il trattamento dei dati personali si manifesta in modo più evidente. I dati trattati includono informazioni identificative, dati di contatto, dati di viaggio, dati di pagamento e, talvolta, dati relativi alle preferenze dell'utente. La combinazione di tali informazioni, soprattutto se conservata nel tempo, può consentire la re-identificazione del passeggero e la ricostruzione delle sue abitudini di mobilità, incidendo significativamente sulla sua sfera privata: è stato dimostrato che, in dati di telefonia mobile relativi a 1,5 milioni di utenti per 15 mesi, con localizzazione oraria e risoluzione pari alle celle d'antenna, quattro punti spazio-temporali sono sufficienti a identificare univocamente il 95% degli individui [23].

Dal punto di vista giuridico, la liceità del trattamento dei dati nella bigliettazione ferroviaria si fonda principalmente sull'art. 6, par. 1, lett. b), GDPR, relativo alla necessità del trattamento per l'esecuzione del contratto di trasporto. L'acquisto del biglietto, anche in forma digitale, configura infatti un contratto tra il passeggero e l'impresa ferroviaria, che legittima il trattamento dei dati strettamente necessari all'erogazione del servizio [24].

È tuttavia essenziale che il requisito della necessità sia interpretato in modo restrittivo, evitando estensioni indebite della base contrattuale.

Ulteriori trattamenti possono fondarsi sull'adempimento di obblighi legali, ai sensi dell'art. 6, par. 1, lett. c), GDPR, come nel caso degli obblighi fiscali, contabili o di sicurezza.

tional corollaries explicit: the former indicates that personal data should be adequate, relevant and limited to what is necessary for the purposes pursued, and that the storage period should be limited to a strict minimum, with the controller establishing time limits for erasure or for a periodic review; the latter indicates that the controller should adopt internal policies and technical and organizational measures implementing the principles of data protection by design and by default – including, among others, minimizing the processing and pseudonymizing personal data as soon as possible – and that these principles should also be taken into account in public procurement procedures; the corresponding obligations are laid down in Arts. 5 and 25 of the Regulation [21].

The protection of rail passengers is further grounded in specific sectoral legislation, namely Regulation (EC) No 1371/2007, recast and repealed by Regulation (EU) 2021/782, applicable since 7 June 2023. This body of rules grants passengers a set of substantive and procedural rights – such as the rights to information, assistance, reimbursement and compensation – whose exercise normally involves the processing of personal data, to be carried out in compliance with the GDPR (Recital 49 of Regulation (EU) 2021/782) [22].

The result is a functional interplay between transport law and data protection law, in which the passenger holds a dual status: service user and data subject within the meaning of the GDPR.

Digital ticketing is the main point of contact between the passenger and the railway system, and the moment at which the processing of personal data is most evident. The data processed include identification information, contact details, travel data, payment data and, at times, data relating to user preferences. The combination of such information, especially if retained over time, may allow the passenger to be re-identified and his or her mobility habits to be reconstructed, significantly affecting his or her private sphere: it has been shown that, in mobile phone data covering 1.5 million users over 15 months, with hourly location and a spatial resolution equal to that of the carrier's antennas, four spatio-temporal points are enough to uniquely identify 95% of individuals [23].

From a legal standpoint, the lawfulness of data processing in rail ticketing rests primarily on Art. 6(1)(b) GDPR, which concerns processing necessary for the performance of the transport contract. The purchase of a ticket, including in digital form, indeed constitutes a contract between the passenger and the railway undertaking, which legitimizes the processing of the data strictly necessary for the provision of the service [24].

It is nevertheless essential that the necessity requirement be interpreted restrictively, so as to avoid any undue extension of the contractual legal basis.

Further processing may be based on compliance with legal obligations under Art. 6(1)(c) GDPR, as in the case of tax, accounting or security obligations. Reliance on the legitimate interests of the controller under Art. 6(1)(f), by con-

Il ricorso al legittimo interesse del titolare del trattamento, previsto dall'art. 6, par. 1, lett. f), richiede invece un attento bilanciamento con i diritti e le libertà fondamentali dei passeggeri [21][25], soprattutto quando i trattamenti riguardano la prevenzione delle frodi – che il considerando 47 GDPR annovera espressamente fra i legittimi interessi [21] – o il miglioramento dei servizi.

Tra i principi cardine del GDPR assume particolare rilievo il principio di minimizzazione dei dati, sancito dall'art. 5, par. 1, lett. c). Esso impone che i dati personali siano adeguati, pertinenti e limitati a quanto necessario rispetto alle finalità del trattamento [21][26]. Nel settore ferroviario, tale principio si traduce nella progettazione di sistemi di bigliettazione che evitino la raccolta sistematica di dati eccedenti e nella definizione di politiche di conservazione coerenti con le finalità perseguite.

La minimizzazione riguarda non solo la quantità dei dati raccolti, ma anche le modalità di accesso e circolazione delle informazioni all'interno delle organizzazioni. L'accesso ai dati dei passeggeri deve essere limitato al personale autorizzato e per finalità specifiche, in un'ottica di responsabilizzazione del titolare del trattamento (*accountability*).

Un ruolo strategico è svolto dall'art. 25 GDPR, che introduce i principi di protezione dei dati fin dalla progettazione e per impostazione predefinita (*privacy by design* e *privacy by default*). Nel contesto della bigliettazione digitale ferroviaria, tali principi impongono che la protezione dei dati sia integrata fin dalla fase di progettazione dei sistemi e che le impostazioni predefinite prevedano il trattamento del minimo indispensabile di dati personali [27]. Ciò comporta l'adozione di soluzioni tecniche quali la pseudonimizzazione, la cifratura e la segmentazione delle basi di dati.

Il coordinamento tra GDPR e normativa settoriale emerge con particolare evidenza nelle iniziative europee volte alla realizzazione del biglietto unico digitale (*Single Digital Booking and Ticketing*). L'obiettivo della Commissione europea è quello di consentire ai passeggeri di pianificare, prenotare e acquistare viaggi ferroviari, anche transfrontalieri, attraverso piattaforme digitali integrate. Questo processo richiede un elevato livello di interoperabilità e di scambio di dati tra operatori [28] e comporta, secondo gli Autori, un'intensa circolazione di dati personali.

Le interfacce di scambio dati tra imprese ferroviarie, operatori di vendita e fornitori di servizi digitali sollevano rilevanti questioni di protezione dei dati. È necessario chiarire i ruoli dei diversi soggetti coinvolti in materia di trattamento, distinguendo tra titolari autonomi, contitolari e responsabili (artt. 4, 26 e 28 GDPR) [21][29], nonché definire accordi trasparenti che disciplinino le rispettive responsabilità (art. 26, par. 1); la dottrina ha peraltro criticato la moltiplicazione dei ruoli come fonte di incertezza nell'imputazione delle responsabilità [30].

In conclusione, il GDPR svolge un ruolo strutturale nella regolazione del trasporto ferroviario digitale europeo. Lungi dal costituire un ostacolo all'innovazione, la protezione dei dati personali rappresenta una condizione essenziale per uno sviluppo sostenibile e orientato al passeggero dei servizi ferroviari digitali. La sfida futura risiede nella capacità di coniugare interoperabilità, efficienza e tutela dei

trast, requires a careful balancing against the fundamental rights and freedoms of passengers [21][25], especially where the processing concerns fraud prevention – which Recital 47 GDPR expressly recognizes as a legitimate interest [21] – or service improvement.

Among the cornerstone principles of the GDPR, the principle of data minimization enshrined in Art. 5(1)(c) is of particular importance. It requires personal data to be adequate, relevant and limited to what is necessary in relation to the purposes of the processing [21][26]. In the railway sector, this principle translates into the design of ticketing systems that avoid the systematic collection of excessive data and into the definition of retention policies consistent with the purposes pursued.

Minimization concerns not only the quantity of data collected, but also the ways in which information is accessed and circulated within organizations. Access to passenger data must be restricted to authorized personnel and to specific purposes, in keeping with the controller's accountability.

A strategic role is played by Art. 25 GDPR, which introduces the principles of data protection by design and by default (privacy by design and privacy by default). In the context of digital rail ticketing, these principles require data protection to be embedded from the system design phase onward and default settings to provide for the processing of only the minimum personal data necessary [27]. This entails the adoption of technical solutions such as pseudonymization, encryption and database segmentation.

The coordination between the GDPR and sectoral legislation is particularly evident in the European initiatives aimed at establishing Single Digital Booking and Ticketing. The European Commission's objective is to enable passengers to plan, book and purchase rail journeys, including cross-border ones, through integrated digital platforms. This process requires a high level of interoperability and data exchange among operators [28] and entails, in the Authors' view, an intensive flow of personal data.

Data exchange interfaces among railway undertakings, ticket vendors and digital service providers raise significant data protection issues. The roles of the various parties involved in the processing must be clarified, distinguishing between independent controllers, joint controllers and processors (Arts. 4, 26 and 28 GDPR) [21][29], and transparent arrangements governing their respective responsibilities must be defined (Art. 26(1)); legal scholarship has, however, criticized the multiplication of roles as a source of uncertainty in the allocation of responsibilities [30].

In conclusion, the GDPR plays a structural role in the regulation of European digital rail transport. Far from being an obstacle to innovation, personal data protection is an essential condition for the sustainable, passenger-centered development of digital rail services. The future challenge lies in the ability to reconcile interoperability, effi-

diritti fondamentali in un ecosistema di mobilità sempre più integrato e orientato ai dati.

2.2. Specificità nazionali italiane e francesi

Nel contesto dei servizi ferroviari digitali e della bigliettazione elettronica, l'applicazione del regolamento (UE) 2016/679 (GDPR) presenta specificità rilevanti a livello nazionale, pur all'interno di un quadro europeo armonizzato. Le autorità di protezione dei dati personali e le autorità di settore in Italia e in Francia svolgono un ruolo determinante nell'interpretazione e nell'attuazione concreta dei principi del GDPR, con effetti diretti sulle architetture dei sistemi informativi ferroviari e sui flussi di dati transfrontalieri.

In Italia, secondo gli Autori, il Garante per la protezione dei dati personali adotta un approccio improntato alla proporzionalità e alla responsabilizzazione dei titolari del trattamento (*accountability*, art. 5, par. 2, GDPR) [21], come emerge dall'attività documentata nella Relazione 2025 [31]. Nel settore dei trasporti e dei servizi digitali al passeggero, l'Autorità ha indicato di circoscrivere il trattamento ai dati strettamente necessari all'erogazione del servizio, riservando il consenso alle finalità ulteriori, quali attività promozionali e profilazione [32]. Tale orientamento risulta coerente con le Linee guida dell'*European Data Protection Board* sull'articolo 6, paragrafo 1, lettera b), GDPR [24].

Dal punto di vista operativo, questa impostazione si riflette nella progettazione di informative multilivello integrate nelle interfacce digitali, nella definizione di tempi di conservazione dei dati limitati e coerenti con le finalità contrattuali e nell'adozione di specifiche misure di sicurezza dei sistemi informativi [32]. Il Garante ha inoltre da tempo prescritto misure di tracciabilità degli accessi, quali la registrazione degli accessi logici degli amministratori di sistema e la conservazione dei relativi registri degli eventi (*log*) [33], il cui rispetto può essere verificato nell'ambito dell'attività ispettiva dell'Autorità (130 ispezioni nel 2025) [31].

In Francia, la *Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés* (CNIL) coniuga un'azione a monte di accompagnamento dei titolari e di prevenzione dei rischi con un'incisiva attività di controllo e sanzione a valle (nel 2025, 323 controlli e 83 sanzioni) [34]; secondo gli Autori, ne deriva un approccio più marcatamente orientato alla verifica della conformità e alla tutela dei diritti degli interessati. Nella determinazione dei tempi di conservazione, la CNIL richiede che ciascuna durata sia definita in funzione della finalità perseguita, motivata e documentata dal titolare del trattamento [35].

Sul piano applicativo, l'approccio francese si traduce in una marcata formalizzazione delle politiche di conservazione dei dati [35] e delle valutazioni d'impatto sulla protezione dei dati (*Data Protection Impact Assessment*, DPIA), per le quali la CNIL – come le altre autorità di controllo, in attuazione dell'art. 35, par. 4, GDPR [21] – ha adottato un elenco dei trattamenti soggetti a valutazione obbligatoria, che annovera espressamente i sistemi di bigliettazione degli operatori di trasporto fra i trattamenti di dati di localizzazione su larga scala [36]. Secondo gli Autori, l'interazione tra la CNIL e le autorità di settore tende a tradursi in requisiti tecnici stringenti per le piattaforme digitali rivolte ai

ciency and the protection of fundamental rights within an increasingly integrated and data-driven mobility ecosystem.

2.2. Italian and French national specificities

In the context of digital rail services and electronic ticketing, the application of Regulation (EU) 2016/679 (GDPR) displays significant national specificities, albeit within a harmonized European framework. The data protection authorities and sector authorities in Italy and France play a decisive role in the interpretation and practical implementation of GDPR principles, with direct effects on the architectures of railway information systems and on cross-border data flows.

In Italy, in the Authors' view, the Italian Data Protection Authority (Garante per la protezione dei dati personali) *adopts an approach grounded in proportionality and in the accountability of controllers (Art. 5(2) GDPR) [21], as emerges from the activity documented in its 2025 Annual Report [31]. In the transport sector and in digital passenger services, the Authority has indicated that processing should be confined to the data strictly necessary for the provision of the service, reserving consent for further purposes such as promotional activities and profiling [32]. This approach is consistent with the Guidelines of the European Data Protection Board on Article 6(1)(b) GDPR [24].*

From an operational standpoint, this approach is reflected in the design of layered privacy notices integrated into digital interfaces, in the definition of limited data retention periods consistent with contractual purposes and in the adoption of specific security measures for information systems [32]. The Garante *has, moreover, long prescribed access traceability measures, such as the recording of system administrators' logical access and the retention of the related event records (logs) [33], compliance with which can be verified in the course of the Authority's inspection activity (130 inspections in 2025) [31].*

In France, the Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés *(CNIL) combines upstream support to controllers and risk prevention with vigorous downstream enforcement through investigations and sanctions (323 investigations and 83 sanctions in 2025) [34]; in the Authors' view, this results in an approach more markedly oriented toward compliance verification and the protection of data subjects' rights. In determining retention periods, the CNIL requires each period to be defined according to the purpose pursued, and to be justified and documented by the controller [35].*

In practice, the French approach translates into a marked formalization of data retention policies [35] and of Data Protection Impact Assessments (DPIAs), for which the CNIL – like the other supervisory authorities, pursuant to Art. 35(4) GDPR [21] – has adopted a list of the processing operations subject to a mandatory assessment, which expressly includes transport operators' ticketing systems

passeggeri, in particolare nei servizi di trasporto transfrontaliero.

Le differenze tra l'approccio italiano e quello francese, pur nel rispetto dell'unitarietà del quadro GDPR, generano, secondo gli Autori, impatti concreti sull'architettura dei sistemi di bigliettazione ferroviaria e sui flussi di dati Italia–Francia. In particolare, emergono esigenze di flessibilità delle interfacce informatiche, capaci di adattarsi a differenti prassi in materia di informative, tempi di conservazione e controlli ispettivi, senza compromettere interoperabilità, sicurezza e continuità del servizio al passeggero.

2.3. Giurisprudenza e casi rilevanti

La giurisprudenza europea fornisce indicazioni concrete sul rispetto dei principi del GDPR nel contesto della bigliettazione ferroviaria digitale, in particolare sul principio di minimizzazione dei dati personali. Un caso di rilievo recente riguarda la pronuncia della Corte di giustizia dell'Unione europea (CGUE) in materia di informazioni richieste al momento dell'acquisto del biglietto, in cui è stato stabilito che il trattamento dell'appellativo del passeggero ("*Monsieur/Madame*") finalizzato alla personalizzazione della comunicazione commerciale non è oggettivamente indispensabile all'esecuzione del contratto e non può quindi fondarsi sull'art. 6, par. 1, lett. b), GDPR, mentre il ricorso al legittimo interesse è subordinato a condizioni stringenti [37].

Questa decisione conferma che i dati raccolti obbligatoriamente nei moduli di prenotazione devono essere limitati al minimo necessario per l'esecuzione del contratto di trasporto e per adempiere agli obblighi legali dei vettori, in linea con l'art. 5, par. 1, lett. c), GDPR [21]. La sentenza e la successiva decisione del *Conseil d'État* rappresentano un riferimento chiave per gli operatori ferroviari che gestiscono sistemi di bigliettazione digitale transfrontaliera, sia in Italia sia in Francia, e orientano verso moduli digitali più snelli e agevoli per l'utente, nei quali i campi non indispensabili – come l'appellativo – siano facoltativi, senza compromettere la conformità normativa [37][38].

Dal punto di vista ingegneristico, le implicazioni sono significative:

- Progettazione dei moduli di vendita: i moduli devono essere concepiti per raccogliere soltanto gli attributi necessari, riducendo al minimo l'inserimento di dati facoltativi non essenziali. Ad esempio, il campo «titolo» può essere reso facoltativo o rimosso se non necessario per ragioni legali od operative [37].
- Attributi obbligatori del profilo passeggero: devono essere selezionati con criteri rigorosi, limitandosi ai dati strettamente necessari per la prenotazione, il pagamento e la gestione dei servizi accessori (assistenza, rimborsi, controlli) [27].
- Politiche dei vettori: le imprese che operano in entrambi i Paesi devono aggiornare le proprie politiche interne per garantire che i dati raccolti rispettino sia gli orientamenti delle autorità nazionali (Garante e CNIL) sia le indicazioni della CGUE, assicurando l'interope-

among large-scale location data processing [36]. In the Authors' view, the interaction between the CNIL and sector authorities tends to translate into stringent technical requirements for passenger-facing digital platforms, particularly in cross-border transport services.

The differences between the Italian and French approaches, while respecting the unity of the GDPR framework, have, in the Authors' view, concrete impacts on the architecture of rail ticketing systems and on Italy–France data flows. In particular, there is a need for flexible IT interfaces capable of adapting to different practices concerning privacy notices, retention periods and inspections, without compromising interoperability, security and continuity of service to passengers.

2.3. Case law and relevant decisions

European case law provides concrete guidance on compliance with GDPR principles in the context of digital rail ticketing, particularly with regard to the principle of personal data minimization. A significant recent case concerns the ruling of the Court of Justice of the European Union (CJEU) on the information requested at the time of ticket purchase, in which it was held that processing the passenger's title ("Monsieur/Madame") for the purpose of personalizing commercial communication is not objectively indispensable for the performance of the contract and therefore cannot be based on Art. 6(1)(b) GDPR, while reliance on legitimate interests is subject to strict conditions [37].

This decision confirms that the data collected on a mandatory basis in booking forms must be limited to the minimum necessary for the performance of the transport contract and for compliance with carriers' legal obligations, in line with Art. 5(1)(c) GDPR [21]. The judgment and the subsequent decision of the Conseil d'État are a key reference for railway operators managing cross-border digital ticketing systems in both Italy and France, and point toward leaner, more user-friendly digital forms in which non-essential fields – such as the title – are optional, without compromising regulatory compliance [37] [38].

From an engineering standpoint, the implications are significant:

- *Design of sales forms: forms must be designed to collect only the necessary attributes, minimizing the entry of non-essential optional data. For example, the "title" field may be made optional or removed if not required for legal or operational reasons [37].*
- *Mandatory attributes of the passenger profile: these must be selected according to rigorous criteria, limited to the data strictly necessary for booking, payment and the management of ancillary services (assistance, refunds, checks) [27].*
- *Carrier policies: undertakings operating in both countries must update their internal policies to ensure that the data collected comply with both the*

rabilità tra i sistemi e l'uniformità dell'esperienza di viaggio dell'utente. Ciò comprende la definizione di tempi di conservazione limitati allo stretto necessario e la registrazione degli accessi ai dati [32], nonché la pseudonimizzazione [27].

L'adozione di tali principi influisce direttamente sull'architettura dei sistemi informativi, in particolare nei flussi di dati transfrontalieri. Le interfacce digitali devono essere configurate per garantire che i dati facoltativi non vengano trasferiti automaticamente tra le basi di dati dei vettori italiani e francesi, in attuazione della protezione dei dati per impostazione predefinita (art. 25, par. 2, in relazione all'art. 5, par. 1, lett. c), GDPR) [21]; ciò riduce i rischi di trattamento non necessario e agevola le attività di verifica e i controlli ispettivi da parte delle autorità di protezione dei dati.

Infine, la sentenza della CGUE, che ha valutato la necessità del trattamento anche alla luce di soluzioni praticabili e meno invasive [37], evidenzia – secondo gli Autori – l'importanza di allineare il governo del dato dei vettori con i requisiti normativi e con la progettazione delle piattaforme di bigliettazione. Ne discende l'opportunità di sottoporre a valutazione d'impatto (DPIA) le modifiche rilevanti dei moduli di vendita e delle basi di dati dei passeggeri, ove ricorrano i presupposti dell'art. 35 GDPR [21], assicurando che eventuali dati aggiuntivi raccolti siano giustificati, documentati e proporzionati.

Altre pronunce significative in Italia e Francia

Italia. Nell'ordinamento italiano il principio di minimizzazione trova concreta applicazione anche nei servizi di bigliettazione elettronica. L'Autorità Garante per la protezione dei dati personali, con lo schema di provvedimento generale in materia di trattamento di dati personali nell'ambito dei servizi di *mobile ticketing* – Registro dei provvedimenti n. 467 del 10 settembre 2015, doc. web n. 4273074, sottoposto a consultazione pubblica – ha indicato che il trattamento debba avvenire nel rispetto dei principi di liceità, pertinenza, non eccedenza, correttezza e buona fede (art. 11 del Codice in materia di protezione dei dati personali, d.lgs. n. 196/2003, nel testo allora vigente) ed essere circoscritto ai dati strettamente necessari all'erogazione del servizio, distinguendolo da quello effettuato per finalità ulteriori, quali marketing diretto e profilazione, che richiedono uno specifico consenso dell'interessato. Lo schema prevede inoltre specifiche misure in materia di informativa, sicurezza, registrazione degli accessi e limitazione dei tempi di conservazione dei dati (di norma non oltre sei mesi) [32], in applicazione di principi già sanciti dal Codice e oggi ripresi, come minimizzazione e limitazione della conservazione, dall'art. 5, par. 1, lett. c) ed e), GDPR [21].

Francia e diritto dell'Unione. In Francia, la vicenda giudiziaria si è conclusa in senso opposto all'orientamento inizialmente espresso dall'autorità di controllo. Con decisione del 23 marzo 2021 la CNIL aveva archiviato il reclamo dell'associazione Mousse, ritenendo la raccolta obbligatoria dell'appellativo ("*Monsieur/Madame*") da parte di SNCF Connect necessaria all'esecuzione del contratto e conforme al principio di minimizzazione, in ragione degli usi invalsi nelle comunicazioni civili, commerciali e amministrative.

guidance of the national authorities (Garante and CNIL) and the indications of the CJEU, ensuring interoperability between systems and a uniform travel experience for users. This includes the definition of retention periods limited to what is strictly necessary and the logging of access to data [32], as well as pseudonymization [27].

The adoption of these principles directly affects the architecture of information systems, particularly in cross-border data flows. Digital interfaces must be configured to ensure that optional data are not automatically transferred between the databases of Italian and French carriers, in implementation of data protection by default (Art. 25(2), in conjunction with Art. 5(1)(c), GDPR) [21]; this reduces the risks of unnecessary processing and facilitates audits and inspections by data protection authorities.

Finally, the CJEU judgment, which assessed the necessity of the processing also in light of workable and less intrusive solutions [37], highlights – in the Authors' view – the importance of aligning carriers' data governance with regulatory requirements and with the design of ticketing platforms. It follows that significant changes to sales forms and passenger databases should undergo an impact assessment (DPIA) where the conditions of Art. 35 GDPR are met [21], ensuring that any additional data collected are justified, documented and proportionate.

Other significant rulings in Italy and France

***Italy**. In the Italian legal system, the minimization principle also finds concrete application in electronic ticketing services. In its draft general measure on the processing of personal data in the context of mobile ticketing services – Register of Measures no. 467 of 10 September 2015, web doc. no. 4273074, submitted to public consultation – the* Garante per la protezione dei dati personali *indicated that processing should comply with the principles of lawfulness, relevance, non-excessiveness, fairness and good faith (Art. 11 of the Italian Personal Data Protection Code, Legislative Decree No 196/2003, in the version then in force) and be confined to the data strictly necessary for the provision of the service, distinguishing it from processing carried out for further purposes, such as direct marketing and profiling, which require the data subject's specific consent. The draft also provides for specific measures concerning information to data subjects, security, access logging and the limitation of data retention periods (as a rule, no longer than six months) [32], applying principles already laid down in the Code and now reflected, as data minimization and storage limitation, in Art. 5(1)(c) and (e) GDPR [21].*

***France and EU law**. In France, the judicial proceedings ended with an outcome opposite to the position initially taken by the supervisory authority. By a decision of 23 March 2021, the CNIL had closed the complaint lodged by the association Mousse, considering the mandatory collection of the passenger's title ("Monsieur/Madame") by SNCF Connect to be necessary for the performance of*

Adito con ricorso per l'annullamento di tale decisione, il *Conseil d'État* ha sospeso il giudizio e sottoposto alla Corte di giustizia due questioni pregiudiziali (decisione 21 giugno 2023, n. 452850) [38]. Con la sentenza della Prima Sezione del 9 gennaio 2025, causa C-394/23, Mousse c. CNIL e SNCF Connect, la Corte ha escluso che il trattamento dell'appellativo a fini di personalizzazione della comunicazione commerciale sia oggettivamente indispensabile all'esecuzione del contratto di trasporto, e ne ha subordinato la giustificazione fondata sul legittimo interesse all'informazione dell'interessato, al momento della raccolta, circa l'interesse perseguito, alla stretta necessità del trattamento e all'assenza di prevalenza dei suoi diritti e libertà fondamentali, in particolare per il rischio di discriminazione fondata sull'identità di genere [37]. In applicazione dei principi enunciati dalla Corte, il *Conseil d'État*, con decisione del 31 luglio 2025, n. 452850, ha annullato la decisione della CNIL, tenuta ora a riesaminare il reclamo [38]. La vicenda conferma che i sistemi di bigliettazione devono essere progettati secondo i principi di protezione dei dati fin dalla progettazione e di minimizzazione dei dati personali.

Alla luce di quanto sopra, è possibile dunque proporre, in chiave di sintesi qualitativa, un confronto Italia–Francia: mentre in Italia il Garante valorizza l'esecuzione del contratto come base giuridica e incoraggia la minimizzazione dei dati in termini pragmatici, la CNIL francese appare maggiormente orientata a un'attenta considerazione *ex ante* dei diritti degli interessati e alla documentazione puntuale delle scelte progettuali, anche attraverso il ricorso alle DPIA e ai controlli. Il caso Mousse mostra, tuttavia, che anche l'autorità francese aveva inizialmente ritenuto sufficiente la base contrattuale e che l'interpretazione restrittiva del requisito di necessità si è affermata in sede giurisdizionale [37][38].

3. Sicurezza e continuità operativa nei sistemi di bigliettazione e infomobilità

3.1. Architetture e minacce nei sistemi digitali ferroviari

I sistemi di bigliettazione e di infomobilità si articolano su componenti eterogenee: piattaforme di vendita in rete e per dispositivi mobili, sistemi di pagamento, basi di dati centrali dei passeggeri, sistemi di validazione e controllo, sistemi di informazione al passeggero (*Passenger Information System*, PIS) di bordo e di stazione – i primi sempre più interconnessi con gli altri sistemi di bordo e con il back end dell'operatore [39] – e nodi di integrazione verso i sistemi di esercizio, dai quali vanno separati mediante la ripartizione in zone e condotti prevista dalla IEC 62443 e il monitoraggio dei flussi provenienti dalla rete IT [10]. Come evidenziato da De Bartolomeo, De Nicola e Lugarà (2026) [19], la digitalizzazione ferroviaria, accelerata da IoT, *cloud computing*, analisi dei grandi volumi di dati e automazione, espone il settore a una superficie d'attacco sempre più ampia, alimentata dall'impiego di componenti standard, dall'interconnessione fra sistemi critici e di supporto, da comunicazioni senza filo e dalla difficoltà di aggiornare i sistemi critici. Le minacce più rilevanti includono attacchi distribuiti di negazione del

the contract and compliant with the minimization principle, in view of established practice in civil, commercial and administrative communications. Called upon to rule on an action for annulment of that decision, the Conseil d'État stayed the proceedings and referred two questions to the Court of Justice for a preliminary ruling (decision of 21 June 2023, no. 452850) [38]. In its judgment of 9 January 2025 (First Chamber), Case C-394/23, Mousse v CNIL and SNCF Connect, the Court held that processing the title for the purpose of personalizing commercial communication is not objectively indispensable for the performance of the transport contract, and made its justification on grounds of legitimate interest conditional on the data subject being informed, at the time of collection, of the interest pursued, on the strict necessity of the processing and on the absence of overriding fundamental rights and freedoms of the data subject, in particular in view of the risk of discrimination based on gender identity [37]. Applying the principles laid down by the Court, the Conseil d'État, by decision of 31 July 2025, no. 452850, annulled the CNIL decision, and the CNIL is now required to re-examine the complaint [38]. The case confirms that ticketing systems must be designed in accordance with the principles of data protection by design and personal data minimization.

In light of the above, an Italy–France comparison can therefore be proposed as a qualitative synthesis: while in Italy the Garante *attaches importance to the performance of the contract as the legal basis and encourages data minimization in pragmatic terms, the French CNIL appears more oriented toward careful ex ante consideration of data subjects' rights and toward the detailed documentation of design choices, also through recourse to DPIAs and compliance checks. The Mousse case shows, however, that the French authority, too, had initially considered the contractual legal basis sufficient, and that the restrictive interpretation of the necessity requirement prevailed in the courts [37][38].*

3. Security and operational continuity in ticketing and infomobility systems

3.1. Architectures and threats in digital railway systems

Ticketing and infomobility systems comprise heterogeneous components: web and mobile sales platforms, payment systems, central passenger databases, validation and inspection systems, on-board and station Passenger Information Systems (PIS) – the former increasingly interconnected with the other on-board systems and with the operator's back end [39] – and integration nodes toward operational systems, from which they must be separated through the zones-and-conduits partitioning of IEC 62443 and the monitoring of flows originating from the IT network [10]. As highlighted by De Bartolomeo, De Nicola and Lugarà (2026) [19], railway digitalization, accelerated by IoT, cloud computing, big data analytics and automation, exposes the

servizio (*Distributed Denial of Service*, DDoS) verso le piattaforme di vendita e di informazione – come l'incidente del febbraio 2026 occorso a Deutsche Bahn, che fra il 17 e il 18 febbraio ha reso indisponibili a più riprese il portale *bahn.de*, l'applicazione *DB Navigator* e i sistemi di prenotazione [40][41][42] – la compromissione delle credenziali, gli attacchi di interposizione (*Man-in-the-Middle*) sulle reti e sui canali di comunicazione, i programmi di riscatto (*ransomware*) contro i repository centrali e i centri elaborazione dati e la falsificazione (*spoofing*) del segnale dei sistemi globali di navigazione satellitare (GNSS), che può alterare la posizione e la velocità del convoglio [19]; poiché tali dati alimentano anche l'infomobilità, lo *spoofing* può ripercuotersi, a giudizio degli scriventi, sull'informazione al pubblico. Il *ransomware* che nel 2022 ha colpito il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, compromettendo i sistemi di bigliettazione, i monitor di informazione al pubblico e le comunicazioni interne, e l'attacco con cui, nello stesso anno, il gruppo *Cyberpartisans* ha cifrato server, basi di dati e postazioni di lavoro della *Belarusian Railway* dimostrano come i sistemi informativi ferroviari, fra cui la bigliettazione e l'informazione al pubblico, siano bersagli concreti, per finalità sia criminali sia geopolitiche [43]; la letteratura segnala in particolare il rischio di *malware* nei sistemi di bigliettazione, volto a sottrarre i dati di pagamento, e di dati falsi immessi nei sistemi di informazione di viaggio [44]. In tale contesto, i sistemi di informazione al passeggero vanno trattati non come «isole» applicative [39], ma come un'unica piattaforma, con interfacce standardizzate e requisiti di sicurezza definiti centralmente [45]; considerazioni analoghe valgono, a giudizio degli scriventi, per i canali di vendita.

3.2. Standard e linee guida in ambito ferroviario

Il presidio di sicurezza poggia su un corpo di standard e linee guida che il settore ferroviario adotta in modo complementare. La specifica europea CLC/TS 50701 – pubblicata nel 2021 come primo riferimento tecnico dedicato e oggi vigente nell'edizione 2023 [15] – si appoggia a IEC 62443-3-2 (valutazione del rischio di sicurezza per la progettazione del sistema) e a IEC 62443-3-3 (requisiti di sicurezza del sistema e livelli di sicurezza) [13][14]. ENISA, con i *Good Practices in Cyber Risk Management* (2021), richiama le metodologie ISO/IEC 27001/27005 e NIST CSF, quest'ultimo nella versione 1.1 allora vigente [12], oggi sostituita dalla versione 2.0 [46], mentre per i sistemi di automazione e controllo il riferimento è la guida NIST SP 800-82 Rev. 3 [47]. Per i sistemi di controllo industriale (*Industrial Control System*, ICS) la tassonomia *MITRE ATT&CK for ICS* fornisce il repertorio delle tecniche di attacco utile alla modellazione delle minacce [48]. In coerenza con tali riferimenti, De Bartolomeo, De Nicola e Lugarà (2026) declinano un approccio multilivello: protezione fisica e logica delle reti, segmentazione (VLAN/VRF, micro-segmentazione), cifratura dei canali a più livelli (TLS 1.3 a livello di trasporto per la protezione da estremo a estremo, *IPsec* a livello di rete, *MACsec* a livello di collegamento), architettura a fiducia zero (*Zero Trust*), protezione hardware dell'identità dei dispositivi (moduli *Trusted Platform Module*, TPM, ed elementi sicuri), monitoraggio centralizzato mediante piattaforme *SIEM*/*SOAR* ed elaborazione riservata (*confidential computing*) per la fase di ela-

sector to an ever-wider attack surface, fueled by the use of standard components, the interconnection of critical and support systems, wireless communications and the difficulty of updating critical systems. The most relevant threats include Distributed Denial of Service (DDoS) attacks against sales and information platforms – such as the February 2026 incident at Deutsche Bahn, which, between 17 and 18 February, repeatedly made the bahn.de portal, the DB Navigator app and the booking systems unavailable [40][41][42] – credential compromise, Man-in-the-Middle attacks on networks and communication channels, ransomware targeting central repositories and data centers, and spoofing of Global Navigation Satellite System (GNSS) signals, which can alter the train's position and speed [19]; since these data also feed infomobility, spoofing may, in the present Authors' judgment, affect passenger information as well. The ransomware attack that hit the Ferrovie dello Stato Italiane Group in 2022, compromising ticketing systems, passenger information displays and internal communications, and the attack in which, in the same year, the Cyberpartisans group encrypted servers, databases and workstations of the Belarusian Railway show that railway information systems, including ticketing and passenger information, are real targets for both criminal and geopolitical purposes [43]; the literature points in particular to the risk of malware in ticketing systems aimed at stealing payment data, and of fake data injected into travel information systems [44]. In this context, passenger information systems should be treated not as application "islands" [39] but as a single platform, with standardized interfaces and centrally defined security requirements [45]; in the present Authors' judgment, similar considerations apply to sales channels.

3.2. Standards and guidelines in the railway domain

Security assurance rests on a body of standards and guidelines that the railway sector adopts in a complementary manner. The European specification CLC/TS 50701 – published in 2021 as the first dedicated technical reference and now in force in its 2023 edition [15] – builds on IEC 62443-3-2 (security risk assessment for system design) and IEC 62443-3-3 (system security requirements and security levels) [13][14]. Through its Good Practices in Cyber Risk Management (2021), ENISA refers to the ISO/IEC 27001/27005 and NIST CSF methodologies, the latter in version 1.1, then in force [12] and since superseded by version 2.0 [46], while for automation and control systems the reference is the NIST SP 800-82 Rev. 3 guide [47]. For Industrial Control Systems (ICS), the MITRE ATT&CK for ICS taxonomy provides the repository of attack techniques useful for threat modeling [48]. Consistently with these references, De Bartolomeo, De Nicola and Lugarà (2026) set out a multilayer approach: physical and logical network protection, segmentation (VLAN/VRF, micro-segmentation), multi-level channel encryption (TLS 1.3 at the transport layer for end-to-end protection, IPsec at the network layer, MACsec at the link layer), Zero Trust archi-

borazione del dato (*Intel SGX*, *AMD SEV*) [19]. La direttiva (UE) 2022/2555 (NIS2), che ha sostituito la direttiva (UE) 2016/1148 – nel cui ambito il trasporto ferroviario già rientrava [12] –, annovera imprese ferroviarie e gestori dell'infrastruttura fra i soggetti dei settori ad alta criticità (allegato I) [49][50], rafforzandone gli obblighi di gestione del rischio informatico, di notifica degli incidenti e di continuità operativa, e qualifica come «soggetti essenziali» i soggetti di grandi dimensioni (art. 3) [50]; primi studi applicativi ne declinano gli obblighi di gestione del rischio (art. 21) sull'infrastruttura ferroviaria sensorizzata [51]. La composizione di tali riferimenti in un'unica organizzazione per livelli è illustrata nella Fig. 1 e commentata nel capitolo 4.

3.3. Continuità del servizio e gestione dei disservizi

I sistemi di bigliettazione e di informazione al pubblico vanno considerati, nella prospettiva progettuale qui adottata, servizi di primo livello (*Tier 1*) del trasporto, per i quali si assumono in questa sede, a titolo indicativo, requisiti di disponibilità compresi fra il 99,95% e il 99,99%, un obiettivo di tempo di ripristino (*Recovery Time Objective*, RTO) di poche ore e una perdita massima ammissibile di dati (*Recovery Point Objective*, RPO) dell'ordine dei 15 minuti per i flussi critici per il servizio; tali obiettivi vanno fissati applicazione per applicazione, tenendo conto delle conseguenze potenziali di un'interruzione del servizio individuate mediante una valutazione d'impatto sull'operatività (*Business Impact Assessment*, BIA) [52]. La direttiva NIS2 annovera espressamente, fra le misure di gestione del rischio, la continuità operativa, la gestione dei backup, il ripristino in caso di disastro e la gestione delle crisi [50]; nella prassi tali obblighi si traducono in piani di continuità e di ripristino, con definizione di *RTO* e *RPO* per ciascuna applicazione o sistema e verifica dei siti di backup [52]. Fra le strategie tecniche indicate in letteratura figurano copie di sicurezza immutabili (secondo logiche *Write Once Read Many*, WORM, o istantanee in sola lettura), piani di ripristino geo-distribuiti basati su repliche asincrone o sincrone fra regioni distanti, tali da consentire un rapido *failover* (ad esempio architetture a tre centri elaborazione dati con risincronizzazione differenziale), segregazione fisica e logica fra ambienti di sviluppo, collaudo ed esercizio, gestione delle identità e degli accessi con autenticazione a più fattori (*Multi-Factor Authentication*, MFA) e controlli di accesso granulari basati su ruoli e attributi [19]. La continuità della comunicazione al passeggero in caso di disservizio richiede inoltre canali ridondanti (portale in rete, applicazione per dispositivi mobili, monitor di stazione, annunci sonori) e meccanismi di degrado controllato (*graceful degradation*) che mantengano l'erogazione delle informazioni essenziali anche in presenza di incidenti informatici, in coerenza con gli obblighi di informazione ai passeggeri – da fornire, se possibile, sulla base di informazioni di viaggio in tempo reale – anche in caso di ritardi, coincidenze perse e soppressioni, previsti dal regolamento (UE) 2021/782 [22]; l'incidente Deutsche Bahn del 2026 mostra come un attacco possa colpire simultaneamente vendita e informazione [41]. La protezione dei dati durante la risposta alla crisi impone infine il rispetto del GDPR anche nelle procedure di gestione degli incidenti, evitando la condivisione di registri contenenti dati personali oltre quanto strettamente necessario.

tecture, hardware protection of device identity (Trusted Platform Modules, TPM, and secure elements), centralized monitoring through SIEM/SOAR platforms and confidential computing for the data processing phase (Intel SGX, AMD SEV) [19]. Directive (EU) 2022/2555 (NIS2), which replaced Directive (EU) 2016/1148 (whose scope already covered rail transport [12]), lists railway undertakings and infrastructure managers among the entities in the sectors of high criticality (Annex I) [49][50], strengthening their obligations concerning cybersecurity risk management, incident notification and business continuity, and classifies large entities as "essential entities" (Art. 3) [50]; initial application studies translate its risk management obligations (Art. 21) to sensor-equipped railway infrastructure [51]. The combination of these references into a single layered organization is illustrated in Fig. 1 and discussed in Section 4.

3.3. Service continuity and disruption management

From the design perspective adopted here, ticketing and passenger information systems should be regarded as first-level (Tier 1) transport services, for which indicative availability requirements between 99.95% and 99.99%, a Recovery Time Objective (RTO) of a few hours and a maximum tolerable data loss (Recovery Point Objective, RPO) of the order of 15 minutes for service-critical flows are assumed in this paper; these targets are to be set application by application, taking into account the potential consequences of a service interruption identified through a Business Impact Assessment (BIA) [52]. The NIS2 Directive explicitly lists business continuity, backup management, disaster recovery and crisis management among the cybersecurity risk management measures [50]; in practice, these obligations translate into business continuity and recovery plans, with an RTO and RPO defined for each application or system and verification of backup sites [52]. The technical strategies indicated in the literature include immutable backups (based on Write Once Read Many, WORM, logic, or read-only snapshots), geo-distributed recovery plans based on asynchronous or synchronous replication between distant regions, enabling rapid failover (for example, three-data-center architectures with differential resynchronization), physical and logical segregation between development, test and production environments, and identity and access management with Multi-Factor Authentication (MFA) and granular role- and attribute-based access controls [19]. Continuity of passenger communication during disruptions further requires redundant channels (web portal, mobile app, station displays, audio announcements) and graceful degradation mechanisms that maintain the delivery of essential information even in the presence of cyber incidents, consistent with the passenger information obligations laid down by Regulation (EU) 2021/782 – to be provided, where possible, based on real-time travel information – including in the event of delays, missed connections and cancellations [22]; the 2026 Deutsche Bahn incident shows how a single attack can hit sales

4. Esperienze e casi applicativi nel contesto transfrontaliero Italia–Francia

Il principale caso applicativo è oggi il servizio ad alta velocità (AV) Parigi–Lione–Milano, operato da *Trenitalia France* con materiale rotabile Frecciarossa 1000, inaugurato il 18 dicembre 2021, sospeso il 27 agosto 2023 a seguito della frana tra *Modane* e Saint-Jean-de-Maurienne e riattivato il 1° aprile 2025 [53]; dal 15 giugno 2025 l'operatore serve anche la relazione Parigi–Lione–Marsiglia [54]. Il servizio costituisce un osservatorio privilegiato per l'analisi dell'architettura di protezione del dato passeggero lungo l'intera catena di trattamento in contesto transfrontaliero: l'integrazione tra il sistema di vendita italiano e i canali commerciali in territorio francese (*Trenitalia France*, *trenitalia.fr*) richiede la definizione di flussi conformi sia al GDPR sia alle prassi del Garante e della CNIL, con scelte progettuali specifiche su (i) basi giuridiche, (ii) tempi di conservazione e (iii) localizzazione degli archivi di dati.

Sul piano della distribuzione, il modello aperto di vendita e distribuzione (*Open Sales and Distribution Model*, OSDM, UIC IRS 90918-10) [5] consente all'operatore di esporre tariffe e prenotazioni transfrontaliere ai rivenditori mediante interfacce applicative standardizzate, con un vincolo intrinseco di minimizzazione: il contenuto informativo in formato JSON limita gli attributi del profilo del passeggero a quelli funzionalmente indispensabili, coerentemente con l'orientamento espresso dalla CGUE nel caso Mousse [37]. Secondo gli Autori, l'OSDM costituisce inoltre la base tecnica più matura per gli sviluppi in atto sul biglietto unico digitale, il cui quadro normativo mira a regolare la distribuzione dei prodotti ferroviari tra vettori, rivenditori e servizi digitali di mobilità multimodale (*Multimodal Digital Mobility Services*, MDMS) [4][7][55] e richiede che lo scambio di dati personali tra tali soggetti avvenga nel rispetto del GDPR [4]: ne discenderà l'esigenza di formalizzare i ruoli in materia di protezione dei dati.

In questa traiettoria evolutiva si colloca il nuovo sistema di bigliettazione che *Trenitalia France* sta definendo – secondo quanto noto agli Autori – sulla piattaforma *Turnit*, suite modulare per la gestione di vendite, prenotazioni e inventario nel trasporto passeggeri su ferro e su gomma [56]. L'architettura proposta adotta una separazione funzionale esplicita fra i domini informativi, secondo il principio di separazione delle responsabilità (*separation of duties*): la gestione dell'identità digitale del passeggero – autenticazione, ciclo di vita delle credenziali, sessioni e autenticazione unica (*single sign-on*) – è demandata a *Keycloak*, soluzione a codice aperto per la gestione delle identità e degli accessi (*Identity and Access Management*, IAM), conforme agli standard *OpenID Connect*, *OAuth 2.0* e *SAML 2.0* [57][58][59]; la gestione del profilo e dei dati del cliente – anagrafica, consensi, preferenze, storico delle transazioni – è attribuita alla piattaforma di gestione della relazione con il cliente (*Customer Relationship Management*, CRM) *Salesforce*, che per i dati dei clienti opera quale responsabile del trattamento (art. 28 GDPR) sulla base del proprio *Data Processing Addendum* e ha dichiarato l'adesione dei servizi interessati all'*EU Cloud Code of Conduct* [60]; i sistemi a valle, in primo luogo il motore di vendita e prenotazione *Turnit*, utilizzano

and information simultaneously [41]. Finally, data protection during crisis response requires GDPR compliance in incident management procedures as well, avoiding the sharing of logs containing personal data beyond what is strictly necessary.

4. Experiences and use cases in the cross-border Italy–France context

The main use case today is the Paris–Lyon–Milan high-speed (HS) service operated by Trenitalia France with Frecciarossa 1000 rolling stock, launched on 18 December 2021, suspended on 27 August 2023 following the landslide between Modane and Saint-Jean-de-Maurienne and reinstated on 1 April 2025 [53]; since 15 June 2025, the operator has also served the Paris–Lyon–Marseille route [54]. The service provides a privileged vantage point for analyzing the passenger data protection architecture along the entire processing chain in a cross-border context: the integration between the Italian sales system and the commercial channels on French territory (Trenitalia France, trenitalia.fr) requires the definition of data flows compliant with both the GDPR and the practices of the Garante and the CNIL, with specific design choices regarding (i) legal bases, (ii) retention periods and (iii) the location of data repositories.

