



## CORSI DI FORMAZIONE



CIFISERVIZI@CIFI.IT  
SEGRETERIA.CIFISERVIZI@CIFI.IT



06 4742987



PER SVILUPPARE  
LA CULTURA DEI TRASPORTI  
SCEGLI I CORSI SU



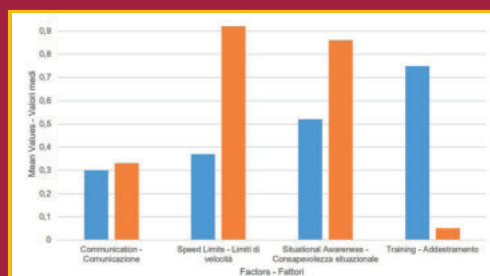
[HTTPS://WWW.FERROVIE.ACADEMY/CORSI/](https://www.ferrovie.academy/corsi/)  
[HTTPS://WWW.CIFI.IT/CIFI-SERVIZI/ACQUISTO-CORSI/](https://www.cifi.it/cifi-servizi/acquisto-corsi/)

- Formazione Ferroviaria
- Formazione Tecnico Amministrativa
- Formazione Specialistica

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

ARTICOLO	Autore	Abstract	Parole chiave
Mobility as a Service per la mobilità urbana e regionale	...	...	...
Mobility as a Service for urban and regional mobility	...	...	...
Sicurezza aerea: analisi di escursioni e incursioni di pista	...	...	...
Aviation Safety: analysis of runway excursions and incursions	...	...	...

**Mobility as a Service per la  
mobilità urbana e regionale**  
**Mobility as a Service for  
urban and regional mobility**



**Sicurezza aerea: analisi di  
escursioni e incursioni di pista**  
**Aviation Safety: analysis of  
runway excursions and incursions**

**MATISA**



# INGENIOUS BY DESIGN, VERSATILE IN ACTION



## Treno di rinnovamento P 92

Progettato per sostituzioni in continuo di traverse e binari in linee convenzionali e per traffico merci pesanti, il P 92 lavora in modo efficiente su reti con carico massimo per asse limitato a 20 tonnellate. Le sue tecnologie di connettività consentono operazioni controllate, mentre i sistemi di sicurezza integrati proteggono personale ed attrezzature in conformità agli standard più avanzati. La sua architettura ad alta efficienza energetica contribuisce a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>, rispondendo alle crescenti esigenze normative ed alle richieste del mercato.