On the distribution side, the Open Sales and Distribution Model (OSDM, UIC IRS 90918-10) [5] enables the operator to expose cross-border fares and reservations to retailers through standardized APIs, with an intrinsic minimization constraint: the JSON payload limits the passenger profile attributes to those that are functionally indispensable, consistent with the position expressed by the CJEU in the Mousse case [37]. In the Authors' view, OSDM is also the most mature technical basis for the ongoing developments toward single digital booking and ticketing, whose regulatory framework aims to govern the distribution of rail products among carriers, retailers and Multimodal Digital Mobility Services (MDMS) [4][7][55] and requires the exchange of personal data among these parties to comply with the GDPR [4]: this will entail the need to formalize data protection roles.

The new ticketing system that Trenitalia France is defining – according to information available to the Authors – on the Turnit platform, a modular suite for sales, reservation and inventory management in rail and road passenger transport, fits within this evolutionary trajectory [56]. The proposed architecture adopts an explicit functional separation between information domains, in accordance with the principle of separation of duties: the management of the passenger's digital identity – authentication, credential life cycle, sessions and single sign-on – is delegated to Keycloak, an open-source Identity and Access Management (IAM) solution compliant with the OpenID Connect, OAuth 2.0 and SAML 2.0 standards [57][58][59]; the management of the customer profile and data – personal details, consents, preferences, transaction history – is assigned to the Customer Relationship

esclusivamente i sottoinsiemi di attributi funzionalmente indispensabili alla singola transazione, veicolati mediante *token* firmati e interfacce applicative documentate. Ciascun sistema costituisce così la fonte autoritativa del dato (*source of truth*) per il solo dominio informativo di propria competenza, evitando duplicazioni e repliche massive di basi di dati fra piattaforme e mantenendo separati i livelli di responsabilità.

Tale impostazione costituisce un'attuazione ingegneristica puntuale dei principi delineati nei paragrafi precedenti. In primo luogo, la separazione dei ruoli fra fornitore di identità digitale, sistema di gestione della relazione con il cliente e sistemi transazionali delimita perimetri di responsabilità netti, semplificando la responsabilizzazione, le attività di verifica e l'attribuzione degli obblighi di cui agli artt. 24 e 28 GDPR. In secondo luogo, la minimizzazione del dato condiviso fra piattaforme è garantita dal modello federativo: l'asserzione di identità trasferisce attributi selezionati (*claims*) – identificativo pseudonimo, recapito ove strettamente necessario – anziché copie integrali del profilo, in attuazione degli artt. 5, par. 1, lett. c), e 25 GDPR [21] [27] e in coerenza con l'orientamento *Mousse* della CGUE [37]. In proposito, la guida NIST SP 800-63C-4 disciplina l'impiego di identificativi pseudonimi distinti per ciascuna relazione (*pairwise pseudonymous identifiers*), che assegnano a ogni parte affidataria un identificativo diverso del medesimo utente e impediscono il collegamento dei profili fra sistemi tramite un identificativo comune; la guida avverte però che la correlazione resta possibile se l'asserzione veicola anche attributi identificativi, rischio da presidiare con apposite politiche [61]; i modelli di gestione federata dell'identità orientati alla tutela della riservatezza traducono i principi di protezione dei dati fin dalla progettazione in requisiti architetturali volti a limitare la collegabilità fra insiemi di dati e la profilazione degli utenti [62]. In terzo luogo, l'integrazione è fondata su standard aperti (*OpenID Connect*, interfacce applicative REST) anziché su trasferimenti massivi di informazioni fra basi di dati: ciò riduce la superficie d'attacco complessiva e concentra l'esercizio dei diritti dell'interessato – rettifica, cancellazione, portabilità – su un unico punto autoritativo per ciascun dominio. Il modello, in cui ogni sistema tratta soltanto ciò che gli è necessario, rappresenta un'istanza applicativa dei principi di protezione dei dati fin dalla progettazione codificati da Cavoukian e successivamente tradotti in strategie di progettazione e soluzioni tecniche nel rapporto ENISA [63][64].

Un profilo progettuale che merita specifico approfondimento è il modello di autenticazione. Il paradigma federativo standard – flusso con codice di autorizzazione e prova della chiave di scambio (*Proof Key for Code Exchange*, PKCE), *token* firmati in formato *JSON Web Token* (JWT), validazione di emittente, destinatario e scadenza, rotazione dei *token* di rinnovo – poggia su un protocollo, *OpenID Connect*, di cui sono state dimostrate con metodi formali le proprietà di autenticazione, autorizzazione e integrità della sessione, a condizione che siano applicate le linee guida di sicurezza indicate dagli autori dell'analisi [65]; le ulteriori misure sono consolidate nel documento di migliore pratica corrente IETF RFC 9700 (BCP 240), che sconsiglia l'*implicit grant* e vieta il flusso *resource owner password credentials* [66]. Le opzio-

Management (CRM) platform Salesforce, which acts as a processor for customer data (Art. 28 GDPR) under its Data Processing Addendum and has declared the adherence of the relevant services to the EU Cloud Code of Conduct [60]; downstream systems, first and foremost the Turnit sales and booking engine, use only the subsets of attributes that are functionally indispensable to each individual transaction, conveyed through signed tokens and documented APIs. Each system thus constitutes the authoritative data source (source of truth) solely for its own information domain, avoiding duplication and bulk replication of databases across platforms and keeping the levels of responsibility separate.

This approach constitutes a precise engineering implementation of the principles outlined in the previous sections. First, the separation of roles among the digital identity provider, the customer relationship management system and the transactional systems delineates clear perimeters of responsibility, simplifying accountability, audit activities and the allocation of the obligations laid down in Arts. 24 and 28 GDPR. Second, the minimization of data shared across platforms is ensured by the federation model: the identity assertion conveys selected attributes (claims) – a pseudonymous identifier and, where strictly necessary, contact details – rather than full copies of the profile, in implementation of Arts. 5(1)(c) and 25 GDPR [21][27] and consistent with the CJEU's Mousse ruling [37]. In this respect, NIST SP 800-63C-4 governs the use of pairwise pseudonymous identifiers, which assign each relying party a different identifier for the same user and prevent profiles from being linked across systems through a common identifier; the guideline warns, however, that correlation remains possible if the assertion also conveys identifying attributes, a risk to be addressed through specific policies [61]; privacy-oriented federated identity management models translate data protection by design principles into architectural requirements aimed at limiting the linkability of data sets and user profiling [62]. Third, integration is based on open standards (OpenID Connect, REST APIs) rather than on bulk transfers of information between databases: this reduces the overall attack surface and concentrates the exercise of data subject rights – rectification, erasure, portability – on a single authoritative point for each domain. The model, in which each system processes only what it needs, is an applied instance of the data protection by design principles codified by Cavoukian and subsequently translated into design strategies and technical solutions in the ENISA report [63][64].

A design aspect that deserves specific examination is the authentication model. The standard federation paradigm – authorization code flow with Proof Key for Code Exchange (PKCE), signed tokens in JSON Web Token (JWT) format, validation of issuer, audience and expiration, and rotation of refresh tokens – rests on a protocol, OpenID Connect, whose authentication, authorization and session integrity properties have been formally proven, provided that the security guidelines set out by the authors of that analysis are applied [65]; the further

ni attualmente in valutazione, che introducono un maggior grado di personalizzazione lato applicativo – flussi di autenticazione dedicati, arricchimento del contenuto dei *token* con attributi commerciali, gestione proprietaria della sessione – non costituiscono un limite in sé; comportano tuttavia una diversa distribuzione delle responsabilità fra i sistemi e un diverso approccio alla gestione della sicurezza e dei flussi informativi: quote crescenti di logica di autenticazione e autorizzazione migrano dal componente specializzato, sottoposto a verifica e manutenzione da parte della comunità di sviluppo, verso il codice applicativo, con conseguente necessità di una modellazione delle minacce dedicata, di prove di sicurezza specifiche e di un presidio continuativo della compatibilità evolutiva. Ogni deviazione dai profili standardizzati fuoriesce infatti dal perimetro delle proprietà formalmente verificate [65] e amplia l'esposizione alle classi di vulnerabilità censite per le interfacce applicative, quali l'autenticazione difettosa (*broken authentication*) e il controllo difettoso degli accessi a livello di singolo oggetto (*broken object level authorization*) [67]. Sul piano della protezione dei dati, l'inserimento di attributi aggiuntivi nei *token* accresce il volume di dati personali in transito verso i sistemi a valle e deve pertanto essere giustificato alla luce del principio di minimizzazione e documentato nella valutazione d'impatto (DPIA) di cui all'art. 35 GDPR [21], che la CNIL ritiene obbligatoria per i sistemi di bigliettazione degli operatori di trasporto [36]. Ne discende un'indicazione progettuale precisa: mantenere il nucleo federativo aderente agli standard e confinare le personalizzazioni in strati di adattamento dedicati – *backend-for-frontend*, nodo di accesso alle interfacce applicative – con requisiti di sicurezza formalizzati, preservando verificabilità, tracciabilità e interoperabilità dell'architettura complessiva.

Sul versante della sicurezza informatica, l'esperienza Italia–Francia suggerisce la necessità di un'architettura multilivello coerente con i principi richiamati da De Bartolomeo, De Nicola e Lugarà (2026) [19] – segmentazione IT/OT, architettura a fiducia zero (*Zero Trust*) integrata da *firewall* di nuova generazione e sistemi di rilevamento e prevenzione delle intrusioni (IDS/IPS), monitoraggio SIEM/SOAR e archivi analitici integrati e sicuri (*lakehouse*) per l'analisi predittiva – cui si aggiungono, nel caso in esame, la mitigazione degli attacchi DDoS sui canali pubblici, nodi di integrazione con autenticazione reciproca su TLS mutuo (mTLS) e la correlazione degli eventi su entrambi i domini nazionali. Un punto critico riguarda l'informazione al pubblico in caso di disservizio: nelle relazioni ad alta velocità transfrontaliere, la disponibilità in tempo reale dell'informazione al passeggero deve essere garantita anche in presenza di attacchi DDoS ai canali digitali, come quello che nel febbraio 2026 ha colpito insieme i sistemi di vendita e di informazione di Deutsche Bahn [40], mediante canali ridondanti e memorie cache distribuite.

Le considerazioni sin qui svolte trovano sintesi nello schema di Fig. 1, che illustra l'architettura concettuale di riferimento proposta dagli Autori – e non la configurazione di un impianto attualmente in esercizio – ottenuta componendo i requisiti normativi esaminati nel capitolo 2 con gli standard tecnici richiamati nel capitolo 3. Lo schema si articola su sette livelli: (i) mitigazione degli attacchi DDoS sul perimetro pubblico, a presidio della disponibilità dei

measures are consolidated in the IETF Best Current Practice RFC 9700 (BCP 240), which discourages the implicit grant and prohibits the resource owner password credentials grant [66]. The options currently under evaluation, which introduce a greater degree of application-side customization – dedicated authentication flows, enrichment of token content with commercial attributes, proprietary session management – are not a limitation per se; however, they entail a different distribution of responsibilities among systems and a different approach to the management of security and information flows: growing shares of authentication and authorization logic migrate from the specialized component, reviewed and maintained by its developer community, to the application code, with the consequent need for dedicated threat modeling, specific security testing and continuous oversight of forward compatibility. Any deviation from standardized profiles, in fact, falls outside the perimeter of formally verified properties [65] and increases exposure to the vulnerability classes cataloged for APIs, such as broken authentication and broken object level authorization [67]. From a data protection standpoint, the inclusion of additional attributes in tokens increases the volume of personal data in transit to downstream systems and must therefore be justified in light of the minimization principle and documented in the data protection impact assessment (DPIA) under Art. 35 GDPR [21], which the CNIL considers mandatory for transport operators' ticketing systems [36]. A precise design guideline follows: keep the federation core standards-compliant and confine customizations to dedicated adaptation layers – backend-for-frontend, API gateway – with formalized security requirements, thus preserving the verifiability, traceability and interoperability of the overall architecture.

On the cybersecurity front, the Italy–France experience suggests the need for a multilayer architecture consistent with the principles set out by De Bartolomeo, De Nicola and Lugarà (2026) [19] – IT/OT segmentation, a Zero Trust architecture complemented by next-generation firewalls and intrusion detection and prevention systems (IDS/IPS), SIEM/SOAR monitoring, and secure integrated analytical repositories (lakehouse) for predictive analytics – to which, in the case at hand, are added DDoS mitigation on public channels, integration nodes with mutual authentication via mutual TLS (mTLS) and event correlation across both national domains. A critical point concerns passenger information during disruptions: on cross-border high-speed routes, the real-time availability of passenger information must be guaranteed even during DDoS attacks on digital channels, such as the one that in February 2026 hit both the sales and the information systems of Deutsche Bahn [40], by means of redundant channels and distributed caches.

The considerations developed so far are summarized in the diagram of Fig. 1, which illustrates the reference conceptual architecture proposed by the Authors – not the configuration of a system currently in operation – obtained by combining the regulatory requirements examined in Section 2 with the technical standards discussed

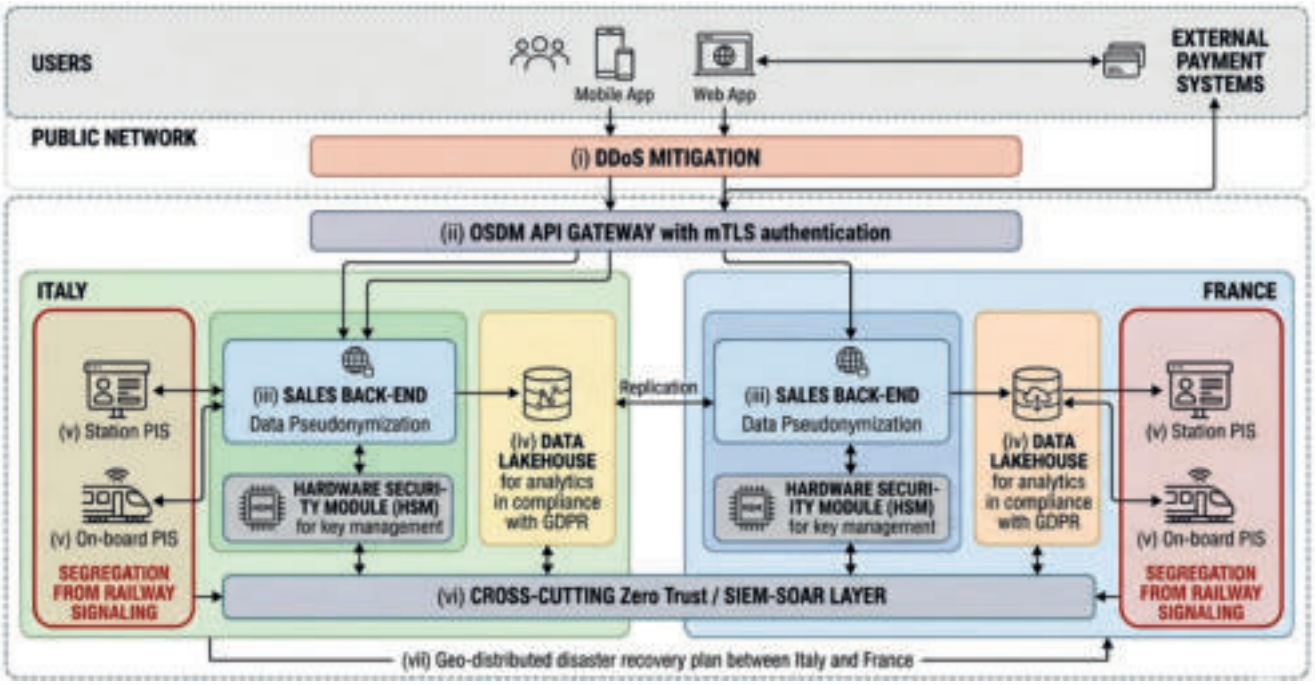


Figura 1 – Architettura concettuale multilivello proposta per la bigliettazione e l'informazione al pubblico nei servizi ferroviari transfrontalieri Italia–Francia.

Figure 1 – Proposed multilayer conceptual architecture for ticketing and passenger information in cross-border Italy–France rail services.

canali di vendita e di informazione; (ii) nodo di accesso alle interfacce applicative conformi al modello OSDM, con autenticazione reciproca mTLS, unico punto di ingresso verso i sistemi di vendita e sede del controllo sugli attributi effettivamente scambiati; (iii) sistemi centrali di vendita, distinti per l'Italia e per la Francia, con pseudonimizzazione del dato passeggero e gestione delle chiavi crittografiche in moduli hardware dedicati (*Hardware Security Module*, HSM); (iv) archivi analitici integrati (*lakehouse*), alimentati con dati pseudonimizzati e destinati all'analisi della domanda e della qualità del servizio nel rispetto del GDPR; (v) sistemi di informazione al passeggero (PIS) di stazione e di bordo, alimentati dai sistemi commerciali ma segregati da quelli di segnalamento; (vi) livello trasversale di fiducia zero (*Zero Trust*) e di monitoraggio SIEM/SOAR, che applica verifica continua dell'identità e correlazione degli eventi su entrambi i domini nazionali; (vii) piano di ripristino geo-distribuito fra Italia e Francia, a copertura degli obiettivi di RTO e RPO richiamati nel §3.3.

La struttura per livelli risponde puntualmente ai requisiti di protezione del dato discussi nel capitolo 2 e, al tempo stesso, alle esigenze di elaborazione e di gestione proprie delle imprese ferroviarie. Sul primo versante, la minimizzazione è imposta al livello (ii) dal contratto d'interfaccia OSDM; la protezione fin dalla progettazione e per impostazione predefinita di cui all'art. 25 GDPR è realizzata ai livelli (iii) e (iv) mediante pseudonimizzazione e separazione degli identificativi dai dati di viaggio; la tracciabilità degli accessi e la limitazione della conservazione sono presidiate dal livello (vi); la replica fra i sistemi nazionali, rappresentata in

in Section 3. The diagram is organized into seven layers: (i) DDoS mitigation at the public perimeter, safeguarding the availability of sales and information channels; (ii) an API gateway for OSDM-compliant interfaces with mTLS mutual authentication, which is the single point of entry to the sales systems and the locus of control over the attributes actually exchanged; (iii) sales back-end systems, separate for Italy and France, with pseudonymization of passenger data and management of cryptographic keys in dedicated Hardware Security Modules (HSM); (iv) integrated analytical repositories (lakehouse), fed with pseudonymized data and intended for demand and service quality analysis in compliance with the GDPR; (v) station and on-board passenger information systems (PIS), fed by the commercial systems but segregated from the signaling systems; (vi) a cross-cutting Zero Trust and SIEM/SOAR monitoring layer, which applies continuous identity verification and event correlation across both national domains; (vii) a geo-distributed disaster recovery plan between Italy and France, covering the RTO and RPO targets referred to in §3.3.

The layered structure responds precisely to the data protection requirements discussed in Section 2 and, at the same time, to the processing and management needs specific to railway undertakings. On the first front, minimization is enforced at layer (ii) by the OSDM interface contract; data protection by design and by default under Art. 25 GDPR is achieved at layers (iii) and (iv) through pseudonymization and the separation of identifiers from travel data; access traceability and storage limitation are

figura dal collegamento fra i due domini, è circoscritta agli attributi necessari all'esecuzione del contratto di trasporto transfrontaliero, coerentemente con l'orientamento *Mousse* della CGUE [37]. Sul secondo versante, il livello (iv) rende disponibile agli operatori una base analitica per la previsione della domanda, per il monitoraggio della qualità dei canali di vendita e per la ripartizione dei ricavi fra i vettori senza esporre dati identificativi; i livelli (i) e (vii) presidiano la continuità della vendita e dell'informazione al pubblico, a supporto degli obblighi informativi che il regolamento (UE) 2021/782 pone a carico dei vettori anche in caso di perturbazione del servizio [22]; il livello (v) assicura che l'informazione al passeggero resti erogabile anche a fronte dell'indisponibilità del sistema di vendita – evenienza concreta, come mostra l'incidente Deutsche Bahn del 2026 [41] – senza alcuna interferenza con i sistemi di segnalamento.

Dall'analisi svolta emergono, fra i problemi ricorrenti, il disallineamento delle prassi nazionali in materia di informativa e di consensi, la frammentazione delle politiche di conservazione e la necessità di proteggere i dati di mobilità – che restano altamente identificanti anche se privati degli identificativi diretti e, se conservati nel tempo, possono consentire la ricostruzione delle abitudini del passeggero [23] – mediante pseudonimizzazione, limitazione della conservazione e controllo degli accessi [21]. Le soluzioni che gli Autori ritengono più mature sono la minimizzazione del dato fin dalla progettazione, la separazione logica fra identificativi e dati di viaggio (pseudonimizzazione con chiavi gestite in moduli HSM), la formalizzazione dell'accordo fra contitolari (art. 26 GDPR) e del contratto con i rivenditori che agiscano quali responsabili del trattamento (art. 28 GDPR) e la cooperazione fra Garante e CNIL nelle attività ispettive transfrontaliere, secondo i meccanismi dello sportello unico e delle operazioni congiunte previsti dagli artt. 56 e 60–62 GDPR [21].

Le esperienze richiamate convergono, infine, su una conclusione di metodo coerente con la letteratura recente in materia di sicurezza e protezione dei dati nei sistemi di mobilità come servizio (*Mobility-as-a-Service*, MaaS), che individua nella tutela della riservatezza un requisito chiave dello sviluppo dei servizi [68] e richiede un approccio olistico, capace di integrare innovazione tecnologica, progettazione centrata sull'utente e supervisione regolatoria [69]: il governo dell'identità e del dato passeggero non costituisce un requisito accessorio, da soddisfare a posteriori mediante interventi correttivi, bensì una variabile progettuale primaria dell'ingegneria del sistema di bigliettazione, da specificare fin dalle fasi iniziali del ciclo di vita, congiuntamente alle scelte di architettura funzionale e in coerenza con l'impostazione di sicurezza sin dalla progettazione della CLC/TS 50701 [13] e con l'art. 25 GDPR [21]. La qualità dell'architettura dei flussi identità–profilo–transazione si riflette direttamente sulla conformità normativa, sulla resilienza operativa e, in ultima analisi, sulla fiducia del passeggero nel servizio transfrontaliero.

5. Conclusioni

L'analisi proposta evidenzia come la protezione del dato passeggero e dei sistemi di bigliettazione e infomo-

ensured by layer (vi); replication between the national systems, represented in the figure by the link between the two domains, is restricted to the attributes necessary for the performance of the cross-border transport contract, consistent with the CJEU's Mousse ruling [37]. On the second front, layer (iv) provides operators with an analytical basis for demand forecasting, for monitoring the quality of sales channels and for revenue allocation among carriers without exposing identifying data; layers (i) and (vii) safeguard the continuity of ticket sales and passenger information, in support of the information obligations that Regulation (EU) 2021/782 places on carriers, including in the event of service disruption [22]; layer (v) ensures that passenger information can still be delivered even if the sales system is unavailable – a real eventuality, as the 2026 Deutsche Bahn incident shows [41] – without any interference with the signaling systems.

The analysis highlights, among the recurring problems, the misalignment of national practices regarding privacy notices and consent, the fragmentation of retention policies and the need to protect mobility data – which remain highly identifying even when stripped of direct identifiers and, if retained over time, may allow passengers' habits to be reconstructed [23] – through pseudonymization, storage limitation and access control [21]. The solutions that the Authors consider most mature are data minimization by design, logical separation between identifiers and travel data (pseudonymization with keys managed in HSMs), the formalization of the arrangement between joint controllers (Art. 26 GDPR) and of the contract with retailers acting as processors (Art. 28 GDPR), and cooperation between the Garante and the CNIL in cross-border inspection activities, through the one-stop-shop and joint operations mechanisms provided for in Arts. 56 and 60–62 GDPR [21].

Finally, the experiences discussed converge on a methodological conclusion consistent with recent literature on security and data protection in Mobility-as-a-Service (MaaS) systems, which identifies privacy protection as a key requirement for service development [68] and calls for a holistic approach capable of integrating technological innovation, user-centered design and regulatory oversight [69]: the governance of passenger identity and data is not an ancillary requirement to be met a posteriori through corrective measures, but a primary design variable in ticketing system engineering, to be specified from the earliest stages of the life cycle, together with the functional architecture choices and consistently with the security-by-design approach of CLC/TS 50701 [13] and with Art. 25 GDPR [21]. The quality of the architecture of identity–profile–transaction flows is directly reflected in regulatory compliance, operational resilience and, ultimately, passenger trust in the cross-border service.

5. Conclusions

The analysis presented shows that the protection of passenger data and of ticketing and infomobility systems

bilità nel contesto Italia–Francia richieda un approccio integrato, nel quale ingegneria ferroviaria, sicurezza informatica e disciplina della protezione dei dati convergano fin dalla fase progettuale. Il dato passeggero costituisce un bene critico al pari delle infrastrutture fisiche: la sua compromissione genera danni reputazionali, sanzionatori e operativi paragonabili alla perdita di un sottosistema critico per la sicurezza di esercizio. Il quadro normativo europeo (GDPR, NIS2, regolamento (UE) 2021/782) e gli standard tecnici (CLC/TS 50701, IEC 62443, NIST SP 800-82, quadro metodologico ENISA) forniscono oggi un perimetro coerente, che attende un'applicazione disciplinata e fondata su evidenze da parte degli operatori. In Tab. 1 si riporta un quadro sinottico riepilogativo. Le strategie discusse – minimizzazione fin dalla progettazione, segmentazione IT/OT, architettura a fiducia zero, monitoraggio centralizzato, continuità operativa multi-sito, governo condiviso dei flussi transfrontalieri – possono incrementare significativamente la sicurezza, la fiducia dei passeggeri e la competitività dei servizi ferroviari transfrontalieri Italia–Francia, attraendo domanda dalle altre modalità di trasporto sulle medesime direttrici e contribuendo agli obiettivi di mobilità sostenibile dell'Unione europea.

in the Italy–France context requires an integrated approach in which railway engineering, cybersecurity and data protection law converge from the design phase onward. Passenger data constitute a critical asset on a par with physical infrastructure: their compromise causes reputational, sanction-related and operational damage comparable to the loss of a safety-critical subsystem. The European regulatory framework (GDPR, NIS2, Regulation (EU) 2021/782) and the technical standards (CLC/TS 50701, IEC 62443, NIST SP 800-82, ENISA methodological framework) now provide a coherent perimeter, which calls for disciplined, evidence-based application by operators. Tab. 1 provides a synoptic summary. The strategies discussed – minimization by design, IT/OT segmentation, Zero Trust architecture, centralized monitoring, multi-site operational continuity and shared governance of cross-border flows – can significantly enhance the security, passenger trust and competitiveness of cross-border Italy–France rail services, attracting demand from other transport modes on the same corridors and contributing to the European Union's sustainable mobility objectives.

Tabella 1 - *Table 1*

Quadro sinottico degli standard e dei riferimenti normativi
Synoptic overview of standards and regulatory references

Ambito ***Domain***	**Riferimento** ***Reference***	**Funzione** ***Function***
Protezione dati *Data protection*	GDPR (UE) 2016/679; Reg. (UE) 2021/782 *GDPR (EU) 2016/679; Reg. (EU) 2021/782*	Basi giuridiche, minimizzazione, diritti del passeggero *Legal bases, minimization, passenger rights*
Sicurezza informatica ferroviaria *Railway cybersecurity*	CLC/TS 50701:2023	Standard tecnico dedicato al settore ferroviario (derivato da IEC 62443) *Technical standard dedicated to the railway sector (derived from IEC 62443)*
Sistemi di controllo industriale (ICS/OT) *Industrial control systems (ICS/OT)*	IEC 62443; NIST SP 800-82 Rev.3	Sicurezza dei sistemi di controllo industriale *Security of industrial control systems*
Gestione del rischio *Risk management*	ISO/IEC 27001:2022; NIST CSF; ENISA GP	Sistemi di gestione della sicurezza delle informazioni (ISMS) e quadri di gestione del rischio informatico *Information security management systems (ISMS) and cyber risk management frameworks*
Continuità operativa *Operational continuity*	Direttiva NIS2 (UE 2022/2555) *NIS2 Directive (EU 2022/2555)*	Obblighi di continuità operativa e di notifica degli incidenti *Business continuity and incident notification obligations*
Distribuzione/Vendita *Distribution/Sales*	OSDM (UIC IRS 90918-10); TSI Telematica 2026 *OSDM (UIC IRS 90918-10); Telematics TSI 2026*	Standard di interoperabilità per la bigliettazione *Interoperability standard for ticketing*
Modellazione delle minacce *Threat modeling*	MITRE ATT&CK for ICS	Repertorio delle tecniche di attacco *Repository of attack techniques*

BIBLIOGRAFIA – *REFERENCES*

[1] J. Pieriegud (2018), *"Digital Transformation of Railways"*, SGH Warsaw School of Economics – Siemens – Fundacja ProKolej, Varsavia, ISBN 978-83-950826-0-3. https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2018/04/DIGITAL_TRANSFORMATION_RAILWAYS_2018_web.pdf.

[2] ERA (2026), *"European Commission adopts new TSI on telematics to enable interoperable data sharing in rail", 10 febbraio 2026*. https://www.era.europa.eu/content/european-commission-adopts-new-tsi-telematics-enable-interoperable-data-sharing-rail.

[3] Commissione UE – DG MOVE (10/02/2026), *"Commission adopts harmonised EU specifications for data sharing in rail transport"*. https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/commission-adopts-harmonised-eu-specifications-data-sharing-rail-transport-2026-02-10_en.

[4] Commissione europea (2026), *"Proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio sulla bigliettazione ferroviaria"*, COM(2026) 232 final, 2026/0115 (COD), 13 maggio 2026. https://transport.ec.europa.eu/document/download/a3284ec0-f1ad-4ee4-a558-5d4c17948046_en?filename=Proposal_on_rail_ticketing.pdf.

[5] UIC (2026), *"Open Sales and Distribution Model (OSDM) – IRS 90918-10, specifica v3.8.0 (versione stabile) del 25 marzo 2026", pubblicata in licenza Apache 2.0*. https://uic.org/projects-99/osdm; https://osdm.io/; https://github.com/UnionInternationalCheminsdeFer/OSDM.

[6] CER (2025), *"Ticketing Roadmap – 6th Implementation Monitoring Report Spring 2025", Bruxelles, 29 settembre 2025*. https://www.cer.be/images/publications/reports/250929_CER_Ticketing_Roadmap_6th_Report.pdf.

[7] C. Cambini, P. Beria (2026), *"The Economics of the Single-Ticketing Regulation in Europe"*, CERRE Issue Paper, marzo 2026. https://cerre.eu/publications/the-economics-of-the-single-ticketing-regulation-in-europe/.

[8] IRG-Rail (2021) 11, *"Overview and challenges – integrated ticketing and through-ticketing measures in the EU"*, novembre 2021. https://irg-rail.eu/download/5/897/IRG-Rail202111-OverviewPaperonTicketing.pdf.

[9] ENISA, *"Transport – Critical sectors"*, pagina web (consultata il 27 settembre 2026). https://www.enisa.europa.eu/topics/cybersecurity-of-critical-sectors/transport.

[10] Radiflow (2022), *"Securing Railway Operations from OT Cyberattacks"*, white paper, marzo 2022. https://www.radiflow.com/white-papers/securing-railway-operations-from-ot-cyberattacks/.

[11] S. Soderi, D. Masti, Y. Zacchia Lun (2023), *"Railway cyber-security in the era of interconnected systems: a survey"*, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 24(7):6764–6779, DOI 10.1109/TITS.2023.3254442; arXiv:2207.13412. https://arxiv.org/pdf/2207.13412.

[12] ENISA (2021), *"Railway Cybersecurity – Good Practices in Cyber Risk Management"*, novembre 2021, DOI 10.2824/92259. https://www.enisa.europa.eu/publications/railway-cybersecurity-good-practices-in-cyber-risk-management.

[13] CEN-CENELEC (2021), *"A major step for railways cybersecurity: the new CLC/TS 50701", 10 giugno 2021*. https://www.cencenelec.eu/news-events/news/2021/eninthespotlight/2021-06-10-new-clc-ts-50701-railways-cybersecurity/.

[14] O. Benjumea (2023), *"Navigating TS 50701: Unpacking the Impact of the Cybersecurity Standard for Rail"*, Cylus, 8 agosto 2023. https://www.cylus.com/post/navigating-ts-50701-unpacking-the-impact-of-the-cybersecurity-standard-for-rail.

[15] CENELEC, *CLC/TS 50701:2023 – "Railway applications – Cybersecurity"*, agosto 2023 (pubblicata da BSI come PD CLC/TS 50701:2023, in sostituzione dell'edizione 2021). https://webstore.ansi.org/preview-pages/BSI/preview_30450551.pdf.

[16] CORDIS, *CYRail – "Cybersecurity in the RAILway sector, GA 730843 (H2020, Shift2Rail JU), 2016–2018"*. https://cordis.europa.eu/project/id/730843.

[17] N. Ibadah, C. Benavente-Peces, M.-O. Pahl (2024), *"Securing the Future of Railway Systems: A Comprehensive Cybersecurity Strategy for Critical On-Board and Track-Side Infrastructure"*, Sensors 24(24):8218, DOI 10.3390/s24248218. https://www.mdpi.com/1424-8220/24/24/8218.

[18] S. Abdellaoui, E. Dumitrescu, C. Escudero, E. Zamai (2026), *"Monitoring cyberthreats in railway systems: a hybrid framework for detecting stealthy data tampering attacks"*, Reliability Engineering & System Safety 266(B):111747, DOI 10.1016/j.ress.2025.111747. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832025009470.

[19] M. De Bartolomeo, A. De Nicola, A. Lugarà (2026), *"La Cybersecurity nei processi di trasformazione digitale del sistema ferroviario: esigenze attuali e prospettive evolutive – Cybersecurity in Railway Digital Transformation: Current Needs and Future Perspectives"*, Ingegneria Ferroviaria, vol. LXXXI, n. 4, aprile 2026, pp. 323–348, DOI 10.57597/IF.04.2026.ART.2. https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.04.2026.ART.2.

[20] Carta dei diritti fondamentali dell'Unione europea" (2012/C 326/02), GU C 326 del 26.10.2012, p. 391, artt. 7 e 8. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:12012P/TXT.

[21] Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 aprile 2016 (GDPR), GU L 119 del 4.5.2016, p. 1,eg/2016/679/oj.

[22] Regolamento (CE) n. 1371/2007 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2007, relativo ai diritti e agli obblighi dei passeggeri nel trasporto ferroviario, GU L 315 del 3.12.2007, p. 14; Regolamento (UE) 2021/782 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 aprile 2021, relativo ai diritti e agli obblighi dei passeggeri nel trasporto ferroviario (rifusione), GU L 172 del 17.5.2021, applicabile dal 7 giugno 2023. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/782/oj.

[23] Y. A. de Montjoye, C. A. Hidalgo, M. Verleysen, V. D. Blondel (2013), *"Unique in the Crowd: The privacy bounds of human mobility"*, Scientific Reports 3:1376, DOI 10.1038/srep01376. https://www.nature.com/articles/srep01376.

[24] Art. 6, par. 1, lett. b), GDPR; EDPB, Guidelines 2/2019 on the processing of personal data under Article 6(1)(b) GDPR in the context of the provision of online services to data subjects, versione 2.0, 8 ottobre 2019. https://www.edpb.europa.eu/system/files/documents/files/file1/edpb_guidelines-art_6-1-b-adopted_after_public_consultation_en.pdf.

[25] C. Kuner, L. A. Bygrave, C. Docksey (a cura di), con L. Drechsler *(2020), "The EU General Data Protection Regulation (GDPR): A Commentary"*, Oxford University Press, 2020; in particolare W. Kotschy, commento all'art. 6 (Lawfulness of processing), pp. 321–344.

[26] G. Finocchiaro (a cura di), *"Il nuovo Regolamento europeo sulla privacy e sulla protezione dei dati personali"*, Zanichelli, Bologna, 2017, collana «Le riforme del diritto italiano», ISBN 978-88-08-52105-7.

[27] Art. 25 GDPR; EDPB, *"Guidelines 4/2019 on Article 25 – Data Protection by Design and by Default"*, versione 2.0, 20 ottobre 2020. https://www.edpb.europa.eu/sites/default/files/files/file1/edpb_guidelines_201904_dataprotection_by_design_and_by_default_v2.0_en.pdf.

[28] Commissione europea (2020), *"Strategia per una mobilità sostenibile e intelligente: mettere i trasporti europei sulla buona strada per il futuro"*, COM(2020) 789 final, 9 dicembre 2020; Piano d'azione per promuovere il trasporto ferroviario di passeggeri transfrontaliero e a lunga percorrenza, COM(2021) 810 final, 14 dicembre 2021. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0789; https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52021DC0810.

[29] EDPB, *"Guidelines 07/2020 on the concepts of controller and processor in the GDPR, adottate il 7 luglio 2021"*. https://www.edpb.europa.eu/documents/guideline/guidelines-072020-on-the-concepts-of-controller-and-processor-in-the-gdpr_en.

[30] P. De Hert, V. Papakonstantinou (2016), *"The new General Data Protection Regulation: Still a sound system for the protection of individuals?"*, Computer Law & Security Review 32(2), 2016, pp. 179–194, DOI 10.1016/j.clsr.2016.02.006.

[31] Garante per la protezione dei dati personali (2026), *"Relazione 2025, presentata al Parlamento il 2 luglio 2026, doc. web n. 10266894"*. https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/10266894.

[32] Garante per la protezione dei dati personali (2015), *"Schema di provvedimento generale in materia di trattamento di dati personali nell'ambito dei servizi di mobile ticketing, 10 settembre 2015, Registro dei provvedimenti n. 467, doc. web n. 4273074, sottoposto a consultazione pubblica"*. https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/4273074.

[33] Garante per la protezione dei dati personali (2008), *"Misure e accorgimenti prescritti ai titolari dei trattamenti effettuati con strumenti elettronici relativamente alle attribuzioni delle funzioni di amministratore di sistema, provvedimento del 27 novembre 2008, doc. web n. 1577499 (modificato il 25 giugno 2009)"*. https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/1577499.

[34] CNIL (2026), *"Rapport annuel 2025"*, maggio 2026. https://www.cnil.fr/fr/rapport-annuel-2025.

[35] CNIL (2020), *"Guide pratique – Les durées de conservation"*, luglio 2020. https://www.cnil.fr/sites/cnil/files/atoms/files/guide_durees_de_conservation.pdf.

[36] CNIL (2018), *"Délibération n° 2018-327 du 11 octobre 2018 portant adoption de la liste des types d'opérations de traitement pour lesquelles une analyse d'impact relative à la protection des données est requise, modificata dalla délibération n° 2019-011 del 31 gennaio 2019"*. https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037559521; https://www.cnil.fr/sites/default/files/atoms/files/liste-traitements-avec-aipd-requise-v2.pdf.

[37] CGUE (2025), *"Prima Sezione, sentenza 9 gennaio 2025, C-394/23, Mousse / CNIL e SNCF Connect, ECLI:EU:C:2025:2"*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:62023CJ0394; comunicato stampa n. 2/25: https://curia.europa.eu/site/upload/docs/application/pdf/2025-01/cp250002en.pdf.

[38] *Conseil d'État* (Francia), *decisione 21 giugno 2023, n. 452850 (rinvio pregiudiziale alla CGUE) e decisione 31 luglio*

2025, n. 452850 (annullamento della decisione della CNIL del 23 marzo 2021), Association Mousse c. CNIL e SNCF Connect. https://www.conseil-etat.fr/fr/arianeweb/CE/decision/2023-06-21/452850; https://www.conseil-etat.fr/fr/arianeweb/CE/decision/2025-07-31/452850.

[39] Televic (2020), *"The evolution of on-board Passenger Information Systems, 13 febbraio 2020"*. https://www.televic.com/en/rail/articles/the-evolution-of-onboard-passenger-information-systems.

[40] E. Kovacs (2026), *"German Rail Giant Deutsche Bahn Hit by Large-Scale DDoS Attack"*, SecurityWeek, 19 febbraio 2026. https://www.securityweek.com/german-rail-giant-deutsche-bahn-hit-by-large-scale-ddos-attack/.

[41] C. Jones (2026), *"Deutsche Bahn back on track after DDoS yanks the brakes"*, The Register, 18 febbraio 2026. https://www.theregister.com/2026/02/18/deutsche_bahn_ddos/.

[42] P. Paganini (2026), *"Germany's national rail operator Deutsche Bahn hit by a DDoS attack"*, Security Affairs, 19 febbraio 2026. https://securityaffairs.com/188254/breaking-news/germanys-national-rail-operator-deutsche-bahn-hit-by-a-ddos-attack.html

[43] O. Onoprienko (2025), *"Passengers, the train is not moving any further. Is it moving? How hackers have "defaced" railway infrastructure in different countries over the past 10 years: timeline"*, dev.ua, 24 marzo 2025. https://dev.ua/en/news/passengers-the-train-is-not-moving-any-further-is-it-moving-how-hackers-have-defaced-railway-infrastructure-in-different-countries-over-the-past-10-years-timeline.

[44] P. López-Aguilar, E. Batista, A. Martínez-Ballesté, A. Solanas (2022), *"Information Security and Privacy in Railway Transportation: a Systematic Review"*, Sensors 22(20):7698, DOI 10.3390/s22207698. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9611636/.

[45] J. Cordero Sapién (2026), *"Why Passenger Information Needs to Be Treated as a Platform, Not a Collection of Systems (intervista a T. Auner, cn-mobility)"*, Railway-News, 3 aprile 2026. https://railway-news.com/why-passenger-information-needs-to-be-treated-as-a-platform-not-a-collection-of-systems/.

[46] NIST (2024), *"The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0"*, NIST CSWP 29, 26 febbraio 2024, DOI 10.6028/NIST.CSWP.29 (versione precedente: 1.1, 2018). https://www.nist.gov/cyberframework.

[47] K. Stouffer *et al.*, NIST SP 800-82 Rev. 3 (2023), *"Guide to Operational Technology (OT) Security"*, settembre 2023 (sostituisce la Rev. 2 del 2015). https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/82/r3/final.

[48] MITRE, *"ATT&CK for ICS"* (consultato il 27 settembre 2026). https://attack.mitre.org/matrices/ics/.

[49] Commissione europea, *"Directive on measures for a high common level of cybersecurity across the Union (NIS2 Directive)" – FAQs, 29 giugno 2023*. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/faqs/directive-measures-high-common-level-cybersecurity-across-union-nis2-directive-faqs.

[50] Direttiva (UE) 2022/2555 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 dicembre 2022, relativa a misure per un livello comune elevato di cibersicurezza nell'Unione, recante modifica del regolamento (UE) n. 910/2014 e della direttiva (UE) 2018/1972 e che abroga la direttiva (UE) 2016/1148 (direttiva NIS 2), GU L 333 del 27.12.2022, pp. 80–152. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2555/oj.

[51] R. Wachnik, K. Chruzik, B. Pochopień (2025), *"Sensor-Based Cyber Risk Management in Railway Infrastructure under the NIS2 Directive"*, Sensors 25(23):7384, DOI 10.3390/s25237384. https://www.mdpi.com/1424-8220/25/23/7384.

[52] Bechtle (2024), "NIS2 – Business continuity and disaster recovery plan", 6 maggio 2024. https://www.bechtle.com/nl-en/about-bechtle/news/bechtle-talk/nis2/nis2-emergency-recovery-plan.

[53] Wikipedia (en), *voce "Milan–Paris Frecciarossa"*, consultata il 27 settembre 2026.https://en.wikipedia.org/wiki/Milan%E2%80%93Paris_Frecciarossa.

[54] Gruppo FS Italiane (2025), *"Gruppo FS: al via dal 15 giugno i collegamenti Frecciarossa fra Parigi e Marsiglia"*, comunicato stampa, 13 giugno 2025. https://www.fsitaliane.it/content/fsitaliane/it/media/comunicati-stampa/2025/6/13/cs-gruppofs-15giugno-frecciarossa-parigi-marsiglia.html.

[55] CESE (EESC), *"Rail ticketing (TEN/860), parere sulla proposta di regolamento sulla bigliettazione ferroviaria COM(2026) 232 (SDBTR), relatore D. Fornea, adottato il 23 settembre 2026 (sessione plenaria n. 608)"*. https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/ten860-rail-ticketing.

[56] Turnit (2026), *"Turnit Ride – piattaforma di vendita, inventario e bigliettazione"*, sito istituzionale (consultato il 27 settembre 2026). https://www.turnit.com/products/turnit-ride; https://turnit.com/bus-rail-reservation-system-technology/.

[57] Keycloak (2026), "Open Source Identity and Access Management – Documentation" (consultata il 27 settembre 2026). https://www.keycloak.org/documentation.

[58] N. Sakimura, J. Bradley, M. Jones, B. de Medeiros, C. Mortimore, *OpenID Connect Core 1.0 incorporating errata set 2*, OpenID Foundation, 15 dicembre 2023. https://openid.net/specs/openid-connect-core-1_0.html.

[59] D. Hardt (ed.), *"The OAuth 2.0 Authorization Framework"*, IETF RFC 6749, 2012. https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6749.

[60] Salesforce (2026), "Salesforce Compliance Site – EU Cloud Code of Conduct"; Salesforce, "Privacy Information – How we protect our Customer's data as a Processor" (con rinvio al Data Processing Addendum), consultati il 27 settembre 2026. https://compliance.salesforce.com/en/categories/eu-cloud-code-of-conduct; https://www.salesforce.com/company/legal/privacy/.

[61] NIST (2025), *"SP 800-63C-4 – Digital Identity Guidelines: Federation and Assertions"*, luglio 2025 (D. Temoshok *et al.*), DOI 10.6028/NIST.SP.800-63c-4. https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/63/c/4/final.

[62] R. Hörbe, W. Hötzendorfer (2015), *"Privacy by Design in Federated Identity Management, 2015 IEEE Security and Privacy Workshops (IWPE'15), pp. 167–174"*, DOI 10.1109/SPW.2015.24. https://ieeexplore.ieee.org/document/7163221.

[63] A. Cavoukian (2010), *"Privacy by Design: The 7 Foundational Principles – Implementation and Mapping of Fair Information Practices"*, Information and Privacy Commissioner of Ontario, 2010. https://iapp.org/media/pdf/resource_center/pbd_implement_7found_principles.pdf

[64] G. Danezis *et al.* (2014), *"Privacy and Data Protection by Design – from policy to engineering"*, ENISA, dicembre 2014, DOI 10.2824/38623. https://www.enisa.europa.eu/publications/privacy-and-data-protection-by-design.

[65] D. Fett, R. Küsters, G. Schmitz (2017), *"The Web SSO Standard OpenID Connect: In-Depth Formal Security Analysis and Security Guidelines"*, IEEE 30th Computer Security Foundations Symposium (CSF), 2017, pp. 189–202, DOI 10.1109/CSF.2017.20. https://arxiv.org/abs/1704.08539.

[66] T. Lodderstedt, J. Bradley, A. Labunets, D. Fett (2025), *"Best Current Practice for OAuth 2.0 Security"*, IETF RFC 9700 (BCP 240), gennaio 2025, DOI 10.17487/RFC9700. https://www.rfc-editor.org/info/rfc9700.

[67] OWASP Foundation (2023), *"OWASP Top 10 API Security Risks – 2023"* (consultato il 27 settembre 2026). https://api-security.owasp.org/editions/2023/en/0x11-t10/.

[68] R. Belen-Saglam, H. Yuan, M. S. Heering, R. Ashraf, S. Li (2025), *"A Systematic Literature Review on Cyber Security and Privacy Risks in MaaS (Mobility-as-a-Service) Systems"*, Information 16(7):514. https://doi.org/10.3390/info16070514.

[69] Z. Garroussi, A. Legrain, S. Gambs, V. Gautrais, B. Sansò (2025), *"A systematic review of data privacy in Mobility as a Service (MaaS)"*, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives 31:101254, DOI 10.1016/j.trip.2024.101254. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198224002409.

COLMAR Serie S

La nuova generazione di caricatori
ed escavatori strada-rotaia

/ ENGINEERED AROUND THE RAILWAY



srt

ALTA PRESTAZIONE I PRECISIONE I AFFIDABILITÀ

Plasser Italiana



Pensare alla manutenzione in modo lungimirante

Una macchina duttile, adatta tanto alle lavorazioni più semplici, quanto alle più pesanti e complesse. La ricetta per crearla? Agilità e versatilità dei gruppi "4x4", prestazioni da "2X", stabilizzazione dinamica integrata, processi automatizzati, assistenza remota digitale, qualità e connettività.
Il risultato: **Plasser UnimatExpress 2X-4x4 Dynamic**

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

Valutazione dell'impatto sul traffico dello sviluppo orientato al trasporto pubblico nelle aree delle stazioni ad Alta Velocità e urbane di Ho Chi Minh City

Traffic impact assessment of transit-oriented development at high-speed rail and urban railway station areas in Ho Chi Minh City

Phu Quang Tran (*)
An Quoc Bui (**)
Thai Hong Nguyen (***)

(https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.10.2026.ART.2)

Sommario - Lo sviluppo orientato al transito (TOD) nelle stazioni ferroviarie ad alta velocità (AV) e di metropolitana (transito ferroviario urbano - URT) può ridurre la dipendenza dai veicoli privati, ma i suoi effetti operativi sono spesso difficili da distinguere da quelli delle infrastrutture di accompagnamento e delle misure di gestione del traffico. Questo studio sviluppa un quadro di valutazione dell'impatto del traffico a due livelli trasferibile per le aree delle stazioni ferroviarie di Ho Chi Minh City, accoppiando un modello macroscopico della domanda di viaggio in quattro fasi con la microsimulazione PTV VISSIM di veicoli e pedoni. La valutazione più ampia riguarda sia le aree delle stazioni ferroviarie urbane che le condizioni di interscambio AV pianificate, mentre la stazione di Thao Dien sulla linea 1 della metropolitana viene utilizzata per i test dettagliati del 2030. Gli input combinano il modello di base della domanda di viaggio del 2019, la struttura modale ricalibrata del 2025, i piani di utilizzo del territorio e di rete del 2030, la composizione del traffico misto osservata, la geometria dell'intersezione, il controllo del segnale, la domanda dei pedoni e i parametri di comportamento del conducente adattati localmente. Vengono confrontati due scenari 2030: una condizione di riferimento senza riorganizzazione basata su TOD (Sviluppo orientato al transito) e uno scenario TOD integrato. Una mappatura da intervento a parametro distingue i meccanismi associati all'intensificazione dell'uso del territorio, all'integrazione del trasporto pubblico, alla fornitura di mobilità attiva, alle infrastrutture di accesso e alla gestione operativa. Lo scenario integrato riduce i rapporti V/C del collegamento

Summary **-** *Transit-oriented development (TOD) at high-speed rail (HSR) and urban rail transit (URT) stations can reduce private-vehicle dependence, but its operational effects are often difficult to distinguish from those of accompanying infrastructure and traffic-management measures. This study develops a transferable two-level traffic impact assessment framework for railway-station areas in Ho Chi Minh City, coupling a four-step macroscopic travel-demand model with PTV VISSIM vehicle and pedestrian microsimulation. The broader assessment addresses both urban-rail station areas and planned HSR interchange conditions, while Thao Dien Station on Metro Line 1 is used for detailed 2030 testing. The inputs combine the 2019 base travel-demand model, the 2025 recalibrated modal structure, 2030 land-use and network plans, observed mixed-traffic composition, intersection geometry, signal control, pedestrian demand, and locally adapted driver-behaviour parameters. Two 2030 scenarios are compared: a reference condition without TOD-based reorganisation and an integrated TOD scenario. An intervention-to-parameter mapping distinguishes the mechanisms associated with land-use intensification, public-transport integration, active-mobility provision, access infrastructure, and operational management. The integrated scenario reduces link V/C ratios by approximately 0.01–0.08, increases average speed from 20.67 to 21.50 km/h, decreases average delay from 19.24 to 18.50 s/veh, reduces aggregate network delay from 187 to 175 veh-h, and lowers the number of stops from 3,184 to 3,061. Pedestrian waiting time increases nonlinearly with demand, supporting grade separation or signal priority at*

(*) Università dei Trasporti di Ho Chi Minh City, n. 2, Vo Oanh Street, Thanh My Tay Ward, Ho Chi Minh City
(**) Università dei Trasporti di Ho Chi Minh City, n. 2, Vo Oanh Street, Thanh My Tay Ward, Ho Chi Minh City. Autore di riferimento - E-mail: an.bui@ut.edu.vn
(***) Università dei Trasporti e delle Comunicazioni, Vietnam, No. 3 Cau Giay Street, Lang Ward, Hanoi.

(*) *Ho Chi Minh City University of Transport, No. 2, Vo Oanh Street, Thanh My Tay Ward, Ho Chi Minh City.*
(**) *Ho Chi Minh City University of Transport, No. 2, Vo Oanh Street, Thanh My Tay Ward, Ho Chi Minh City. Corresponding author - Email:an.bui@ut.edu.vn.*
(***) *University of Transport and Communications, Vietnam, No. 3 Cau Giay Street, Lang Ward, Hanoi.*

di circa 0,01-0,08, aumenta la velocità media da 20,67 a 21,50 km/h, riduce il ritardo medio da 19,24 a 18,50 s/veic, riduce il ritardo di rete aggregato da 187 a 175 veic-h e riduce il numero di fermate da 3.184 a 3.061. Il tempo di attesa dei pedoni aumenta in modo non lineare con la domanda, supportando il dislivello separato o la priorità del segnale agli incroci critici. Un'analisi di sensitività a livello di screening, in cui la domanda è variata di ±10%, indica che la classifica dello scenario comparativo viene mantenuta, sebbene l'assenza di un set di dati di controllo indipendente limiti l'interpretazione delle previsioni assolute. Lo studio contribuisce a un flusso di lavoro trasparente e replicabile per la valutazione degli effetti del traffico e dell'accessibilità relativi al TOD nelle aree delle stazioni AV e trasporto metropolitano, con una separazione esplicita delle procedure trasferibili e dei parametri calibrati localmente.

1. Introduzione

Ho Chi Minh City (HCMC), il principale centro economico del Vietnam, sta vivendo una rapida urbanizzazione e una crescita sostenuta della domanda di viaggi. Nonostante i recenti investimenti nelle infrastrutture di trasporto e nel trasporto pubblico, il trasporto pubblico rappresenta circa il 5% degli spostamenti giornalieri, mentre le motociclette rimangono la modalità dominante [1]. Questo squilibrio crea congestione ricorrente, tempi di viaggio inaffidabili, rischi per la sicurezza e pressione ambientale. La pianificazione del trasporto in questo contesto richiede quindi non solo infrastrutture aggiuntive, ma anche uso integrato del suolo, accessibilità, gestione della domanda e misure operative

Lo sviluppo orientato al transito (TOD) integra uno sviluppo urbano compatto e ad uso misto con trasporti pubblici ad alta capacità e accesso sicuro al primo/ultimo miglio [2]. Dal punto di vista dell'accessibilità, una stazione è efficace solo quando il servizio di trasporto, gli usi del terreno circostante, le strutture di interscambio, l'ambiente pedonale e le condizioni operative funzionano come un sistema coerente [3][4]. L'accessibilità della rete ferroviaria e la pianificazione integrata delle stazioni influenzano anche il modo in cui le aree delle stazioni funzionano all'interno di sistemi urbani e ferroviari più ampi [5][6]. La progettazione delle stazioni ferroviarie ad alta velocità illustra la necessità di coordinare l'infrastruttura ferroviaria, le funzioni di interscambio e lo sviluppo urbano circostante [7]. Recenti studi comparativi mostrano che i risultati del TOD variano con l'espansione della rete ferroviaria e la tipologia di area della stazione [8][9].

Tuttavia, il TOD può anche generare attività concentrate, viaggi di accesso aggiuntivi, conflitti tra pedoni e veicoli e pressioni sugli incroci locali quando la capacità delle stazioni e le connessioni multimodali sono inadeguate. La sfida analitica è quella di distinguere gli effetti strutturali del TOD – come, ad esempio, i viaggi più brevi, l'acquisizione dei viaggi interni e il trasferimento modale – dagli

critical crossings. A screening-level sensitivity analysis, in which demand is varied by ±10%, indicates that the comparative scenario ranking is retained, although the absence of an independent hold-out dataset limits the interpretation of absolute forecasts. The study contributes a transparent and replicable workflow for assessing TOD-related traffic and accessibility effects at HSR and URT station areas, with explicit separation of transferable procedures and locally calibrated parameters.

1. Introduction

Ho Chi Minh City (HCMC), Vietnam's principal economic centre, is experiencing rapid urbanisation and sustained growth in travel demand. Despite recent investments in transport infrastructure and public transport, public transport accounts for approximately 5% of daily trips, while motorcycles remain the dominant mode [1]. This imbalance creates recurring congestion, unreliable travel times, safety risks, and environmental pressure. Transport planning in this setting therefore requires not only additional infrastructure, but also integrated land-use, accessibility, demand-management, and operational measures.

Transit-oriented development (TOD) integrates compact, mixed-use urban development with high-capacity public transport and safe first-/last-mile access [2]. From an accessibility perspective, a station is effective only when the transport service, surrounding land uses, interchange facilities, walking environment, and operating conditions function as a coherent system [3][4]. Rail-network accessibility and integrated station planning also influence how station areas function within wider urban and railway systems [5][6]. The design of high-speed railway stations illustrates the need to coordinate rail infrastructure, interchange functions, and surrounding urban development [7]. Recent comparative studies show that TOD outcomes vary with rail-network expansion and station-area typology [8][9].

However, TOD can also generate concentrated activity, additional access trips, conflicts between pedestrians and vehicles, and pressure on local intersections when station-area capacity and multimodal connections are inadequate. The analytical challenge is to distinguish the structural effects of TOD – such as shorter trips, internal trip capture, and modal shift – from the effects of specific infrastructure and traffic-management measures [5][6]. Existing HCMC studies have rarely linked city-scale demand forecasting, station-scale microsimulation, pedestrian accessibility, and an explicit uncertainty assessment within a single reproducible framework [10].

Accordingly, this study develops and tests a traffic impact assessment framework for TOD at high-speed rail and urban railway station areas in Ho Chi Minh City. The citywide assessment reviews multimodal conditions, future railway projects, and institutional constraints, while Thao Dien Metro Station serves as the detailed operational application for the 2030 forecast year. The study has three objectives: (i) to formulate a transparent macro-micro modelling

effetti di specifiche infrastrutture e misure di gestione del traffico [5][6]. Gli studi HCMC esistenti hanno raramente collegato la previsione della domanda su scala urbana, la microsimulazione su scala di stazione, l'accessibilità ai pedoni e un'esplicita valutazione dell'incertezza all'interno di un unico quadro riproducibile [10].

Di conseguenza, questo studio sviluppa e testa un quadro di valutazione dell'impatto del traffico per il TOD nelle aree ferroviarie ad alta velocità e nelle stazioni ferroviarie urbane di Ho Chi Minh City. La valutazione in tutta la città esamina le condizioni multimodali, i progetti ferroviari futuri e i vincoli istituzionali, mentre la stazione della metropolitana di Thao Dien funge da applicazione operativa dettagliata per l'anno di previsione 2030. Lo studio ha tre obiettivi: (i) formulare un flusso di lavoro di modellazione macro-micro trasparente; (ii) quantificare le differenze tra uno scenario di riferimento 2030 e uno scenario TOD integrato; e (iii) identificare quali elementi sono trasferibili ad altri contesti di stazione ferroviaria e quali parametri richiedono una calibrazione locale. L'articolo presenta prima la metodologia, quindi descrive separatamente il contesto locale, i progetti di trasporto futuri e gli attuali problemi di trasporto prima di riportare i risultati del caso di studio e le loro implicazioni trasferibili.

2. Metodologia

Il quadro proposto collega la previsione strategica della domanda di viaggio con la microsimulazione operativa. La componente macroscopica stima la generazione, la distribuzione, la scelta della modalità e l'assegnazione del traffico per il bacino di utenza della stazione e la rete circostante. L'accessibilità interna viene mantenuta come componente distinta perché influenza le prestazioni funzionali e la creazione di valore degli interventi TOD [11]. La componente microscopica rappresenta il traffico misto, il trasporto pubblico, i pedoni, il controllo delle intersezioni e le disposizioni di accesso locale [12]. L'utilizzo delle stesse ipotesi di scenario su entrambi i livelli garantisce che i cambiamenti nell'uso del suolo e nella scelta della modalità siano costantemente tradotti in flussi di collegamento e condizioni operative dell'area della stazione, mantenendo i requisiti di accessibilità per i diversi gruppi di utenti [13]. La Fig. 1 riassume la sequenza di valutazione, mentre la Tab. 1 definisce i dieci passaggi di implementazione. Gli studi correlati sul trasporto pubblico e sulla simulazione microscopica forniscono ulteriore supporto metodologico per questo collegamento [14][15].

- (i) Livello macroscopico: convalida e previsione della domanda di viaggio, condivisioni delle modalità, assegnazione del traffico e capacità di accesso stradale;
- (ii) Livello microscopico: simulazione delle operazioni di veicoli e pedoni nell'ambito di pacchetti alternativi di uso del suolo, infrastrutture, trasporto pubblico e gestione del traffico.

workflow; (ii) to quantify differences between a 2030 reference scenario and an integrated TOD scenario; and (iii) to identify which elements are transferable to other rail-station contexts and which parameters require local calibration. The article first presents the methodology, then separately describes the local context, future transport projects, and current transport problems before reporting the case-study results and their transferable implications.

2. *Methodology*

The proposed framework links strategic travel-demand forecasting with operational microsimulation. The macroscopic component estimates trip generation, distribution, mode choice, and traffic assignment for the station catchment and the surrounding network. Internal accessibility is retained as a distinct component because it influences the functional performance and value creation of TOD interventions [11]. The microscopic component represents mixed traffic, public transport, pedestrians, intersection control, and local access arrangements [12]. Using the same scenario assumptions across both levels ensures that changes in land use and mode choice are consistently translated into link flows and station-area operating conditions, while accessibility requirements for diverse user groups are retained [13]. Fig. 1 summarises the assessment sequence, while Tab. 1 defines the ten implementation steps. Related public-transport and microscopic-simulation studies provide additional methodological support for this linkage [14] [15].

- *(i) Macroscopic level: validation and forecasting of travel demand, mode shares, traffic assignment, and access-road capacity;*
- *(ii) Microscopic level: simulation of vehicle and pedestrian operations under alternative land-use, infrastructure, public-transport, and traffic-management packages.*

2.1. Macroscopic demand forecasting and traffic impact assessment

The assessment boundary is defined as a 1.0–1.5 km road-network influence area around the station, supplemented by a wider catchment for public-transport and feeder trips. The principal inputs are the transport network, land-use and socio-economic variables by traffic analysis zone, observed and forecast trip matrices, public-transport supply, and road capacity. The outputs are link flows, turning movements, modal shares, V/C ratios, LOS, and access demand by mode. This input-output structure is deliberately generic so that it can be transferred to urban rail, commuter rail, or high-speed-rail station areas, provided that local demand, capacity, and behavioural parameters are recalibrated.

The macroscopic model follows the conventional four-step sequence: trip generation and attraction, trip distribu-

2.1. Previsione della domanda macroscopica e valutazione dell'impatto sul traffico

Il limite di valutazione è definito come un'area di influenza della rete stradale di 1,0-1,5 km intorno alla stazione, integrata da un bacino di utenza più ampio per il trasporto pubblico e i viaggi di raccordo. I principali input sono la rete di trasporto, l'uso del territorio e le variabili socioeconomiche per zona di analisi del traffico, le matrici di viaggio osservate e previste, l'offerta di trasporto pubblico e la capacità stradale. Gli output sono flussi di collegamento, movimenti di rotazione, condivisioni modali, rapporti V/C, Livello di Servizio (LOS) e richiesta di accesso per modalità. Questa struttura di input-output è deliberatamente generica in modo da poter essere trasferita su ferrovia urbana, ferrovia pendolare o aree di stazioni ferroviarie ad alta velocità, a condizione che la domanda, la capacità e i parametri comportamentali locali siano ricalibrati.

Il modello macroscopico segue la sequenza convenzionale in quattro fasi: generazione e attrazione del viaggio, distribuzione del viaggio, scelta della modalità e assegnazione del traffico [16]. Le variabili di uso del suolo determinano la produzione e l'attrazione del viaggio; l'impedenza della rete influisce sulla distribuzione del viaggio; l'utilità modale cattura l'influenza del tempo, dei costi, dell'accessibilità e della proprietà del veicolo; e l'attribuzione dell'equilibrio dell'utente assegna i viaggi motorizzati alla rete stradale. I flussi risultanti forniscono le condizioni limite della domanda per la microsimulazione dell'area della stazione.

- Il modello è implementato in base a ipotesi comuni di anno di base e anno di previsione utilizzando i seguenti livelli di dati:
- Reti stradali e di trasporto pubblico regionali per ogni scenario.
- Variabili di uso del suolo, popolazione, occupazione e iscrizione degli studenti per stimare la produzione e l'attrazione dei viaggi.
- Matrici O-D e condivisioni modali osservate o precedentemente calibrate per l'aggiornamento della domanda.
- Capacità stradale, controllo degli incroci e attributi del servizio di trasporto pubblico per la valutazione del rapporto (V/C) e del livello di servizio multimodale (LOS) secondo secondo l'*Highway Capacity Manual*, 7ª edizione [17]. Quando si identificano condizioni operative inaccettabili, le misure di mitigazione vengono codificate e nuovamente testate utilizzando gli stessi criteri di domanda e valutazione. La Fig. 1 illustra il flusso di lavoro completo in dieci passaggi.

La sequenza della Fig. 1 è resa operativa attraverso i dieci passaggi elencati nella Tab. 1. Il processo inizia con la definizione dell'ambito e la raccolta dei dati, procede attraverso la stima della domanda e l'assegnazione del traffico e termina con la diagnosi dell'impatto, la riassegnazione ove necessario e la verifica delle misure di mitigazione.

tion, mode choice, and traffic assignment [16]. Land-use variables determine trip production and attraction; network impedance affects trip distribution; modal utility captures the influence of time, cost, accessibility, and vehicle ownership; and user-equilibrium assignment allocates motorised trips to the road network. The resulting flows provide the demand boundary conditions for the station-area microsimulation.

- *The model is implemented under common base-year and forecast-year assumptions using the following data layers:*
- *Regional road and public-transport networks for each scenario;*
- *Land-use, population, employment, and student-enrolment variables for estimating trip production and attraction;*
- *Observed or previously calibrated O-D matrices and modal shares for demand updating.*
- *Road capacity, intersection control, and public-transport service attributes for evaluating V/C and multimodal LOS under the Highway Capacity Manual, 7th Edition [17]. When unacceptable operating conditions are identified, mitigation measures are coded and retested using the same demand and evaluation criteria. The complete ten-step workflow is illustrated in Fig. 1.*

The sequence in Fig. 1 is operationalised through the ten steps listed in Tab. 1. The process begins with scope definition and data collection, proceeds through demand estimation and traffic assignment, and ends with impact diagnosis, reassignment where necessary, and the testing of mitigation measures.

If the forecast LOS deteriorates, operational measures are tested first, including signal optimisation, access management, public-transport priority, and pedestrian-flow separation. Geometric upgrading or intersection expansion is considered only when management measures cannot achieve acceptable performance. This hierarchy makes

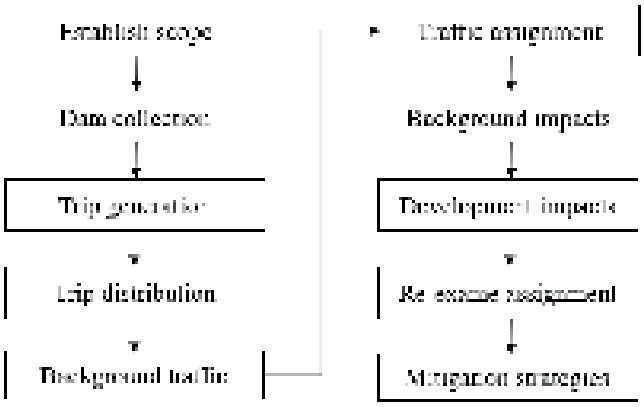


Figura 1 – Processo di valutazione e simulazione per l'organizzazione dei trasporti nelle stazioni ferroviarie [18].
Figure 1 – Assessment and simulation process for transport organisation at railway stations [18].

Se la previsione del livello di servizio (LOS) peggiora, vengono prima testate le misure operative, tra cui l'ottimizzazione del segnale, la gestione degli accessi, la priorità del trasporto pubblico e la separazione del flusso pedonale. L'aggiornamento geometrico o l'espansione dell'intersezione sono considerati solo quando le misure di gestione non possono raggiungere prestazioni accettabili. Questa gerarchia rende il quadro rilevante sia per le città asiatiche con infrastrutture limitate che per le aree urbane europee mature, dove l'ampliamento su larga scala è spesso impossibile.

2.2. Simulazione microscopica del traffico e dei pedoni

La microsimulazione viene utilizzata per rappresentare le singole interazioni tra veicoli e pedoni agli accessi alle stazioni e alle intersezioni adiacenti [20]. La modellazione operativa è stata effettuata in PTV VISSIM, con movimenti pedonali rappresentati attraverso le sue funzioni di simulazione pedonale [21]. La rete VISSIM rappresenta il traffico stradale, gli autobus, l'accesso alle stazioni e i movimenti pedonali nell'area della stazione di Thao Dien. Le classi di veicoli includono autovetture, autobus, pullman, camion, motociclette e biciclette, consentendo di rappresentare le caratteristiche non disciplinate dalla corsia e dominanti del motociclo del traffico HCMC [21].

Gli input includono volumi di avvicinamento, proporzioni di svolta, composizione del veicolo, distribuzioni di velocità e accelerazione desiderate, geometria di collegamento e del connettore, uso della corsia, temporizzazione del segnale, posizioni di fermata dell'autobus e origini, destinazioni e percorsi pedonali. Gli input del veicolo definiscono la domanda di ingresso, mentre le rotte del veicolo distribuiscono i flussi tra i movimenti di svolta osservati. La Fig. 2 mostra l'ambiente del modello VISSIM utilizzato per codificare la rete dell'area della stazione.

La domanda pedonale è rappresentata attraverso aree di origine e destinazione, ostacoli, rampe e scale, ascensori, ingressi pedonali, scelta del percorso e misurazione del tempo di percorrenza. Questi elementi consentono al modello di confrontare gli attraversamenti a dislivello separato, il controllo del segnale e l'accesso a dislivello separato tenendo conto dell'interazione con i veicoli.

Il PTV VISSIM è stato selezionato perché supporta classi di veicoli disaggregate, comportamento di cambio corsia e segmento del veicolo, trasporto pubblico e interazione pedonale all'interno di un ambiente microscopico [21]. Questa capacità è particolarmente importante in HCMC, dove le motociclette dominano il flusso del traffico. La scelta del software non implica che gli output VISSIM siano intrinsecamente più accurati di quelli di altre piattaforme; l'affidabilità dipende dalla qualità della taratura locale, la validazione e le ipotesi di scenario.

Per ogni scenario, il modello fornisce indicatori a livello di rete e di movimento, tra cui velocità, ritardo, coda,

the framework relevant to both infrastructure-constrained Asian cities and mature European urban areas, where large-scale widening is often infeasible.

2.2. Microscopic traffic and pedestrian simulation

Microsimulation is used to represent individual vehicle and pedestrian interactions at station accesses and adjacent intersections [20]. The operational modelling was undertaken in PTV VISSIM, with pedestrian movements represented through its pedestrian-simulation functions [21]. The VISSIM network represents road traffic, buses, station access, and pedestrian movements in the Thao Dien station area. Vehicle classes include passenger cars, buses, coaches, trucks, motorcycles, and bicycles, allowing the non-lane-disciplined and motorcycle-dominant characteristics of HCMC traffic to be represented [21].

Inputs include approach volumes, turning proportions, vehicle composition, desired-speed and acceleration distributions, link and connector geometry, lane use, signal timing, bus-stop locations, and pedestrian origins, destinations, and routes. Vehicle Inputs define entry demand, while Vehicle Routes distribute flows across observed turning movements. Fig. 2 shows the VISSIM model environment used to code the station-area network.

Pedestrian demand is represented through origin and destination areas, obstacles, ramps and stairs, elevators, pedestrian inputs, route choice, and walking-time measurement. These elements permit the model to compare at-grade crossings, signal control, and grade-separated access while accounting for interaction with vehicles.

PTV VISSIM was selected because it supports disaggregated vehicle classes, lane-changing and car-following behaviour, public transport, and pedestrian interaction within one microscopic environment [21]. This capability is particularly important in HCMC, where motorcycles dominate the traffic stream. The software choice does not imply that VISSIM outputs are intrinsically more accurate than those of other platforms; reliability depends on the quality of local calibration, validation, and scenario assumptions.

For each scenario, the model provides network and movement-level indicators including speed, delay, queueing, travel time, stops, and pedestrian waiting time. Three-dimensional visualisation is used only as a communication aid; scenario appraisal is based on numerical outputs and a common set of performance measures.

For application elsewhere, the transferable elements are the assessment boundary, four-step demand sequence, macro-micro linkage, intervention-to-parameter mapping, performance indicators, and sensitivity procedure. The non-transferable elements are the numerical trip-generation coefficients, modal utilities, motorcycle behaviour, saturation flows, signal settings, pedestrian speeds, and local acceptance thresholds. These must be replaced with data appropriate to the city and station type being assessed.

Tabella 1 - *Table 1*

Processo di valutazione e simulazione per l'organizzazione dei trasporti nelle aree delle stazioni
Assessment and simulation process for transport organisation in station areas

Passaggio 1: Stabilire l'ambito della valutazione e della simulazione ***Step 1: Establishing the scope of assessment and simulation***
- Definire un arco temporale di analisi di 10–20 anni. - Delineare la rete stradale circostante entro un raggio di 1,0-1,5 km dal sito di sviluppo. *- Define an analysis time frame of 10–20 years.* *- Delineate the surrounding road network within a radius of 1.0–1.5 km from the development site.*
Passaggio 2: Raccolta dati ***Step 2: Data collection***
- Raccogliere i dati sul traffico esistenti dalla rete che circonda il sito di sviluppo. - Raccogliere i dati geometrici della rete stradale, dei corridoi e delle intersezioni. *- Collect existing traffic data from the network surrounding the development site.* *- Gather geometric data of the road network, corridors, and intersections.*
Passaggio 3: Stima della generazione del viaggio ***Step 3: Trip generation estimation***
- Definire le zone di analisi del traffico (TAZ) e condurre la zonizzazione. - Stimare i viaggi generati dallo sviluppo utilizzando il manuale ITE di Generazione Viaggio [18][19]. *- Define Traffic Analysis Zones (TAZs) and conduct zoning.* *- Estimate development-generated trips using the ITE Trip Generation Manual [18][19].*
Passaggio 4: Distribuzione del viaggio ***Step 4: Trip distribution***
- Distribuire i viaggi generati dal sito di sviluppo alle zone adiacenti. - Utilizzare modelli standard di distribuzione dei viaggi all'interno del processo di previsione del trasporto in quattro fasi. - Per gli sviluppi su piccola scala, i viaggi possono essere distribuiti proporzionalmente in base ai modelli di origine-destinazione (O–D) esistenti. *- Distribute generated trips from the development site to adjacent zones.* *- Use standard trip distribution models within the four-step transport forecasting process.* *- For small-scale developments, trips may be distributed proportionally based on existing origin-destination (O–D) patterns.*
Passaggio 5: Stima del traffico di fondo per l'anno di destinazione ***Step 5: Estimating background traffic for the target year***
- Valutare lo sviluppo futuro senza associarlo direttamente ai volumi di traffico attuali, tenendo conto della crescita del traffico locale nel periodo di analisi definito nel Passaggio 1. - Applicare i tassi annuali di crescita del traffico emessi o validati dalle autorità di trasporto locale, assicurando la coerenza con l'orizzonte previsionale adottato e le ipotesi di pianificazione. - Utilizzare la formula F = P(1 + i)n, dove F = volume di traffico futuro, P = volume attuale, i = tasso di crescita annuale, n = numero di anni previsti. *- Evaluate the future development without directly associating it with current traffic volumes, while accounting for local traffic growth over the analysis period defined in Step 1.* *- Apply annual traffic growth rates issued or validated by local transport authorities, ensuring consistency with the adopted forecast horizon and planning assumptions.* *- Use the formula F = P(1 + i)n, where F = future traffic volume, P = current volume, i = annual growth rate, n = number of forecast years.*
Passaggio 6: Assegnazione del traffico ***Step 6: Traffic assignment***
- Assegnare viaggi ai collegamenti stradali all'interno della rete intorno all'area di sviluppo. - Applicare i principi del tempo più breve o della distanza più breve (O–D) o algoritmi più avanzati a seconda della scala dello sviluppo. - Il risultato include i volumi di collegamento stimati su tutte le strade di accesso e i movimenti di svolta in tutte le intersezioni nell'area di studio (definiti nella Passaggio 1). *- Assign trips to road links within the network around the development area.* *- Apply shortest-time or shortest-distance principles (O–D), or more advanced algorithms depending on the scale of the development.* *- The output includes estimated link volumes on all access roads and turning movements at all intersections in the study area (defined in Step 1).*
Passaggio 7: Impatti sul traffico di fondo ***Step 7: Background traffic impacts***
- Utilizzare le metodologie del Highway Capacity Manual (HCM) [17] per valutare il livello di servizio (LOS) in posizioni chiave all'interno della rete stradale circostante. - Ciò servirà come base per valutare l'impatto dello sviluppo proposto. *- Use methodologies from the Highway Capacity Manual (HCM) [17] to assess the LOS at key locations within the surrounding road network.* *- This will serve as a baseline for evaluating the impact of the proposed development.*

Passaggio 8: Impatti sul traffico di sviluppo ***Step 8: Development traffic impacts***
- Calcolare il livello di servizio (LOS) in punti critici selezionati nell'anno di destinazione, considerando sia il traffico di fondo che i viaggi aggiuntivi generati dal nuovo sviluppo. - Confrontare questo con il Livello di servizio (LOS) di fondo (Passaggio 7) per determinare gli impatti incrementali causati dallo sviluppo. *- Calculate LOS at selected critical points in the target year, considering both background traffic and additional trips generated by the new development.* *- Compare this with the background LOS (Step 7) to determine the incremental impacts caused by the development.*
Passaggio 9: riesaminare l'assegnazione del traffico ***Step 9: Re-examining traffic assignment***
- In base all'esito del Passaggio 8, potrebbe essere necessario ricontrollare o ricalcolare i risultati dell'assegnazione del traffico dal Passaggio 6 per evitare potenziali congestioni o strozzature. - Se necessario, riassegnare il traffico e rivalutare il livello di servizio (LOS) nei punti chiave all'interno della rete. *- Based on the outcome from Step 8, traffic assignment results from Step 6 may need to be re-checked or recalculated to avoid potential congestion or bottlenecks.* *- If necessary, reassign traffic and re-estimate LOS at key points within the network.*
Passaggio 10: strategie di mitigazione ***Step 10: Mitigation strategies***
- A seconda delle valutazioni degli anni futuri, proporre strategie di mitigazione per garantire che il livello di servizio (LOS) sia mantenuto anche con il nuovo sviluppo in atto. - Valutare il livello di servizio (LOS) nell'ambito delle misure di mitigazione proposte e garantire che la capacità della rete e le condizioni operative siano accettabili. - Fornire opzioni di mitigazione alternative considerando sia le prestazioni del traffico che la fattibilità economica. *- Depending on future year evaluations, propose mitigation strategies to ensure LOS is maintained even with the new development in place.* *- Assess the LOS under proposed mitigation measures and ensure network capacity and operational conditions are acceptable.* *- Provide alternative mitigation options considering both traffic performance and economic feasibility.*

tempo di viaggio, fermate e tempo di attesa dei pedoni. La visualizzazione tridimensionale viene utilizzata solo come ausilio alla comunicazione; la valutazione dello scenario si basa su output numerici e un insieme comune di misure di prestazione.

2.3. Data, calibration, validation, and quality control

The modelling database combines secondary planning data with previously calibrated demand information and station-area field observations. The 2019 base demand

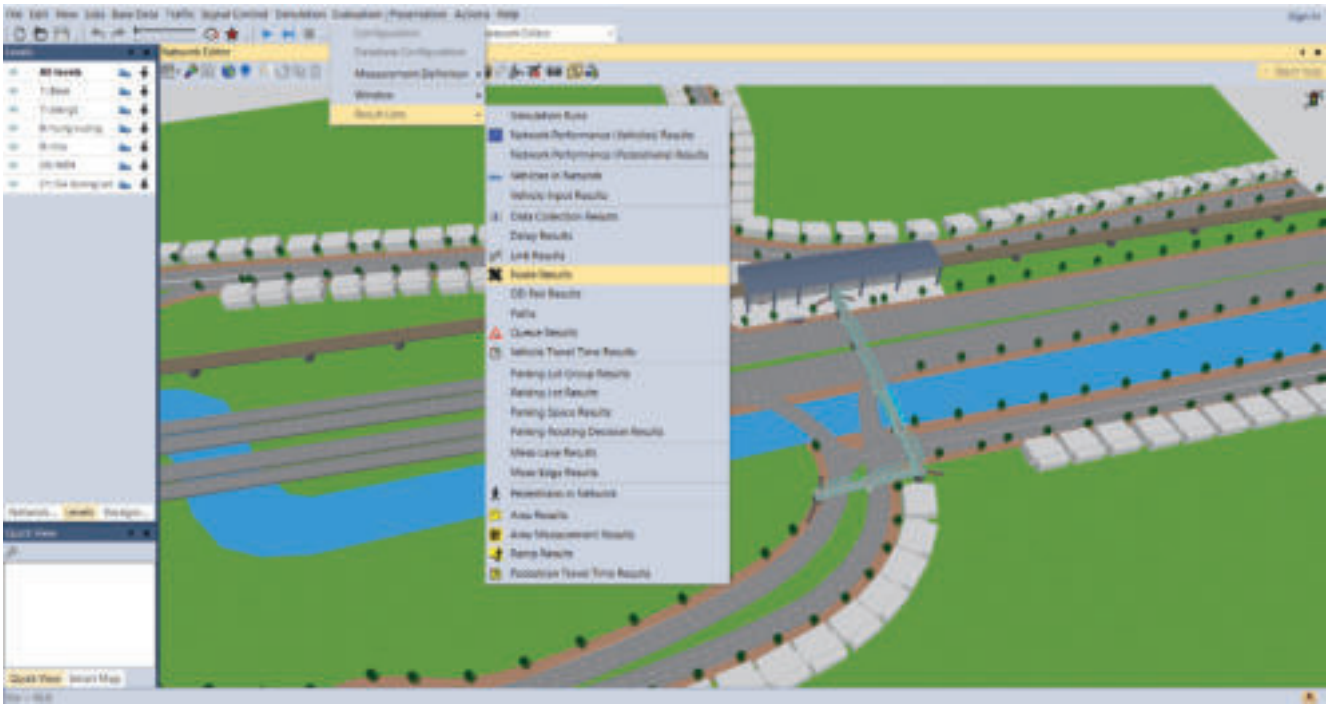


Figura 2 – Modello di valutazione dell'impatto del traffico nel PTV VISSIM.
Figure 2 – Traffic impact assessment model in PTV VISSIM.

Per l'applicazione altrove, gli elementi trasferibili sono il limite di valutazione, la sequenza di domanda in quattro fasi, il macro-micro collegamento, la mappatura da intervento a parametro, gli indicatori di prestazione e la procedura di sensibilità. Gli elementi non trasferibili sono i coefficienti numerici di generazione del viaggio, le utilità modali, il comportamento della motocicletta, i flussi di saturazione, le impostazioni del segnale, le velocità dei pedoni e le soglie di accettazione locali. Questi devono essere sostituiti con dati adeguati alla città e al tipo di stazione oggetto di valutazione.

2.3. Dati, taratura, validazione e controllo qualità

Il database di modellazione combina dati di pianificazione secondari con informazioni sulla domanda precedentemente calibrate e osservazioni sul campo dell'area della stazione. Il modello di domanda di base del 2019 è stato sviluppato dalle indagini sulle famiglie e sulla domanda di viaggio e dai conteggi del traffico sui corridoi chiave [22]. Per l'aggiornamento del 2025, le quote modali sono state ricalibrate per riflettere il calo dell'uso della bicicletta e la crescita della proprietà di auto e moto private. La previsione 2030 applica le variabili di pianificazione approvate e le ipotesi di rete [23]. A livello microscopico, i parametri di comportamento del conducente sono stati trasferiti dalla calibrazione del traffico misto HCMC riportata in [24] e integrati con distanze laterali e di arresto osservate sul campo nel sito di studio.

Il controllo di qualità comprendeva i controlli di connettività di rete, la conservazione dei flussi di avvicinamento e di svolta, la coerenza tra la domanda di collegamento del macro-modello e gli input VISSIM, la verifica delle fasi di segnale e dell'uso della corsia e i controlli di plausibilità per velocità, ritardo, coda e percorsi pedonali. Non era disponibile un set di dati di controllo completamente indipendente per una convalida fuori campione della microsimulazione Thao Dien. Di conseguenza, il modello viene interpretato principalmente come uno strumento di confronto di scenari controllati piuttosto che come un indicatore di punti esatto. Questa limitazione viene riportata esplicitamente e dovrebbe essere affrontata in lavori futuri utilizzando ulteriori traiettorie basate su video, conteggi delle manovre di svolta e osservazioni pedonali. La Tab. 2 riassume le fonti dei dati, i ruoli del modello e le procedure di controllo della qualità.

2.4. Logica dello scenario, indicatori e trattamento dell'incertezza

Lo scenario di riferimento mantiene costante l'organizzazione del trasporto esistente e la crescita di fondo pianificata, mentre lo scenario TOD introduce un pacchetto coordinato di uso del suolo, trasporto pubblico, mobilità attiva, infrastrutture e misure operative. Poiché queste misure interagiscono, i risultati dello *Scenario 2* riportati rappresentano il pacchetto integrato. Per migliorare la tra-

model was developed from household and travel-demand surveys and traffic counts on key corridors [22]. For the 2025 update, modal shares were recalibrated to reflect the decline in bicycle use and the growth of private-car and motorcycle ownership. The 2030 forecast applies the approved planning variables and network assumptions [23]. At the microscopic level, driver-behaviour parameters were transferred from the HCMC mixed-traffic calibration reported in [24] and supplemented with field-observed lateral and standstill distances at the study site.

Quality control comprised network-connectivity checks, conservation of approach and turning flows, consistency between macro-model link demand and VISSIM inputs, verification of signal phases and lane use, and plausibility checks for speed, delay, queueing, and pedestrian routes. A fully independent hold-out dataset was not available for an out-of-sample validation of the Thao Dien microsimulation. Consequently, the model is interpreted primarily as a controlled scenario-comparison tool rather than as an exact point predictor. This limitation is reported explicitly and should be addressed in future work using additional video-based trajectories, turning counts, and pedestrian observations. The data sources, model roles, and quality-control procedures are summarised in Tab. 2.

2.4. Scenario logic, indicators, and uncertainty treatment

The reference scenario holds the existing transport organisation and planned background growth constant, whereas the TOD scenario introduces a coordinated package of land-use, public-transport, active-mobility, infrastructure, and operational measures. Because these measures interact, the reported Scenario 2 outputs represent the integrated package. To improve causal transparency, each measure is also linked to the specific model parameter through which it acts: land use changes trip generation, attraction, and internal capture; public-transport integration changes mode utility and feeder demand; walking and cycling measures change non-motorised access and pedestrian routing; and infrastructure or traffic management changes capacity, signal control, and conflict points.

Road performance is assessed through volume, V/C ratio, HCM-based LOS, speed, delay, travel time, and stops. Station accessibility is assessed through modal connectivity, walking/cycling provision, and pedestrian waiting time. Uncertainty is treated through a screening sensitivity in which reported V/C ranges are scaled by ±10% demand. This does not replace full stochastic simulation, but it tests whether the comparative scenario ranking is robust to plausible demand error.

3. Study context, future transport projects, and current transport problems

HCMC is a rapidly urbanising, high-density metropolis with a strongly motorcycle-oriented travel culture, dis-

Tabella 2 - *Table 2*

Fonti dei dati, ruoli del modello e procedure di controllo della qualità
Data sources, model roles, and quality-control procedures

Livello di dati *Data layer*	**Anno di riferimento/ fonte** *Reference year/source*	**Ruolo modello** *Model role*	**Stato taratura/controllo qualità** *Calibration/quality-control status*
Popolazione, occupazione, studenti e uso del suolo *Population, employment, students, and land use*	Quadro di pianificazione 2021-2030 e visione 2050 [23] *2021-2030 planning framework and 2050 vision [23]*	Generazione/attrazione del viaggio e definizione dello scenario *Trip generation/attraction and scenario definition*	Controllo incrociato per la suddivisione in zone comuni e l'anno di previsione *Cross-checked for common zoning and forecast year*
Domanda di viaggio di base e modelli O-D *Base travel demand and O-D patterns*	Indagini sulla domanda 2019 e conteggio dei corridoi [22] *2019 demand surveys and corridor counts [22]*	Tabelle di viaggio di base, distribuzione e assegnazione *Base trip tables, distribution, and assignment*	Modello base precedentemente calibrato; adottato in questo studio *Previously calibrated base model; adopted in this study*
Struttura modale *Modal structure*	Base 2019 e aggiornamento 2025 *2019 base and 2025 update*	Aggiornamento della scelta della modalità e composizione del veicolo *Mode-choice update and vehicle composition*	Ricalibrato ai cambiamenti segnalati nelle quote di biciclette, auto, moto e trasporti pubblici *Recalibrated to reported changes in bicycle, car, motorcycle, and public-transport shares*
Geometria strada/intersezione e controllo del segnale *Road/intersection geometry and signal control*	Disegni di pianificazione e rilevamento sul campo dell'area della stazione *Planning drawings and station-area field survey*	Codifica rete VISSIM *VISSIM network coding*	Controlli di connettività, uso della corsia, linea di stop e fase *Connectivity, lane-use, stop-line, and phase checks*
Comportamento a traffico misto *Mixed-traffic behaviour*	Taratura HCMC in [24] oltre a osservazioni locali *HCMC calibration in [24] plus local observations*	Modello del veicolo accodato, cambio di corsia e interazione laterale *Car-following, lane-changing, and lateral interaction*	Calibrazione trasferita; parametri laterali/di arresto locali controllati *Transferred calibration; local lateral/ standstill parameters checked*
Domanda pedonale e percorsi *Pedestrian demand and routes*	Ipotesi di accesso alla stazione e schemi di movimento osservati *Station access assumptions and observed movement patterns*	Ingressi e percorsi pedonali VISSIM *VISSIM pedestrian inputs and routing*	Controlli di plausibilità della continuità del percorso e dei tempi di attesa *Route-continuity and waiting-time plausibility checks*

sparenza causale, ogni misura è anche collegata al parametro del modello specifico attraverso il quale agisce: l'uso del suolo cambia la generazione di viaggi, l'attrazione e la cattura interna; l'integrazione del trasporto pubblico cambia la modalità di utilità e la domanda di servizi di raccordo; le misure a piedi e in bicicletta cambiano l'accesso non motorizzato e il percorso pedonale; e l'infrastruttura o la gestione del traffico cambia la capacità, il controllo del segnale e i punti di conflitto.

Le prestazioni stradali sono valutate attraverso volume, rapporto V/C, il livello di servizio (LOS) basato su HCM, velocità, ritardo, tempo di viaggio e fermate. L'accessibilità della stazione viene valutata attraverso la connettività modale, la fornitura di percorsi a piedi/in bicicletta e il tempo di attesa dei pedoni. L'incertezza viene trattata attraverso una sensibilità di screening in cui gli intervalli V/C riportati sono scalati di ±10% della domanda. Ciò non sostituisce la simulazione stocastica completa, ma verifica *persed employment centres, and intense mixed-use development along major corridors. The hot and humid climate, seasonal heavy rainfall, discontinuous sidewalks, and high traffic exposure reduce the attractiveness of walking and cycling, particularly for elderly users and persons with reduced mobility. Around Metro Line 1, land uses include established residential neighbourhoods, commercial frontages, offices, educational facilities, and redevelopment sites. These conditions make station accessibility dependent on shaded and continuous pedestrian routes, safe crossings, feeder services, managed pick-up/drop-off space, and the coordination of land-use intensity with network capacity [23][25][26]. The reported access and infrastructure constraints are also consistent with the OECD/ITF assessment of TOD and public-transport accessibility in Ho Chi Minh City [27].*

se la classifica dello scenario comparativo è robusta rispetto all'errore plausibile della domanda.

3. Contesto dello studio, progetti di trasporto futuri e gli attuali problemi di trasporto

HCMC è una metropoli in rapida urbanizzazione e ad alta densità con una cultura del viaggio fortemente orientata al motociclismo, centri per l'impiego dispersi e un intenso sviluppo ad uso misto lungo i principali corridoi. Il clima caldo e umido, le forti piogge stagionali, i marciapiedi discontinui e l'elevata esposizione al traffico riducono l'attrattiva di camminare e andare in bicicletta, in particolare per gli utenti anziani e le persone con mobilità ridotta. Intorno alla linea 1 della metropolitana, gli usi del suolo includono quartieri residenziali consolidati, spazi commerciali fronte strada, uffici, strutture educative e siti di riqualificazione. Queste condizioni rendono l'accessibilità della stazione dipendente da percorsi pedonali ombreggiati e continui, attraversamenti sicuri, servizi di raccordo, spazio di ritiro/riconsegna gestito e coordinamento dell'intensità dell'uso del suolo con la capacità della rete [23][25][26]. I vincoli di accesso e infrastruttura riportati sono anche coerenti con la valutazione OCSE/ITF del TOD e dell'accessibilità dei trasporti pubblici a Ho Chi Minh City [27].

3.1. Progetti ferroviari futuri e di trasporto multimodale

3.1.1. Connettività ferroviaria urbana e linee di raccordo

Si prevede che il sistema ferroviario urbano di HCMC funga da spina dorsale della rete di trasporto pubblico, alleviando la congestione del traffico e migliorando la mobilità urbana.

- Integrazione con la Rete Bus

La rete di autobus in HCMC è composta da 144 linee, di cui 107 sovvenzionate, con una lunghezza media del percorso di 20,4 km e un periodo di funzionamento di circa 14 ore al giorno [28]. Per sostenere la linea 1 della metropolitana, la città ha introdotto 17 linee di adduzione sovvenzionate. La Fig. 3 mostra la loro relazione spaziale con le 14 stazioni della metropolitana.

Le linee di autobus mostrate in questo diagramma sono progettate per collegare 14 stazioni lungo la linea 1 della metropolitana di Ho Chi Minh City con le aree residenziali circostanti, i centri commerciali e le vicine zone industriali. Ogni percorso ha una lunghezza media di circa 10–15 chilometri e opera ad alta frequenza (ogni 10–15 minuti nelle ore di punta). Questi percorsi sono sovvenzionati, con tariffe che vanno da 5.000 a 10.000 VND per biglietto, al fine di favorire il passaggio modale dai veicoli privati all'uso integrato dei servizi di metropolitana e autobus. Tuttavia, la progettazione delle fermate degli autobus a Ho Chi Minh City rimane inadeguata nel facilitare i trasferimenti convenienti per i passeggeri. Molte fermate degli autobus si trovano lontano dalle stazioni della me-

3.1. Future railway and multimodal transport projects

3.1.1. Urban railway and feeder connectivity

The urban rail system in HCMC is expected to serve as the backbone of the public transport network, alleviating traffic congestion and enhancing urban mobility.

- *Integration with the Bus Network*

The bus network in HCMC consists of 144 routes, of which 107 are subsidised, with an average route length of 20.4 km and an operating period of approximately 14 hours per day [28]. To support Metro Line 1, the city has introduced 17 subsidised feeder routes. Their spatial relationship with the 14 metro stations is shown in Fig. 3.

The bus routes shown in this diagram are designed to connect 14 stations along Ho Chi Minh City's Metro Line No. 1 with surrounding residential areas, commercial centres, and nearby industrial zones. Each route has an average length of approximately 10–15 kilometres and operates at a high frequency (every 10–15 minutes during peak hours). These routes are subsidised, with fares ranging from 5,000 to 10,000 VND per ticket, in order to encourage modal shift from private vehicles to the integrated use of metro and bus services. However, the design of bus stops in Ho Chi Minh City remains inadequate in facilitating convenient transfers for passengers. Many bus stops are located far from metro stations, lacking safe and accessible pedestrian paths, weather protection (such as canopies), seating, or clear signage with route and schedule information.

- *Connectivity with private modes of transport*

Private vehicles—including cars and motorcycles—remain the dominant modes of transport for residents of Ho Chi Minh City. As such, the provision of parking facilities at metro stations plays a critical role in encouraging public transport use. In some areas, passengers face difficulties in accessing metro stations, particularly when using taxis, ride-hailing services, or private cars. These limitations reduce the attractiveness of multimodal travel, leading many individuals to rely on private vehicles for their entire journey rather than integrating with the metro system [29].

- *Connectivity with Green Transport Modes*

Green modes of transport—such as walking and cycling—offer sustainable and effective means of connecting to the metro system. However, pedestrian infrastructure around metro stations in Ho Chi Minh City remains underdeveloped. Many sidewalks are narrow, unsafe, or lack pedestrian-friendly design. Although the city has introduced a public bicycle system, supporting infrastructure such as dedicated cycling lanes and bicycle parking facilities at metro stations is still absent.

3.1.2. High-speed railway and regional interchange

The North–South High-Speed Railway (HSR) is planned to traverse HCMC for approximately 13 km and terminate at Thu Thiem. Its integration with urban rail, bus, BRT,

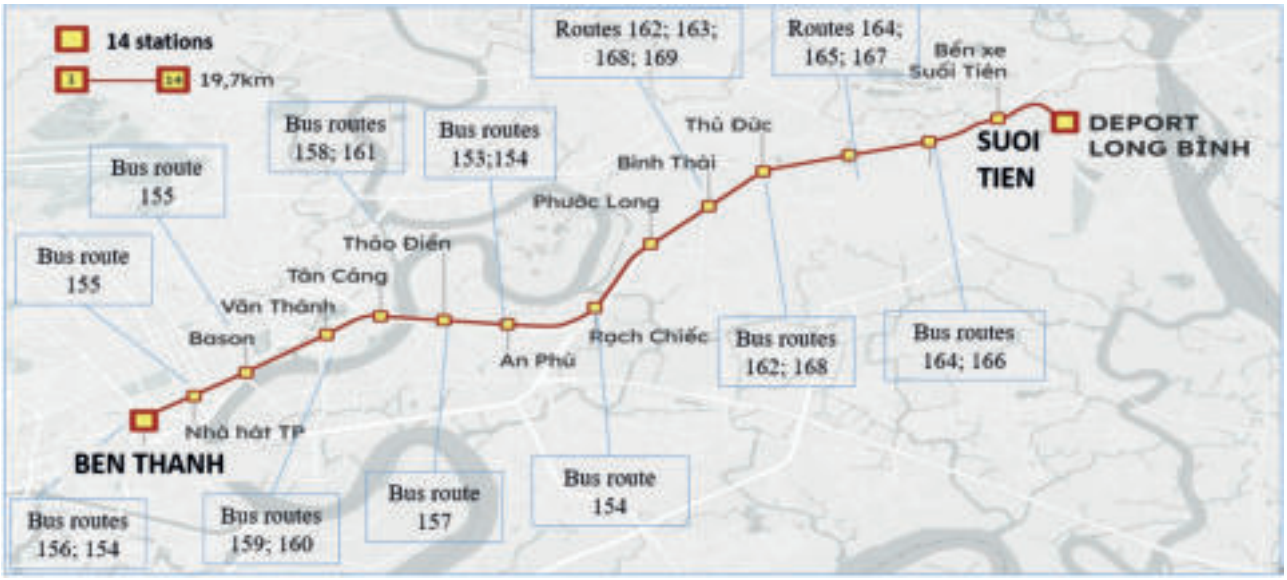


Figura 3 – Collegamenti autobus-rete alle stazioni della linea 1 della metropolitana [28]
Figure 3 – Bus-network connections to Metro Line 1 stations

tropolitana, prive di percorsi pedonali sicuri e accessibili, protezione dalle intemperie (come le pensiline), posti a sedere o segnaletica chiara con informazioni su percorsi e orari.

- Connettività con modalità di trasporto private

I veicoli privati, tra cui auto e moto, rimangono le modalità di trasporto dominanti per i residenti di Ho Chi Minh City. In quanto tale, la fornitura di parcheggi nelle stazioni della metropolitana svolge un ruolo critico nell'incoraggiare l'uso dei trasporti pubblici. In alcune aree, i passeggeri incontrano difficoltà nell'accesso alle stazioni della metropolitana, in particolare quando utilizzano taxi, servizi di trasporto con conducente a chiamata o auto private. Queste limitazioni riducono l'attrattiva dei viaggi multimodali, portando molte persone a fare affidamento su veicoli privati per l'intero viaggio piuttosto che integrarsi con il sistema metropolitano [29].

- Connettività con le modalità di trasporto verdi

Le modalità di trasporto ecologiche, come camminare e andare in bicicletta, offrono mezzi di collegamento sostenibili ed efficaci al sistema metropolitano. Tuttavia, le infrastrutture pedonali intorno alle stazioni della metropolitana di Ho Chi Minh City rimangono sottosviluppate. Molti marciapiedi sono stretti, non sicuri o privi di un design adatto ai pedoni. Sebbene la città abbia introdotto un sistema pubblico di biciclette, mancano ancora infrastrutture di supporto come piste ciclabili dedicate e parcheggi per biciclette nelle stazioni della metropolitana.

3.1.2. Ferrovia ad alta velocità e interscambio regionale

La ferrovia nord-sud ad alta velocità (AV) dovrebbe attraversare HCMC per circa 13 km e terminare a Thu Thiem. La sua integrazione con le reti ferroviarie, di autobus, BRT (trasporto rapido con autobus), stradali, fluviali, *road, waterway, walking, and cycling networks is intended to improve regional accessibility and support TOD around the terminal [23][25]. The proposed organisation of connecting modes is summarised in Tab. 3.*

Thu Thiem Station is planned as the HCMC terminal of the North–South HSR and as a major urban-regional interchange. Its general site and track layout, shown in Fig. 4, illustrate the need to coordinate rail facilities with the surrounding urban structure and access network.

Thu Thiem Station is regarded as a key transit point that promotes urbanisation and socio-economic development. To fulfil this role, it is essential to enhance the supporting infrastructure for roads, urban rail transit (metro), bus services, Bus Rapid Transit (BRT), and waterway transport, along with the development of pedestrian- and bicycle-friendly spaces. Establishing a unified management mechanism, adopting smart technologies, and attracting appropriate investment will ensure the coherence of the entire operational chain [31][32]. If effectively implemented, Thu Thiem Station will become a modern transportation hub, helping to reduce traffic congestion, improve the quality of life, and increase the urban competitiveness of Ho Chi Minh City in the future.

The integration of the HSR terminal with Metro Lines 2 and 10 and the Thu Thiem–Long Thanh railway is expected to increase transfer capacity and reduce pressure on the road network. Tab. 4 summarises the function of each rail connection.

This integration represents a strategic advancement in the development of a multimodal and synchronised transport system, supporting smart urban development and sustainable growth for Ho Chi Minh City and the Southern Key Economic Region.

pedonali e ciclabili urbane ha lo scopo di migliorare l'accessibilità regionale e supportare il TOD intorno al terminal [23][25]. La Tab. 3 riassume l'organizzazione proposta delle modalità di connessione.

La stazione di Thu Thiem è prevista come terminale HCMC dell'AV Nord-Sud e come importante interscambio urbano-regionale. Il suo layout generale del sito e del binario, mostrato nella Fig. 4, illustra la necessità di coordinare le strutture ferroviarie con la struttura urbana circostante e la rete di accesso.

La stazione di Thu Thiem è considerata un punto di transito chiave che promuove l'urbanizzazione e lo sviluppo socio-economico. Per svolgere questo ruolo, è essenziale migliorare le infrastrutture di supporto per strade, transito ferroviario urbano (metropolitana), servizi di autobus, trasporto rapido con autobus (BRT) e trasporto fluviale, insieme allo sviluppo di spazi pedonali e ciclabili. L'istituzione di un meccanismo di gestione unificato, l'adozione di tecnologie intelligenti e l'attrazione di investimenti appropriati garantiranno la coerenza dell'intera catena operativa [31][32]. Se efficacemente implementata, la stazione di Thu Thiem diventerà un moderno hub di trasporto, contribuendo a ridurre la congestione del traffico, migliorare la qualità della vita e aumentare la competitività urbana di Ho Chi Minh City in futuro.

3.2. Main transport problems and TOD readiness

HCMC remains highly dependent on the road network, and motorcycles account for approximately 80% of the vehicle fleet [26]. Tab. 5 assesses six practical dimensions of TOD readiness: feeder services, transfer space, multimodal infrastructure, modal integration, information technology, and integrated fare payment.

Although HCMC has begun to recognise TOD as a strategic development approach, substantial implementation gaps remain. These include limited multimodal integration, inadequate supporting infrastructure, fragmented institutional responsibilities, and weak resource mobilisation. The qualitative scores in Tab. 5 and Tab. 6 remain low for most criteria, indicating the need for a more coordinated approach to planning, policy formulation, and implementation. Weak coordination among the agencies responsible for urban planning, transport, and investment remains a major barrier [23].

3.3. Policy and institutional conditions

In the context of rapid urbanisation and growing travel demand in Ho Chi Minh City, policies governing transport operations around railway station areas serve as a founda-

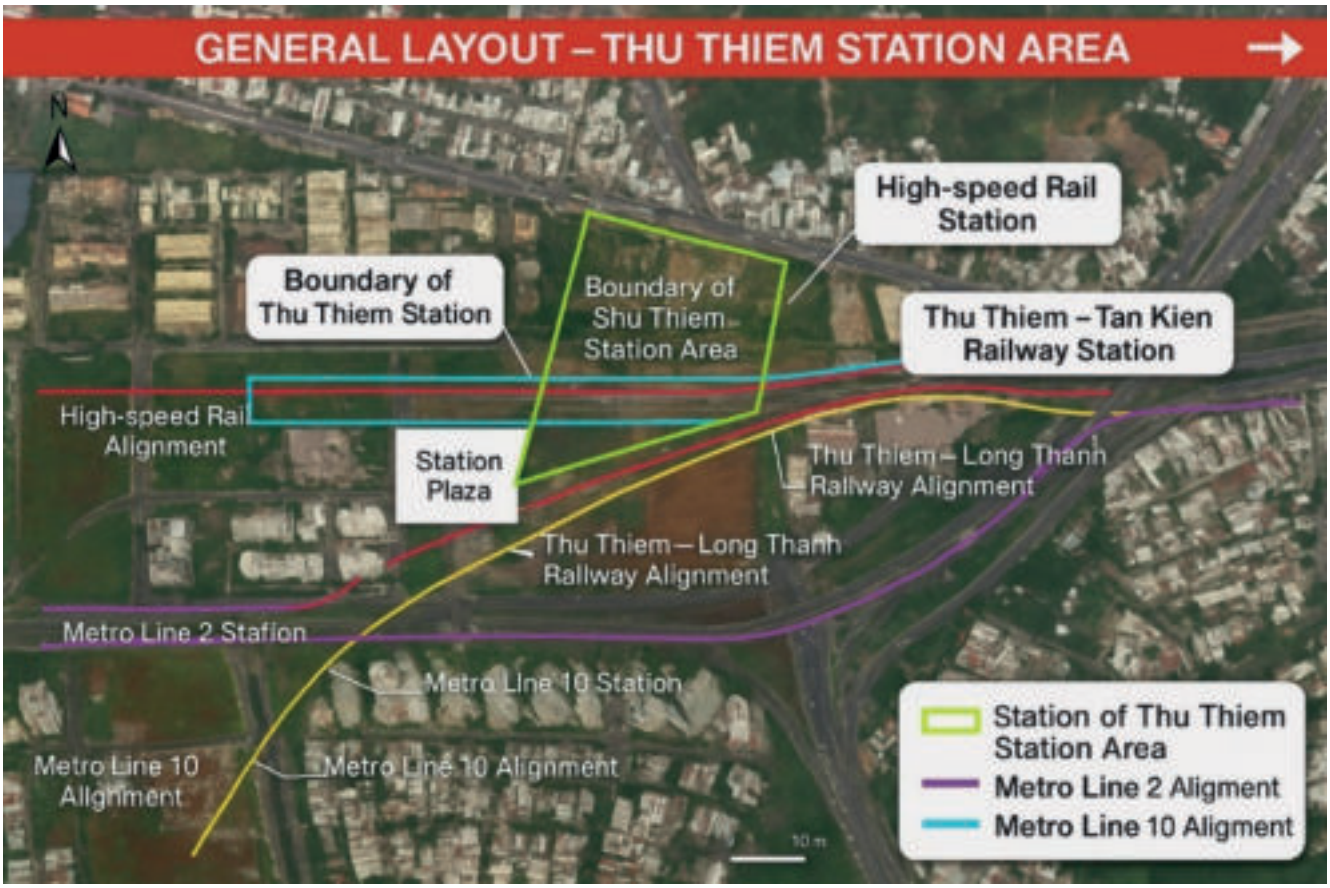


Figura 4 – Layout generale della stazione di Thu Thiem [30].
Figure 4 – General layout of Thu Thiem Station [30].

Tabella 3 - *Table 3*

Organizzazione dei trasporti proposta alla stazione ferroviaria ad alta velocità di Thu Thiem
Proposed transport organisation at Thu Thiem High-Speed Railway Station

N° *No.*	Modalità Trasporto *Transport Mode*	Percorsi / corridoi principali *Main Routes / Corridors*	Ruolo della connettività / Descrizione *Connectivity Role / Description*
1	AV *HSR*	Linea AV Nord-Sud (sezione di 13 km attraverso Ho Chi Minh City, da Dong Nai alla stazione di Thu Thiem) *North–South HSR line (13 km section through Ho Chi Minh City, from Dong Nai to Thu Thiem Station)*	Thu Thiem funge da stazione terminale, collegando Ho Chi Minh City con Hanoi e altre province in 20 località lungo il corridoio AV. *Thu Thiem serves as the terminal station, connecting Ho Chi Minh City with Hanoi and other provinces across 20 localities along the HSR corridor.*
2	Metropolitana (Urban Rail Transit) *Urban Rail Transit (Metro)*	- Linea 2 della metropolitana (Thu Thiem – Cu Chi) - Linea 10 della metropolitana (Ring line) - Thu Thiem – Linea Long Thanh *- Metro Line No. 2 (Thu Thiem – Cu Chi)* *- Metro Line No. 10 (Ring line)* *- Thu Thiem – Long Thanh line*	La linea radiale Nord-Sud e la linea orbitale collegano le principali aree urbane satelliti. La linea Thu Thiem – Long Thanh fornisce un collegamento diretto con l'aeroporto internazionale di Long Thanh. *The North–South radial line and the orbital line connect key satellite urban areas. Thu Thiem – Long Thanh line provides a direct link to Long Thanh International Airport.*
3	Principali strade urbane *Major Urban Roads*	- superstrada HCMC Long Thanh-Dau Giay - Mai Chi Tho Blvd - Dong Van Cong St. - Luong Dinh Cua St. - Tangenziale 2 - Tangenziale 3 - Interscambio An Phu *- HCMC–Long Thanh–Dau Giay Expressway - Mai Chi Tho Blvd* *- Dong Van Cong St.* *- Luong Dinh Cua St.* *- Ring Road 2* *- Ring Road 3* *- An Phu Interchange*	Garantire l'accessibilità regionale e interurbana. Facilitare l'accesso di passeggeri e merci alla stazione di Thu Thiem. Migliorare la connettività regionale-urbana e alleviare la pressione sul gateway orientale. *Ensure regional and intercity accessibility. Facilitate passenger and freight access to Thu Thiem Station. Enhance regional–urban connectivity and relieve pressure on the eastern gateway.*
4	Servizi autobus *Bus Services*	Linee di raccordo che collegano le aree residenziali, le nuove zone urbane e i centri commerciali alla stazione di Thu Thiem *Feeder routes linking residential areas, new urban zones, and shopping centres to Thu Thiem Station*	Svolgere un ruolo di "raccolta passeggeri" dalle aree limitrofe. Supportare la connettività a breve distanza con l'AV. Richiedere terminali e fermate ben pianificati per garantire l'efficienza. *Play a "passenger collection" role from surrounding areas. Support short-distance connectivity with the HSR. Require well-planned terminals and stops to ensure efficiency.*
5	Trasporto rapido con autobus (BRT) *Bus Rapid Transit (BRT)*	- Mai Chi Tho Boulevard	Ridurre l'utilizzo di veicoli privati e aumentare la velocità del trasporto pubblico. Richiedere corsie dedicate, stazioni standardizzate e integrazione con sistemi di biglietteria intelligenti. *Reduce private vehicle usage and enhance public transport speed. Requires dedicated lanes, standardised stations, and integration with smart ticketing systems.*
6	Trasporto sulle vie navigabili interne della città *Inner-City Waterway Transport*	Corridoio del fiume Saigon *Saigon River corridor*	Promuovere il trasporto marittimo legato al turismo e alla logistica; connettersi ai porti interni e ai siti turistici lungo il fiume, contribuendo allo stesso tempo a ridurre la pressione sulle infrastrutture stradali. *Promote tourism and logistics-related water transport; connect to inland ports and riverfront tourist sites while helping to reduce pressure on road infrastructure.*
7	Mobilità rispettosa dell'ambiente *Environmentally Friendly Mobility*	- Marciapiedi pedonali, cavalcavia e piste ciclabili interne *- Pedestrian sidewalks, overpasses, and internal cycling paths*	Facilitare la connettività del primo/ultimo miglio. Particolarmente importante nell'area urbana di Thu Thiem per la sua alta densità e l'orientamento verso uno sviluppo verde e sostenibile. *Facilitate first-/last-mile connectivity. Especially important in Thu Thiem urban area due to its high density and orientation towards green, sustainable development.*

Si prevede che l'integrazione del terminal AV con le linee 2 e 10 della metropolitana e la ferrovia Thu Thiem-Long Thanh aumenterà la capacità di trasferimento e ridurrà la pressione sulla rete stradale. La Tab. 4 riassume la funzione di ciascun collegamento ferroviario.

Questa integrazione rappresenta un progresso strategico nello sviluppo di un sistema di trasporto multimodale e sincronizzato, a sostegno dello sviluppo urbano intelligente e della crescita sostenibile per Ho Chi Minh City e la regione economica chiave meridionale.

3.2. Principali problemi di trasporto e disponibilità TOD

HCMC rimane fortemente dipendente dalla rete stradale e le motociclette rappresentano circa l'80% della flotta di veicoli [26]. La Tab. 5 valuta sei dimensioni pratiche della prontezza TOD: servizi di raccordo, spazio di trasferimento, infrastruttura multimodale, integrazione modale, tecnologia dell'informazione e pagamento integrato delle tariffe.

Sebbene HCMC abbia iniziato a riconoscere il TOD

tional component of the broader transport system. Tab. 6 summarises the key policy frameworks and the current state of transport management in the vicinity of railway stations. The policy review incorporates the current special mechanisms for urban development and railway investment [33] [34].

However, current transport management policies still exhibit several limitations, particularly in terms of inter-agency coordination, planning integration, and mobilisation of investment resources. The regulatory framework governing transport operations around railway station areas remains fragmented, lacking an integrated coordination mechanism and heavily reliant on state budget allocations and ODA projects. The five-point symbols in Tab. 5 and Tab. 6 are qualitative screening scores: a greater number of filled circles indicates a higher level of provision or implementation; the scores are not statistically estimated indices.

3.4. SWOT synthesis of TOD-based station access

The preceding project, infrastructure, and governance review is consolidated in the SWOT matrix in Tab. 7. The matrix highlights the opportunity created by Metro Line 1

Tabella 4 - *Table 4*

Organizzazione dei collegamenti tra ferrovia urbana e ferrovia ad alta velocità
Organisation of connections between urban rail and high-speed rail

Linea URT (Transito Ferroviario Urbano-Metropolitana) ***URT Line***	**Lunghezza (km)** ***Length (km)***	**Aree principali attraversate** ***Main Areas Traversed***	**Funzione primaria** ***Primary Function***	**Ruolo nel collegamento alla stazione ferroviaria ad alta velocità di Thu Thiem** ***Role in Connecting to Thu Thiem High-Speed Rail Station***
Linea 2 *Line 2*	62,2 km *62.2 km*	Thu Thiem – Cu Chi	Una linea radiale nord-sud che collega il centro città con le aree suburbane *A North–South radial line connecting the city centre with suburban areas*	Facilita i trasferimenti di passeggeri da nord-ovest (Cu Chi, An Suong) alla stazione di Thu Thiem per l'accesso alla linea ferroviaria ad alta velocità nord-sud; supporta il decongestionamento del traffico stradale interprovinciale *Facilitates passenger transfers from the north-west (Cu Chi, An Suong) to Thu Thiem Station for access to the North–South high-speed rail line; supports interprovincial road traffic decongestion*
Linea 10 *Line 10*	83,9 km *83.9 km*	Thu Duc City, Nha Be, Binh Chanh, Hoc Mon	Linea orbitale che collega le aree urbane satelliti *Orbital line linking satellite urban areas*	Migliora la connettività tra le zone periurbane e la stazione di Thu Thiem; supporta i flussi di trasferimento dai quartieri periferici al corridoio ferroviario ad alta velocità; promuove lo sviluppo integrato del transito urbano *Enhances connectivity between peri-urban zones and Thu Thiem Station; supports transfer flows from outlying districts to the high-speed rail corridor; promotes integrated urban–transit development*
Ferrovia Thu Thiem – Long Thanh *Thu Thiem – Long Thanh Railway*	48,2 km (11,7 km all'interno di HCMC) *48.2 km (11.7 km within HCMC)*	Thu Duc City, Provincia di Dong Nai *Thu Duc City, Dong Nai Province*	Collega l'aeroporto internazionale di Long Thanh a Ho Chi Minh City *Connects Long Thanh International Airport to Ho Chi Minh City*	Funge da collegamento strategico tra la Regione Economica Chiave Meridionale e la rete ferroviaria nazionale; potenzia la connettività intermodale aerea-urbana-ferroviaria *Serves as a strategic link between the Southern Key Economic Region and the national railway network; enhances air–urban–rail intermodal connectivity*

Tabella 5 - *Table 5*
Attuale organizzazione dei trasporti basata su TOD (sviluppo orientato al transito) nelle aree delle stazioni ferroviarie
Current TOD-based transport organisation at railway-station areas

N° *No.*	Aspetto organizzazione dei trasporti *Transport Organisation Aspect*	Situazione Attuale *Current Situation*	Problemi specifici *Specific Issues*	Punteggio di valutazione *Evaluation Score*
1	Autobus in servizio su linee di raccordo *Feeder Bus Network*	Mancanza di una rete di linee di raccordo efficace alle stazioni ferroviarie *Lack of an effective feeder network to railway stations*	Nessun piano strategico per l'organizzazione degli autobus di raccordo dalle aree residenziali alle stazioni della metropolitana *No strategic plan for organising feeder buses from residential areas to metro stations*	●●○○○
2	Spazi di trasferimento intorno alle stazioni *Transfer Spaces around Stations*	Molte stazioni mancano di aree terminali, fermate degli autobus e spazi di trasferimento per le modalità di linee di raccordo *Many stations lack terminal areas, bus stops, and transfer spaces for feeder modes*	Difficoltà di accesso e trasferimento modale tra diverse modalità di trasporto *Difficulties in access and modal transfer between different transport modes*	●●○○○
3	Infrastruttura a supporto dell'integrazione multimodale *Infrastructure Supporting Multimodal Integration*	Mancanza di investimenti coordinati per l'integrazione tra bus – metro – bici pubbliche *Lack of coordinated investment for integration between bus – metro – public bikes*	Carenza di parcheggi, marciapiedi per i pedoni e comodi punti di ritiro/riconsegna vicino alle stazioni *Shortage of parking areas, sidewalks for pedestrians, and convenient pick-up/drop-off points near stations*	●●○○○
4	Livello di integrazione tra le modalità di trasporto pubblico *Integration Level among Public Transport Modes*	I sistemi di trasporto pubblico rimangono frammentati *Public transport systems remain fragmented*	Nessuna strategia globale per l'integrazione di metropolitana, autobus, taxi e veicoli privati in un quadro TOD *No comprehensive strategy for integrating metro, buses, taxis, and private vehicles under a TOD framework*	●●○○○
5	Applicazione dell'informatica *Application of Information Technology*	Sono stati implementati GPS, telecamere di sorveglianza e segnali LED alle fermate degli autobus *GPS, surveillance cameras, and LED signs at bus stops have been deployed*	Migliora la gestione operativa e fornisce informazioni in tempo reale su percorsi e orari *Enhances operational management and provides real-time route and schedule information*	●●○○○
6	Pagamento elettronico della tariffa integrato *Integrated Electronic Fare Payment*	Sistema ABT (Riscossione automatica del biglietto) in fase di test pilota *ABT (Automatic Fare Collection) system under pilot testing*	Mira a consentire l'interoperabilità tariffaria tra metropolitana, autobus e altri servizi di trasporto pubblico *Aims to enable fare interoperability among metro, buses, and other public transport services*	●●○○○

come un approccio di sviluppo strategico, permangono notevoli lacune nell'implementazione. Queste includono un'integrazione multimodale limitata, infrastrutture di supporto inadeguate, responsabilità istituzionali frammentate e scarsa mobilitazione delle risorse. I punteggi qualitativi nelle Tab. 5 e Tab. 6 rimangono bassi per la maggior parte dei criteri, indicando la necessità di un approccio più coordinato alla pianificazione, alla formulazione delle politiche e all'attuazione. Il debole coordinamento tra le agenzie responsabili della pianificazione urbana, dei trasporti e degli investimenti rimane un grave ostacolo [23].

and supportive policy, but also the risks associated with fragmented feeder networks, motorcycle dependence, limited station access, and weak institutional coordination.

Many stations have established zoning and connectivity plans, providing a foundation for integrated development. However, the current model still lacks synchronised connections between the metro and feeder modes such as buses and public bicycles; the station access infrastructure remains inadequate; and there is a lack of coordination mechanisms and data to support transport management.

3.3. Politiche e condizioni istituzionali

Nel contesto della rapida urbanizzazione e della crescente domanda di viaggi a Ho Chi Minh City, le politiche che regolano le operazioni di trasporto intorno alle aree delle stazioni ferroviarie fungono da componente fondamentale del più ampio sistema di trasporto. La Tab. 6 riassume i quadri politici chiave e lo stato attuale della gestione dei trasporti in prossimità delle stazioni ferroviarie. La revisione della politica incorpora gli attuali meccanismi

4. Case study: Thao Dien Metro Station

Thao Dien Station on Metro Line 1 was selected to demonstrate the framework for the 2030 forecast year. The station is located beside the Vo Nguyen Giap/Hanoi Highway corridor and is influenced by Tran Nao Street, Quoc Huong Street, Saigon Bridge, surrounding residential and commercial development, bus services, and potential river-bus and private-mode connections. The case therefore combines corridor traffic, local access, public-transport

Tabella 6 – *Table 6*

Politiche di trasporto vicino alle stazioni ferroviarie di Ho Chi Minh City
Transport-operation policies near railway stations in Ho Chi Minh City

N° *No.*	Contenuti della politica/gestione *Policy/Management Content*	Stato Attuale *Current Status*	Particolari *Specific Details*	Punteggio di valutazione *Evaluation Score*
1	Politica di sviluppo TOD *TOD Development Policy*	TOD è ancora in fase di orientamento *TOD is still at the orientation stage*	La delibera n. 98/2023/QH15 prevede appositi meccanismi e delinea lo sviluppo del TOD. La Delibera n. 188/2025/QH15 pilota meccanismi speciali per lo sviluppo della rete ferroviaria urbana. *Resolution No. 98/2023/QH15 provides special mechanisms and outlines TOD development. Resolution No. 188/2025/QH15 pilots special mechanisms for urban railway network development.*	●●○○○
2	Integrazione tra Trasporti e Urbanistica *Integration between Transport and Urban Planning*	Gestione frammentata tra le autorità *Fragmented management among authorities*	Mancanza di integrazione tra pianificazione delle infrastrutture di trasporto e pianificazione dello sviluppo urbano *Lack of integration between transport infrastructure planning and urban development planning*	●●○○○
3	Pianificazione dell'uso del territorio intorno alle stazioni *Land Use Planning around Stations*	Nessun piano di uso del suolo compatibile con TOD *No TOD-compatible land use plans*	Assenza di politiche di utilizzo del suolo per allocare spazio per uno sviluppo efficace del TOD *Absence of land use policies to allocate space for effective TOD development*	●●○○○
4	Meccanismi per attrarre investimenti privati *Mechanisms to Attract Private Investment*	Mancanza di politiche di attrazione per gli investitori privati *Lack of attractive policies for private investors*	Transito e infrastrutture commerciali integrate non ben investite a causa di incentivi insufficienti *Transit and integrated commercial infrastructure not well invested due to insufficient incentives*	●●○○○
5	Modello di gestione della stazione *Station Management Model*	Il Consiglio di gestione delle ferrovie urbane gestisce solo l'infrastruttura ferroviaria *Urban Railway Management Board manages only rail infrastructure*	Mancanza di gestione multimodale e scarso coordinamento tra le unità correlate *Lack of multimodal management and poor coordination among related units*	●●○○○
6	Gestione dei progetti APS *Management of ODA Projects*	Ogni linea segue gli standard del paese donatore *Each line follows donor country standards*	Incongruenza tecnica tra i progetti, ostacolando il funzionamento e l'integrazione del trasporto pubblico *Technical inconsistency across projects, hampering operation and public transport integration*	●●○○○
7	Strategia di mobilitazione del capitale *Capital Mobilisation Strategy*	Forte dipendenza dal bilancio statale e dall'APS *Heavy reliance on state budget and ODA*	Mobilitazione limitata di risorse private; il modello PPP rimane sottoutilizzato *Limited mobilisation of private resources; PPP model remains underutilised*	●●○○○

speciali per lo sviluppo urbano e gli investimenti ferroviari [33][34].

Tuttavia, le attuali politiche di gestione dei trasporti presentano ancora diversi limiti, in particolare in termini di coordinamento tra agenzie, integrazione della pianificazione e mobilitazione delle risorse di investimento. Il quadro normativo che disciplina le operazioni di trasporto intorno alle aree delle stazioni ferroviarie rimane frammentato, privo di un meccanismo di coordinamento integrato e fortemente dipendente dalle allocazioni del bilancio statale e dai progetti APS. I simboli a cinque punti in Tab. 5 e Tab. 6 sono punteggi di screening qualitativi: un numero maggiore di cerchi riempiti indica un livello più elevato di fornitura o attuazione; i punteggi non sono indici stimati statisticamente.

3.4. Sintesi SWOT dell'accesso alla stazione basato su TOD

La precedente revisione del progetto, dell'infrastruttura e del governo d'impresa è consolidata nella matrice SWOT (punti di forza, debolezze, opportunità, minacce) nella Tab. 7. La matrice evidenzia l'opportunità creata dalla Linea 1 della metropolitana e dalla politica di supporto, ma anche i rischi associati a reti di raccordo frammentate, dipendenza dai motocicli, accesso limitato alle stazioni e debole coordinamento istituzionale.

Molte stazioni hanno stabilito piani di zonizzazione e connettività, fornendo una base per lo sviluppo integrato. Tuttavia, il modello attuale manca ancora di connessioni sincronizzate tra le modalità metro e di raccordo come autobus e biciclette pubbliche; l'infrastruttura di accesso alla stazione rimane inadeguata; e mancano meccanismi di coordinamento e dati a supporto della gestione dei trasporti.

4. Caso di studio: stazione della metropolitana di Thao Dien

La stazione di Thao Dien sulla linea 1 della metropolitana è stata selezionata per dimostrare il quadro per l'anno di previsione 2030. La stazione si trova accanto al corridoio autostradale Vo Nguyen Giap/Hanoi ed è influenzata da Tran Nao Street, Quoc Huong Street, Saigon Bridge, dallo sviluppo residenziale e commerciale circostante, dai servizi di autobus e dai potenziali collegamenti fluviali e in modalità privata. Il caso combina quindi il traffico del corridoio, l'accesso locale, il trasferimento del trasporto pubblico e i problemi di attraversamento pedonale all'interno di un bacino di utenza di una stazione compatta.

4.1. Progettazione dello scenario e attribuzione dell'intervento

Entrambi gli scenari utilizzano la stessa crescita di fondo e lo stesso limite di studio del 2030. Si differenziano per il trattamento dell'uso del territorio, la scelta della mo-

transfer, and pedestrian-crossing issues within a compact station catchment.

4.1. Scenario design and intervention attribution

Both scenarios use the same 2030 background growth and study boundary. They differ in the treatment of land use, mode choice, station access, public-transport integration, and traffic operations. This common basis prevents background growth from being incorrectly attributed to TOD.

Scenario 1 - 2030 reference condition without TOD-based reorganisation.

The reference scenario retains the existing organisation of station access and assumes no additional TOD package, network improvement, feeder-service restructuring, active-mobility intervention, or traffic-management measure beyond the common 2030 background assumptions. It provides the counterfactual against which incremental effects are assessed.

Scenario 2 - integrated 2030 TOD and station-access package.

Scenario 2 combines five intervention groups. To distinguish TOD mechanisms from infrastructure and management effects, each group is linked to its model implementation as follows:

- *Land-use/TOD structure: higher residential and activity intensity within the station catchment, mixed residential-commercial-office functions, shorter access distances, and greater internal trip capture; implemented through the population, employment, student, trip-attraction, and distribution inputs.*
- *Public-transport integration: feeder-route coordination, convenient transfer locations, and improved metro-bus connectivity; implemented through modal utility, public-transport share, feeder demand, and bus-stop coding.*
- *Active mobility: continuous walking routes, safe crossings, bicycle access, and parking; implemented through pedestrian inputs, routing, crossing control, and reduced motorised station-access trips.*
- *Access infrastructure: pedestrian bridge/underpass options, bus bays, pick-up/drop-off areas, and station access facilities; implemented through network geometry, conflict-point removal, and public-transport service coding.*
- *Traffic operations: access management, segregated entry/exit, signal control, public-transport priority, and managed taxi/ride-hailing space; implemented through lane use, routes, signal phases, and capacity parameters.*

4.2. Forecasting and evaluating access traffic demand in station areas

Tabella 7 - *Table 7*
Analisi SWOT dell'organizzazione dei trasporti basata su TOD (sviluppo orientato al transito) nelle aree delle stazioni ferroviarie
SWOT analysis of TOD-based transport organisation at railway-station areas

Punti di forza, S ***Strengths, S***	**Opportunità, O** ***Opportunities, O***
- La linea 1 della metropolitana attraversa aree residenziali densamente popolate, facilitando l'organizzazione del trasporto di raccordo. - La metropolitana funge da corridoio centrale, guidando l'organizzazione del trasporto pubblico secondo il modello TOD. - Per molte stazioni sono stati stabiliti piani di zonizzazione e pianificazione della connettività. - Esiste il potenziale per promuovere un cambiamento nel comportamento del viaggiatore dalle motociclette al trasporto pubblico. - *Metro Line No. 1 passes through densely populated residential areas, facilitating feeder transport organisation.* - *The metro serves as a central corridor, guiding the organisation of public transport under the TOD model.* - *Zoning plans and connectivity planning have been established for many stations.* - *There is potential to promote a shift in travel behaviour from motorcycles to public transport.*	- TOD è un orientamento allo sviluppo prioritario per il governo della città. - La linea 1 della metropolitana funge da progetto pilota per espandere la rete TOD in tutta la città. - L'applicazione di tecnologie (e-ticketing, big data, software operativo, ecc.) supporta un'organizzazione efficiente dei trasporti. - C'è l'opportunità di mobilitare finanziamenti internazionali e partenariati pubblico-privato per lo sviluppo dei trasporti basati su TOD. - *TOD is a development orientation prioritised by the city government.* - *Metro Line No. 1 serves as a pilot project for expanding the TOD network citywide.* - *The application of technologies (e-ticketing, big data, operational software, etc.) supports efficient transport organisation.* - *There is an opportunity to mobilise international funding and public-private partnerships for TOD-based transport development.*
Punti deboli, W ***Weaknesses, W***	**Minacce, T** ***Threats, T***
- Mancanza di integrazione senza soluzione di continuità tra le modalità metro e linee di raccordo (autobus, biciclette). - Le infrastrutture di accesso alle stazioni sono sottosviluppate, prive di servizi per pedoni e persone con disabilità. - Assenza di un meccanismo coordinato per il trasporto pubblico integrato (metro – bus – taxi – bicicletta). - Mancanza di dati unificati e strumenti di pianificazione per supportare la pianificazione dei trasporti basata su TOD. - *Lack of seamless integration between the metro and feeder modes (buses, bicycles).* - *Access infrastructure to stations is underdeveloped, lacking amenities for pedestrians and people with disabilities.* - *Absence of a coordinated mechanism for integrated public transport (metro – bus – taxi – bicycle).* - *Lack of unified data and planning tools to support TOD-based transport planning.*	- L'abitudine di usare le moto rimane diffusa, rendendo difficile attirare i passeggeri in metropolitana. - Lo sviluppo urbano è spesso non coordinato con le infrastrutture di trasporto pubblico intorno a molte stazioni. - L'attuale rete di bus è debole, il che rende difficile fungere efficacemente da sistema di raccordo. - Elevati costi di investimento e rischi nella gestione e l'esercizio di una rete integrata. - *The habit of using motorbikes remains widespread, making it difficult to attract passengers to the metro.* - *Urban development is often uncoordinated with public transport infrastructure around many stations.* - *The current bus network is weak, making it challenging to effectively serve as a feeder system.* - *High investment costs and risks in managing and operating an integrated network.*

dalità, l'accesso alle stazioni, l'integrazione del trasporto pubblico e le operazioni di traffico. Questa base comune impedisce che la crescita di fondo venga erroneamente attribuita a TOD.

Scenario 1 - Condizione di riferimento 2030 senza riorganizzazione basata su TOD.

Lo scenario di riferimento mantiene l'organizzazione esistente dell'accesso alla stazione e non presuppone alcun pacchetto TOD aggiuntivo, miglioramento della rete, ristrutturazione del servizio di raccordo, intervento di mobilità attiva o misura di gestione del traffico oltre le ipotesi di fondo comuni del 2030. Fornisce il controfattuale rispetto al quale vengono valutati gli effetti incrementali.

Scenario 2 - pacchetto integrato 2030 TOD e accesso alla stazione.

Lo Scenario 2 combina cinque gruppi di intervento.

A four-step model was used to forecast station-access and background travel demand. The following subsections describe the model components and identify the source of each parameter.

Step 1 – Trip generation and attraction. Trip production and attraction were estimated from population, employment, and student enrolment using the linear equations adopted from the HCMC Planning Framework 2021-2030, Vision to 2050 [23]. These variables also provide the mechanism by which the high-density, mixed-use intervention enters Scenario 2.

- *Trip Generation Model:*

$$Gi = (1.006536 \times Population) + (2.635070 \times Workers) + (1.763790 \times Students)$$

- *Trip Attraction Model:*

$$Aj = (0.966569 \times Population) + (2.734880 \times Workers) + (1.713429 \times Students)$$

Per distinguere i meccanismi TOD dagli effetti infrastrutturali e gestionali, ciascun gruppo è collegato alla sua implementazione del modello come segue:

- Struttura uso del suolo/TOD: maggiore intensità residenziale e di attività all'interno del bacino di utenza della stazione, funzioni miste residenziali-commerciali, distanze di accesso più brevi e maggiore acquisizione interna dei viaggi; implementato attraverso la popolazione, l'occupazione, lo studente, l'attrazione dei viaggi e gli input di distribuzione.
- Integrazione del trasporto pubblico: coordinamento del percorso di raccordo, comode posizioni di trasferimento e migliore connettività tra autobus e metropolitana; implementato attraverso l'utilità modale, la condivisione del trasporto pubblico, la domanda di mezzi di raccordo e la codifica delle fermate dell'autobus.
- Mobilità attiva: percorsi a piedi continui, attraversamenti sicuri, accesso in bicicletta e parcheggio; implementato attraverso ingressi pedonali, instradamento, controllo degli attraversamenti e viaggi ridotti di accesso alla stazione motorizzata.
- Infrastrutture di accesso: opzioni di ponte pedonale/sottopasso, piazzole di sosta degli autobus, aree di ritiro/riconsegna e strutture di accesso alle stazioni; implementato attraverso la geometria della rete, la rimozione dei punti di conflitto e la codifica del servizio di trasporto pubblico.
- Operazioni di traffico: gestione degli accessi, ingresso/uscita segregati, controllo del segnale, priorità del trasporto pubblico e spazio gestito per taxi/servizio di trasporto con conducente a chiamata; implementato attraverso l'uso della corsia, i percorsi, le fasi del segnale e i parametri di capacità.

4.2. Previsione e valutazione della domanda di traffico di accesso nelle aree delle stazioni

È stato utilizzato un modello in quattro passaggi per prevedere l›accesso alla stazione e la domanda di viaggio di fondo. Le seguenti sottosezioni descrivono i componenti del modello e identificano l›origine di ciascun parametro.

Passaggio 1 – Generazione e attrazione del viaggio. La produzione e l'attrazione dei viaggi sono state stimate dalla popolazione, dall'occupazione e dall'iscrizione degli studenti utilizzando le equazioni lineari adottate dal Quadro di pianificazione HCMC 2021-2030, Visione al 2050 [23]. Queste variabili forniscono anche il meccanismo con cui l'intervento ad alta densità e uso misto entra nello Scenario 2.

- Modello di generazione del viaggio:

Gi = (1,006536 × Popolazione) + (2,635070 × Lavoratori) + (1,763790 × Studenti)

- Modello di attrazione del viaggio:

Step 2 – Trip distribution. The station catchment was represented using a core walking distance of approximately 400–800 m and an extended bicycle/feeder distance of 2–5 km. Inter-zonal trips depend on origin production, destination attraction, and distance or generalised travel impedance [35]. The gravity formulation retained in Equation (1) is applied after the estimation of intra-zonal trips. The adopted station-access distance ranges are consistent with recent evidence on railway-station accessibility [36].

$$T_{ij} = \frac{G_i^{\alpha} * A_j^{\beta}}{d_{ij}^{\gamma}} \quad (i \neq j) \qquad (1)$$

where:

T_{ij}*: Number of inter-zonal trips between zone i and zone j*

Gi: Total number of trips generated from zone i

Aj: Total number of trips attracted to zone j

d_{ij}*: Distance between zones i and j*

α, β, and γ: calibrated parameters controlling the effects of trip production, attraction, and distance impedance, respectively.

Step 3 – Mode choice. The general framework recognises multiple access modes (motorcycle, car, bus, metro, bicycle, and walking). In the available planning model, the TOD-related change is operationalised through a simplified binary logistic function that estimates the probability of selecting a target mode relative to the remaining alternatives. Explanatory variables include time, cost, comfort, accessibility, income, age, and vehicle ownership. This simplification is a model limitation and should be replaced by a fully estimated multinomial model when disaggregate survey data are available.

The logistic mode-shift function is expressed in Equation (2):

$$y = 1/(1 + e^{-(b+\sum a_k x_k)}) \qquad (2)$$

where:

y: Probability of choosing a specific transport mode

e: The base of the natural logarithm, e≈2.718

b: Constant reflecting the influence of unobserved or excluded factors

$\sum a_k x_k$*: Sum of the products of coefficients* (a_k) *and independent variables* (x_k) *representing factors influencing mode choice.*

As shown in Tab. 8, the adopted 2019 base model was constructed from travel-demand surveys and observed traffic volumes on major corridors [22]. The 2025 update recalibrated the modal structure to represent lower bicycle use and increased car and motorcycle ownership. Because the update relies on aggregate shares rather than a new disaggregate mode-choice survey, it improves current-condition consistency but does not constitute an independent behavioural validation.

Step 4 - Traffic assignment. Motorised trips were assigned to the road network under user-equilibrium principles. The resulting link and turning flows were transferred to the VISSIM model, while pedestrian, bicycle, feeder, and public-transport

Aj = (0,966569 × Popolazione) + (2,734880 × Lavoratori) + (1,713429 × Studenti)

Passaggio 2 – Distribuzione del viaggio. Il bacino di utenza della stazione è stato rappresentato utilizzando una distanza a piedi del nucleo di circa 400–800 m e una distanza estesa bicicletta/raccordo di 2–5 km. I viaggi interzonali dipendono dalla produzione di origine, dall'attrazione di destinazione e dalla distanza o dall'impedenza di viaggio generalizzata [35]. La formulazione della gravità adottata nell'Equazione (1) viene applicata dopo la stima dei viaggi interzonali. Le distanze di accesso alle stazioni adottate sono coerenti con le recenti prove sull'accessibilità delle stazioni ferroviarie [36].

$$T_{ij} = \frac{G_i^{\alpha} * A_j^{\beta}}{d_{ij}^{\gamma}} \quad (i \neq j) \tag{1}$$

in cui:

T_{ij}: Numero di viaggi interzonali tra la zona i e la zona j

Gi: numero totale di corse generate dalla zona i

Aj: numero totale di corse attratte dalla zona j

d_{ij}: Distanza tra le zone i e j

α, β e γ: parametri calibrati che controllano gli effetti della produzione di viaggio, dell›attrazione e dell›impedenza della distanza, rispettivamente.

Passaggio 3 – Scelta della modalità. Il quadro generale riconosce molteplici modalità di accesso (moto, auto, autobus, metropolitana, bicicletta e a piedi). Nel modello di pianificazione disponibile, il cambiamento relativo al TOD è reso operativo attraverso una funzione logistica binaria semplificata che stima la probabilità di selezionare una modalità target rispetto alle restanti alternative. Le variabili esplicative includono tempo, costo, comfort, accessibilità, reddito, età e proprietà del veicolo. Questa semplificazione è una limitazione del modello e dovrebbe essere sostituita da un modello multinomiale completamente stimato quando sono disponibili dati di indagine disaggregati.

La funzione di modalità-spostamento logistica è espressa nell'equazione (2):

$$y = 1/(1 + e^{-(b+\sum a_k x_k)}) \tag{2}$$

in cui:

y: Probabilità di scelta di una specifica modalità di trasporto

e: La base del logaritmo naturale, e≈2,718

b: Costante che riflette l'influenza di fattori non osservati o esclusi

$\Sigma\, a_k x_k$: Somma dei prodotti dei coefficienti (a_k) e delle variabili indipendenti (x_k) che rappresentano i fattori che influenzano la scelta della modalità.

Come mostrato nella Tab. 8, il modello di base adottato per il 2019 è stato costruito da indagini sulla domanda di viaggio e sui volumi di traffico osservati sui principali corridoi [22]. L'aggiornamento del 2025 ha ricalibrato la

access were represented separately in the station catchment. Particular attention was given to local bottlenecks and conflicts between through traffic and station access.

4.3. Regional demand and road-network results

HCMC has a radial road structure supplemented by ring roads. Major radial corridors carry large flows towards the central area, while the ring-road system is intended to redistribute through traffic. The spatial pattern of the 2030 assigned demand is presented in Fig. 5.

The demand forecast combines population, employment, land use, mobility trends, and planned public-transport expansion. The corresponding link volumes, V/C ratios, and LOS values for access roads to Thao Dien Station are reported in Tab. 9 indicates that Scenario 2 reduces link volumes and V/C (volume-to-capacity) ratios compared to Scenario 1. On the most heavily trafficked roads, the V/C reduction is approximately 0.01–0.08. Major corridors remain at a Level of Service (LOS) of B–C, while lower-volume local roads reach a Level of Service of A–B. These results should be interpreted as the combined effect of the integrated TOD (Transit-Oriented Development) package; the mapping of interventions to parameters in Section 4.1 explains the mechanism by which each component influences the model, but it does not isolate the causal contribution of individual measures. The interpretation of roadway performance also aligns with applicable urban and street design requirements [37].

4.4. Station-area microscopic simulation

The Thao Dien VISSIM model includes approach geometry, lane widths, kerb radii, stop lines, pedestrian crossings, signalised intersections, station access, bus facilities, and the interaction of road traffic with pedestrians. Fig. 6 presents the coded station-area geometry.

The station-access package evaluated in the microsimulation comprises the following planning and operational measures:

- *Establishing covered pedestrian walkways to enhance passenger comfort, particularly in the hot and humid climate of Ho Chi Minh City.*
- *Constructing pedestrian bridges or underpasses to connect the station with nearby residential areas, commercial centres, and bus stops.*
- *Allocating designated areas for bicycles and small personal mobility devices to promote sustainable transport modes.*
- *Segregating entry and exit points by zone to mitigate congestion during peak periods.*
- *Developing a mobile application or digital map to assist passengers in navigating the station and connecting seamlessly to other transport services such as buses, taxis, and shared bicycles.*
- *Encouraging the development of mixed-use facilities—commercial, office, and recreational—within walking*

struttura modale per rappresentare un minore utilizzo della bicicletta e una maggiore proprietà di auto e moto. Poiché l'aggiornamento si basa su quote aggregate piuttosto che su una nuova indagine disaggregata sulla scelta della modalità, migliora la coerenza della condizione attuale ma non costituisce una convalida comportamentale indipendente.

Passaggio 4 - Assegnazione del traffico. I viaggi motorizzati sono stati assegnati alla rete stradale secondo i principi dell'equilibrio dell'utente. I flussi di collegamento e di svolta risultanti sono stati trasferiti al modello VISSIM, mentre l'accesso pedonale, in bicicletta, di raccordo e trasporto pubblico sono stati rappresentati separatamente nel bacino di utenza della stazione. È stata data particolare attenzione alle strozzature locali e ai conflitti tra il traffico e l'accesso alla stazione.

4.3. Domanda regionale e risultati della rete stradale

HCMC ha una struttura stradale radiale integrata da tangenziali. I principali corridoi radiali portano grandi flussi verso l'area centrale, mentre il sistema tangenziale è destinato a ridistribuirsi attraverso il traffico. La Fig. 5 presenta il modello spaziale della domanda assegnata al 2030.

La previsione della domanda combina popolazione, occupazione, uso del suolo, tendenze della mobilità ed espansione pianificata dei trasporti pubblici. La Tab. 9 riporta i volumi di collegamento corrispondenti, i rapporti V/C e i valori del livello di servizio (LOS) per le strade di accesso alla stazione di Thao Dien.

La Tab. 9 indica che lo Scenario 2 riduce i volumi di collegamento e i rapporti V/C rispetto allo Scenario 1. Sulle strade più cariche, la riduzione V/C è di circa 0,01-0,08. I corridoi principali rimangono a livello di servizio B-C, mentre le strade locali a volume inferiore raggiungono il livello di servizio A-B. I risultati dovrebbero essere interpretati come l'effetto combinato del pacchetto TOD integrato; la mappatura da intervento a parametro nella Sezione 4.1 spiega il meccanismo attraverso il quale ogni componente influisce sul modello, ma non isola il contributo causale delle singole misure. L'interpretazione delle prestazioni stradali segue anche i requisiti di progettazione urbano-stradale applicabili [37].

Tabella 8 - *Table 8*

Corse giornaliere osservate e aggiornate per modalità di trasporto
Observed and updated daily trips by transport mode

Modalità di trasporto *Mode of Transport*	**Numero di corse al giorno** *Number of Trips per Day*		**Quota (%)** *Share (%)*	
Anni *Years*	2019	2025	2019	2025
Bicicletta *Bicycle*	1.712.601 *1,712,601*	527.172 *527,172*	6,6% *6.6%*	1,8% *1.8%*
Trasporto pubblico *Public Transport*	1.122.654 *1,122,654*	1.444.126 *1,444,126*	4,4% *4.4%*	5,0% *5.0%*
Auto privata *Private Car*	1.151.730 *1,151,730*	2.145.272 *2,145,272*	4,5% *4.5%*	7,4% *7.4%*
Moto *Motorcycle*	21.779.472 *21,779,472*	24.919.913 *24,919,913*	84,5% *84.5%*	85,8% *85.8%*
Totale *Total*	25.766.457 ***25,766,457***	29.036.483 ***29,036,483***	100%	100%

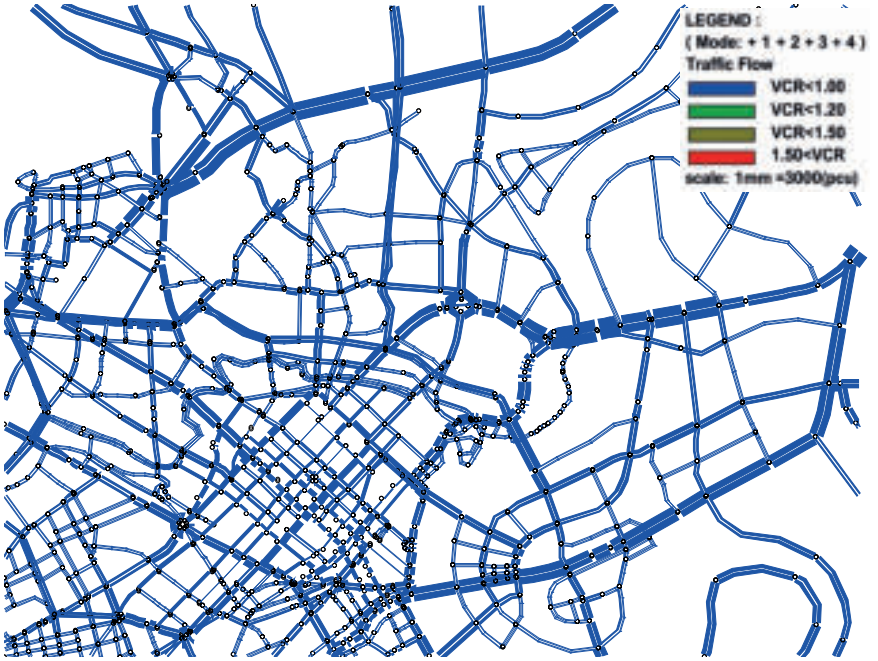


Figura 5 – Risultati della simulazione della domanda di viaggio prevista nell'area di studio

Figure 5 – Simulation results of projected travel demand in the study area.

distance of the station, enabling passengers to combine commuting with daily activities.

- *Providing dedicated bus bays in the station vicinity to facilitate convenient onward travel by bus.*
- *Introducing smart bicycle-parking systems or public bicycle services to support flexible travel within the Thao Dien area.*
- *Creating managed lanes or bays for taxis and ride-hailing services to reduce conflicts at station entrances. The mixed-traffic behaviour parameters used in the model are listed in Tab. 10. They combine values from the HCMC calibration in [24], field-observed lateral and standstill distances, and explicitly identified assumptions.*

Tabella 9 - *Table 9*

Previsione dei volumi di collegamento 2030 (veic/h), rapporti V/C e il livello di servizio (LOS) per le strade di collegamento

Forecast 2030 link volumes (veh/h), V/C ratios, and LOS for roads serving

N° *No.*	Tragitto *Route*	Direzione *Direction*	Scenario 1			Scenario 2		
			Volume	V/C	LOS - Livello di Servizio *LOS*	Volume	V/C	LOS - Livello di Servizio *LOS*
1	Ponte Sai Gon *Sai Gon Bridge*	Distretto di Binh Thanh → Distretto 2 *Binh Thanh District → District 2*	5.284	0,65	C	5,190	0,64	C
		Distretto 2 → Distretto di Binh Thanh *District 2 → Binh Thanh District*	5.217	0,64	C	5.124	0,63	C
2	Vo Nguyen Giap	Ponte Sai Gon → Ponte Rach Chiec *Sai Gon Bridge → Rach Chiec Bridge*	5.704	0,59	C	5,603	0,58	C
		Ponte Rach Chiec → Ponte Sai Gon *Rach Chiec Bridge → Sai Gon Bridge*	5,666	0,58	C	5,565	0,57	C
3	Vo Nguyen Giap Frontage Rd	Ponte Sai Gon → Ponte Rach Chiec *Sai Gon Bridge → Rach Chiec Bridge*	1.106	0,68	C	1,041	0,64	C
		Ponte Rach Chiec → Ponte Sai Gon *Rach Chiec Bridge → Sai Gon Bridge*	1,041	0,64	C	981	0,61	C
4	Tran Nao 1	Tran Nao → Vo Nguyen Giap	1,853	0,38	B	1.763	0,36	B
		Vo Nguyen Giap → Tran Nao	1,962	0,40	B	1,886	0,39 *0.39*	B
5	Tran Nao 2	Vo Nguyen Giap → Thao Dien	2,215	0,68	C	2,086	0,64	C
		Thao Dien → Vo Nguyen Giap	1,544	0,48	B	1,454	0,45	B
6	Tran Nao 3	Luong Dinh Cua → Vo Nguyen Giap	2,294	0,61	C	2,077	0,55	C
		Thao Dien → Luong Dinh Cua	2,318	0,61	C	2,090	0,55	C
7	Quoc Huong	Xuan Thuy → Vo Nguyen Giap	1,096	0,47	B	918	0,39	B
		Vo Nguyen Giap → Xuan Thuy	1,122	0,48	B	940	0,40	B
8	Vo Nguyen Giap strada parallela *Vo Nguyen Giap parallel road*	Ponte Sai Gon → Ponte Rach Chiec *Sai Gon Bridge → Rach Chiec Bridge*	1,217	0,41	B	1,146	0,39	B
		Ponte Rach Chiec → Ponte Sai Gon *Rach Chiec Bridge → Sai Gon Bridge*	1,406	0,48	B	1,325	0,45	B
9	Thao Dien	Xuan Thuy → Vo Nguyen Giap	2,332	0,48	B	2,197	0,45	B
		Vo Nguyen Giap → Xuan Thuy	2,219	0,46	B	2,090	0,43	B
10	Tran Ngoc Dien	Tran Ngoc Dien → Thao Dien	388	0,27	A	365	0,25	A
		Thao Dien → Tran Ngoc Dien	369	0,26	A	348	0,24	A

4.4. Simulazione microscopica area stazione

Il modello VISSIM di Thao Dien include la geometria di approccio, le larghezze di corsia, i raggi di cordolo, le linee di arresto, gli attraversamenti pedonali, le intersezioni segnalate, l'accesso alle stazioni, le strutture degli autobus e l'interazione del traffico stradale con i pedoni. La Fig. 6 raffigura la geometria stazione-area codificata.

Il pacchetto di accesso alla stazione valutato nella microsimulazione comprende le seguenti misure di pianificazione e operative:

- Creazione di passerelle pedonali coperte per migliorare il comfort dei passeggeri, in particolare nel clima caldo e umido di Ho Chi Minh City.
- Costruzione di ponti pedonali o sottopassi per collegare la stazione con le vicine aree residenziali, i centri commerciali e le fermate degli autobus.
- Allocazione di aree designate per biciclette e piccoli dispositivi di mobilità personale per promuovere modalità di trasporto sostenibili.
- Separare i punti di entrata e di uscita per zona per mitigare la congestione durante i periodi di punta.
- Sviluppo di un'applicazione mobile o di una mappa digitale per aiutare i passeggeri a navigare nella stazione e connettersi senza problemi ad altri servizi di trasporto come autobus, taxi e biciclette condivise.
- Incoraggiare lo sviluppo di strutture a uso misto - commerciale, ufficio e ricreativo - a pochi passi dalla stazione, consentendo ai passeggeri di combinare il pendolarismo con le attività quotidiane.
- Fornitura di piazzole di sosta per autobus dedicate nelle vicinanze della stazione per facilitare il comodo proseguimento in autobus.
- Introduzione di sistemi di parcheggio intelligenti per biciclette o servizi di biciclette pubbliche per supportare gli spostamenti flessibili all'interno dell'area di Thao Dien.
- Creazione di corsie o piazzole gestite per taxi e servizi di trasporto con conducente a chiamata per ridurre i conflitti agli ingressi delle stazioni. I parametri di comportamento a traffico misto utilizzati nel modello sono elencati nella Tab. 10. Combinano i valori della calibrazione HCMC in [24], le distanze laterali e di arresto osservate sul campo e le ipotesi identificate esplicitamente.

Oltre ai parametri comportamentali nella Tab. 10, il database di input VISSIM include le seguenti variabili geometriche, di domanda e di controllo:

In addition to the behavioural parameters in Tab. 10, the VISSIM input database includes the following geometric, demand, and control variables:

- *Alignment and specifications of the urban railway system*
- *Alignment and specifications of the connecting bus network*
- *Geometric dimensions of the intersection and its branches*
- *Lane configuration; locations of stop lines, pedestrian crossings, traffic signal poles, and bus stops*
- *Traffic volume and composition of vehicle flows entering and exiting the intersection branches*
- *Pedestrian volumes from different directions at the intersection*
- *Traffic-signal control programme, including the number of phases, cycle length, and green, red, and amber times.*

4.4.1. Network performance indicators

Network performance was evaluated using a common set of VISSIM output measures. Tab. 11 reports both per-vehicle indicators and aggregate network totals. Total travel distance is expressed in vehicle-kilometres (veh-km), while total travel time and total delay are expressed in vehicle-hours (veh-h); they are aggregate values across all simulated vehicles during the common evaluation interval, not average values per vehicle.

Scenario 2 produces a 4.0% increase in average speed, a 3.8% reduction in average delay, a 6.6% reduction in aggregate travel time, a 6.4% reduction in aggregate delay, and a 3.9% reduction in stops relative to Scenario 1. These moderate but consistent changes indicate improved operational stability rather than a complete removal of congestion.



Figura 6 – Simulazione geometrica dell'area della stazione di Thao Dien.
Figure 6 – Geometric simulation of the Thao Dien Station area.

- Allineamento e specifiche del sistema ferroviario urbano.
- Allineamento e specifiche della rete del bus di collegamento.
- Dimensioni geometriche dell'intersezione e delle sue diramazioni.
- Configurazione della corsia; posizioni delle linee di arresto, degli attraversamenti pedonali, dei pali dei segnali stradali e delle fermate degli autobus.
- Volume di traffico e composizione dei flussi di veicoli in entrata e in uscita dai rami di intersezione.
- Volumi pedonali da diverse direzioni all'incrocio.
- Programma di controllo del segnale di traffico, incluso

4.4.2. Pedestrian access and waiting time

Pedestrian scenarios were evaluated at the Quoc Huong-Vo Nguyen Giap Frontage Road intersection. Tab. 12 reports typical waiting times for four pedestrian-demand levels and two crossing movements.

The comparison focuses on pedestrian delay and on the interaction between crossing demand and vehicular traffic. This provides computational context for the grade-separation and signal-control measures considered in Scenario 2.

When a pedestrian overpass or underpass is provided, pedestrian and vehicle streams are physically separated and direct crossing conflicts are largely removed. The configuration is illustrated in Fig. 7.

Tabella 10 - *Table 10*

Parametri di comportamento del conducente utilizzati nel modello VISSIM
Driver-behaviour parameters used in the VISSIM model

Caratteristica ***Characteristic***	**Valore** ***Value***	**Nota** ***Note***
Laterale - Distanza laterale minima + At 0 km/h + At 50 km/h - Posizione desiderata a flusso libero ***Lateral*** *- Minimum lateral distance* *+ At 0 km/h* *+ At 50 km/h* *- Desired position at free flow*	 0,15 m 0,8 m Libero *0.15 m* *0.8 m* *Free*	 Osservato sul campo Adottato dal modello di moto dinamico calibrato *Observed in the field* *Adopted from the calibrated dynamic motorcycle model*
Cambio di corsia - Comportamenti generali - Decelerazione massima (propria) - Decelerazione massima (finale) - Distanza decelerazione-cambio (propria) - Distanza decelerazione-cambio (finale) - Decelerazione accettata (propria) (valore medio) - Decelerazione accettata (finale) (valore medio) - Decelerazione massima per frenata cooperativa ***Lane change*** *- General behaviour* *- Maximum deceleration (own)* *- Maximum deceleration (trailing)* *- Deceleration-change distance (own)* *- Deceleration-change distance (trailing)* *- Accepted deceleration (own) (mean value)* *- Accepted deceleration (trailing) (mean value)* *- Maximum deceleration for cooperative braking*	Selezione corsia libera -2,28 m/s² -1,72 m/s² 5 m 5 m -1,15 m/s² -0,8 m/s² -1,72 m/s² *Free lane selection* *-2.28 m/s²* *-1.72 m/s²* *5 m* *5 m* *-1.15 m/s²* *-0.8 m/s²* *-1.72 m/s²*	 Tan *et al.* (2009) Tan *et al.* (2009) Assunta Assunta Tan *et al.* (2009) Tan *et al.* (2009) Tan *et al.* (2009) Tan et al. *(2009)* Tan et al. *(2009)* *Assumed* *Assumed* Tan et al. *(2009)* Tan et al. *(2009)* Tan et al. *(2009)*
- Modello Seguimento del veicolo (Wiedemann 74) - Distanza massima di osservazione - Numero di veicoli osservati - Distanza media di arresto - Parametro di distanza di sicurezza aggiuntivo (bx_add) - Parametro distanza di sicurezza moltiplicativo (bx_mult) *- Car-following model (Wiedemann 74)* *- Maximum look-ahead distance* *- Number of observed vehicles* *- Average standstill distance* *- Additive safety-distance parameter (bx_add)* *- Multiplicative safety-distance parameter (bx_mult)*	 20–30 m 3–4 0,25 m 0,5 m 0,75 m *20–30 m* *3–4* *0.25 m* *0.5 m* *0.75 m*	 Assunta Assegnato Osservato sul campo Assunta Assunta *Assumed* *Assigned* *Observed in the field* *Assumed* *Assumed*

il numero di fasi, la lunghezza del ciclo e i tempi verde, rosso e ambra.

4.4.1. Indicatori di prestazione della rete

Le prestazioni della rete sono state valutate utilizzando un insieme comune di misure di output VISSIM. La Tab. 11 riporta sia gli indicatori per veicolo che i totali aggregati della rete. La distanza totale percorsa è espressa in veicoli-chilometro (veic-km), mentre il tempo totale di percorrenza e il ritardo totale sono espressi in ore-veicolo (veic-h); sono valori aggregati tra tutti i veicoli simulati durante l'intervallo di valutazione comune, non valori medi per veicolo.

Lo Scenario 2 produce un aumento del 4,0% della velocità media, una riduzione del 3,8% del ritardo medio, una riduzione del 6,6% del tempo di viaggio aggregato, una riduzione del 6,4% del ritardo aggregato e una riduzione del 3,9% delle fermate rispetto allo Scenario 1. Questi cambiamenti moderati ma coerenti indicano una migliore stabilità operativa piuttosto che una completa rimozione della congestione.

4.4.2. Accesso pedonale e tempo di attesa

Gli scenari pedonali sono stati valutati all'incrocio Quoc Huong-Vo Nguyen Giap Frontage Road. La Tab. 12 riporta i tempi di attesa tipici per quattro livelli di domanda pedonale e due movimenti di attraversamento.

Il confronto si concentra sul ritardo pedonale e sull'interazione tra domanda di attraversamento e traffico veicolare. Ciò fornisce un contesto computazionale per le misure di dislivello separato e di controllo del segnale considerate nello Scenario 2.

Quando vi è un cavalcavia o sottopassaggio pedonale, i flussi pedonali e dei veicoli sono fisicamente separati e i conflitti di attraversamento diretto sono in gran parte rimossi. La Fig. 7 illustra la configurazione.

La Tab. 12 mostra un aumento non lineare del tempo di attesa all'aumentare della domanda pedonale. A 500 pedoni, il tempo di attesa riportato raggiunge i 226,29 s sul movimento fronte-strada e i 250,65 s sull'incrocio Tran Nao. Questo risultato supporta il dislivello separato o una strategia di segnale pedonale dedicata nei punti di accesso critici. Poiché le osservazioni della domanda pedonale erano limitate, i valori assoluti dovrebbero essere interpretati come indicatori di scena-

4.5. Integrated scenario comparison

The principal mechanisms in Scenario 2 relate to public-transport integration and station accessibility rather than to road-capacity expansion. Better feeder integration, more direct transfers, and a higher concentration of activities near the station increase the attractiveness of metro and bus use and reduce some motorcycle access trips. These benefits depend on implementation quality; land-use intensity without equivalent walking, feeder, and interchange capacity could instead increase local pressure.

From a sustainability perspective, compact development and improved non-motorised access can reduce trip length, private-vehicle dependence, and the need for road expansion. The present model does not directly estimate emissions, energy use, or land-value effects; these outcomes are therefore discussed as plausible co-benefits rather than quantified findings.

The integrated comparison is summarised in Tab. 13. The table distinguishes directly simulated operational indicators from qualitative planning outcomes.

Implementation gaps remain important. Feeder services

Tabella 11 - *Table 11*

Indicatori di prestazione della rete per l'area della stazione di Thao Dien

Network performance indicators for the Thao Dien Station area

N° *No.*	Indicatore *Indicator*	Scenario 1	Scenario 2
1	Velocità media di viaggio [km/h] *Average travel speed [km/h]*	20,67	21,50
2	Ritardo medio [s/veh] *Average delay [s/veh]*	19,24	18,50
3	Distanza totale percorsa [veic-km] *Total travel distance [veh-km]*	20,327	19,747
4	Tempo totale percorrenza [veic-h] *Total travel time [veh-h]*	983	918
5	Ritardo totale [veic-h] *Total delay [veh-h]*	187	175
6	Numero di fermate [fermate] *Number of stops [stops]*	3,184	3,061

Tabella 12 - *Table 12*

Tempo di attesa tipico dei pedoni per trasferimento e livello di domanda

Typical pedestrian waiting time by movement and demand level

N° *No.*	Opzione di trasferimento *Movement option*	Tempo(i) di attesa *Waiting time (s)*			
		100 pedoni *100 pedestrians*	200 pedoni *200 pedestrians*	300 pedoni *300 pedestrians*	500 pedoni *500 pedestrians*
1	Strada parallela Vo Nguyen Giap *Vo Nguyen Giap Frontage Road*	71,68	97,99	127,43	226,29
2	Tran Nao Street (incrocio Vo Nguyen Giap) *Tran Nao Street (crossing Vo Nguyen Giap)*	140,94	177,51	214,08	250,65

rio piuttosto che come soglie universalmente trasferibili.

4.5. Confronto integrato degli scenari

Attraverso i criteri di prestazione stradale, lo Scenario 2 è costantemente uguale o migliore dello Scenario 1. I rapporti V/C di collegamento sono più bassi, il livello di servizio rimane stabile e i risultati microscopici mostrano una velocità più elevata e un ritardo inferiore. L'entità del miglioramento è modesta perché la rete 2030 rimane pesantemente caricata e il pacchetto TOD viene valutato all'interno dei vincoli urbani esistenti.



Figura 7 – Simulazione dell'accesso pedonale a dislivello separato alla stazione di Thao Dien

Figure 7 – Simulation of grade-separated pedestrian access at Thao Dien Station

I principali meccanismi nello Scenario 2 riguardano l'integrazione del trasporto pubblico e l'accessibilità alle stazioni piuttosto che l'espansione della capacità stradale. Una migliore integrazione di linee di raccordo, più trasferimenti diretti e una maggiore concentrazione di attività vicino alla stazione aumentano l'attrattiva dell'uso della metropolitana e degli autobus e riducono alcuni viaggi in moto. Questi vantaggi dipendono dalla qualità dell'implementazione; l'intensità dell'uso del suolo senza passeggio, linee di raccordo e capacità di interscambio equivalente potrebbe invece aumentare la pressione locale.

Dal punto di vista della sostenibilità, lo sviluppo compatto e il miglioramento dell'accesso non motorizzato possono ridurre la lunghezza del viaggio, la dipendenza dai veicoli privati e la necessità di espandere la rete stradale. Il presente modello non stima direttamente le emissioni, l'uso di energia o gli effetti del valore del suolo; questi risultati sono quindi discussi come co-benefici plausibili piuttosto che risultati quantificati.

La Tab. 13 riassume il confronto integrato. La tabella distingue direttamente gli indicatori operativi simulati dagli esiti della pianificazione qualitativa.

Le lacune nell'implementazione rimangono importanti. I servizi di raccordo possono ancora comportare lunghe distanze a piedi o di trasferimento, la biglietteria integrata è incompleta e lo scambio di informazioni tra i servizi di metropolitana, autobus, taxi, bicicletta e servizio di trasporto con conducente a chiamata è limitato. I guadagni operativi identificati dal modello dipendono quindi dall'erogazione coordinata piuttosto che dalla sola intensificazione dell'uso del suolo.

La Tab. 14 riassume i risultati della sensibilità alla domanda. È stata condotta una sensibilità di screening scalando gli intervalli V/C riportati di ±10%, che rappresenta l'incertezza nella crescita di fondo, nella generazione di viaggi e nella risposta modale. Il calcolo è lineare e non riproduce la dinamica della coda non lineare di una mi-

may still involve long walking or transfer distances, integrated ticketing is incomplete, and information exchange between metro, bus, taxi, bicycle, and ride-hailing services is limited. The operational gains identified by the model therefore depend on coordinated delivery rather than on land-use intensification alone.

The demand-sensitivity results are summarised in Tab. 14. A screening sensitivity was conducted by scaling the reported V/C ranges by ±10%, representing uncertainty in background growth, trip generation, and modal response. The calculation is linear and does not reproduce the nonlinear queue dynamics of a full microsimulation; it is therefore used only to test the stability of the scenario ranking.

The principal uncertainties are forecast land-use intensity, public-transport service delivery, actual modal shift, transferred driver-behaviour parameters, pedestrian-demand assumptions, and the absence of independent validation data. Results should therefore be used to compare alternatives and identify operational risks, not as exact predictions of future traffic conditions.

5. Conclusions

This study assessed the traffic impacts of TOD-based development and transport organisation around railway stations, using Thao Dien Station as a representative case. The TOD-oriented scenario produced moderate but consistent operational improvements: average travel speed increased from 20.67 to 21.50 km/h (4.0%), while average delay decreased from 19.24 to 18.50 s/veh (3.8%), aggregate travel time from 983 to 918 veh-h (6.6%), aggregate delay from 187 to 175 veh-h (6.4%), and the number of stops from 3,184 to 3,061 (3.9%). Across the assessed access roads, link V/C ratios declined by 0.01–0.08, while LOS remained predominantly B-C with some A. These results indicate improved operational stability and more efficient use of existing capacity rather than the complete elimination of congestion.

crosimulazione completa; viene quindi utilizzato solo per testare la stabilità del ranking dello scenario.

Le principali incertezze sono l'intensità prevista dell'uso del suolo, l'erogazione del servizio di trasporto pubblico, il trasferimento modale effettivo, i parametri di comportamento del conducente trasferiti, le ipotesi della domanda pedonale e l'assenza di dati di convalida indipendenti. I risultati dovrebbero quindi essere utilizzati per confrontare le alternative e identificare i rischi operativi, non come previsioni esatte delle condizioni future del traffico.

5. Conclusioni

Questo studio ha valutato gli impatti sul traffico dello sviluppo e dell'organizzazione dei trasporti basati su TOD intorno alle stazioni ferroviarie, utilizzando la stazione di Thao Dien come caso rappresentativo. Lo scenario orientato al TOD ha prodotto miglioramenti operativi moderati ma coerenti: la velocità media di viaggio è aumentata da 20,67 a 21,50 km/h (4,0%), mentre il ritardo medio è diminuito da 19,24 a 18,50 s/veic (3,8%), il tempo di viaggio aggregato da 983 a 918 veic-h (6,6%), il ritardo aggregato da 187 a 175 veic-h (6,4%) e il numero di fermate da 3.184 a 3.061 (3,9%). Attraverso le strade di accesso valutate, i rapporti V/C di collegamento sono diminuiti di 0,01-0,08, mentre il livello di servizio è rimasto prevalentemente B-C con alcuni A. Questi risultati indicano una migliore stabilità operativa e un uso più efficiente della capacità esistente piuttosto che la completa eliminazione della congestione.

I risultati dimostrano inoltre che il valore di TOD non può essere valutato esclusivamente attraverso gli indicatori del traffico stradale. I vantaggi osservati nello scenario TOD sono associati a una migliore integrazione del trasporto pubblico, a un migliore accesso pedonale, a collegamenti più convenienti per il primo e l'ultimo miglio e a un'organizzazione più coordinata del traffico intorno alla stazione. L'aumento della densità e l'uso misto del suolo possono sostenere la doman-

Tabella 13 - *Table 13*

Confronto tra lo scenario di riferimento 2030 e lo scenario integrato TOD
Comparison of the 2030 reference and integrated TOD scenarios

Criteri ***Criteria***	**Scenario 1**	**Scenario 2**
Livello di intervento *Level of intervention*	Nessun pacchetto specifico per TOD *No TOD-specific package*	Pacchetto integrato di uso, accesso, transito e gestione del territorio *Integrated land-use, access, transit, and management package*
Intervallo V/C collegamento critico selezionato *Selected critical-link V/C range*	0,58-0,68 *0.58–0.68*	0,55-0,64 *0.55–0.64*
LOS - Livello di Servizio *LOS*	Principalmente B-C *Mostly B-C*	Principalmente B-C, con alcuni A *Mostly B-C, with some A*
Efficienza del trasporto pubblico *Public transport efficiency*	Integrazione limitata *Limited integration*	Migliore integrazione (ipotesi di scenario e percorso del modello) *Improved integration (scenario assumption and model pathway)*
Rischio di congestione *Congestion risk*	Medio-alto su collegamenti critici *Medium-high on critical links*	Più basso, ma non eliminato *Lower, but not eliminated*
Sostenibilità *Sustainability*	No quantificato *Not quantified*	Potenziali co-benefici; non direttamente quantificati *Potential co-benefits; not directly quantified*

Tabella 14 - *Table 14*

Sensibilità di screening degli intervalli V/C all'incertezza della domanda
Screening sensitivity of V/C ranges to demand uncertainty

Ipotesi della domanda ***Demand assumption***	**Scenario 1 intervallo V/C collegamento selezionato** ***Scenario 1 selected-link V/C range***	**Scenario 2 intervallo V/C collegamento selezionato** ***Scenario 2 selected-link V/C range***	**Interpretazione** ***Interpretation***
-10% della domanda *-10% demand*	0,52-0,61 *0.52-0.61*	0,50-0,58 *0.50-0.58*	Entrambi gli scenari rimangono al di sotto dell'intervallo di base; lo Scenario 2 mantiene un V/C inferiore *Both scenarios remain below the base range; Scenario 2 retains lower V/C*
Domanda di base *Base demand*	0,58-0,68 *0.58-0.68*	0,55-0,64 *0.55-0.64*	Risultato del modello riportato *Reported model result*
+10% della domanda *+10% demand*	0,64-0,75 *0.64-0.75*	0,61-0,70 *0.61-0.70*	Il rischio di congestione aumenta, ma lo Scenario 2 mantiene il vantaggio comparativo *Congestion risk increases, but Scenario 2 retains the comparative advantage*

da di transito, ma queste misure di pianificazione possono anche generare viaggi aggiuntivi se non sono accompagnate da un'adeguata capacità di trasporto pubblico e da un'efficace gestione degli accessi. Il TOD dovrebbe quindi essere implementato come una strategia integrata di area di stazione piuttosto che come un intervento isolato di utilizzo del territorio.

Dai risultati si possono trarre diverse implicazioni pratiche. In primo luogo, la pianificazione delle aree delle stazioni dovrebbe coordinare l'intensità dell'uso del suolo con la capacità delle strade di accesso, dei servizi di trasporto pubblico, delle strutture pedonali e degli spazi di interscambio. In secondo luogo, gli autobus di raccordo, i percorsi a piedi sicuri, le strutture per biciclette, le aree di ritiro e riconsegna e la gestione dei parcheggi dovrebbero essere progettati come componenti interconnessi del sistema di accesso alla stazione. In terzo luogo, le misure che separano i trasferimenti dei pedoni e dei veicoli possono migliorare la sicurezza e ridurre i conflitti operativi, in particolare laddove la domanda di pedoni è elevata. Infine, le misure di gestione del traffico dovrebbero essere valutate insieme agli interventi di uso del suolo e di trasporto pubblico, poiché i miglioramenti nell'accessibilità delle stazioni possono essere compensati dalla congestione nelle intersezioni e nei corridoi di accesso circostanti.

Il quadro e le sue implicazioni di pianificazione sono trasferibili ad altre aree di stazione, sebbene l'entità dei benefici dipenderà dalle condizioni locali. Poiché lo scenario TOD rappresenta un pacchetto combinato di interventi, gli effetti delle singole misure non possono essere isolati dai risultati attuali. La ricerca futura dovrebbe quindi valutare interventi separati e combinati, incorporare ulteriori dati di convalida ed estendere la valutazione alle emissioni, alla sicurezza, all'equità e all'accessibilità per diversi gruppi di utenti.

The findings also demonstrate that the value of TOD cannot be evaluated solely through road-traffic indicators. The benefits observed in the TOD scenario are associated with improved public transport integration, better pedestrian access, more convenient first- and last-mile connections, and a more coordinated organisation of traffic around the station. Increased density and mixed land use may support transit demand, but these planning measures can also generate additional trips if they are not accompanied by adequate public transport capacity and effective access management. TOD should therefore be implemented as an integrated station-area strategy rather than as an isolated land-use intervention.

Several practical implications can be drawn from the results. First, station-area planning should coordinate land-use intensity with the capacity of access roads, public transport services, pedestrian facilities, and interchange spaces. Second, feeder buses, safe walking routes, bicycle facilities, pick-up and drop-off areas, and parking management should be designed as interconnected components of the station access system. Third, measures that separate pedestrian and vehicle movements can improve safety and reduce operational conflicts, particularly where pedestrian demand is high. Finally, traffic-management measures should be evaluated together with land-use and public transport interventions, because improvements in station accessibility may be offset by congestion at surrounding intersections and access corridors.

The framework and its planning implications are transferable to other station areas, although the magnitude of the benefits will depend on local conditions. Since the TOD scenario represents a combined package of interventions, the effects of individual measures cannot be isolated from the current results. Future research should therefore evaluate separate and combined interventions, incorporate additional validation data, and extend the assessment to emissions, safety, equity, and accessibility for different user groups.

Dichiarazione del contributo dell'autore

Phu Quang Tran: concettualizzazione, metodologia, supervisione, visualizzazione, scrittura – bozza originale e scrittura – revisione e modifica. Thai Hong Nguyen: concettualizzazione, supervisione, visualizzazione e scrittura – revisione e modifica. An Quoc Bui: metodologia, indagine, cura dei dati, analisi formale, software, visualizzazione, scrittura – bozza originale e scrittura – revisione e modifica.

Credit author statement

Phu Quang Tran: Conceptualization, Methodology, Supervision, Visualization, Writing – original draft, and Writing – review and editing. Thai Hong Nguyen: Conceptualization, Supervision, Visualization, and Writing – review and editing. An Quoc Bui: Methodology, Investigation, Data curation, Formal analysis, Software, Visualization, Writing – original draft, and Writing – review and editing.

BIBLIOGRAFIA – *REFERENCES*

[1] HCMC Department of Transport (2022), *"Report on the Status of Transport Infrastructure in Ho Chi Minh City"*, unpublished institutional report, Ho Chi Minh City, Vietnam, pp. 1–3.

[2] R. Cervero, K. Kockelman (1997), *"Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design"*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, vol. 2, no. 3, pp. 199–219, doi: 10.1016/S1361-9209(97)00009-6.

[3] X. Chen, L. Lin (2015), *"The node-place analysis on the 'hubtropolis' urban form: The case of Shanghai Hongqiao air-rail hub", Habitat International, vol. 49, pp. 445–453, doi: 10.1016/j.habitatint.2015.06.013.*

[4] S. G. Kim, D. H. Kim (2016), *"Development and application of LOS (Level of Service) for accessibility to railway stations"*, Journal of the Korean Society of Civil Engineers, vol. 36, no. 1, pp. 115–120, doi: 10.12652/KSCE.2016.36.1.0115.

[5] F. Rotoli, S. Ricci, E. Navajas Cawood, G. Malavasi (2015), *"Capacity versus punctuality assessment procedures and accessibility measures for rail networks"*, Ingegneria Ferroviaria, vol. 70, no. 12, pp. 1011–1040.

[6] L. Vannacci, M. Tartaglia, E. Navajas Cawood, F. Rotoli (2015), *"The use of Open Data for estimating rail accessibility in Europe"*, Ingegneria Ferroviaria, vol. 70, nos. 7–8, pp. 611–634.

[7] L. Evangelista, T. Fazio, F. Traini, A. Vittozzi (2015), *"The new high speed railway station of Bologna"*, Ingegneria Ferroviaria, vol. 70, no. 6, pp. 513–538.

[8] N. Tsumita, H. Kikuchi, V. Vichiensan, A. Fillone, V. A. Tuan, H. T. Linh, D. S. Pawar, A. Fukuda (2023), *"Urban railway network expansion on transit-oriented development: Improvement in accessibility in four Asian developing cities"*, Asian Transport Studies, vol. 9, Art. no. 100097, doi: 10.1016/j.eastsj.2023.100097.

[9] Y. Choi and S. Guhathakurta (2024), *"Unraveling the diversity in transit-oriented development", Transportation Research Part A: Policy and Practice, vol. 182, Art. no. 104020, doi: 10.1016/j.tra.2024.104020.*

[10] Hanoi People's Committee and Ho Chi Minh City People's Committee (2024), *"Seminar on Urban Railway System Development in Hanoi and Ho Chi Minh City"*, seminar presentation materials, PC Group, Vietnam.

[11] V. Arliani, A. Sjafruddin, I. Santoso, H. Winarso (2024), *"Impact of internal accessibility on value creation in transit-oriented development (TOD) area"*, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, vol. 25, Art. no. 101106, doi: 10.1016/j.trip.2024.101106.

[12] S. Eom, H. Kim, D. Hasegawa, I. Yamada (2024), *"Pedestrian movement with large-scale GPS records and transit-oriented development attributes"*, Sustainable Cities and Society, vol. 102, Art. no. 105223, doi: 10.1016/j.scs.2024.105223.

[13] Y. Xu, H.-Y. Chan, A. Chen, T.-Y. Chim, X. Liu (2024), *"Aged and wheeled mobility in transit-oriented development: The capabilities approach"*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, vol. 127, Art. no. 104058, doi: 10.1016/j.trd.2024.104058.

[14] Y. Tan, Z. Juan (2008), *"Microscopic traffic simulation model of public transport vehicle operation and its application"*, in Proc. 8th Int. Conf. Chinese Logistics and Transportation Professionals, Chengdu, China, pp. 3908–3913, doi: 10.1061/40996(330)572.

[15] M. Fellendorf, P. Vortisch (2010), *"Microscopic traffic flow simulator VISSIM"*, in Fundamentals of Traffic Simulation, J. Barceló, Ed. New York, NY, USA: Springer, vol. 145, pp. 63–93, doi: 10.1007/978-1-4419-6142-6_2.

[16] M. G. McNally (2000), *"The four-step model"*, in Handbook of Transport Modelling, D. A. Hensher and K. J. Button, Eds. Oxford, U.K.: Pergamon, pp. 35–52.

[17] National Academies of Sciences (2022), *"Engineering, and Medicine, Highway Capacity Manual: A Guide for Multimodal Mobility Analysis"*, 7th ed. Washington, DC, USA: The National Academies Press, doi: 10.17226/26432.

[18] Institute of Transportation Engineers (2021), *"Trip Generation Manual"*, 11th ed. Washington, DC, USA: Institute of Transportation Engineers.

[19] K. M. Currans, K. J. Clifton (2018), *"Exploring ITE's Trip Generation Manual: Assessing age of data and land-use taxonomy in vehicle trip generation for transportation impact analyses"*, Transportation Research Part A: Policy and Practice, vol. 118, pp. 387–398, doi: 10.1016/j.tra.2018.09.007.

[20] J. Barceló, E. Codina, J. Casas, J. L. Ferrer, D. García (2005), *"Microscopic traffic simulation: A tool for the design, analysis and evaluation of intelligent transport systems"*, Journal of Intelligent & Robotic Systems, vol. 41, pp. 173–203, doi: 10.1007/s10846-005-3808-2.

[21] PTV Planung Transport Verkehr GmbH (2024), *"PTV Vissim 2024—User Manual. Karlsruhe, Germany: PTV Group, 2024".*

[22] Traffic Infrastructure Management Center (2020), *"Traffic Demand Forecasting Model Data for Ho Chi Minh City"*, unpublished institutional dataset, Ho Chi Minh City, Vietnam.

[23] Prime Minister of Vietnam (2024), *"Decision No. 1711/QĐ-TTg approving the Ho Chi Minh City Planning for the 2021–2030 period, with a vision to 2050", Hanoi, Vietnam, Dec. 31.*

[24] H.V. Tan, J.-D. Schmöcker, S. Fujii (2009), *"Upgrading from motorbikes to cars: Simulation of current and future traffic conditions in Ho Chi Minh City"*, in Proc. Eastern Asia Society for Transportation Studies, p. 335, doi: 10.11175/eastpro.2009.0.335.0.

[25] Prime Minister of Vietnam (2025), *"Decision No. 1125/QĐ-TTg approving the adjusted General Plan of Ho Chi Minh City to 2040, with a vision to 2060", Hanoi, Vietnam, Jun. 11.*

[26] Ho Chi Minh City Union of Science and Technology Associations (2024), *"Urban Development Under the Transit-Oriented Development Model in Ho Chi Minh City"*, Ho Chi Minh City, Vietnam, Jul.

[27] International Transport Forum (2023), *"Transit-oriented development and accessibility: Case studies from Southeast Asian cities"*, International Transport Forum Policy Papers, no. 124. Paris, France: OECD Publishing, doi: 10.1787/41b95623-en.

[28] HCMC Public Transport Management Center (2025), *"Report on Operational Results for the 2020–2024 Period"*, Ho Chi Minh City, Vietnam.

[29] Y. Sun, B. Han, F. Lu (2024), *"An overview of TOD level assessment around rail transit stations"*, Urban Rail Transit, vol. 10, pp. 1–12, doi: 10.1007/s40864-023-00211-3.

[30] TEDI–TRICC–TEDIS Consulting Consortium (2025), *"Pre-Feasibility Study Report for the North–South High-Speed Railway Project"*, unpublished project report, Vietnam.

[31] Japan International Cooperation Agency and Hanoi People's Committee (2011), *"The Project on Integrated UMRT and Urban Development for Hanoi in Vietnam: Final Report"*, Hanoi, Vietnam, Jan.

[32] Railway Project Management Board (2025), *"Pre-Feasibility Study Report for the Thu Thiem–Long Thanh Railway Project"*, unpublished project report, Vietnam.

[33] National Assembly of Vietnam (2023), *"Resolution No. 98/2023/QH15 on pilot mechanisms and policies for the development of Ho Chi Minh City"*, Hanoi, Vietnam, Jun. 24.

[34] National Assembly of Vietnam (2025), *"Resolution No. 188/2025/QH15 on pilot special mechanisms and policies for urban railway network development in Hanoi and Ho Chi Minh City"*, Hanoi, Vietnam, Feb. 19.

[35] H. Chen, K. Zhao, Z. Zhang, H. Zhang, L. Lu (2024), *"Evaluating transit-oriented development performance: An integrated approach using multisource big data and interpretable machine learning"*, Journal of Advanced Transportation, vol., Art. no. 7450495, doi: 10.1155/atr/7450495.

[36] K. Lee, T.-W. Kim, J. Kwak, G. Jeon (2025), *"Investigating threshold distances and behavioral factors affecting railway station accessibility: A case study of the Seoul Metropolitan Area, South Korea", Sustainability, vol. 17, no. 10, Art. no. 4501, doi: 10.3390/su17104501.*

[37] TCVN 13592:2022 (2022), *"Urban Roads—Design Requirements"*, Vietnam.0.

LEGENDA - *LEGEND*

ACRONIMO *ACRONYM*	***ENGLISH***	**ITALIANO**
ODA	*Official Development Assistance*	Assistenza Ufficiale allo Sviluppo - APS
TOD	*Transit Oriented Development*	Sviluppo orientato al transito
HSR	*High Speed Rail*	Alta velocita - AV
URT	*Urban Rail Transit*	Trasporto ferroviario urbano
LOS	*Level of Service*	Livello di servizio
O-D	*Origin - Destination*	Origine - Destinazione
BRT	*Bus Rapid Transit*	Trasporto rapido con autobus
FBN	*Feeder Bus Network*	Rete di autobus di collegamento
ABT	*Automatic Fare Collection*	Riscossione automatica del biglietto
PTV VISSIM	*Planum Transport Verkehr VISSIM*	Software di simulazione microscopica del traffico
	Car following	Auto al seguito
	Feeder Routes	Linee di raccordo
	HCMC	Ho Chi Minh City
SWOT	*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*	Punti di forza, debolezze, opportunità e minacce

InnoTrans 2026

Ing. Valerio Giovine

Dal 22 al 25 settembre 2026 si è svolta a Berlino la 30^ edizione di InnoTrans, la principale Fiera mondiale del trasporto ferroviario.

Il CIFI ha partecipato con un proprio stand, il 105 della Hall A, dove ha presentato le sue attività (Fig. 1 e Fig. 2).

Oltre ai prodotti editoriali, libri e riviste specializzate, si è dato risalto ai corsi di formazione organizzati da CIFI Servizi, in particolare quelli in lingua inglese e quelli on-demand. La visita allo stand del Presidente, ing. Gianpiero Strisciuglio, (Fig. 3) ha confermato l'importanza di diffusione, anche a livello internazionale, delle iniziative del Collegio.



Figura 1 – Lo stand del CIFI a InnoTrans 2026.



Figura 2 – Parte dello staff CIFI nello stand di InnoTrans 2026.

Berlin Messe, la Società che cura l'evento, ha offerto al CIFI un incontro di benvenuto (Fig. 4 e Fig. 5), a cui però non ha potuto partecipare il Presidente, distolto da attività istituzionali come AD di Ferrovie dello Stato Italiane. L'incontro ha rappresentato un segno



Figura 3 – Il Presidente CIFI durante la visita allo stand.



Figura 4 - L'incontro di benvenuto di Berlin Messe con il CIFI.



Figura 5 – Il Segretario Generale CIFI e il Direttore di Berlin Messe durante l'incontro di benvenuto.

di riconoscimento per il Collegio, unica Associazione presente a InnoTrans con finalità di diffusione della cultura ferroviaria.

Sono stati invitati anche due neo-laureati concorrenti per le borse di studio 2026 del CIFI, ospitati da Berlin Messe, che ha dato a loro l'opportunità di visitare la Fiera e di farsi conoscere dagli espositori. Una esperienza gradita, che permette di avvicinare i giovani al CIFI.

Molto ricco il settore espositivo dei veicoli ferroviari (Fig. 6) e dei mezzi d'opera per la manutenzione e il monitoraggio dello stato dell'infrastruttura, tra cui il prototipo TINO di Rete Ferroviaria Italiana per la verifica della via (Fig. 7).

Diversi gli espositori italiani, gran parte Soci collettivi del CIFI, che hanno illustrate le loro attività e pubblicizzato i loro prodotti innovativi (Fig. 8).

InnoTrans si conferma ancora una



Figura 6 – Alcuni veicoli ferroviari in esposizione alla Fiera.



Figura 7 - TINO (Train for INspection Of railway).



Figura 8 – Lo stand del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane.

volta come preziosa modalità di aggiornamento delle conoscenze tecniche e soprattutto significativa opportunità di scambio culturale e umano a livello internazionale, utile per "toccare con mano" gli sviluppi del trasporto su ferro in tutti i suoi aspetti, da quelli generali di sistema a quelli di dettaglio della componentistica.

COLLEGIO INGEGNERI
FERROVIARI ITALIANI



Gian Piero Pavirani

LA MANUTENZIONE DELLA INFRASTRUTTURA



COSTO DELLA PUBBLICAZIONE

Intero € 35,00
Soci CIFI € 28,00

PER INFO E PRENOTAZIONI

info@cifi.it

+39 - 064742986 - 064882129

COLLEGIO INGEGNERI
FERROVIARI ITALIANI

Notizie dall'interno

Massimiliano Bruner

TRASPORTI SU ROTAIA

Lombardia: riprendono i viaggi dei treni storici

Con l'arrivo dell'autunno riprendono le corse dei treni storici: Trenord propone ad appassionati e curiosi otto nuove date per viaggiare a bordo di convogli d'epoca verso Como, Laveno Mombello e il Lago Maggiore, Asso e lungo la Brescia-Iseo-Edolo, che costeggia il Lago d'Iseo. Fra aprile e giugno già mille passeggeri hanno aderito all'iniziativa.

In particolare, i viaggi d'epoca con Trenord ripartiranno da domenica 13 settembre; il calendario prevede sei corse del convoglio composto da tre carrozze di prima classe AZ (130-136-137), costruite nel biennio 1924-25, il locomotore elettrico FNM E610-04 del 1949 e il locomotore elettrico FNM E600-3, costruito nel 1928. I mezzi, finemente restaurati con il supporto di FERROVIENORD, da Milano Cadorna porteranno i viaggiatori a Laveno Mombello, Como, Novara, Asso immersi in un'atmosfera degli anni Venti, sui sedili di velluto rosso cardinale delle carrozze di prima classe, con gli interni in legno. I viaggi saranno animati da personaggi in costume d'epoca, musicisti e voci che eseguiranno performance artistiche e teatrali.

A questa agenda si aggiungeranno due corse dell'Automotrice storica ALn 668-125, realizzata nel 1979 e oggi elegantemente restaurata, sulle sponde del Lago d'Iseo: i viaggi partiranno da Rovato verso Iseo o verso Pisogne.

Le date previste sono:

- domenica 13 settembre; Milano Cadorna-Como Lago
- domenica 20 settembre: Milano Cadorna-Laveno Mombello Lago
- domenica 27 settembre: Rovato FN-Pisogne
- domenica 4 ottobre: Milano Cadorna-Asso
- domenica 18 ottobre: Milano Cadorna-Como Lago
- domenica 8 novembre: Milano Cadorna-Como Lago
- domenica 22 novembre: Milano Cadorna-Como Lago
- domenica 13 dicembre: Rovato FN-Iseo

Su trenord.it e App sono disponibili le informazioni sui biglietti speciali dedicati all'iniziativa, che comprendono il percorso di andata e ritorno sui convogli storici, più il viaggio di andata e ritorno su treni Trenord da tutta la Lombardia a Milano o Rovato e alle stazioni in cui i mezzi storici effettuano fermata (Da: *Comunicato Stampa Trenord*, 11 settembre 2026).

Nazionale: ferrovie, nel 2025 incidenti e vittime in calo, confermato il trend positivo della sicurezza ferroviaria

La Relazione Annuale sulla Sicurezza delle Ferrovie Interconnesse offre ogni anno un quadro aggiornato dell'evoluzione della sicurezza ferroviaria in Italia e delle attività svolte da ANSFISA, quale Autorità Nazionale per la Sicurezza Ferroviaria. Il documento analizza l'andamento degli incidenti e degli inconvenienti registrati sulla rete, ne approfondisce cause e dinamiche e restituisce una fotografia complessiva delle prestazioni di sicurezza del sistema ferroviario, evidenziandone i principali trend nel medio e lungo periodo.

Trasmessa annualmente al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e all'Agenzia dell'Unione Europea per le Ferrovie (ERA), la Relazione illustra inoltre i risultati delle attività di regolazione, autorizzazione e supervisione svolte dalla Direzione Generale per la Sicurezza delle Ferrovie dell'Agenzia, fornendo un quadro delle azioni messe in campo per il mantenimento e il continuo miglioramento dei livelli di sicurezza del sistema ferroviario nazionale. Azioni che si articolano in audit, ispezioni e controlli sui sistemi di gestione della sicurezza dei gestori dell'infrastruttura e delle imprese ferroviarie.

La Relazione prende in esame l'intera rete ferroviaria nazionale interconnessa, composta da circa 18.000 chilometri di linee, oltre 5.000 passaggi a livello e più di 20.000 opere d'arte tra ponti, viadotti e gallerie. Su questa rete operano 10 gestori dell'infrastruttura, 103 imprese ferroviarie autorizzate e circolano ogni anno circa 4 milioni di treni.

Su questa rete, nel 2025, si sono registrati 100 incidenti significativi, cioè eventi che hanno comportato decessi, ferimenti gravi, danni rilevanti o interruzioni prolungate del servizio. Il dato, rapportato ai volumi di traffico, risulta leggermente inferiore al livello medio dell'ultimo decennio e rappresenta il valore più basso dell'ultimo triennio. Anche il numero complessivo delle vittime, pari a 79 tra decessi e feriti gravi, è risultato in diminuzione rispetto alle 86 registrate nel 2024.

Come già rilevato negli anni precedenti, continua ad emergere che la principale causa degli incidenti è riconducibile alla presenza indebita di persone sulla sede ferroviaria. Gli incidenti alle persone che coinvolgono materiale rotabile in movimento rappresentano infatti 67 eventi, pari al 67% del totale degli incidenti significativi, mentre le relative vittime sono state 69, circa l'87% del totale.

Le altre tipologie di eventi registrate nel 2025 riguardano gli incidenti ai passaggi a livello, pari a 10

casi, le collisioni contro ostacoli che ingombrano la sagoma dei binari, i contesti manutentivi e i fenomeni di dissesto idrogeologico.

Particolarmente rilevante è il dato relativo agli incidenti più tipicamente ferroviari: nel 2025 non si sono registrati infatti deragliamenti di treni con conseguenze significative, un risultato che conferma il progressivo miglioramento delle prestazioni di sicurezza del sistema ferroviario nazionale.

L'analisi di lungo periodo evidenzia dunque come il sistema ferroviario italiano continui a mostrare un andamento positivo, sostenuto dal progressivo attrezzaggio delle linee con sistemi di protezione della marcia del treno, dalla riduzione e dall'ammodernamento dei passaggi a livello, dal rafforzamento dei Sistemi di Gestione della Sicurezza e dalle attività di supervisione svolte dall'Agenzia.

Anche per il 2025, in qualità di Autorità Nazionale di Sicurezza, ANSFISA conferma l'obiettivo indicato dalla normativa europea di perseguire il miglioramento continuo dei livelli di sicurezza. In questa prospettiva, particolare attenzione viene dedicata non solo all'analisi degli incidenti, ma anche allo studio dei loro precursori, dei fattori organizzativi, delle attività manutentive e delle interferenze esterne che possono incidere sul sistema ferroviario.

La Relazione fornisce infine, come accennato sopra, un quadro dettagliato dell'attività autorizzativa e certificativa svolta dall'Agenzia per i gestori e le imprese, delle autorizzazioni per veicoli e sottosistemi ferroviari e dell'intensa attività di supervisione condotta nel corso dell'anno, che ha visto 128 controlli sui gestori dell'infrastruttura e 155 attività sulle imprese ferroviarie, per un totale di 946 treni ispezionati e circa 8.700 elementi verificati

Parallelamente alla relazione sulle interconnesse, viene pubblicata la Relazione Annuale sulle Reti Ferroviarie Funzionalmente Isolate, che riguarda 13 linee e reti ferroviarie per un'estensione complessiva di circa 1.027 km. Si tratta di reti caratterizzate da differenti standard tecnologici e organizzativi e coinvolte da alcuni anni in un importante processo di adeguamento al modello europeo di gestione della sicurezza.

Nel 2025 sulle reti isolate si sono registrati 6 incidenti significativi, un dato sostanzialmente stabile rispetto agli anni precedenti. Gli eventi sono riconducibili principalmente a problematiche manutentive, all'indebita presenza di persone sulla sede ferroviaria e ad altre interferenze con l'esercizio ferroviario.

La Relazione evidenzia inoltre il significativo avanzamento dei procedimenti di certificazione degli operatori: a fine 2025 risultavano infatti certificati da ANSFISA nove operatori ferroviari, rispetto ai cinque dell'anno precedente, mentre ulteriori certificazioni sono state completate nei primi mesi del 2026.

In conclusione, le due Relazioni confermano il progressivo miglioramento del sistema ferroviario nazionale e individuano le principali aree su cui concentrare l'attenzione nei prossimi anni: mitigazione del rischio legato agli attraversamenti indebiti, protezione della sede ferroviaria dalle interferenze esterne, ammodernamento dei passaggi a livello, rafforzamento dei processi manutentivi, monitoraggio del dissesto idrogeologico e diffusione di una sempre più solida cultura della sicurezza.

Per la lettura della intera Relazione Annuale sulla Sicurezza delle Ferrovie Interconnesse del 2025 e è possibile accedere al collegamento web https://www.ansfisa.gov.it/documents/20142/3194500/Relazione+annuale+sulla+sicurezza+delle+ferrovie+interconnesse_2025.pdf/e1c36d5c-a203-f55b-15db-2332cf54f9d0 (Da: *Comunicato Stampa ANSFISA*, 5 ottobre 2026).

Lombardia: treni a idrogeno, al via le prime corse prova sulla Brescia-Edolo

Il futuro della mobilità ferroviaria entra sui binari della Brescia-Iseo-Edolo. Nel periodo notturno il primo treno a idrogeno ha iniziato le corse prova sulla linea, segnando un passaggio decisivo per il progetto H2iseO e per il rinnovo del trasporto ferroviario regionale. Intorno alle 23.30 il convoglio Alstom HMU 214-004 ha lasciato l'impianto di manutenzione di Rovato, dando il via ai test dinamici. Le prove si sono concluse intorno alle 4 del mattino, dopo circa 170 chilometri percorsi tra Brescia e Iseo.

I test (Fig. 1) proseguiranno nelle seguenti settimane e serviranno a verificare il funzionamento degli impianti e dei sistemi di bordo. Successivamente prenderà il via l'esercizio sperimentale previsto nell'ambito del percorso autorizzativo di ANSFISA, passaggio necessario in vista dell'entrata in servizio commerciale dei nuovi treni.

Un investimento che vede il MIT in prima linea: alla Lombardia sono stati assegnati 84,5 milioni di euro di risorse PNRR per l'acquisto di sette treni a idrogeno.

Soddisfazione del Vicepresidente del Consiglio e Ministro, M. Salvini, per un progetto che rappresenta un esempio di innovazione e saper fare italiano applicati alla mobilità ferroviaria e che lo scorso anno è stato presentato anche nella cornice internazionale di Expo 2025 Osaka e in occasione dei Giochi olimpici invernali di Milano Cortina.

Dalla progettazione ai binari: le prime corse prova aprono ora una nuova fase, verso un servizio ferroviario più moderno, innovativo e vicino alle esigenze del territorio (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 16 settembre 2026).

TRASPORTI URBANI

Trentino Alto Adige: prevenzione e innovazione per una mobilità più sicura

Sicurezza, investimenti e innovazione sono i pilastri di una mobilità più efficiente e resiliente. È questo il filo conduttore dell'incontro promosso da ANSFISA nel Salone d'Onore

del Museo Mercantile di Bolzano, dedicato al futuro del sistema ferroviario dell'Alto Adige e alla sua integrazione con la rete stradale e il trasporto pubblico locale.

Istituzioni nazionali ed europee, amministrazioni territoriali, gestori ed esperti si sono confrontati sulle prospettive di sviluppo delle infrastrutture, dal potenziamento delle grandi opere alla digitalizzazione, fino alla gestione del rischio idrogeo-logico. Obiettivo comune: rafforzare il coordinamento tra le diverse reti di trasporto e integrare sicurezza, sostenibilità e sviluppo economico nella programmazione degli interventi.

Ad aprire i lavori (Fig. 2) sono stati il direttore di ANSFISA D. Capomolla, il sottosegretario alla Presidenza del Consiglio dei ministri A. Morelli, il vice-capo di gabinetto del commissario europeo ai Trasporti P. Settembri e il presidente della Provincia autonoma di Bolzano A. Kompatscher.

"Le esperienze dell'Alto Adige e del Trentino dimostrano che la conoscenza capillare del territorio e la presenza di competenze tecniche diffuse consentono di prevenire molte criticità prima che si trasformino in emergenze. È questo il modello che dobbiamo rafforzare: passare da una logica emergenziale a una cultura della prevenzione, mettendo al centro monitoraggio, manutenzione e gestione del rischio", ha dichiarato il direttore di ANSFISA, D. Capomolla.

"La sicurezza delle infrastrutture e il dissesto idrogeologico non devono rimanere temi per soli tecnici: devono entrare nel confronto con l'opinione pubblica. Le persone devono conoscere le difficoltà che gli amministratori affrontano ogni giorno in un territorio complesso come il nostro. Bolzano è al centro degli interessi del Paese, dal Tunnel di Base del Brennero agli interventi che migliorano la qualità della vita delle comunità", ha dichiarato il sottosegretario A. Morelli.

La prima sessione ha approfondito il tema degli investimenti e delle opere strategiche lungo l'asse del Brennero. Al centro del confronto il contributo delle infrastrutture ferroviarie e autostradali alla mobilità nazionale ed europea e la necessità di accompagnare la realizzazione delle opere con adeguati sistemi di pianificazione, manutenzione e controllo. La sfida è considerare ferrovie, strade, trasporto pubblico e nodi intermodali come componenti di un unico sistema, capace di rispondere in modo integrato alle esigenze di mobilità di persone e merci.



(Fonte: MIT)

Figura 1 – Treni ad idrogeno: i test serviranno a verificare il funzionamento degli impianti e dei sistemi di bordo.

"Siamo in un momento cruciale per il futuro del trasporto europeo, delle sue infrastrutture e degli investimenti. I negoziati sul quadro finanziario pluriennale determineranno le risorse per il periodo 2028-2034, proprio quando dovrebbero giungere a conclusione i più grandi progetti europei. La Galleria di Base del Brennero è un simbolo dell'integrazione europea: servono risorse sufficienti



(Fonte: ANSFISA)

Figura 2 – ANSFISA a Bolzano, al centro del confronto il sistema ferroviario dell'Alto Adige, le grandi opere, l'integrazione tra reti di trasporto e la prevenzione del rischio idrogeologico.

per completarla", ha dichiarato P. Settembri, vice capo di gabinetto del commissario europeo ai Trasporti.

La giornata è proseguita con un focus dedicato alla sicurezza ferroviaria, all'innovazione tecnologica e alle flotte sostenibili. Digitalizzazione, interoperabilità dei dati e sistemi avanzati di monitoraggio offrono opportunità sempre più rilevanti per migliorare il controllo delle infrastrutture, aumentare l'efficienza delle reti e rafforzare le attività di prevenzione.

Un approfondimento specifico è stato inoltre dedicato alla responsabilità colposa dei vertici delle organizzazioni complesse. L'attenzione si è concentrata sui processi decisionali, sui modelli organizzativi, sull'attribuzione delle responsabilità e sull'efficacia dei sistemi di controllo nelle attività legate alla sicurezza.

La sessione conclusiva ha affrontato il rapporto tra dissesto idrogeologico e sicurezza delle infrastrutture. Monitoraggio continuo, manutenzione ordinaria e valutazione dinamica del rischio sono stati indicati come elementi essenziali per intervenire tempestivamente e tenere conto delle caratteristiche del territorio in cui le opere sono inserite.

In questo ambito, strumenti digitali, telerilevamento e condivisione dei dati possono rendere più efficace la programmazione degli interventi e rafforzare una vigilanza sempre più basata sul rischio. Il confronto ha richiamato anche i risultati del Libro Bianco sul dissesto idrogeologico e le infrastrutture di trasporto, realizzato da ANSFISA con RemTech Expo, che sottolinea l'importanza del monitoraggio del territorio, della manutenzione e del coordinamento tra amministrazioni e gestori.

Nel pomeriggio, un tavolo tecnico con operatori, enti territoriali e gestori ha permesso di approfondire le strategie di mitigazione del rischio e di condividere esperienze, criticità operative e buone pratiche.

L'incontro ha confermato il valore della collaborazione tra istituzioni e soggetti responsabili delle infrastrutture. Per ANSFISA, la priorità è sviluppare una vigilanza sempre più orientata alla prevenzione, integrando le informazioni sullo stato delle opere con quelle relative al territorio e al contesto ambientale. Un approccio che punta a rendere le infrastrutture più sicure e affidabili, sostenendo nel tempo la continuità dei servizi e lo sviluppo della mobilità (Da: *Comunicato Stampa ANSFISA*, 1 ottobre 2026)

Nazionale: diesel euro 5, evitato il blocco in Pianura Padana

Il Consiglio dei ministri ha approvato il decreto-legge che evita il blocco della circolazione dei veicoli diesel Euro 5 nel Bacino Padano.

Grande soddisfazione del ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti M. Salvini, che ha chiesto un intervento mirato al Governo per tutelare la mobilità di cittadini e imprese.

In Italia circolano circa 3,5 milioni di autoveicoli e 0,6 milioni di veicoli commerciali con alimentazione diesel Euro 5, mentre oltre 1,2 milioni di autoveicoli e 200mila veicoli commerciali sono operativi nel Bacino Padano.

Per Salvini, si tratta di un risultato importante che va incontro alle esigenze concrete di famiglie, lavoratori e sistema produttivo, evitando un blocco generalizzato che avrebbe avuto conseguenze rilevanti sulla mobilità e sulle attività economiche (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 24 settembre 2026).

Lazio: rapporto Istat Ambiente Urbano, a Roma raddoppiati i bus a basse emissioni

Nel 2024 tornano a crescere le principali infrastrutture a impianti fissi del Trasporto pubblico locale (Tpl): tram, filobus e metropolitana, il cui rafforzamento è oggetto dell'Investimento del PNRR per lo "sviluppo del trasporto rapido di massa".

L'estensione delle reti in esercizio aumenta in misura significativa per la metropolitana (212,3 km, +7,3% rispetto al 2023) e il filobus (305,3 km, +4,2%), mentre resta sostanzialmente invariata per il tram (360,8 km, -0,5%). Lo rende noto l'Istat, attraverso il rapporto "Ambiente Urbano".

Per quanto riguarda Roma, "lo studio - spiega l'Assessore alla Mobilità, E. Patanè - permette un confronto diretto su cinque anni: rispetto al 2019, Roma cresce sia nell'offerta di trasporto pubblico locale sia, in modo più netto, nella sostenibilità del parco autobus. Ed è un dato che ancora non tiene conto della grande operazione di rinnovamento delle linee, della flotta bus, metro e tram e delle altre innovazioni che stiamo introducendo nella capitale".

"Sul fronte dei bus a basse emissioni il cambio di passo è netto. Nel 2019 – aggiunge Patanè - gli autobus a basse emissioni del trasporto pubblico romano erano il 21,4% del totale, tra le quote più basse registrate nei grandi Comuni italiani. Nel 2024 quella quota supera il 50%, sopra la media dei capoluoghi metropolitani italiani, ferma al 47,5%. In cinque anni Roma è passata dal fondo della classifica a sopra la media nazionale, più che raddoppiando la quota di mezzi puliti. Sull'offerta di trasporto pubblico, Roma conferma e rafforza una posizione già solida: nel 2019 era terza in Italia con 6.883 posti-km per abitante, dietro solo a Venezia e Milano. Nel 2024 l'offerta è salita a 7.293 posti-km per abitante - una crescita del 5,9%, nonostante il crollo della pandemia nel mezzo - confermando Roma al terzo posto, sopra la media dei capoluoghi metropolitani. Sono due indicatori indipendenti, certificati da Istat, che vanno letti insieme al percorso di investimento avviato su più fronti che questi dati non tengono ancora in conto: i 121 nuovi tram CAF Urbos e i treni Hitachi in consegna, il rinnovo della flotta bus, gli interventi sulla rete metropolitana, sulla rete tranviaria e le nuove linee tram in via di realizzazione, l'operazione idrogeno per il deposito di Acilia e il servizio a chiamata che sta dando risultati molto importanti. Tutti questi dati confermano una direzione che a Roma stiamo perseguendo da tempo: più servizio e un parco mezzi più so-

stenibile, in linea con gli obiettivi che ci diamo anche nel confronto con le altre capitali europee".

"Roma dunque – conclude Patanè – aumenta i passeggeri, consolida il terzo posto nazionale e migliora la flotta, dal punto di vista della qualità e della sostenibilità, nonostante la quota pro capite per cittadino del Fondo Nazionale Trasporti sia 1/3 rispetto ad altre grandi realtà italiane. Il lavoro prosegue: l'obiettivo è consolidare questi risultati e continuare a colmare il divario che resta rispetto alle città del Nord Europa, con gli investimenti già programmati sulla rete tranviaria e metropolitana, grazie anche all'utilizzo totale dei fondi PNRR, e all'avvio del servizio a chiamata che a partire dalla prima sperimentazione nel quartiere di Massimina sta vedendo una crescita quotidiana ed esponenziale".

Maggiori informazioni sul rapporto sono a disposizione sul sito ISTAT (Da: *Comunicato Stampa Roma Capitale*, 9 settembre 2026).

TRASPORTI INTERMODALI

Emilia Romagna: presentato il primo treno demo DAC italiano

Parte da Bologna il primo treno sperimentale italiano con tecnologia DAC - *Digital Automatic Coupling*, il sistema che automatizza l'accoppiamento dei carri e abilita lo scambio di energia e dati lungo il convoglio. Presentato (Fig. 3) da FS Logistix e Interporto Bologna durante "Open Hub – La logistica 5.0 per le imprese dell'Emilia-Romagna", il treno è stato protagonista di una dimostrazione delle funzionalità sviluppate per rendere il trasporto ferroviario merci più digitale, sicuro ed efficiente. L'evento ha riunito istituzioni, imprese e operatori per un confronto sul ruolo dell'innovazione e delle infrastrutture logistiche nella competitività del territorio.

Il DAC consente l'accoppiamento e il disaccoppiamento automatici dei carri e crea lungo il convoglio una rete per l'alimentazione elettrica e lo scambio di dati. La tecnologia apre così la strada a funzioni digitali per la preparazione e la gestione del treno merci, con l'obiettivo di rendere le operazioni più sicure ed efficienti. La dimostrazione di Bologna rappresenta un passaggio concreto nel percorso che porta queste soluzioni europee dalla sperimentazione alla verifica in un contesto operativo.

"Con il primo treno demo DAC italiano portiamo a Bologna una tappa concreta dell'innovazione ferroviaria europea" ha dichiarato S. De Filippis, Amministratore Delegato e Direttore Generale di FS Logistix. "I risultati che ammiriamo oggi sono frutto di un percorso che ha richiesto la collaborazione tra operatori, industria, istituzioni e mondo della ricerca e che vogliamo tradurre in benefici reali per chi lavora nel settore e per le imprese che scelgono la ferrovia. La scelta di Bologna Interporto racconta anche la nostra visione della logistica: connettere l'innovazione ai nodi e i nodi ai servizi. Insieme a Interporto Bologna vogliamo valorizzare il potenziale dell'Emilia-Romagna, rafforzando le relazioni ferroviarie e intermodali a sostegno delle filiere produttive e della loro capacità di raggiungere nuovi mercati".

"Accogliere a Interporto Bologna il primo treno demo DAC italiano significa essere protagonisti di una trasformazione che guarda al futuro del trasporto ferroviario merci. Innovazione, digitalizzazione e intermodalità sono leve essenziali per rendere la logistica più efficiente, sicura e competitiva" ha dichiarato S. Caliandro, Presidente di Interporto Bologna. "Il sistema DAC introduce nuove opportunità di automazione e gestione intelligente della sicurezza ferroviaria e dei flussi logistici e contribuirà a rafforzare ulteriormente il ruolo di Bologna come hub strategico nazionale ed europeo, a servizio delle imprese e delle filiere produttive del territorio.



(Fonte: FS Logistix Gruppo FSI)

Figura 3 – A Bologna è stato presentato il primo treno sperimentale italiano con tecnologia DAC - *Digital Automatic Coupling*, il sistema che automatizza l'accoppiamento dei carri e abilita lo scambio di energia e dati lungo il convoglio.

Il treno demo, presentato durante il momento dedicato "DAC on Track", porta a Bologna i risultati del lavoro sviluppato nell'ambito dei programmi europei di ricerca e innovazione ferroviaria. FS Logistix e Interporto Bologna partecipano ai progetti FP5-TRANS4M-R di Europe's Rail Joint Undertaking; nel primo, il Gruppo FS è responsabile del Work Package 17 dedicato all'Italian Demo Train, con il coinvolgimento di Mercitalia Intermodal, Mercitalia Rail, Mercitalia Shunting & Terminal ed Interporto Bologna SpA nelle attività di preparazione, integrazione e validazione delle tecnologie.

- Evento Open Hub: Infrastrutture e servizi per l'economia regionale

La seconda tappa di Open Hub, dopo l'appuntamento di Torino Orbassano, è stata, inoltre, l'occasione di mettere a confronto istituzioni e imprese per condividere best practice e azioni concrete per rafforzare il sistema logistico della Regione, rendendolo un hub logistico competitivo grazie a intermodalità e collegamenti sempre più internazionali. Il confronto ha riunito rappresentanti dei principali player logistici della regione, accendendo un faro sul ruolo delle connessioni tra porto, interporti, terminal e ferrovia per sostenere le imprese e attrarre nuovi flussi. L'evento è stato inoltre l'occasione per rilanciare il collegamento ferroviario merci Rail4Truck tra Bologna e Marcianise, con l'obiettivo di offrire al mercato una soluzione concreta ed efficace all'attuale fase di forte aumento dei costi del carburante.

La mattinata si è aperta con i saluti del Presidente di Interporto Bologna S. Caliandro e del componente del Consiglio di Amministrazione del Gruppo FS F. Fenoglio. Il panel dedicato all'innovazione ha riunito rappresentanti di Mercitalia Intermodal, Europe's Rail Joint Undertaking, Alstom, MIT e ANSFISA, mentre il successivo confronto sulle infrastrutture ha coinvolto gli esponenti di Interporto Bologna, Dinazzano Po, AdSP Ravenna, Terminal Rubiera e CePim Interporto Parma. Le conclusioni sono state affidate a S. De Filippis e all'Assessora della Regione Emilia-Romagna I. Priolo.

INDUSTRIA

Lombardia: SMARTSET® VIBE, il sistema che migliora la manutenzione dei treni

Lucchini RS presenta a Expo Ferroviaria, in programma alla fiera di Milano Rho dal 30 settembre al 2 ottobre, SMARTSET® Vibe, sistema di rilevazione e controllo che, grazie alla tecnologia digitale, consente di raccogliere dati in tempo reale sullo stato di esercizio dei componenti della sala montata, al fine di migliorare l'efficienza e la sicurezza dei convogli ferroviari.

SMARTSET® Vibe è la seconda declinazione del sistema SMARTSET®, che diventa una famiglia di soluzioni innovative sviluppate dal centro R&D di Lucchini RS in collaborazione con il Politecnico di Milano.

SMARTSET® Vibe, il cui cuore elettronico è contenuto in un piccolo box che può essere applicato semplicemente alla boccola ferroviaria, consente di raccogliere in modo continuo le vibrazioni generate dall'esercizio dal contatto ruota-rotaia.

Il sistema è in grado di rilevare in tempo reale la formazione e progressione di danneggiamenti ai componenti della sala montata, permettendo all'utilizzatore di intervenire prontamente in caso di necessità senza attendere le fermate programmate di ordinaria manutenzione per accorgersene.

Mentre SMARTSET® Load, il primo sistema sviluppato da Lucchini RS, si basa su modelli predittivi in grado di indicare gli intervalli di ispezione ottimali per intervenire sulla sala montata, "SMARTSET® Vibe – spiega S. Cervello, responsabile dello sviluppo di progetti di innovazione ferroviaria di Lucchini RS – garantisce il rilevamento immediato dei danneggiamenti che si possono sviluppare su ruote, cuscinetti e assili durante l'esercizio del treno. SMARTSET® Vibe li evidenzia senza il bisogno di attendere fino alla fase di ispezione del veicolo attraverso i tradizionali sistemi di controllo". In questo modo la riparazione può essere effettuata quando il problema è ancora contenuto e limitato, abbattendo i costi a carico delle società che gestiscono flotte ferroviarie e migliorando la sicurezza d'esercizio.

Per la messa a punto della soluzione SMARTSET® Vibe, Lucchini RS si è avvalsa anche della pluriennale collaborazione con Mercitalia Intermodal (FS Logistix) in ambito R&S, permettendo di sperimentare i dispositivi su carri T3000 nell'ambito di una campagna prove sul circuito ferroviario RFI (Rete Ferroviaria Italiana) di San Donato (Bologna) e in esercizio commerciale sulle tratte che collegano il sud d'Italia e il nord della Germania.

"Il progetto di sviluppo delle soluzioni SMARTSET® - conclude S. Cervello – ha portato la nostra azienda a rafforzare il team ingegneristico di Ricerca & Sviluppo, introducendo nuove competenze nell'ambito dell'intelligenza artificiale, al fine di rendere più efficace la gestione e l'analisi dei Big Data e lo sviluppo di algoritmi avanzati di machine learning" (Da: *Comunicato Stampa Lucchini RS*, 29 settembre 2026).

Sicilia: riparte lo scavo della TBM Margherita

Sono riprese a Cefalù le attività di scavo della TBM Margherita nel cantiere Ogliastrillo-Castelbuono, nell'ambito del progetto di potenziamento ferroviario di uno dei tratti più strategici della rete siciliana. La macchina è tornata operativa per la realizzazione della Galleria Cefalù – Binario Pari, lunga circa 6,7 km, dopo le articolate operazioni di smontaggio, trasferimento e rimontaggio eseguite a seguito del completamento della galleria del Binario Dispari, anch'essa scavata e rivestita per la medesima estensione.

La ripartenza della TBM (Fig. 4) segna un ulteriore avanzamento di una infrastruttura che si distingue per l'elevato livello di complessità



(Fonte: FS Engineering Gruppo FSI)

Figura 4 – FS Engineering in campo per una delle opere più strategiche della Sicilia.

tecnica e ingegneristica. L'intervento prevede oltre 18 km di opere in sotterraneo, tre nuovi viadotti e rilevanti opere strutturali, geotecniche e idrauliche nell'area della futura stazione di Castelbuono. Tra gli elementi più sfidanti del progetto figura inoltre la realizzazione della nuova Fermata Cefalù in sotterraneo, integrata all'interno delle canne della galleria.

In questo contesto, FS Engineering contribuisce quotidianamente alla realizzazione dell'opera attraverso il presidio della Direzione Lavori, garantendo il supporto tecnico necessario al corretto avanzamento delle attività. La squadra impegnata in cantiere, affiancata dal Gruppo di Progetto e dalle unità specialistiche, assicura il monitoraggio continuo delle operazioni di scavo e la verifica della conformità rispetto al progetto, agli standard qualitativi e ai requisiti di sicurezza previsti. Un impegno che si traduce in una presenza costante sul campo, una capacità di coordinare competenze multidisciplinari e un controllo puntuale delle fasi esecutive, elementi fondamentali per la realizzazione di un'infrastruttura di elevata complessità e rilevanza strategica.

Finanziato anche attraverso le risorse del PNRR, il progetto consentirà di incrementare la capacità della linea ferroviaria e di migliorare l'efficienza dei collegamenti lungo la direttrice tirrenica della Sicilia, favorendo una mobilità regionale sempre più moderna, sostenibile e integrata.

Il riavvio degli scavi della TBM Margherita rappresenta un nuovo passo avanti verso il completamento dell'opera e conferma il ruolo di FS Engineering nel garantire, attraverso un *know how* altamente qualificato, gestione operativa e capacità di coordinamento, la realizzazione di grandi infrastrutture per lo sviluppo del Paese (Da: *Comunicato Stampa FS Engineering Gruppo FSI*, 23 settembre 2026).

Nazionale: Alstom e Italo celebrano a InnoTrans la forza della loro partnership innovativa

Alstom e Italo, operatore privato italiano dell'alta velocità ferroviaria, hanno presentato a InnoTrans 2026 un nuovo capitolo della collaborazione che da quasi vent'anni accompagna l'evoluzione dell'alta velocità ferroviaria italiana.

Nel corso di un talk ospitato allo stand Alstom, G. La Rocca, CEO di Italo, e M. Viale, MD di Alstom in Italia, hanno illustrato i 12 nuovi treni Avelia Stream ad alta velocità attualmente in costruzione per il mercato italiano negli stabilimenti Alstom di Savigliano, Sesto San Giovanni e Bologna.

- Una partnership che va oltre i treni

La collaborazione tra Alstom e Italo nasce nel 2008, quando Italo scelse Alstom come partner industriale e tecnologico per la fornitura e la manutenzione della flotta che avrebbe dato vita al primo operatore privato italiano dell'alta velocità ferroviaria. Da allora, la collaborazione si è evoluta parallelamente alla crescita di Italo, trasformandosi in una partnership industriale di lungo periodo che ha contribuito sia all'espansione dell'operatore sia all'affermazione dell'Italia come uno dei mercati dell'alta velocità più competitivi in Europa.

Nel tempo la collaborazione si è estesa ben oltre la fornitura di materiale rotabile. Oggi Alstom opera come *Entity in Charge of Maintenance* (ECM) per l'intera flotta Italo, offrendo un modello integrato a 360° che comprende manutenzione, gestione della flotta, supporto tecnico, programmi di ammodernamento e innovazione digitale lungo l'intero ciclo di vita dei treni.

Ogni giorno oltre 220 professionisti Alstom operano nei depositi di manutenzione per garantire disponibilità della flotta, affidabilità e continuità del servizio. Al centro di questo ecosistema si trova il Nola Digital Depot, dove control room operative 24 ore su 24, dati in tempo reale e soluzioni digitali come HealthHub, TrainScanner e TrainTracer sfruttano algoritmi avanzati e analisi supportate dall'intelligenza artificiale per anticipare eventuali criticità, ottimizzare la pianificazione della manutenzione e massimizzare la disponibilità della flotta. Tecnologie innovative, tra cui la stampa 3D di componenti selezionati, contribuiscono inoltre a migliorare la disponibilità dei ricambi e ad accelerare gli interventi manutentivi.

La partnership si estende anche al miglioramento dell'esperienza dei passeggeri grazie a Nomad Digital, società del Gruppo Alstom, che supporta Italo nello sviluppo di soluzioni di connettività di nuova generazione e servizi digitali. Tra queste, l'introduzione pioneristica di una piattaforma di connettività ibrida che integra reti 5G e tecnologia satellitare Starlink, offrendo ai viaggiatori una connessione internet più affidabile e performante, anche lungo le tratte più complesse.

"La forza della partnership tra Alstom e Italo risiede nella fiducia che abbiamo costruito nel tempo e nella nostra capacità di evolvere insieme. È una collaborazione fondata sulla responsabilità condivisa e sulla comune determinazione a trasformare ogni nuova sfida in un'opportunità di progresso e innovazione. Dietro ogni traguardo raggiunto in questo percorso ci sono le nostre persone, la cui competenza, passione e dedizione contribuiscono a trasformare la visione in realtà e a plasmare il futuro dell'alta velocità ferroviaria." ha dichiarato M. Viale, MD di Alstom Italia.

"Nel 2008 abbiamo scelto Alstom per intraprendere questo viaggio a suo modo unico. Grazie all'arrivo di Italo, l'Italia è stato il primo Paese europeo ad introdurre la concorrenza sull'alta velocità ferroviaria, divenendo un esempio da seguire. Con Alstom condividiamo una visione di mobilità che guarda al futuro, condivisa e sostenibile. Il nostro obiettivo è quello di offrire sicurezza, affidabilità e comfort al viaggiatore, innovando costantemente. Siamo partiti con 25 treni AGV, abbiamo scelto nuovamente Alstom quando abbiamo investito su 26 treni EVO, fino ad arrivare al recente ordine di altri 12 modelli Alstom Avelia Stream dedicati al mercato italiano, che cominceranno ad essere operativi dalla fine del prossimo anno portando così la nostra flotta a 63 treni" ha dichiarato G. La Rocca, CEO di Italo.

Costruiti in Italia e sviluppati sulla base di oltre 40 anni di esperienza Alstom nell'alta velocità ferroviaria, con più di 2.900 treni ad alta velocità consegnati nel mondo, i treni Avelia Stream confermano il ruolo centrale del *know-how* ferroviario italiano nello sviluppo delle soluzioni ad alta velocità del Gruppo. Il treno verrà ufficialmente presentato nei prossimi mesi presso lo stabilimento Alstom di Savigliano (CN) (Da: *Comunicato Stampa ALSTOM*, 23 settembre 2026).

VARIE

Nazionale: Ponte sullo Stretto, riunione al MIT su aggiornamento lavori

Al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, si è tenuta una riunione operativa di aggiornamento sullo sviluppo del progetto del ponte sullo Stretto di Messina.

Alla riunione, oltre al Ministro M. Salvini, hanno partecipato anche il Ministro dell'Economia G. Giorgetti, il Sottosegretario alla Presidenza del Consiglio dei Ministri A. Morelli e l'AD Società Stretto di Messina, P. Ciucci.

Il tavolo di lavoro ha riguardato l'ampia documentazione tecnico-economica e amministrativa del progetto definitivo e i risultati delle interlocuzioni costanti e positive avute in questi mesi con la Commissione Europea (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 2 ottobre 2026).

Nazionale: auto e moto, via il bollo

Sono 24.608.867 le persone in Italia che risultano possedere almeno un veicolo con potenza entro gli 80 kW e che rientrano quindi nella platea potenzialmente interessata dall'esenzione dal pagamento del bollo auto e moto prevista dalla misura approvata ieri dal Consiglio dei Ministri.

Il dato è stato elaborato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, attraverso le Motorizzazioni e il Dipartimento Trasporti, sulla base del parco veicolare nazionale e del numero di persone fisiche che possiedono almeno un veicolo, consentendo di quantificare per la prima volta la portata potenziale del provvedimento.

Complessivamente, in Italia circolano oltre 59 milioni tra autoveicoli e motoveicoli, di cui oltre 34 milioni con potenza entro gli 80 kW.

Per il 2027 il provvedimento prevede l'esenzione dal bollo sul primo veicolo, senza limiti legati all'ISEE. L'obiettivo del Governo è rendere strutturale la misura con la prossima legge di Bilancio.

Grande soddisfazione da parte del Vicepresidente del Consiglio e Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, che ha fortemente sostenuto il provvedimento. L'obiettivo indicato dal Ministro è proseguire nel percorso avviato, lavorando per ampliare ulteriormente in futuro la platea interessata.

- ABRUZZO: platea 574.270; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 815.810
- BASILICATA: platea 223.972; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 321.602
- CALABRIA: platea 806.014; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 1.233.724
- CAMPANIA: platea 2.238.802; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 3.510.463

- EMILIA-ROMAGNA: platea 1.843.796; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 2.498.747
- FRIULI VENEZIA GIULIA: platea 513.326; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 678.601
- LAZIO: platea 2.461.555; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 3.468.182
- LIGURIA: platea 677.164; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 1.049.295
- LOMBARDIA: platea 3.924.027; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 5.177.330
- MARCHE: platea 663.571; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 939.238
- MOLISE: platea 126.750; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 187.153
- PIEMONTE: platea 1.796.841; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 2.456.791
- PUGLIA: platea 1.524.534; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 2.186.975
- SARDEGNA: platea 716.592; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 1.002.231
- SICILIA: platea 2.172.791; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 3.454.169
- TOSCANA: platea 1.611.713; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 2.278.598
- TRENTINO-ALTO ADIGE: platea 363.061; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 474.477
- UMBRIA: platea 388.100; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 548.172
- VALLE D'AOSTA: platea 57.091; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 79.999
- VENETO: platea 1.924.897; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 2.507.023

Totale Italia: platea 24.608.867; veicoli con potenza inferiore agli 80 kW 34.868.580 (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 17 settembre 2026)

Nazionale: ANSFISA autorizza due nuovi veicoli diagnostici T4 per RFI

ANSFISA ha rilasciato, rispettivamente a maggio e ad agosto 2026, la prima autorizzazione di tipo e l'autorizzazione all'immissione sul mercato di due nuovi veicoli diagnostici (Fig. 5) T4 destinati a Rete Ferroviaria Italiana (Gruppo FS): il veicolo speciale diagnostico MM 800 T4 RFI, realizzato da MerMec S.p.A., e il veicolo speciale diagnostico OCPD005 - Autocarrello Diagnostico Tipo 4, realizzato da Tesmec Rail S.r.l.

I provvedimenti consentono l'impiego dei due veicoli sull'intera Infrastruttura Ferroviaria Nazionale gestita da RFI, mettendo a disposizione del gestore strumenti tecnologicamente avanzati per la diagnostica e il monitoraggio delle infrastrutture ferroviarie.

I due mezzi sono veicoli autopropulsi bimodali, alimentati sia a trazione elettrica a 3 kV sia diesel, progettati per operare fino alla velocità di 140 km/h sull'intera rete nazionale. Integrano numerosi sistemi di misura e monitoraggio installati sui carrelli, sul sottocassa e sull'imperiale, in grado di acquisire e analizzare dati utili al controllo dello stato dell'infrastruttura.



(Fonte: ANSFISA)

Figura 5 – I nuovi mezzi bimodali ad alta tecnologia, realizzati da MerMec e Tesmec Rail, rafforzeranno le attività di monitoraggio, manutenzione preventiva e controllo dell'infrastruttura ferroviaria su tutta la rete gestita da RFI.

Le due autorizzazioni sono frutto di un articolato percorso tecnico svolto dal team di ANSFISA che, mediante attività di analisi tecnica e di sicurezza nonché attraverso specifiche visite ispettive sui veicoli, ha operato garantendo elevati standard di sicurezza e la piena conformità alla normativa vigente, nel rispetto delle tempistiche previste. Un risultato reso possibile anche grazie all'ottimo lavoro e collaborazione fornita, nel corso del procedimento autorizzativo, da MerMec S.p.A., Tesmec Rail S.r.l., RFI S.p.A. e dall'Organismo di certificazione Italcertifer.

L'autorizzazione dei due nuovi tipi di veicolo diagnostico rappresenta un risultato di particolare rilievo per il sistema ferroviario nazionale, poiché consente a RFI di rafforzare le attività di monitoraggio preventivo e manutenzione dell'infrastruttura, favorendo una gestione sempre più efficiente, innovativa e sicura della rete ferroviaria italiana.

Con questi provvedimenti ANSFISA conferma il proprio ruolo nel promuovere l'introduzione di soluzioni tecnologiche innovative, assicurando al contempo il rispetto dei requisiti di sicurezza e interoperabilità previsti per l'esercizio ferroviario (Da: *Comunicato Stampa ANSFISA*, 2 settembre 2026).

L'ALTA VELOCITA' FERROVIARIA

Il CIFI ha pubblicato l'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA.
Il nuovo volume rappresenta un riferimento unico ed originale della storia e della evoluzione dell'Alta Velocità in Italia, dalle prime direttissime, alla Firenze-Roma, alle nuove linee AV-AC di recente entrate in servizio. Un immancabile "compagno" della *Storia e Tecnica Ferroviaria* già edita dal CIFI e un testo indispensabile per tutti i cultori, studiosi e appassionati del mondo 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.



Notizie dall'estero
News from foreign countries

Massimiliano Bruner

TRASPORTI SU ROTAIA
RAILWAY TRANSPORTATION

Germania: BeNEX affida a Siemens la fornitura di 56 treni regionali per la rete *Mainfranken*

BeNEX ha incaricato Siemens Mobility – in occasione di InnoTrans a Berlino, la fiera internazionale del settore delle tecnologie per i trasporti – di fornire un totale di 56 treni regionali destinati alla rete regionale *Mainfranken* (Fig. 1). La commessa comprende 26 treni Desiro HC a quattro casse e 30 treni Mireo a tre casse, tutti dotati di sistema europeo di controllo della marcia del treno (ETCS), sistema di controllo automatico intermittente della velocità (PZB) e unità di bordo. I treni sono accessibili (privi di barriere architettoniche) e dispongono di impianti di climatizzazione ecologici, porte USB e spazi dedicati alle biciclette. L'entrata in servizio dei nuovi convogli sulle tratte Francoforte–Würzburg–Norimberga/Bamberg è prevista per la fine del 2030.

"L'assegnazione della commessa per i veicoli a Siemens rappresenta un passo importante per lo sviluppo della rete regionale *Mainfranken* da parte di Agilis, la società del gruppo BeNEX attiva nel trasporto regionale in Baviera. Con Siemens Mobility abbiamo scelto un partner sinonimo di alta qualità e affidabilità", afferma J. von Georg, Amministratore Delegato di BeNEX. M. von Mallinckrodt, Amministratore Delegato di BeNEX, aggiunge: "I veicoli definiranno nuovi standard in termini di comfort e capacità per i passeggeri della regione, offrendo un'esperienza di viaggio decisamente migliorata. Grazie a questo progetto, proseguiamo la nostra proficua collaborazione con Siemens".

"Grazie ai nuovi treni per la rete regionale *Mainfranken*, verrà creata un'offerta ferroviaria ancora più interessante per milioni di passeggeri in Assia e Baviera. I nostri treni Desiro High Capacity e Mireo coniugano tecnologie ferroviarie all'avanguardia con elevata capacità, accessibilità e comfort di viaggio. In questo modo creiamo le condizioni per aumentare la capacità di trasporto passeggeri sulla rete e diamo un contributo importante alla mobilità sostenibile in una delle regioni economicamente più forti della Germania", dichiara T. Graetz, Responsabile della divisione Treni Regionali e Suburbani di Siemens Mobility.

A partire dal mese di dicembre 2030, i passeggeri della rete regionale *Mainfranken* potranno usufruire di moderni treni regionali. Tutti i 56 veicoli sono dotati dei sistemi di protezione del treno ETCS e PZB e offrono un elevato comfort di viaggio grazie a impianti di climatizzazione ecologici, porte di ricarica USB, accessi senza barriere architettoniche, spazi per sedie a rotelle e ampie aree per le biciclette. In questo modo, i nuovi treni coniugano moderne tecnologie ferroviarie con un'esperienza di viaggio confortevole e inclusiva.

I 30 treni Mireo a tre casse si distinguono per la loro grande flessibilità nel trasporto regionale. Con 210 posti a sedere, due servizi igienici e 18 posti per biciclette, offrono una configurazione equilibrata, ideale sia per i pendolari che per chi viaggia per svago. I veicoli sono progettati specificamente per garantire viaggi quotidiani confortevoli, unendo efficienza energetica ed elevate prestazioni a un design interno moderno.

I 26 treni Desiro High Capacity a



(Fonte – *Source*: *Siemens Mobility*)

Figura 1 – M. von Mallinckrodt, AD di BeNEX; T. Graetz responsabile dei treni pendolari e regionali di Siemens Mobility e J. von Georg, AD di BeNEX (da sinistra a destra).

Figure 1 – M. von Mallinckrodt, MD at BeNEX; T. Graetz Head of Commuter and Regional Trains, Siemens Mobility and J. von Georg, MD at BeNEX (from left to right).

quattro casse saranno impiegati su tratte caratterizzate da una domanda particolarmente elevata. Grazie ai 424 posti a sedere, questi treni a due piani offrono una capacità nettamente superiore per far fronte al crescente numero di passeggeri. La presenza di 39 posti per biciclette, tre servizi igienici e l'ampio spazio offerto dalla configurazione a due piani rende questi veicoli dei veri e propri "campioni di spazio" nel trasporto regionale, garantendo un viaggio rilassante anche nelle ore di punta.

Per garantire un esercizio efficiente e una manutenzione predittiva, i veicoli saranno collegati alla piattaforma Railigent X di Siemens Mobility. Questa interfaccia digitale consentirà lo scambio e l'analisi di dati diagnostici, dati sul conteggio dei passeggeri e informazioni destinate al sistema di informazione all'utenza e ad altre funzionalità. Inoltre, Siemens fornirà pacchetti di ricambi e attrezzature speciali per le piattaforme Mireo e Desiro HC. Ciò pone le basi per un'elevata disponibilità dei veicoli e un esercizio affidabile lungo l'intero ciclo di vita della flotta.

I veicoli saranno impiegati su una rete di circa 330 km che si estende tra l'Assia e la Baviera. Le autorità responsabili della rete sono la Bayerische *Eisenbahngesellschaft (BEG) e la Rhein-Main-Verkehrsverbund* (RMV). L'appalto per la rete è stato ufficialmente assegnato a BeNEX il 16 luglio 2026 (Da: *Comunicato Stampa Siemens Mobility*, 25 settembre 2026).

Germany: BeNEX awards Siemens contract for 56 regional trains for the network Mainfranken

BeNEX commissioned (Fig. 1) Siemens Mobility at InnoTrans in Berlin – the international trade fair for the transport technology industry – to deliver a total of 56 regional trains for the Mainfranken *regional network. The order comprises 26 four-car Desiro HC and 30 three-car Mireo trains equipped with the European Train Control System (ETCS), intermittent automatic train control (PZB), and Onboard Units. The trains are barrier-free and equipped with eco-friendly air conditioning, USB ports, and bicycle spaces. The new vehicles are scheduled to enter service on the Frankfurt–Würzburg–Nürnberg/Bamberg routes at the end of 2030.*

"Awarding the vehicle contract to Siemens is a significant step for the successful development of the Mainfranken *regional network by agilis, the BeNEX Group's regional transport company in Bavaria. In Siemens Mobility, we have chosen a partner that stands for high quality and reliability," says J. von Georg, MD at BeNEX. M. von Mallinckrodt, MD at BeNEX, adds: "The vehicles will set new standards in comfort and capacity for passengers in the region and offers a significantly improved travel experience. With this project, we are continuing our successful collaboration with Siemens."*

"With the new trains for the Mainfranken *regional network, an even more attractive rail offering is being created for millions of passengers in Hesse and Bavaria. Our Desiro High Capacity and Mireo trains combine state-of-the-art rail technology with high capacity, accessibility, and travel comfort. That's how we are creating conditions for more capacity for passengers on the network and making an important contribution to sustainable mobility in one of Germany's strongest economic regions," says T. Graetz, Head of Commuter and Regional Trains, Siemens Mobility.*

Starting in December 2030, passengers in the Mainfranken *regional network will benefit from modern regional trains. All 56 vehicles are equipped with ETCS and PZB train protection systems and offer high travel comfort with environmentally friendly air conditioning, USB charging ports, barrier-free entry, wheelchair spaces, and generous areas for bicycles. As such, the new trains combine modern rail technology with a comfortable and inclusive travel experience.*

The 30 three-car Mireo trains impress with their high flexibility in regional transport. With 210 seats, two toilets, and 18 bicycle spaces, they offer a balanced train design for both commuters and leisure travelers. The vehicles are specifically designed for comfortable daily rail journeys, combining energy efficiency and high performance with a modern interior design.

The 26 four-car Desiro High Capacity trains will be deployed on routes with particularly high demand. With 424 seats, these double-decker trains provide significantly more capacity for growing passenger numbers. 39 bicycle spaces, three toilets, and the spacious double-decker concept make these vehicles true "space miracles" in regional transport, ensuring a relaxed travel experience even during peak times.

For efficient operation and predictive maintenance, the vehicles will be connected to the Siemens Mobility Railigent X platform. This digital interface will be used to exchange and evaluate diagnostic data, passenger counting data, and information for the passenger information system and other functions. Furthermore, Siemens will supply spare parts packages and special tools for the Mireo and Desiro HC vehicle platforms. This establishes the foundation for high vehicle availability and reliable operation throughout the entire lifecycle of the fleet.

The vehicles will be used across a network approximately 330 km long in Hesse and Bavaria. The authorities responsible for the network are the Bavarian Railway Company (BEG) and the Rhine-Main Transport Association (RMV). The network was officially awarded to BeNEX on July 16, 2026 (From: Siemens Mobility Press Release*, September 25th, 2026).*

TRASPORTI URBANI
URBAN TRANSPORTATION

Regno Unito: i primi treni elettrici a batteria della Gran Bretagna

Ha firmato contratti del valore di 1,2 miliardi di euro con *TransPennine Express* (TPE) per la fornitura e la manutenzione a lungo termine di una nuova flotta di treni elettrici a batteria (Fig. 2). I treni progettati e costru-

iti in Gran Bretagna trasformeranno i viaggi ferroviari attraverso l'Inghilterra settentrionale e supporteranno la realizzazione del *Transpennine Route Upgrade* (TRU).

Gli accordi combinano un contratto di materiale rotabile del valore di circa 930 milioni di euro per 29 unità multiple elettriche a batteria (BEMU) da cinque auto con contratti di manutenzione del valore di circa 230 milioni di euro. La flotta sarà consegnata a partire dal 2032 e sosterrà la continua decarbonizzazione di uno dei corridoi ferroviari più importanti della Gran Bretagna.

L'ordine rappresenta la prima implementazione della piattaforma Adessia Stream di Alstom nel Regno Unito e fornirà la prima flotta di treni elettrici a batteria della Gran Bretagna, combinando alte prestazioni, flessibilità operativa e mobilità sostenibile.

"Questo accordo rappresenta un momento fondamentale per le ferrovie britanniche e non potremmo essere più orgogliosi del fatto che i primi treni elettrici a batteria della linea principale del paese saranno progettati e costruiti in Gran Bretagna. La flotta trasformerà i viaggi attraverso l'Inghilterra settentrionale mettendo in mostra il meglio dell'ingegneria britannica, dell'innovazione e della produzione avanzata", ha affermato R. Whyte, amministratore delegato del Regno Unito presso Alstom.

Ha aggiunto: "Oltre ai vantaggi per i passeggeri, questo investimento sosterrà più di 350 posti di lavoro altamente qualificati a Derby e oltre 5.500 ruoli in tutta la nostra catena di fornitura del Regno Unito, contribuendo a creare opportunità, sviluppare competenze e guidare la crescita economica nelle comunità di tutto il paese. Mentre lo slancio cresce dietro al rafforzamento dell'industria britannica e della prosperità regionale, questo progetto è un potente esempio di ciò che si può ottenere investendo nel design britannico, nella produzione britannica e nel talento britannico."

Progettati appositamente per le esigenze dei viaggi regionali a lunga



(Fonte - *Source: ALSTOM*)

Figura 2 – Alstom e TransPennine Express firmano contratti per un valore di 1,2 miliardi di euro per i primi treni a batteria ed elettrici per le linee principali della Gran Bretagna.

Figure 2 – Alstom and TransPennine Express sign €1.2 billion contracts for Britain's first mainline battery-electric trains.

percorrenza, i treni lunghi 121 metri funzioneranno a velocità fino a 110 miglia orarie e forniranno circa 300 posti per treno, inclusa un'area di prima classe con strutture di ristorazione. Essendo i primi treni di nuova costruzione gestiti dalla Great British Railways (GBR), offriranno ai passeggeri anche servizi moderni tra cui Wi-Fi, aria condizionata, alimentazione e ricarica USB-C su ogni set, fornitura di bagagli migliorata, sistemi di informazione sui passeggeri in tempo reale, CCTV, deposito biciclette dedicato e interni più silenziosi e confortevoli.

- Incarrozzamento a livello

Una caratteristica distintiva della flotta è il design dell'imbarco a livello su ogni porta, che contribuisce a offrire un'esperienza più inclusiva e accessibile ai passeggeri riducendo i tempi di permanenza in stazione.

Ogni treno includerà anche tre spazi dedicati per sedie a rotelle, due servizi igienici accessibili, aree adatte alle famiglie e deposito per passeggini.

Inoltre, la tecnologia delle batterie dei treni garantisce operazioni senza emissioni sulle tratte ferroviarie non elettrificate. L'infrastruttura di ricarica sarà installata da Alstom a Hull, Scarborough e Saltburn, consentendo alla flotta Adessia di ricaricarsi in modo efficiente durante le normali operazioni e supportando l'ambizione di TPE di gestire una rete completamente decarbonizzata. L'installazione di questa infrastruttura sarà la prima nel Regno Unito sulla rete principale e segue un'implementazione simile di successo da parte di Alstom in Irlanda.

- Lavori e competenze nel Regno Unito

Essendo la sede della piattaforma Adessia, i nuovi treni saranno progettati, ingegnerizzati, costruiti e testati presso lo storico *Derby Litchurch Lane* Works di Alstom, l'unica fabbrica di treni end-to-end del Regno Unito.

L'ordine di materiale rotabile Adessia da parte di *TransPennine Express* supporterà più di 350 posti di lavoro altamente qualificati a Derby e oltre 5.500 ruoli in tutta la catena di fornitura di Alstom nel Regno Unito. Si prevede che la produzione inizierà nel 2028, con il progetto destinato a generare almeno 360 milioni di sterline di spesa con i fornitori britannici.

"Ho perso il conto del numero di volte in cui qualcuno mi ha fermato per dirmi del treno che non è mai arrivato. E quando ciò accade, significa turni persi, appuntamenti mancati e opportunità mancate. Adesso le cose iniziano a cambiare", ha affermato il Primo Ministro A. Burnham.

Ha aggiunto: "Questi 29 nuovi treni porteranno viaggi più veloci e più affidabili verso il Nord e migliaia di posti di lavoro britannici per la prossima generazione. È esattamente ciò che fa *Great British Railways*: riprendere il controllo delle basi e far credere di nuovo la Gran Bretagna."

Il contratto di manutenzione – che supporterà oltre 100 ruoli – avrà una durata iniziale di otto anni, con la possibilità di un'ulteriore estensione di otto anni, contribuendo a massimizzare la disponibilità, l'affidabilità e le prestazioni della flotta durante tutta la sua vita operativa.

Alstom formerà almeno 36 apprendisti e 36 studenti T Level nel corso del contratto, che andrà anche a beneficio di oltre 1.000 membri della comunità ogni anno attraverso il quadro di impegno locale stabilito dall'azienda.

"Questo investimento epocale incarna il modo in cui GBR offrirà viaggi migliori per le persone, sostenendo allo stesso tempo le imprese britanniche. Questo ambizioso piano di aggiornamenti significa che i passeggeri potranno dire addio a treni diesel sovraffollati e in ritardo, per salire a bordo di treni elettrici più veloci e pronti per il futuro", ha dichiarato H. Alexander, Ministro dei Trasporti.

Ha aggiunto: "Dallo stabilimento di Alstom a Derby alle catene di approvvigionamento in tutto il Paese, questo accordo porterà crescita, posti di lavoro, opportunità e migliori collegamenti di trasporto per le generazioni a venire".

Il progetto mette in luce la capacità di Alstom di fornire una soluzione ferroviaria completa, integrando in un unico programma materiale rotabile, manutenzione, realizzazione di depositi e infrastrutture di ricarica.

"Si tratta di un investimento trasformativo da 1,2 miliardi di sterline per il futuro del trasporto ferroviario nel Nord, che offrirà ai nostri clienti nuovi treni, oltre a nuove infrastrutture, nuovi posti di lavoro e benefici economici a lungo termine", ha affermato C. Jackson, AD di *TransPennine Express*.

Ha aggiunto: "La Gran Bretagna vanta una prestigiosa tradizione ferroviaria e questo progetto pone il Regno Unito all'avanguardia nella prossima generazione di tecnologie ferroviarie più pulite".

La nuova flotta a trazione elettrica e a batteria sarà impiegata su servizi che collegano destinazioni chiave dell'Inghilterra settentrionale – tra cui Liverpool, Manchester, York, Hull, Scarborough e Saltburn – favorendo la crescita economica e offrendo ai passeggeri un'esperienza di viaggio più ecologica e confortevole. I nuovi treni, finanziati dall'investitore ferroviario Rock Rail, sostituiranno parte dell'attuale flotta Class 185 di TPE.

"Desidero ringraziare *TransPennine Express*, Alstom e il programma TRU per aver affidato a Rock Rail il finanziamento e la realizzazione di questo importante progetto", ha dichiarato M. Swindell, fondatore di Rock Rail.

Ha aggiunto: "Noi di Rock abbiamo a cuore il miglioramento dell'esperienza dei passeggeri; siamo convinti che questo progetto porterà un netto miglioramento in termini di esperienza di viaggio, tempi di percorrenza e benefici ambientali". Un programma di ricerca triennale e un investimento di 35 milioni di sterline hanno portato allo sviluppo di Adessia per il Regno Unito: la nuova evoluzione della piattaforma ferroviaria Aventra, già ampiamente collaudata in Inghilterra con flotte che hanno accumulato oltre 18 miliardi di miglia passeggeri.

Grazie a opzioni di trazione flessibili e a un design leggero, i treni Adessia Stream garantiscono la capacità di trasporto richiesta riducendo al contempo i costi dell'intero ciclo di vita. Adessia Stream è un treno progettato all'insegna dell'accessibilità: consente l'accesso autonomo dei passeggeri all'85% delle banchine ferroviarie britanniche esistenti, grazie all'ingresso a raso disponibile su tutte le porte lungo l'intera lunghezza del treno, riducendo così gli investimenti necessari per adeguare l'altezza delle banchine.

Con oltre vent'anni di esperienza nella tecnologia delle batterie, Alstom è pioniera nella mobilità ferroviaria sostenibile. Alstom è stata la prima azienda costruttrice di treni a mettere in servizio commerciale convogli sia a idrogeno che a batteria e continua a espandere il proprio portafoglio di soluzioni a batteria a livello globale. Un traguardo fondamentale è stato raggiunto nel febbraio 2026, quando il primo treno elettrico a batteria Coradia Continental è entrato in servizio commerciale per l'operatore VMS in Germania, seguito, nel luglio 2026, dall'entrata in servizio dei primi treni a batteria in Francia. Questi risultati dimostrano come l'innovativa tecnologia delle batterie possa accelerare la sostituzione dei treni diesel sulle linee regionali non elettrificate (Da: *Comunicato stampa ALSTOM*, 11 settembre 2026).

United Kingdom: Britain's first battery-electric trains

Has signed contracts worth €1.2 billion with TransPennine Express (TPE) for the supply and long-term maintenance of a new fleet of battery-electric trains (Fig. 2). The British-designed and built trains will transform rail travel across northern England and support the delivery of the Transpennine Route Upgrade (TRU).

The agreements combine a rolling stock contract worth approximately €930 million for 29 five-car battery-electric multiple units (BEMUs) with maintenance contracts valued at around €230 million. The fleet will be delivered from 2032 and will support the ongoing decarbonisation of one of Britain's most important rail corridors.

The order represents the first deployment of Alstom's Adessia Stream platform in the UK and will deliver Britain's first mainline battery-electric train fleet, combining high performance, operational flexibility and sustainable mobility.

"This agreement is a landmark moment for Britain's railway, and we couldn't be prouder that the country's first mainline battery-electric trains

will be designed and built in Britain. The fleet will transform journeys across northern England while showcasing the very best of British engineering, innovation and advanced manufacturing," said R. Whyte, MD UK at Alstom.

He added: "Beyond the benefits to passengers, this investment will support more than 350 highly skilled jobs in Derby and over 5,500 roles across our UK supply chain, helping create opportunities, develop skills and drive economic growth in communities across the country. As momentum builds behind strengthening UK industry and regional prosperity, this project is a powerful example of what can be achieved by investing in British design, British manufacturing and British talent."

Devised specifically for the needs of long-distance regional travel, the 121-metre-long trains will operate at speeds of up to 110 mph and provide around 300 seats per train, including a First-Class area with catering facilities. As the first new-build trains to be operated by Great British Railways (GBR), they will also offer passengers modern amenities including Wi-Fi, air conditioning, power and USB-C charging at every set, enhanced luggage provision, real-time passenger information systems, CCTV, dedicated cycle storage and quieter, more comfortable interiors.

- *Level boarding*

A defining feature of the fleet is its level boarding design at every door, helping deliver a more inclusive and accessible passenger experience while reducing station dwell times.

Each train will also include three dedicated wheelchair spaces, two accessible toilets, family-friendly areas and buggy storage.

Furthermore, the trains' battery technology provides emission-free operations on non-electrified sections of railway. Charging infrastructure will be installed by Alstom at Hull, Scarborough and Saltburn, allowing the Adessia fleet to recharge efficiently during normal operations and supporting TPE's ambition to operate a fully decarbonised network. Installation of this infrastructure will be a UK-first on the mainline network and follows a similar successful deployment by Alstom in Ireland.

- *UK jobs and skills*

As the home of the Adessia platform, the new trains will be designed, engineered, built and tested at Alstom's historic Derby Litchurch Lane Works – the UK's only end-to-end train factory.

The Adessia rolling stock order from TransPennine Express will support more than 350 highly skilled jobs in Derby and over 5,500 roles throughout Alstom's UK supply chain. Manufacturing is expected to begin in 2028, with the project set to generate at least £360 million in spending with British suppliers.

"I've lost count of the number of times someone has stopped me to tell me about the train that never came. And when that happens, it means missed shifts, missed appointments, and missed opportunities. Today that starts to change," said Prime Minister A. Burnham.

He added: "These 29 new trains will bring faster, more reliable journeys to the North, and thousands of British jobs for the next generation. It's exactly what Great British Railways is all about – taking back control of the basics and getting Britain believing again."

The maintenance contract – which will support over 100 roles – will run for an initial eight-year period, with the potential for a further eight-year extension, helping maximise fleet availability, reliability and performance throughout its operational life.

Alstom will train at least 36 apprentices and 36 T Level students over the contract, which is also set to benefit over 1,000 community members each year through the company's established local engagement framework.

"This landmark investment embodies how GBR will deliver better journeys for people while backing British business. These ambitious upgrades plan mean passengers can wave goodbye to overcrowded, delayed diesel trains and step onboard faster electric trains which are fit for the future," said H. Alexander, Transport Secretary.

She added: "From Alstom's factory floor in Derby to supply chains across the country, this deal will deliver growth, jobs, opportunity and better transport links for generations to come."

The project showcases Alstom's ability to deliver a complete railway solution, combining rolling stock, maintenance, depot provision and charging infrastructure within a single integrated programme.

"This is a transformational £1.2 billion investment in the future of rail travel across the North, delivering new trains for our customers as well as new infrastructure, new jobs and long-term economic benefits," said C. Jackson, MD at TransPennine Express.

He added: "Britain has a proud railway heritage, and this project puts the UK at the forefront of the next generation of cleaner rail technology."

The new battery-electric fleet will operate on services connecting key destinations across northern England, including Liverpool, Manchester, York, Hull, Scarborough and Saltburn, supporting economic growth and providing passengers with a greener and more comfortable travel experience. The new trains – funded by rail investor Rock Rail – will replace part of TPE's existing Class 185 fleet.

"I would like to thank TransPennine Express, Alstom and the TRU programme for entrusting Rock Rail with funding and delivering this important project," said M. Swindell, Founder at Rock Rail.

He added: "At Rock we care about improving the passenger experience; we feel strongly this project will deliver a step-change in experience, journey times and environmental benefit."

A three-year research programme and a £35 million investment culminated in the development of Adessia for the UK – the next evolution of the Aventra train platform, proven at scale across England, with fleets already delivering over 18 billion passenger miles.

With flexible traction options and a lightweight design, Adessia Stream trains deliver required capacities while reducing life-cycle cost. Adessia Stream is a train with accessibility built in, enabling unassisted boarding at 85% of existing UK railway station platforms due to level boarding at every door along the full length of the train – reducing the additional investment needed to adapt platform heights.

With more than 20 years' experience in battery technology, Alstom is a pioneer in sustainable rail mobility. Alstom was the first rail manufacturer to have both hydrogen and battery trains in commercial operation and continues to expand its portfolio of battery-powered solutions worldwide. A key milestone was reached in February 2026, when the first Coradia Continental battery-electric train entered commercial service for the operator VMS in Germany, followed by the entry into service in July 2026 of France's first battery-powered trains. These milestones demonstrate how innovative battery technology can accelerate the replacement of diesel trains on non-electrified regional lines (From: ALSTOM Press Release*, September 11th, 2026).*

TRASPORTI INTERMODALI
INTERMODAL TRANSPORTATION

Svezia-Italia: TX Logistik raddoppia la frequenza delle relazioni

La società di FS Logistix, ha incrementato a due le partenze settimanali del collegamento ferroviario tra Svezia e Italia. Il servizio, dedicato alla società logistica finlandese Nurminen Logistics, collega Frövi, nella regione di Örebro nella Svezia centrale, con Castelguelfo, in provincia di Parma. Con un percorso di circa 2.500 km, si tratta del corridoio diretto più lungo della rete europea di TX Logistik.

"Nell'attuale difficile contesto di mercato del trasporto ferroviario merci, non era affatto scontato riuscire a garantire l'affidabilità del servizio e, insieme a Nurminen, arrivare persino a potenziarlo", dichiara G. P. Gotelli, CEO di TX Logistik. Il collegamento, che attraversa Italia, Svizzera, Germania, Danimarca e Svezia, è stato avviato alla fine di febbraio 2026. "La seconda frequenza settimanale offre ai clienti maggiore capacità e una flessibilità ancora più elevata nella pianificazione delle catene di approvvigionamento", commenta M. Linnajärvi, Vice President International Rail Operations and Sales di Nurminen Logistics.

L'aumento della frequenza punta a ridurre i tempi di attesa e a migliorare ulteriormente le connessioni con il trasporto stradale e marittimo. Inoltre, sarà impiegata una flotta di carri più flessibile, in grado di trasportare sia merci pericolose sia una gamma più ampia di tipologie di container. Attualmente il treno – che nel servizio regolare supera i 500 metri di lunghezza – trasporta principalmente container con prodotti alimentari, bevande, piastrelle, cellulosa, legno, carta e acciaio, oltre ad altre tipologie di merce. È inoltre possibile integrare con facilità nel treno blocco anche carichi parziali.

La rotta verso la Svezia parte da Castelguelfo e, passando per Chiasso, Basilea, Amburgo, Padborg, il ponte di Øresund e Malmö, raggiunge Frövi. TX Logistik è responsabile di tutti i servizi di trazione, effettuati con moderne locomotive multisistema. Con un tempo di transito di circa due-tre giorni, il collegamento rappresenta un'alternativa rapida al trasporto stradale di lunga distanza tra Italia e Svezia, con emissioni sensibilmente inferiori (Da: *Comunicato Stampa FS Logistix Gruppo FSI*, 5 ottobre 2026).

Sweden–Italy: TX Logistik doubles frequency of routes

The company of FS Logistix, has increased the number of weekly departures on the rail link between Sweden and Italy by one to a total of two with effect from 1 October. The route, which is operated as a dedicated block train service for the Finnish logistics company Nurminen Logistics, connects Frövi in the Örebro region of central Sweden with Castelguelfo in the northern Italian province of Parma. At around 2,500 kilometres, it is the longest continuous corridor in TX Logistik's European network.

"Given the current difficult market conditions for rail freight transport, it is by no means a given that we have been able to operate the service reliably and, together with Nurminen, have now even expanded it," says G. P. Gotelli, CEO of TX Logistik. The route, which runs through Italy, Switzerland, Germany, Denmark and Sweden, was launched at the end of February 2026. "The second weekly service offers customers greater capacity and even greater flexibility in planning their supply chains," comments M. Linnajärvi, Vice President of International Rail Operations and Sales at Nurminen Logistics.

The increased frequency is intended to reduce waiting times and further improve connections to road and sea transport. In addition, a more flexible fleet of wagons will be used in future, capable of transporting both dangerous goods and a wider range of container types. Currently, the train – which is more than 500 metres long in regular service – mainly carries containers of food, beverages, tiles, pulp, wood, paper and steel, as well as other goods. However, part-loads can also be easily integrated into the block train.

The route to Sweden runs from Castelguelfo via Chiasso, Basel, Hamburg, Padborg, the Öresund Bridge and Malmö to Frövi. TX Logistik is responsible for all traction services using modern multi-system locomotives. With a transit time of around two to three days, the route offers a fast alternative to long-distance road transport between Italy and Sweden and is also significantly lower in emissions (From: FS Logistix FSI Group Press Release*, October 5th, 2026).*

INDUSTRIA
MANUFACTURES

Internazionale: bimestre luglio-agosto al rallentatore per il mercato auto europeo

Secondo i dati diffusi da ACEA, nel complesso dei Paesi dell'Unione

europea (EU 27: ricordiamo che dal 1° febbraio 2020 il Regno Unito non fa più parte dell'Unione Europea) a luglio le immatricolazioni di auto ammontano a 941.788 unità, il 3% in più rispetto a luglio 2025, mentre ad agosto il totale immatricolato ammonta a 708.211 unità, in rialzo del 4,5% rispetto allo stesso mese dell'anno precedente.

Nei primi otto mesi del 2026, i volumi immatricolati raggiungono 7.546.397 unità, con una variazione positiva del 5,3% rispetto allo stesso periodo del 2025.

R. Vavassori, Presidente di ANFIA, ha commentato: "A luglio e ad agosto il mercato europeo dell'auto mantiene il segno positivo, così come tutti i major market, pur rallentando il trend di crescita evidenziato a giugno.

Anche in questi due mesi estivi, le immatricolazioni di vetture BEV hanno registrato un incremento. Ad agosto, in particolare, hanno rappresentato oltre un quarto delle auto vendute, toccando il 27,7%, la quota più alta mai registrata, con una crescita mensile dei volumi del 62,7%. Le PHEV si attestano all'11,1% dell'immatricolato nel mese, con un rialzo dei volumi del 10,8%. Nel cumulato gennaio-agosto 2026, la quota di penetrazione delle auto elettriche raggiunge il 21,7% (era il 21,1% nei primi 7 mesi dell'anno), mentre per le ibride plug-in è del 10%.

In Italia, la quota dell'elettrico nel progressivo 2026 arriva appena all'8,1%, confermandosi all'ultimo posto tra i major market, mentre le PHEV pesano per il 9,4%.

ANFIA continua a promuovere attivamente, con numerosi incontri a Bruxelles, la neutralità tecnologica prevista dagli emendamenti presentati all'On. Salini e chiede che, nelle more dell'applicazione e verifica dell'IAA, attualmente in discussione, vengano adottati provvedimenti urgenti di valorizzazione delle produzioni europee sulla scia di quanto fatto recentemente per l'acciaio.

Secondo gli ultimi dati Eurostat disponibili, nel primo semestre 2026 il valore delle importazioni in UE27 di autovetture provenienti dai Paesi Extra-UE è cresciuto del 16,1%. Per quelle provenienti dalla Cina l'incremento è ben più marcato, arrivando al 70%. Particolarmente significativo il trend degli ultimi tre anni: la quota delle importazioni provenienti dalla Cina è passata dal 16,7% nel primo semestre 2024 al 17,1% nel primo semestre 2025, fino a toccare il 25% nel primo semestre 2026, raggiungendo un quarto delle importazioni complessive del comparto auto da paesi Extra-UE".

Guardando, invece, al complesso dei Paesi dell'Unione europea allargata all'EFTA e al Regno Unito, a luglio le immatricolazioni di auto ammontano a 1.128.110 unità, (+3,9% su luglio 2025) e ad agosto a 832.637 unità (+5,3%). Nei primi otto mesi del 2026, i volumi immatricolati raggiungono 9.192.528 unità (+5,8% rispetto a gennaio-agosto 2025).

Sia a luglio che ad agosto, tutti e cinque i major market (incluso UK) registrano una crescita. A luglio, solo il Regno Unito registra un rialzo a doppia cifra (+11,7%) a fronte di incrementi più contenuti per Francia (+9,0%), Italia (+3,9%), Spagna (+3,7%) e Germania (+1,2%). Nell'ottavo mese dell'anno, è ancora il Regno Unito a registrare l'aumento più significativo dei volumi (+13,7%), seguito dalla Spagna (+11,8%), mentre l'incremento risulta più modesto per Francia (+7,4%), Italia (+3,2%) e Germania (+2,6%).

Nell'area UE, dal punto di vista delle alimentazioni, ad agosto risultano in crescita sia le auto BEV (+62,7%, con il 27,7% di quota), sia le ibride plug-in (PHEV), a +10,8% con il l'11,1% di quota, sia le ibride tradizionali (+2,2%, con il 33,2% di quota). Nel complesso, sono state immatricolate 509.892 vetture elettrificate, che rappresentano, insieme, il 72% del mercato. Le auto ricaricabili (BEV e PHEV) raggiungono insieme il 38,8% di quota. Se consideriamo i soli 5 major market, le vendite di auto ricaricabili ammontano invece a 209.963 unità ad agosto, in aumento del 48,9% e con una quota del 38,9% sull'immatricolato totale dei cinque Paesi.

In Italia, i volumi totalizzati a luglio 2026 si attestano a 123.157 unità (+3,9%), mentre ad agosto si registrano 69.420 unità (+3,2%). Nei primi otto mesi del 2026, le immatricolazioni complessive ammontano a 1.128.768 unità, con un rialzo dell'8,5% rispetto ai volumi dello stesso periodo del 2025.

Secondo i dati ISTAT, ad agosto l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra una variazione congiunturale del +0,5% e una variazione tendenziale del +3,3% (da +2,9% di luglio), confermando la stima preliminare. L'aumento dell'inflazione riflette principalmente l'andamento dei prezzi degli Energetici, regolamentati (da +0,7% a +1,3%) e, soprattutto, non regolamentati (da +11,4% a +17,0%; +2,9% su luglio), dei Beni durevoli (da +0,7% a +1,3%) e, in misura minore, degli Alimentari non lavorati (da +3,6% a +3,8%). Al contrario, decelera la crescita dei prezzi dei Servizi ricreativi, culturali e per la cura della persona (da +3,0% a +2,6%) e quella dei Servizi relativi ai trasporti (da +1,6% a +0,8%). Nel settore dei Beni energetici non regolamentati, si osserva un aumento generalizzato del ritmo di crescita dei prezzi, con particolare riferimento a quelli del Gasolio per riscaldamento (da +18,2% a +31,8%; +10,7% su luglio), della Benzina (da +8,0% a +16,3%; +6,3% su luglio), del Gasolio per mezzi di trasporto (da +18,8% a +26,7%; +5,2% su luglio), dell'Elettricità mercato libero (da +13,9% a +18,6; +1,4% su luglio), del Gas di città e gas naturale mercato libero (da +7,4% a +11,3%; -0,2% su luglio).

Analizzando nel dettaglio le immatricolazioni per alimentazione, le autovetture a benzina chiudono agosto in calo 15,5%, con una quota di mercato del 20,2%. In flessione anche le autovetture diesel (-28,5%), con una market share del 5,8%. Nel cumulato, le immatricolazioni di autovetture a benzina registrano una variazione negativa del 16,7% (19,7% di quota), mentre le auto diesel calano del 26,1% (6,8% di quota). Le autovetture elettri-

ficate rappresentano il 65,1% del mercato di agosto e il 66,5% del progressivo 2026, con volumi in crescita sia nel mese (+17,8%) che nel cumulato (+31,1%). Tra queste, le ibride mild e full incrementano del 6,9% nel mese, con una quota di mercato del 46,6%, mentre nel cumulato crescono del 20,5%, con una quota del 49,0%. Le immatricolazioni di vetture ricaricabili incrementano del 58,1% nel mese (quota di mercato: 18,5%) e sono in crescita del 73,6% nel cumulato (con market share al 17,5%). Nel dettaglio, le auto elettriche hanno una quota del 6,4% e incrementano del 34,5% nel mese. Aumentano in modo consistente le ibride plug-in: +74,2%, con il 12,1% di quota del mercato del mese. A gennaio-agosto, sia le BEV che le PHEV risultano in rialzo, rispettivamente +69,3% (quota: 8,1%) e +77,6% (quota: 9,4%). Infine, le autovetture a gas rappresentano l'8,9% dell'immatricolato di agosto, interamente composto da autovetture a Gpl (-7,4% su agosto 2025). Nel cumulato, le auto a Gpl risultano in calo del 18,3% (quota: 7,0%).

La Spagna totalizza 101.949 immatricolazioni a luglio 2026 (+3,7%) e 68.544 unità ad agosto (+11,8%). Nei primi otto mesi del 2026, il mercato risulta in crescita del 6,3%, con 818.201 unità immatricolate.

L'Associazione spagnola dell'automotive ANFAC fa notare che a luglio sono state superate per il quinto mese consecutivo le 100.00 unità immatricolate, avvicinandosi progressivamente ai livelli pre-pandemia. Buona anche la propensione dei consumatori ad acquistare veicoli elettrificati (uno su quattro immatricolazioni). Ad agosto è proseguito una buona tendenza di mercato, grazie al quale si presume di poter raggiungere con ampi margini l'obiettivo di 1,2 milioni di unità vendute a fine 2026. Nell'ottavo mese dell'anno, la pubblicazione del Plan Auto +, che interessa BEV e PHEV, ha fatto impennare le vendite di veicoli ricaricabili fino al 27,7% del totale immatricolato nel mese.

Nel dettaglio, le autovetture ibride non ricaricabili rappresentano il 47,1% del mercato di giugno (+26,9% rispetto allo stesso mese dello scorso anno), le vetture a benzina hanno una quota del 18,4% (-12,8% rispetto ad agosto 2025), mentre le diesel rappresentano il 2,7% del mercato (diminuendo del 43,5% rispetto all'ottavo mese del 2025) e le elettriche crescono a doppia cifra (+31% rispetto ad agosto 2025 e 13,4% di quota nel mese), insieme alle ibride plug-in (+23,3% e 14,3% di quota). Infine, le auto a gas calano del 11,5% nel mese (2,2% di quota di mercato).

Le emissioni medie di CO_2 dell'immatricolato nel mese di giugno scendono a 95,5 g/km (-2,3%).

In Francia, nel settimo mese del 2026, si registrano 126.808 nuove immatricolazioni (+9%), mentre ad agosto i volumi ammontano a 94.349 unità (+7,4%). A gennaio-agosto 2026, le immatricolazioni si attestano a 1.078.322 unità, con un aumento tendenziale del 3%.

Ad agosto 2026, rispetto allo stesso mese dello scorso anno, calano ancora le autovetture diesel (-57,7%) e le vetture a benzina (-40,5%). Le PHEV registrano una crescita dello 0,2%, mentre le elettriche incrementano del 112,8% nel mese, con una quota di mercato del 38,3% (19,3% 12 mesi fa). Infine, le ibride diminuiscono dell'8,8%.

Nel mercato tedesco sono state immatricolate a luglio 268.068 unità (+1,2%). Ad agosto le registrazioni si attestano a 212.563 unità (+2,6%) Nel progressivo da inizio anno i volumi immatricolati raggiungono 1.965.024 unità, in rialzo del 4,8% rispetto a gennaio-agosto 2025.

A luglio gli ordini domestici sono risultati inferiori del 4% rispetto allo stesso mese del 2025, mentre ad agosto sono cresciuti del 4% a confronto con quelli di agosto 2025.

Guardando ai primi 8 mesi del 2026, gli incentivi per i veicoli elettrici acquistati da privati hanno spinto la quota delle immatricolazioni di privati sul totale del mercato al 40,5%. È la prima volta dal 2020 che viene superata la soglia del 40%.

Dal punto di vista delle alimentazioni, ad agosto le auto ibride rappresentano il 39,8% del mercato mensile e registrano una crescita del 2,5%; di queste, il 12,0% sono ibride plug-in, che incrementano i volumi del 6,0%. Le auto elettriche (BEV), con una quota del 32,4%, registrano una crescita del 75,1%. Le auto a benzina rappresentano il 16,7% delle nuove immatricolazioni, in calo del 37,9%, mentre le diesel si attestano al 10,6%, con una flessione del 17,3%.

Le emissioni medie di CO_2 per le nuove immatricolazioni sono diminuite del 18,0% rispetto allo stesso mese dello scorso anno, attestandosi a 86,0 g/km.

Il mercato inglese, infine, a luglio totalizza 156.571 nuove autovetture immatricolate (+11,7%) e ad agosto 94.236 (+13,7%). Nei primi otto mesi dell'anno, le immatricolazioni si attestano a 1.388.736, il 9,8% in più rispetto a gennaio-agosto 2025.

L'Associazione inglese dell'automotive SMMT evidenzia che la performance del mercato a luglio è stata la migliore, per questo mese, dal 2019, con le auto BEV in crescita del 44,5% grazie all'ampia offerta di modelli, le forti scontistiche sui prezzi e gli incentivi governativi. Ad agosto, nono mese consecutivo in crescita, le auto elettriche hanno toccato quota 29,8% del venduto, un picco stagionale ricorrente, dato che, con i bassi volumi di questo mese estivo, tendono ad amplificarsi le variazioni percentuali. In termini di volumi, l'aumento è del 27,7%. Il maggior incremento, tuttavia, l'hanno registrato le auto ibride plug-in, in rialzo del 39,8%, con il 14,5% di quota.

Accoglienza favorevole per la revisione degli obblighi governativi volta ad allineare i target di decarbonizzazione della mobilità alla domanda reale e a tutelare investimenti, posti di lavoro e libertà di scelta dei consumatori.

Nel mese, le immatricolazioni delle flotte crescono del 10,1%, mentre le vendite di auto intestate ad aziende aumentano del 14,5%. Le immatricolazioni intestate a privati, invece, registrano una variazione positiva del 19,0%.

Nel cumulato dei primi otto mesi, le HEV incrementano dell'11,2% e le BEV del 28,6%.

Le vetture diesel incrementano del 4,0% nel mese e calano del 10,5% nel cumulato, in cui riportano una market share al 4,6%. Le auto a benzina risultano in flessione del 3,5% ad agosto, con una quota di mercato del 38,3%, mentre nel progressivo da inizio anno riportano una contrazione del 3,1% rappresentando il 42,5% del venduto (Da: *Comunicato Stampa ANFIA,* 24 settembre 2026*)*.

International: european car market slows down during July-August period

According to data released by ACEA, across the European Union (EU-27; note that the United Kingdom has not been part of the European Union since February 1, 2020), car registrations totaled 941,788 units in July—up 3% compared to July 2025—while the total for August was 708,211 units, a 4.5% increase over the same month the previous year. In the first eight months of 2026, registration volumes reached 7,546,397 units, a 5.3% increase compared to the same period in 2025.

R. Vavassori, President of ANFIA, commented: "In July and August, the European car market remained in positive territory—as did all major markets—although the growth trend seen in June slowed down.

Registrations of BEVs (Battery Electric Vehicles) also saw an increase during these two summer months. In August specifically, they accounted for over a quarter of cars sold, reaching a record high market share of 27.7% and a 62.7% monthly volume growth. PHEVs (Plug-in Hybrid Electric Vehicles) captured an 11.1% share of registrations for the month, with a 10.8% rise in volume. For the January–August 2026 period, the market penetration of electric cars reached 21.7% (up from 21.1% in the first seven months of the year), while the share for plug-in hybrids stood at 10%.

In Italy, the electric vehicle share for the year-to-date in 2026 reached just 8.1%—placing it last among major markets—while PHEVs accounted for 9.4%.

Through numerous meetings in Brussels, ANFIA continues to actively promote the principle of technological neutrality outlined in the amendments tabled by MEP Salini. Furthermore, pending the implementation and review of the IAA (currently under discussion), the association calls for urgent measures to support European production, following the precedent recently set for the steel industry."

According to the latest available Eurostat data, in the first half of 2026 the value of imports of cars from non-EU countries into the EU27 grew by 16.1%. For those coming from China the increase is much more marked, reaching 70%. The trend of the last three years is particularly significant: the share of imports from China went from 16.7% in the first half of 2024 to 17.1% in the first half of 2025, reaching 25% in the first half of 2026, reaching a quarter of the overall imports of the car sector from non-EU countries".

Looking, however, at the whole of the countries of the European Union extended to EFTA and the United Kingdom, in July car registrations amounted to 1,128,110 units, (+3.9% on July 2025) and in August to 832,637 units (+5.3%). In the first eight months of 2026, registered volumes reached 9,192,528 units (+5.8% compared to January-August 2025).

In both July and August, all five major markets (including the UK) recorded growth. In July, only the United Kingdom recorded a double-digit increase (+11.7%) compared to smaller increases for France (+9.0%), Italy (+3.9%), Spain (+3.7%) and Germany (+1.2%). In the eighth month of the year, the United Kingdom once again recorded the most significant increase in volumes (+13.7%), followed by Spain (+11.8%), while the increase was more modest for France (+7.4%), Italy (+3.2%) and Germany (+2.6%).

In the EU area, from the point of view of fuel, in August both BEV cars (+62.7%, with a 27.7% share), both plug-in hybrids (PHEV), at +10.8% with an 11.1% share, and traditional hybrids (+2.2%, with a 33.2% share) were growing. Overall, 509,892 electrified cars were registered, which together represent 72% of the market. Rechargeable cars (BEV and PHEV) together reach 38.8% share. If we consider just the 5 major markets, sales of rechargeable cars amounted to 209,963 units in August, an increase of 48.9% and with a share of 38.9% of the total registrations of the five countries.

In Italy, the volumes totaled in July 2026 stood at 123,157 units (+3.9%), while in August 69,420 units were recorded (+3.2%). In the first eight months of 2026, overall registrations amounted to 1,128,768 units, with an increase of 8.5% compared to the volumes of the same period of 2025.

According to ISTAT data, in August the national consumer price index recorded a cyclical change of +0.5% and a trend change of +3.3% (from +2.9% in July), confirming the preliminary estimate. The increase in inflation mainly reflects the trend in prices of energy, regulated (from +0.7% to +1.3%) and, above all, unregulated (from +11.4% to +17.0%; +2.9% on July), durable goods (from +0.7% to +1.3%) and, to a lesser extent, unprocessed food (from +3.6% to +3.8%). On the contrary, the growth in prices of recreational, cultural and personal care services slowed down (from +3.0% to +2.6%) and that of transport-related services (from +1.6% to +0.8%). In the sector of non-regulated energy goods, a general increase in the rate of growth of prices is observed, with particular reference to those of diesel for heating (from +18.2% to +31.8%; +10.7% on July), petrol (from +8.0% to +16.3%; +6.3% on July), diesel for transport vehicles (from +18.8% to +26.7%; +5.2% on July), of Electricity free market (from +13.9% to +18.6; +1.4% on July), of City Gas and natural gas free market (from +7.4% to +11.3%; -0.2% on July).

Analyzing registrations by fuel in detail, petrol cars closed August down 15.5%, with a market share of 20.2%. Diesel cars also fell (-28.5%), with a market share of 5.8%. Overall, registrations of petrol cars recorded a neg-

ative change of 16.7% (19.7% share), while diesel cars fell by 26.1% (6.8% share). Electrified cars represent 65.1% of the market in August and 66.5% of the progressive 2026, with volumes growing both in the month (+17.8%) and cumulatively (+31.1%). Among these, mild and full hybrids increased by 6.9% in the month, with a market share of 46.6%, while cumulatively they grew by 20.5%, with a share of 49.0%. Registrations of plug-in cars increased by 58.1% in the month (market share: 18.5%) and grew by 73.6% cumulatively (with market share at 17.5%). In detail, electric cars have a share of 6.4% and increased by 34.5% in the month. Plug-in hybrids increased significantly: +74.2%, with a 12.1% market share for the month. In January-August, both BEVs and PHEVs increased, respectively +69.3% (share: 8.1%) and +77.6% (share: 9.4%). Finally, gas cars represent 8.9% of registrations in August, entirely made up of LPG cars (-7.4% on August 2025). Overall, LPG cars decreased by 18.3% (share: 7.0%).

Spain totals 101,949 registrations in July 2026 (+3.7%) and 68,544 units in August (+11.8%). In the first eight months of 2026, the market grew by 6.3%, with 818,201 units registered.

The Spanish automotive association ANFAC points out that in July the 100,000 units registered were exceeded for the fifth consecutive month, progressively approaching pre-pandemic levels. Consumers' propensity to purchase electrified vehicles is also good (one in four registrations). A good market trend continued in August, thanks to which it is assumed that the target of 1.2 million units sold at the end of 2026 will be able to be reached with wide margins. In the eighth month of the year, the publication of the Plan Auto +, which affects BEVs and PHEVs, caused sales of rechargeable vehicles to soar up to 27.7% of the total registered in the month.

In detail, non-rechargeable hybrid cars represent 47.1% of the market in June (+26.9% compared to the same month last year), petrol cars have a share of 18.4% (-12.8% compared to August 2025), while diesel cars represent 2.7% of the market (decreasing by 43.5% compared to the eighth month of 2025) and electric cars grow by double digits (+31% compared to August 2025 and 13.4% share in the month), together with plug-in hybrids (+23.3% and 14.3% share). Finally, gas cars fell by 11.5% in the month (2.2% market share).

The average CO_2 emissions of those registered in June drop to 95.5 g/km (-2.3%).

In France, in the seventh month of 2026, 126,808 new registrations were recorded (+9%), while in August volumes amounted to 94,349 units (+7.4%). In January-August 2026, registrations stood at 1,078,322 units, with a trend increase of 3%.

In August 2026, compared to the same month last year, diesel cars (-57.7%) and petrol cars (-40.5%) continued to decline. PHEVs recorded growth of 0.2%, while electric ones increased by 112.8% in the month, with a market share of 38.3% (19.3% 12 months ago). Finally, hybrids decreased by 8.8%.

In the German market, 268,068 units were registered in July (+1.2%). In August, registrations totaled 212,563 units (+2.6%). Year-to-date registration volumes reached 1,965,024 units, an increase of 4.8% compared to the January–August period of the previous year.

Domestic orders in July were 4% lower than in the same month of the previous year, whereas in August they rose by 4% compared to August of the previous year.

Looking at the first eight months of the year, incentives for electric vehicles purchased by private individuals drove the share of private registrations to 40.5% of the total market. This marks the first time since 2020 that the 40% threshold has been exceeded.

In terms of powertrains, hybrid cars accounted for 39.8% of the monthly market in August, recording 2.5% growth; within this segment, plug-in hybrids made up 12.0% of the total, with volumes increasing by 6.0%. Electric cars (BEVs) captured a 32.4% market share, recording a 75.1% increase. Petrol cars accounted for 16.7% of new registrations—a drop of 37.9%—while diesel cars stood at 10.6%, down 17.3%.

Average CO_2 emissions for new registrations fell by 18.0% compared to the same month last year, settling at 86.0 g/km. Finally, the UK market recorded 156,571 new car registrations in July (+11.7%) and 94,236 in August (+13.7%). In the first eight months of the year, registrations totaled 1,388,736, a 9.8% increase compared to the same period in 2023.

The UK automotive trade body, the SMMT, highlights that July's market performance was the best for that month since 2019; BEV registrations grew by 44.5%, driven by a wide range of models, significant price discounting, and government incentives. August marked the ninth consecutive month of growth, with electric cars reaching a 29.8% market share—a recurring seasonal peak, as percentage fluctuations tend to be amplified by the lower sales volumes typical of this summer month. In terms of volume, the increase was 27.7%. However, the largest rise was recorded by plug-in hybrid vehicles, which grew by 39.8% to capture a 14.5% market share.

The revision of government mandates—aimed at aligning mobility decarbonization targets with actual demand while safeguarding investments, jobs, and consumer choice—has been well received.

During the month, fleet registrations rose by 10.1%, while sales of company-registered cars increased by 14.5%. Meanwhile, private registrations recorded a 19.0% increase. In the year-to-date figures for the first eight months, HEV registrations rose by 11.2% and BEVs by 28.6%.

Diesel vehicle registrations increased by 4.0% for the month but fell by 10.5% year-to-date, recording a market share of 4.6%. Petrol cars saw a 3.5% decline in August, with a market share of 38.3%, while year-to-date figures show a 3.1% contraction, accounting for 42.5% of sales (Source: ANFIA Press Release*, September 24th, 2026).*

Canada: FS Engineering consolida la crescita

FS Engineering prosegue il proprio percorso di crescita in Canada (Fig. 3) con l'acquisizione di nuovi incarichi nell'ambito di alcuni dei più rilevanti programmi di trasporto pubblico dell'Ontario. I recenti traguardi riguardano l'Ontario Line RSSOM, la *Hurontario Light Rail Transit* e la *Scarborough Subway Extension,* confermando il ruolo sempre più rilevante della *branch* canadese nello sviluppo delle infrastrutture ferroviarie e metropolitane del Paese.

Tra i nuovi affidamenti figurano i Construction Phase Services per il sistema di armamento ferroviario dell'Ontario Line RSSOM, naturale evoluzione delle attività di progettazione già svolte dalla Società. Il coinvolgimento di FS Engineering si estende così dalla fase di design a quella realizzativa, con verifiche, ispezioni e *witnessing*, fino alla predisposizione della documentazione necessaria alla certificazione delle opere.

L'Ontario Line rappresenta uno dei più importanti progetti di mobilità urbana attualmente in corso nell'area metropolitana di Toronto. La nuova linea, che si svilupperà attraverso tratte sotterranee, sopraelevate e a raso, contribuirà a migliorare la connettività della città grazie all'impiego di tecnologie avanzate e soluzioni innovative.

In questo contesto, FS Engineering opera in stretta collaborazione con i principali stakeholder, garantendo continuità tra progettazione, costruzione e certificazione.

Si inserisce nello stesso quadro anche il nuovo incarico affidato da Connect 6ix Contractor per le attività di RAMS (*Reliability, Availability, Maintainability and Safety*),

L'accordo estende ulteriormente il coinvolgimento della Società alle successive fasi del ciclo di vita dell'opera, valorizzando competenze sviluppate secondo i più elevati standard internazionali definiti dalla normativa CENELEC EN 50126.



(Fonte: FS Engineering Gruppo FSI – *Source: FS Engineering FSI Gruppo*).

Figura 3 - Nuovi incarichi rafforzano la presenza della Società nei principali programmi di mobilità dell'Ontario (Cantiere dell'Ontario Line Subway - viadotto DVC, Don Valley Crossing).

Figure 3 – New contracts strengthen the Company's presence in major Ontario mobility programs (Ontario Line Subway construction site – DVC viaduct, Don Valley Crossing)

Prosegue parallelamente la collaborazione con il Consorzio Mobilinx per il progetto *Hurontario Light Rail Transit*, dove dal 2022 FS Engineering è impegnata nelle attività di *Civil Safety Verification & Validation*.

L'estensione dell'incarico consentirà di accompagnare il progetto nelle successive fasi costruttive attraverso la verifica dei requisiti di sicurezza, la gestione dell'*Hazard Log,* il controllo delle evidenze di conformità, il coordinamento delle interfacce e il supporto alle attività di *commissioning* e certificazione.

I nuovi traguardi testimoniano il consolidamento della presenza di FS Engineering nel mercato canadese, grazie a una combinazione di competenze specialistiche, conoscenza dei sistemi ferroviari nordamericani ed esperienza maturata nella gestione di programmi infrastrutturali complessi.

La continuità del coinvolgimento sull'Ontario Line, l'impegno pluriennale sulla Hurontario LRT e il supporto tecnico alla ulteriore nuova commessa *Scarborough Subway Extension* evidenziano la capacità della Società di instaurare relazioni di lungo periodo con clienti, contractor e partner industriali, ampliando progressivamente la propria partecipazione a iniziative sempre più diversificate e strategiche per lo sviluppo della mobilità canadese.

Alla base di questa crescita vi è un modello operativo che integra la presenza locale in Canada con il patrimonio di competenze del network internazionale di FS Engineering. Un approccio che consente di mettere a disposizione dei partner team multidisciplinari altamente qualificati, combinando l'esperienza maturata sul territorio con il know-how specialistico proveniente dall'Italia.

Una strategia che contribuisce a valorizzare l'expertise del Gruppo FS nel mercato nordamericano e a rafforzare ulteriormente il posizionamento di FS Engineering come partner di riferimento per la realizzazione dei grandi programmi infrastrutturali del Canada (Da: *Comunicato Stampa FS Engineering Gruppo FSI*, 22 settembre 2026).

Canada: FS Engineering consolidates its growth

FS Engineering has accelerated its growth in Canada (Fig. 3), recently securing several key contracts for some of

Ontario's largest public transport projects, such as the Ontario Line Rolling Stock, Systems, Operations and Maintenance (RSSOM) project, the Hurontario Light Rail Transit (LRT), and the Scarborough Subway Extension, underscoring the Canadian subsidiary's growing reputation for delivering major rail and mass transit infrastructure.

The contract for the Ontario Line RSSOM includes the delivery of Construction Phase Services for the permanent way (P-way), as a development of the prior design work carried out by the Company. This expands FS Engineering's remit from early-stage design to line construction, covering site inspections, independent verification, and witnessing, and the handover of technical files for formal engineering assurance and certification.

As one of the Greater Toronto Area's most ambitious urban transit projects, the Ontario Line will combine underground, elevated, and at-grade sections to transform city-wide connectivity through cutting-edge engineering.

FS Engineering is working alongside key industry stakeholders to ensure seamless integration across the design, construction, and certification phases.

In a related development, Connect 6ix Contractor has appointed the firm to deliver RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, and Safety) services. This contract extends FS Engineering's involvement further into the asset lifecycle, deploying world-class systems engineering expertise aligned with international best practices as defined by the CENELEC EN 50126 standard.

In parallel, cooperation continues with the Mobilinx Consortium on the Hurontario Light Rail Transit (LRT) project, where FS Engineering has led the Civil Safety Verification & Validation (V&V) work since 2022.

The extension of this contract will see the firm guide the project through its upcoming construction phases. The scope covers safety requirements verification, Hazard Log management, compliance evidence auditing, interface management, and technical support during testing, commissioning, and final safety certification.

These latest milestones consolidate FS Engineering's position in the Canadian market, driven by a blend of specialist technical skills, deep knowledge of North American rail networks, and a proven track record in managing complex infrastructure programmes.

The firm's ongoing role on the Ontario Line, its multi-year commitment to the Hurontario LRT, and its technical support for the newly awarded Scarborough Subway Extension showcase its ability to build long-term relationships with clients, contractors, and industry partners. By doing so, FS Engineering continues to expand its footprint across increasingly diverse projects that are vital to the future of Canadian mobility.

At the heart of this growth is an operating model that seamlessly blends a strong local presence in Canada with the capabilities of FS Engineering's international network. This approach allows the business to deploy highly qualified, multidisciplinary teams that pair on-the-ground local expertise with specialist engineering know-how from Italy.

Ultimately, this strategy showcases the broader FS Group's capabilities in North America, firmly establishing FS Engineering as a trusted partner for delivering Canada's major infrastructure programme (From: FS Engineering FSI Group, September 22th (th in apice) , 2026).

VARIE
OTHERS

Etiopia: Ethiopian Airlines ordina aerei cargo Boeing 777 e 777-8 per espandere la propria flotta merci

Boeing (NYSE: BA) ed Ethiopian Airlines hanno annunciato che la compagnia aerea africana ha ordinato otto aerei cargo 777-8 e due 777 Freighter. La compagnia affiancherà le prestazioni comprovate del 777 Freighter alle capacità di nuova generazione della famiglia 777X offerte dal nuovo 777-8 Freighter, espandendo così la propria flotta cargo Boeing (Fig. 4).

Si tratta del secondo ordine di Ethiopian Airlines per la famiglia di aerei 777X, che segue l'acquisto di otto jet passeggeri 777-9, grazie al quale la compagnia è diventata il primo cliente africano di questo modello. Il 777-8 Freighter sarà l'aereo cargo bimotore più grande e performante al mondo, a supporto della rete globale in espansione di Ethiopian Airlines e del potenziamento delle sue operazioni internazionali di trasporto merci.

"Questo accordo rappresenta un'altra pietra miliare nel rafforzamento delle capacità cargo di Ethiopian Airlines, sostenendo al contempo la continua espansione della nostra rete globale", ha dichiarato M. Tasew, Group CEO di Ethiopian Airlines. "L'introduzione dei Boeing 777-8F e 777F potenzierà la nostra capacità di servire i clienti di tutto il mondo, offrendo maggiore capacità di carico utile, flessibilità operativa, efficienza e sostenibilità. Mentre la domanda di servizi cargo continua a crescere, questi aerei svolgeranno un ruolo fondamentale nel facilitare il commercio globale, rafforzare la connettività della catena di approvvigionamento e consolidare ulteriormente la posizione dell'Etiopia come hub cargo di riferimento tra l'Africa e i mercati internazionali. L'accordo testimonia inoltre la nostra partnership a lungo termine con Boeing".

Con un carico utile strutturale massimo di 118 tonnellate, il 777-8F offre la massima capacità di carico e autonomia per aprire nuovi mercati, riducendo al contempo il consumo di carburante e garantendo i costi operativi per tonnellata più bassi tra tutti gli aerei cargo. Il 777F ha stabilito lo standard di efficienza e produttività per i cargo bimotore; la flotta di 777F di Ethiopian Airlines figura tra gli aerei commerciali in servizio con i più alti tassi di utilizzo. "L'ordine di Ethiopian Airlines per il 777 Freighter – leader del settore – e per il nuovo 777-8 Freighter sottolinea sia la solidità della nostra partnership sia la crescente domanda globale di trasporto aereo merci", ha dichiarato B. McMullen, Senior Vice President of



(Fonte - *Source: Boeing*)

Figura 4 – Boeing ed Ethiopian Airlines hanno annunciato oggi che la compagnia aerea africana ha ordinato otto 777-8 Freighter e due 777 Freighter. Il vettore affiancherà le prestazioni comprovate del 777 Freighter alle capacità di nuova generazione della famiglia 777X offerte dal nuovo 777-8 Freighter, per espandere la propria flotta di aerei cargo Boeing.

Figure 4 - Boeing and Ethiopian Airlines today announced the African carrier has ordered eight 777-8 Freighters and two 777 Freighters. The airline will pair the proven performance of the 777 Freighter with the next generation 777X capabilities of the new 777-8 Freighter to expand its Boeing freighter fleet.

Commercial Sales and Marketing di Boeing. "Apprezziamo la fiducia che Ethiopian Airlines continua a riporre in Boeing e nella famiglia di aerei 777 e 777X, mentre la compagnia espande le proprie capacità cargo e la rete globale. La compagnia aerea continua a fare la storia, essendo la prima in Africa a ordinare il nuovo 777-8 Freighter".

Il 777-8F affiancherà la flotta cargo di Ethiopian Airlines, mantenendo le caratteristiche chiave del 777 Freighter che favoriscono operazioni efficienti, un elevato tasso di utilizzo e affidabilità, tra cui la comunanza di sezioni trasversali e passaggi interni, nonché la facilità di trasporto di carichi voluminosi e fuori sagoma.

Attualmente, Ethiopian Airlines collega oltre 70 mercati cargo in Africa, Asia, Europa, Medio Oriente e Nord America con una flotta composta da:

- 12 777 Freighter
- Due 767 Freighter
- E quattro aerei 737-800SF

Il nuovo ordine consentirà alla compagnia aerea di potenziare questa rete, offrendo maggiore flessibilità per soddisfare la crescente domanda globale di trasporto aereo merci.

Azienda aerospaziale leader a livello mondiale e principale esportatore statunitense, Boeing sviluppa, produce e fornisce assistenza per aerei commerciali, prodotti per la difesa e sistemi spaziali destinati a clienti in oltre 150 paesi. La nostra forza lavoro e la nostra rete di fornitori, sia negli Stati Uniti che nel resto del mondo, promuovono l'innovazione, le opportunità economiche, la sostenibilità e un impatto positivo sulle comunità. Boeing si impegna a promuovere una cultura fondata sui valori fondamentali di sicurezza, qualità e integrità (Da: *Comunicato Stampa Boeing*, 30 settembre 2026).

Ethiopia: Ethiopian Airlines Orders Boeing 777 and 777-8 Freighters to Expand Cargo Fleet

Boeing (NYSE: BA) and Ethiopian Airlines announced the African carrier has ordered eight 777-8 Freighters and two 777 Freighters. The airline will pair the proven performance of the 777 Freighter with the next generation 777X capabilities of the new 777-8 Freighter to expand its Boeing freighter fleet (Fig. 4).

The order is Ethiopian Airlines' second for the 777X airplane family, building on its purchase of eight 777-9 passenger jets that established the carrier as Africa's first 777X customer. The 777-8 Freighter will be the world's largest and most capable twin-engine freighter, supporting Ethiopian Airlines' expanding global network and advancing its international freight operations.

"This agreement marks another significant milestone in strengthening Ethiopian Airlines' cargo capabilities while supporting the continued expansion of our global network," said M. Tasew, Group CEO of Ethiopian Airlines. "The addition of the Boeing 777-8F Freighters and 777F Freighters will enhance our ability to serve customers around the world with greater payload capacity, operational flexibility, efficiency, and sustainability. As demand for cargo services continues to grow, these aircraft will play a vital role in facilitating global trade, strengthening supply chain connectivity, and further reinforcing Ethiopia's position as a leading cargo gateway between Africa and international markets. It also marks our long-term partnership with Boeing."

With a maximum structural payload of 118 tonnes, the 777-8F offers the highest payload and range capability to open new markets while reducing fuel use and delivering the lowest operating cost per tonne of any freighter. The 777F set the standard for twin-engine freighter efficiency and productivity, and Ethiopian Airlines' 777F fleet ranks among the most highly utilized commercial airplanes in service.

"Ethiopian Airlines' order for the industry-leading 777 Freighter and new 777-8 Freighter highlights both the strength of our partnership and growing demand for air cargo worldwide," said B. McMullen, Boeing senior vice president of Commercial Sales and Marketing. "We appreciate

Ethiopian Airlines' continued confidence in Boeing and the 777 and 777X family of airplanes as it expands its cargo capabilities and global network. The airline continues to make history as the first in Africa to order the new 777-8 Freighter."

The 777-8F will complement Ethiopian Airlines' freighter fleet, retaining the key features of the 777 Freighter that support efficient operations, high utilization and reliability, including common cross-sections and walkways, and easy carriage of large outsize cargo.

Ethiopian Airlines currently connects more than 70 cargo markets across Africa, Asia, Europe, the Middle East and North America with a fleet of:

- *12 777 Freighters*
- *Two 767 Freighters*
- *And four 737-800SF airplanes*

The new order will enable the airline to build on this network by providing greater flexibility to meet rising global demand for air cargo.

A leading global aerospace company and top U.S. exporter, Boeing develops, manufactures and services commercial airplanes, defense products and space systems for customers in more than 150 countries. Our U.S. and global workforce and supplier base drive innovation, economic opportunity, sustainability and community impact. Boeing is committed to fostering a culture based on our core values of safety, quality and integrity (From: Boeing Press Release*, September 30th, 2026)*

LA MUSEOGRAFIA FERROVIARIA
IL MUSEO DI PIETRARSA
E
L'INAUGURAZIONE DELLA
PRIMA FERROVIA ITALIANA (1839)

INDICE

- Introduzione
- 3 ottobre 1839 - Il Centenario della prima ferrovia Italiana
- La museografia ferroviaria prima di Pietrarsa
- Le officine di Pietrarsa
- Il museo di Pietrarsa e i musei viventi
- Le locomotive esposte al museo di Pietrarsa

Una pubblicazione di 56 pagine a colori formato 21x27.
Prezzo di copertina € 11,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



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 SEGNALAMENTO E CONTROLLO DELLA CIRCOLAZIONE - COMPONENTI
19 – SICUREZZA DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO
20 – CIRCOLAZIONE DEI TRENI

21 – IMPIANTI DI STAZIONE, NODALI E LORO ESERCIZIO
22 – FABBRICATI VIAGGIATORI
23 – IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI E LORO ESERCIZIO

24 – IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

25 – METROPOLITANE, SUBURBANE
26 – TRAM E TRAMVIE

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

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

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

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

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2027

(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 2027

(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.

175 Miglioramento dell'efficienza energetica sulle linee ferroviarie: una panoramica

(Aroso - Rodríguez Bugarín)

Energy Efficiency Improvement on Railway Lines: An Overview

Energy Science & Engineering published by Society of Chemical Industry and John Wiley & Sons Ltd, 2024, pagg. 12, figg. 1. Biblio 95 titoli.

L'articolo analizza le diverse strategie per migliorare l'efficienza energetica nel trasporto ferroviario, sottolineando come una maggiore efficienza riduca le emissioni di gas serra e i costi operativi. La ricerca evidenzia che gran parte degli studi si concentra sull'ottimizzazione del movimento dei treni e sulla pianificazione degli orari, soprattutto nei sistemi urbani come metro e tram, mentre meno attenzione è stata dedicata alla progettazione delle infrastrutture ferroviarie tradizionali. L'efficienza energetica può essere migliorata attraverso una combinazione di progettazione, gestione operativa e tecniche di guida ottimizzata, ma le modifiche infrastrutturali risultano più difficili e costose da implementare. L'articolo conclude che è necessario sviluppare nuove metodologie che considerino il design delle linee ferroviarie esistenti come fattore chiave per ridurre i consumi energetici e contribuire agli obiettivi di decarbonizzazione.

The article examines different strategies to improve energy efficiency in railway transport, highlighting that increased efficiency reduces greenhouse gas emissions and operational costs. It shows that most existing studies focus on optimizing train movement and timetabling, particularly in urban systems such as metros and light rail, while less attention has been given to the design of conventional railway infrastructure. Energy efficiency can be enhanced through a combination of design, operational management, and optimized driving techniques, but infrastructure modifications are more difficult and costly to implement. The paper concludes that further research is needed to develop new approaches that consider railway line design as a key factor in reducing energy consumption and achieving decarbonization goals.

102 Sintesi del rumore di rotolamento ferroviario mediante un approccio di modellazione numerica

(Knuth – Squicciarini – Thompson)

Railway Rolling Noise Synthesis Using a Numerical Modelling Approach

Conference Paper, March 2025, pagg. 5, figg 6. Biblio titoli 14.

In questo articolo è stata sviluppata una procedura per sintetizzare i segnali di passaggio del rumore di rotolamento a partire da modelli numerici della ruota e del binario. La ruota è modellata come una sorgente compatta in movimento, data la potenza sonora calcolata da un modello di rumore di rotolamento con direttività semplificate. Il binario è modellato come una sorgente estesa fissa eccitata da una forza che si muove lungo la rotaia, utilizzando le risposte impulsive del binario calcolate e le forze di contatto derivanti dall'interazione ruota-binario.

In this paper A procedure has been developed to synthesize pass-by signals of rolling noise from numerical wheel and track models. The wheel is modelled as a moving compact source given the sound power calculated from a rolling noise model with simplified directivities. The track is modelled as a stationary extended source excited by a force moving along the rail using calculated track impulse responses and contact forces from the wheel/track interaction.



COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

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

COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

Francesco Natoni

GLI SCAMBI FERROVIARI





COSTO DELLA PUBBLICAZIONE

Intero € 30,00
Soci CIFI € 24,00



PER INFO E PRENOTAZIONI

+39 - 064742986 - 064882129

info@cifi.it

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

1.3.17 U. Zeppa – "Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione" ..... € 30,00

1.3.18 N. Tilli – 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. Occhiena "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

6.5. E. Principe (ed. Veneta) – "Treni italiani con Carrozze Media Distanza" ..... € 25,00

6.6. E. Principe (ed. Veneta) – "Treni italiani con carrozze a due piani" ..... € 28,00

6.7. E. Principe (ed. La Serenissima) – "Treni italiani Eurostar City Italia" ..... € 35,00

6.8. E. Principe – "Treni italiani - ETR 500 Frecciarossa" ..... € 25,00

6.9. V. Finzi (ed. Coedit) – "I miei 50 anni in ferrovia". € 20,00

6.10. E. Principe (ed. Veneta) – "Le carrozze dei nuovi treni di Trenitalia" ..... € 24,00

6.11. R. Marini (ed. Plasser & Theurer - Plasser Italiana) "Treni nel Mondo" ..... € 30,00

6.12 A. Bussi (ed. Luigi Pellegrini Editore) "Due Vite, Tante Vite (Storie di ferrovia e resistenza)" ..... € 16,00

6.61. M. Morziello "Sistema Ferroviario Italiano Alta Velocità" ..... € 34,00

6.64. G. Magenta (ed. Gaspari) – "Un Mondo su rotaia" ..... € 29,00

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

6.66. P. Messina – "Ferrovie e Filobus nella Pubblicità" ... € 26,00

6.67. P. Messina – "Per Mare intorno all'Elba e verso il Continente – Traghetti, imbarcazioni e navi da crociera" ..... € 23,00

6.68. P. Messina – "I Trasporti all'Elba" ..... € 28,00

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell'I.V.A. Gli acquisti delle pubblicazioni, con pagamento anticipato, possono essere effettuati mediante versamento sul conto corrente postale 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, Via Giolitti, 46 – 00185 Roma o tramite bonifico bancario: UNICREDIT – AGENZIA ROMA ORLANDO – VIA V. EMANUELE, 70 – 00185 ROMA – IBAN: IT29U0200805203000101180047. Nella causale del versamento si prega indicare: "Acquisto pubblicazioni". La ricevuta del versamento dovrà essere inviata unitamente al modulo sottoindicato. Per spedizioni l'importo del versamento dovrà essere aumentato del 10% per spese postali.

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

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

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

(Solo tramite bonifico bancario o conto corrente postale; per informazioni contattare info@cifi.it)

Modulo per la richiesta dei volumi

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

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

Indirizzo: .....Telefono: .....

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

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

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

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

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

La consegna dovrà avvenire al seguente indirizzo:

.....

Data ..... **Si allega la ricevuta del versamento**

Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (P.I. 00929941003)

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

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 POGLIANO M.SE (MI), T. 02 93 54 01 95, info@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 protezio-

ne dei beni e delle persone, e per l'efficientamento dei processi e dei servizi.

CANAVERA & AUDI S.p.A. Regione Malone, 6 – 10070 CORIO (TO) - Tel. 011/928628 – Fax 011/9282709 - E-mail: 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, componenti e strutture per carri, carrozze, tram e metropolitane.

CINEL OFFICINE MECCANICHE S.p.A. Via Sile, 29 – 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV) – Tel. 0423/490471 – Fax 0423/498622 – E–mail: info@cinelspa.it – www.cinelspa.it – Stabilimenti: Via Sile, 29 – 31033 Castelfranco Veneto (TV) – Via Scalo Merci, 21 – 31030 Castello di Godego (TV) – Forniture per i settori ferroviario e tranviario: scambi ferroviari e tranviari, Kit cuscinetti elastici e autolubrificanti, Kit piastre per controrotaie 33C1, giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giunzione, blocchi, caviglie, chiavarde, casse di manovra per deviatoio e accessori, tiranterie, zatteroni, traverse cave, fermascambi, immobilizzatori, dispositivi di bloccaggio, apparecchiature per segnalamento e sicurezza, passaggi a livello, materiali per rotabili.

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 chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – Studi di fattibilità, progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane – Sottostazioni elettriche per alimentazione in c.c. e c.a. – Linee primarie; impianti di telecomando – Impianti luce e forza motrice.

DOT SYSTEM S.r.l. – Via Marco Biagi, 34 – 23871 LOMAGNA (LC) – Tel. +39/039/92259202 – Fax +39/039/92259290 – E–mail: info@dotsystem.it – www.dotsystem.it – Monitor grafici LCD di banco per locomotive e carrozze pilota – Terminali grafici LCD per logica di treno e gestione dati diagnostici – Schede di comunicazione per Bus MVB classe 1, 2, 3 e 4 – Gateway MVB-Ethernet, MVB-CAN, MVB-RS485, MVB-Wireless – Moduli di ingresso/uscita digitali ed analogici per Bus MVB, CAN, ecc. – Cartelli indicatori grafici e tecnologia LED per interni ed esterni.

EBRebosio S.r.l. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – E–mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Isolatori in silicone d'ormeggio, di sospensione, di sezione – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Isolatori in resina epossidica per interno, scaricatori, sezionatori, interruttori (prodotti per linee da 1,5 kV a 500 kV).

ESIM S.r.l. – Via Degli Ebanisti, 1 – 70123 BARI – Tel. 080/5328425 – Fax +39/080/5368733 – E–mail: info@esimgroup.com – www.esimgroup.com – ***Sede di Roma:*** **Via Sallustiana, 1/A** – Tel. 06/4819671 – Fax 06/48977008 – Progettazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione, di segnalamento e di trazione elettrica – Realizzazione e installazione di sistemi di diagnostica ferroviaria.

FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – Via Volvera, 51 – 10045 PIOSSASCO (TO) – Tel. 011/9044.1 – Fax 011/9064394 – www.faiveley.com
Sistemi e prodotti a marchio SAB WABCO: Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici, elettromeccanici ed elettroidraulici, freni a pattino tradizionali e a magneti permanenti, per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Sistemi di antipattinaggio e antislittamento – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, gamma completa dei dischi del freno in ghisa e in acciaio – Compressori a pistoni, compressori rotativi a vite, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento dell'aria compressa – Sistemi diagnostici di bordo di manutenzione – Apparecchiature elettroniche di comando e controllo del freno. *Sistemi e prodotti a marchio Faiveley:* Convertitori statici di potenza e carica batterie – Impianti di riscaldamento e condizionamento – Porte e comandi porte – Sistemi di piattaforme – Porte di accesso treno – Pantografi – Interruttori di alta tensione – Sistemi di scatola nera – Registratori di eventi (DIS) – Sistemi diagnostici e telediagnostici di bordo – Sistemi di videosorveglianza.

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

GALLOTTI 1881 S.r.l. – Via Codrignano, 57/a – 40026 IMOLA (BO) – Tel. 0542/690987 – Fax 0542/690987 – E–mail: gallotti@gallotti1881.com – www.gallotti1881.com – Costruzione con progettazione di strutture metalliche per il segnalamento ferroviario, strutture metalliche speciali, piantane ed attrezzature unifer, carpenterie metalliche e meccaniche.

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

tecnologie innovative e partner altamente qualificati in ambito ferroviario.

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: rollingstock@lucchini.it – www.lucchini.it – Materiale rotabile per trasporti ferroviari urbani, suburbani e metropolitani; ruote cerchiate; ruote elastiche; ruote monoblocco; assili; cerchioni; boccole; sale montate da carro, carrozza e locomotiva completa di componenti; cuori fusi al manganese per scambi ferroviari – Riparazione e ripristino di sale montate con sostituzione di ruote e cerchioni – Revisione e collaudo di altri componenti.

M. PAVANI SEGNALAMENTO 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, rincalzatrici, profilatrici, veicoli di servizio per infrastruttura e catenaria, drasine di misura della geometria del binario, treni di costruzione nuovo binario, incavigliatrici, foratraverse, forarotaie, apparecchiatura di controllo, segarotaie, gruppi rincalzatrici a lame vibranti.

MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – Via Lucania, 2 – 20090 BUCCINASCO (MI) – Tel. +39/02/575731 – E–mail: info.MIL@microelettrica.com – www.microelettrica.com – Applicazioni Bordo Veicolo ed Industriali di: – Contatori e Sezionatori fino a 4.000V ca/cc – Interruttori Extrarapidi in fino a 4.000V e 10.000A in cc – Relè di protezione ca/cc – Trasduttori e Sistema di Misura – Resistenze di frenatura, MAT del neutro, filtri e banchi di carico – Metering, Sistemi di misura in Tensione e Corrente, Misura dell'Energia a bordo veicolo secondo norma EN50463 – Unità Funzionali e Box integrati – Ventilatori Assiali e Ventilatori Centrifughi.

MONT-ELE S.r.l. – Via Cavera, 21 – 20034 GIUSSANO (MI) – Tel. 0362/850422 – Fax 0362/851555 – E–mail: mont-ele@mont-ele.it – www.mont-ele.it – Ingegneria di sottostazioni di conversione e di sottostazioni di alimentazione sistemi A.V. 25 kV – Produzione di quadri innovativi, alimentatori, raddrizzatori, sezionatori bipolari, quadri filtri, quadri misure – Produzione commutatori 3600 V 3000 A, sezionatori bipolari 3000 A, trasduttori di corrente, quadri di sezionamento 25 kV (52 kW) e sezionatori di alta tensione – Realizzazione di impianti, sottostazioni fisse e mobili lato alternata e continua.

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 plano 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, rincalzatrici, profilatrici, stabilizzatrici dinamiche, vetture di rilevamento e sistemi per la diagnostica del binario e della linea di contatto, saldatrici mobili per rotaie, autocarrelli con gru e piattaforme, autocarrelli per tesatura frenata linee di contatto, carrelli portabobine, dispositivi per video-ispezione linee ferroviarie e binario, rappresentanza attrezzature Robel.

POSEICO S.p.A. – Via Pillea, 42-44 – 16153 GENOVA – Tel. 010/8599400 – Fax 010/8682006-010/8681180 – E–mail: semicond@poseico.com – www.poseico.com – Dispositivi a semiconduttori di potenza (Diodi, Tiristori, GTO's, IGBT Press-pack, ecc.) – Dissipatori ad acqua per il raffreddamento di dispositivi di potenza sia press-pack che moduli – Assiemati di potenza con raffreddamento in aria naturale, aria forzata ed acqua – Ponti raddrizzatori per applicazioni industriali e di trazione – Analisi di guasto e servizio di collaudo – Riparazioni di assiemati di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

PROJECT AUTOMATION S.p.A. – Viale Elvezia, 42 – 20052 MONZA (MI) – Tel. 039/2806233 – Fax 039/2806434 – www.p-a.it – Sistemi ed apparecchiature di segnalamento, controllo e supervisione del traffico per metrotranvie e tranvie – Radiocomando scambi, casse di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico – Priorità mezzi pubblici – Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

RAND ELECTRIC S.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILANO – Tel. 02/26144204 – Fax 02/26146574 – Canaline, fascette, sistemi di identificazione, guaine corrugate, guaine metalliche ricoperte, tutte con caratteristiche di reazione al fuoco e tossicità entro i parametri della specifica FS 304142 – Connettori elettrici di potenza standard o custom.

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

S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CASSOLNOVO (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 SEGNALAMENTO FERROVIARIO: Progettazione e realizzazione di impianti di segnalamento per la sicurezza ferroviaria – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di segnalamento come il Blocco Automatico a Correnti Codificate, Sistemi di Controllo Marcia del Treno, Apparati Centrali Elettrici a Itinerari, etc. – Manutenzione, formazione e assistenza tecnica – RETI & SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI: Progettazione e realizzazione di reti Wireline e Wireless, di reti GSM-R e di sistemi SDH – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di: Informazione al Pubblico, Videosorveglianza, Supervisione per la sicurezza e la manutenzione, telefonia selettiva, Bigliettazione, etc. – Manutenzione, Formazione e assistenza tecnica – MESSA IN SICUREZZA GALLERIE: Progettazione layout impianti di Messa in Sicurezza delle Gallerie – Realizzazione di impianti per la copertura radio, il rilevamento e spegnimento incendi, la telefonia d'emergenza, diffusione sonora d'emergenza, illuminazione d'emergenza, etc.

SPII S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA) – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spii.it – info@spii.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromec-

canici, 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 Pollaiolo, 14 – 50142 FIRENZE – Tel. 055/717457 – Fax 055/7130576 – Forniture ferrotranviarie: filtri e pannelli filtranti, utensili, macchinari, strumenti di misurazione, rimozione graffiti, certificazioni CE e rimessa a norma macchinari, grassi e lubrificanti.

TECNEL SYSTEM S.p.A. – Via Brunico, 15 – 20126 MILANO – Tel. 02/2578803 r.a. – Fax 02/27001038 – E–mail: tecnel@tecnelsystem.it – www.tecnelsystem.it – Pulsanti – Interruttori – Selettori – Segnalatori serie SWT04 per banchi manovra – Segnalatori a LED serie SI 30 – Pulsanti apertura/chiusura porte serie 56 e 57 – Pulsanti mancorrente richiesta fermata serie SWT84 – Pulsanti ed interruttori antivandalo - Sistemi di comando e protezione porte – Avvisatori ottici ed acustici – Sirene – Temporizzatori – Sensori movimento/presenza apertura porte – Pressacavi AGRO in materiale sintetico, ottone nichelato, acciaio inox – Guaina aperta autoavvolgente AGROsnap.

TEKFER S.r.l. – Via Gorizia, 43 – 10092 BEINASCO (TO) – Tel. 011/0712426 – Fax 011/0620580 – E–mail: segreteria@tekfer.com – www.tekfer.com – Sistemi per impianti di sicurezza e segnalamento – Apparecchiature per il blocco automatico – INFILL – Codificatori statici – Relè elettronici (TR, HR, DR, relè a disco e altri) – Prodotti per 83,3 Hz (generatori di potenza fino a 15 kVA, filtri e rifasatori) – Telecomandi in sicurezza – Diagnostica impianti – Progettazione e installazione impianti.

TESMEC RAIL – C/Da Bajone z.i. snc – Via Fogazzaro, 51 – 70053 MONOPOLI (BA) – Tel. 080/9374002 – Fax 080/4176639 – E–mail: info@tesmec.com – www.tesmec.com – Progettazione, costruzione e commercializzazione di mezzi d'opera ferroviari per l'elettrificazione e la manutenzione della catenaria: autoscale multifunzione ad assi e carrelli, scale motorizzate e unità di stendimento. Veicoli e sistemi per la diagnostica dell'armamento e della catenaria; sistemi diagnostici per il rilievo di difetti nelle gallerie ferroviarie e per la valutazione degli apparecchi di binario.

T&T S.r.l. – Via Vicinale S. Maria del Pianto – Complesso Polifunzionale Inail – Torre 1 – 80143 NAPOLI – Tel./Fax 081/19804850/3 – E–mail: info@ttsolutions.it – www.ttsolutions.it – T&T (Technology & Transportation) opera da anni in ambito ferroviario offrendo servizi di consulenza ingegneristica – Specializzata per attività di System & Test Engineering – Progettazione e Sviluppo di Sistemi Embedded Real-Time per applicazioni Safety-Critical, Analisi RAMS, Verifica & Validazione, Preparazione Safety Assessment, Supporto alla Progettazione e alla Configurazione di Impianti di Segnalamento Ferroviario, Commissioning & Maintenance.

VAIA CAR S.p.A. – Via Isorella, 24 – 25012 CALVISANO (BS) – Tel. 030/9686261 – Fax 030/9686700 – E–mail: vaiacar@vaiacar.it – Saldatrici mobili strada-rotaia per la saldatura elettrica a scintillio delle rotaie – Gru mobili/Escavatori strada-rotaia completi di accessori intercambiabili – Macchine operatrici mobili strada-rotaia con equipaggiamenti specifici – Macchine operatrici mobili ferroviarie e/o strada-rotaia per la manutenzione delle linee ferroviarie e delle linee elettriche aeree – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi ferroviari, campate, traverse e rotaie – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi e campate tranviari e/o metropolitani – Treni completi di sistemi per la costruzione delle linee ferroviarie ad alta velocità – Treni di sostituzione delle rotaie con sistemi per il carico e lo scarico delle rotaie – Unità di rincalzatura del binario e di compattamento della massicciata.

VOESTALPINE RAILWAY SYSTEMS ITALY S.r.l. - Via Alessandria, 91 – 00198 Roma – Tel. 06/84241106 – E-mail railwaysystems-italy@voestalpine.com – www.voestalpine.com/railway-systems – Progettazione, Consulenza, Produzione, Service e Logistica di Scambi ferroviari A.V., Apparecchi di binario convenzionali e tranviari, Rotaie Vignole e a gola, Casse di manovra ferroviarie e segnalamento completo tranviario – Sistemi diagnostici e monitoraggio per scambi e per materiale rotabile.

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 Certifica-

te n. 21. Certificazione sistema di gestione ambientale ISO 14001:2004 Certificate n. 27.

KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG, Goellstrasse 8, 84529 TITTMONING (Germania) – Tel. +49 (8683) 701-151 - http://www.strail.com - Fornitura di sistemi di attraversamento a raso per ogni tipo di traffico e armamento: STRAIL, innoSTRAIL, pedeSTRAIL, pontiSTRAIL, veloSTRAIL - Traverse polimeriche da linea, ponte e deviatoio: STRAILway - Soluzioni per l'isolamento acustico ed elettrico della rotaia: STRAILastic - Sistemi per la riduzione del rumore: STRAILwave. Area Manager Italia: tommaso.savi@strail.it - tel. +39 392 9503894 - Amministrazione Italia: jessica.romani@strail.it - tel. +39 0461 1413831.

PANTECNICA S.p.A. – Via Magenta, 77/14A – 20017 RHO (MI) – Tel. 02/93261020 – Fax 02/93261090 – E–mail: info@pantecnica.it – www.pantecnica.it – Sistemi antivibranti per materiale rotabile e per armamento ferrotranviario – Completa gamma di guarnizioni per tenuta fluidi – Certificata ISO 9001:2015 e EN 9120:2018 – Fornitore Trenitalia.

PLASTIROMA S.R.L. – VIA PALOMBARESE, km 19,100 – 00012 GUIDONIA MONTECELIO (ROMA) – Tel. 0774/367431-32 – Fax 0774/367433 – E–mail: info@plastiroma.it – www.plastiroma.it – Morsetterie, contropiastre, cassette per C.D.B., materiale isolante per C.D.B., segnali bassi di manovra, segnali alti di chiamata, shunt, componenti in materiale plastico per relè FS, progettazione di articoli tecnici.

H Rilievi e progettazione opere pubbliche

ABATE dott. ing. Giovanni – Via Piedicavallo, 14 – 10145 TORINO – Tel./Fax 011/755161 – Cell. 335/6270915 – E–mail: abateing@libero.it – Armamento ferroviario – Progettazione e direzione lavori di linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie – Armamento ferroviario e linee per trazione elettrica – Redazione di progetti costruttivi preliminari e definitivi comprensivo dei piani di sicurezza e di coordinamento sia in fase di progettazione che in fase di esecuzione per raccordi industriali – Rilievi e tracciamenti finalizzati alla progettazione di linee ed impianti ferroviari.

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-ERTMS_L2) – Realizzazioni di Verifiche e Validazioni dei progetti comprese prove di campo.

I Trattamenti e depurazione delle acque

L Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro

SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. (SEIT) – *Sede Centrale:* Via Santa Croce, 1 – 20122 MILANO – Tel. +39/02/89426332 – Fax +39/02/83242507 – E–mail: franco.pedrinazzi@schweizer-electronic.com – www.schweizer-electronic.com – ***Sede legale:* Via Gustavo Modena, 24 – 20129 Milano** – Sistemi di Sicurezza Protezione Cantieri (SAPC) e può fornire servizio chiavi in mano, di protezione cantieri con SAPC "Sistema Minimel 95", comprensivo di: Progettazione, istallazione, formazione del personale, disinstallazione, manutenzione ed a richiesta gestione del SAPC in cantiere con proprio personale – Sistemi di segnalamento fisso, Minimel, ISP, che integrano le parti mobili di SAPC Minimel 95 nel segnalamento esistente – Sistemi di comunicazione nell'ambito della sicurezza ad alto contenuto tecnologico.

M Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari

N Vetrofanie, targhette e decalcomanie

O Formazione

D&T srl – Largo Promessi Sposi - 20142 Milano – Tel. 3486979791 - E-mail: dt.marketing@databtech.net - http://www.databtech.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 Ottobre 2026
Printed in October 2026

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.

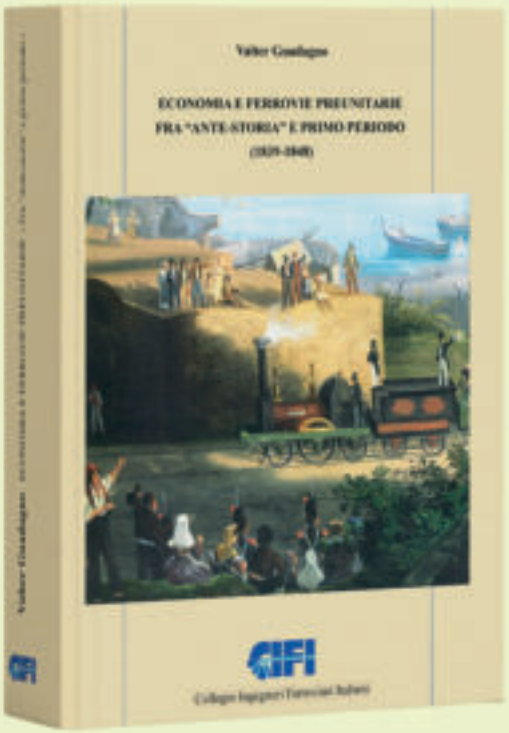
Si parte dalla culla della ferrovia – la Gran Bretagna – per dare uno sguardo all'Oltreoceano americano strettamente legato alla ex madrepatria britannica anche su questo fronte e ritornare poi in Europa, con rassegne relative alla Francia, al Belgio, Olanda, Germania, Austria e Russia.

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.

Il libro ha formato 17 x 24cm, 525 pagine, 81 figure in bianco e nero e a colori.
Prezzo di copertina Euro 50,00 (Sconto del 20% ai Soci CIFI).

PER SVILUPPARE LA CULTURA DEI TRASPORTI SCEGLI I CORSI SU

HTTPS://WWW.FERROVIE.ACADEMY/CORSI/
HTTPS://WWW.CIFI.IT/CIFI-SERVIZI/ACQUISTO-CORSI/

CIFI Servizi



CORSI DI
FORMAZIONE

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

FORMAZIONE FERROVIARIA

- Fondamenti di tecnica ferroviaria
- Organizzazione, tecnica e sicurezza delle ferrovie
- Ingegneria della manutenzione ferroviaria
- BIM ferroviario
- Esperto in valutazione del rischio e verifica CE dei sottosistemi ferroviari
- Esperto in Just Culture
- Railway Safety Expert
- CSM Rail Technical Expert
- HOF Rail Expert
- Sicurezza nei cantieri temporanei o mobili di ferrovie
- Esperto sicurezza nei cantieri di armamento
- Esperto sicurezza elettrica in ambito ferroviario

SCARICA IL PROGRAMMA COMPLETO DEI CORSI

Via Giovanni Giolitti 46 - 00185 Roma
INFO@CIFISERVIZI.IT
06 4742987