MATISA S.p.A | Via Ardeatina km. 21 | IT 00071 Pomezia/Santa Palomba (Roma)  
Tel.: +39-06-918 291 | Email: [matisa@matisa.it](mailto:matisa@matisa.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  
ALPINA S.p.a. - MILANO  
ALSTOM FERROVIARIA S.p.a. - SAVIGLIANO (CN)  
ALTEN ITALIA S.p.a. - MILANO  
ANCEFERR - ROMA  
ANGELSTAR S.r.l. - MOLA DI BARI (BA)  
ANSFISA - FIRENZE  
ANTIFERR - ASS.NE NAZIONALE TECNOLOGIE DEL SETTORE FERROVIARIO - ROMA  
ARMAFER S.r.l. - LECCE  
ARST S.p.a. - TRASPORTI REGIONALI DELLA SARDEGNA - CAGLIARI  
ASS.TRA - ASSOCIAZIONE TRASPORTI - ROMA  
ASSIFER - ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE - MILANO  
ASSIFIDI S.p.a. - ROMA  
ASTRAL S.p.a. - ROMA  
ATAC S.p.a. - ROMA  
AUTORITA DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE - TRIESTE  
B. & C. PROJECT S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)  
BITECNO S.r.l. - BOLOGNA  
BONIFICA S.p.a. - ROMA  
BONOMI EUGENIO S.p.a. - MONTICHIARI (BS)  
BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.a. - MILANO  
BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. - BRESCIA  
BRUNO S.r.l. - BRESCIA  
BTP INFRASTRUTTURE - ROMA  
BUREAU VERITAS ITALIA S.p.a. - MILANO  
C.E.F.I. S.r.l. - NAPOLI  
C.E.M.E.S. S.p.a. - PISA  
C.L.F. COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.a. - BOLOGNA  
CENGINEERING S.r.l. - ARIANO IRPINO (AV)  
CAD CONNECT S.a.s. DI SIMONE SPINACI  
CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. - SALERNO  
CAVUOTO INGEGNERIA DELLE STRUTTURE S.p.a. - NAPOLI  
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  
COMESVII 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 - 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.L.U.S. S.r.l. - VENEZIA MESTRE (VE)  
EMMEFER SRL - 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 SOCIETA' DI INGEGNERIA - LATINA  
EUROS S.r.l. - NAPOLI  
FADEP S.r.l. - NAPOLI  
FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.a. - PIOSSASCO (TO)  
FER S.r.l. - FERROVIE EMILIA ROMAGNA - FERRARA  
FERONE PIETRO & C. S.r.l. - NAPOLI  
FERROTRAMVIARIA ENGINEERING S.p.a. - NAPOLI  
FERROTRAMVIARIA S.p.a. - BARI  
FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. - BARI  
FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. - BARI  
FERROVIE DEL SUD EST E SERV. AUTOMOBILISTICI S.r.l. IN LIQUIDAZIONE - BARI  
FERROVIE DELLO STATO S.p.a. - ROMA  
FERROVIENORD S.p.a. - MILANO  
FIBRE NET S.p.a. - PAVIA DI UDINE (UD)  
FIDA S.r.l. - BRUGHERIO (MB)  
FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA  
FOR.FER S.r.l. - ROMA  
FRASCHER 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  
GEOSER S.r.l. - PARMA  
GEOSINTESI S.p.a. - GOZZANO (NO)  
GESTIONE GOVERNATIVA FERROVIA CIRCUMETNEA - ROMA  
GETZNER WERKSTOFFE GmbH - BURS - AUSTRIA  
GILARDONI S.p.a. - MANDELLO DEL LARIO (LC)  
GOLDSCHMIDT ITALIA S.r.l. - RHO (MI)  
GRANDI STAZIONI RAIL S.p.a. - ROMA  
HARPACEAS S.r.l. - MILANO  
HILTI ITALIA S.r.l. - SESTO SAN GIOVANNI (MI)  
HIMA ITALIA - MILANO  
HITACHI RAIL GTS ITALIA S.r.l. - SESTO FIORENTINO (FI)  
HITACHI RAIL STS S.p.a. - NAPOLI  
HUPAC S.p.a. - BUSTO ARSIZIO (VA)  
I.C.E.P. S.p.a. - INDUSTRIA CEMENTI PREFABBRICATI - BUCCINO (SA)  
IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. - MILANO  
IMAF S.r.l. - NAPOLI  
IMPRESA LUIGI NOTARI S.p.a. - MILANO  
IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. - BELLUNO  
IMPRESA SIMEONE E FIGLI S.r.l. - (NA)  
IN PROGRESS S.r.l. - CESA (CE)  
INFRARAIL FIRENZE S.r.l. - FIRENZE  
INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. - PIOVE DI SACCO (PD)  
INRAIL S.p.a. - GENOVA  
ISALAB S.r.l. - GENOVA  
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)  
KNOUX GmbH - MONACO DI BAVIERA (GERMANIA)  
KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG - TITTMONING (GERMANIA)  
LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.a. - AREZZO  
LATERLITE S.p.a. - MILANO  
LEF S.r.l. - FIRENZE  
LOTTRAS S.r.l. - FOGGIA  
LUCCHINI RS S.p.a. - LOVERE (BG)  
M. PAVANI SEGNALEMENTO FERROVIARIO S.r.l. - CONCORDIA SULLA SECCHIA (MO)  
M2 RAILTECH S.r.l. - LA VALLE - BOLZANO  
MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.a. - PONTE SAN GIOVANNI (PG)  
MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.a. - CISTERNA DI LATINA (LT)  
MATISA S.p.a. - SANTA PALOMBA (RM)  
MB PROGETTI S.r.l. - ROMA  
MEDTEC S.r.l. - PAOLA (CS)  
MERCITALIA SHUNTING & TERMINAL S.r.l. - GENOVA  
MER MEC S.p.a. - MONOPOLI (BA)  
MICOS S.p.a. - LATINA  
MM METROPOLITANA MILANESE S.p.a. - MILANO  
MONT-ELE S.r.l. - GIUSSANO (MI)  
MOSDORFER RAIL S.r.l. - RHO (MI)  
NET ENGINEERING S.r.l. - VERONA  
NET INTEGRA CONSULTING S.r.l. - SCANDIANO (RE)  
NICCHERI TITO S.r.l. - AREZZO  
NIER INGEGNERIA S.p.a. SOCIETA' BENEFIT - CASTEL MAGGIORE (BO)  
NORD ING S.r.l. - MILANO  
NOTARI SRL - ACQUI TERME - AL  
PLASSER ITALIANA S.r.l. - VELLETRI (RM)  
PRATI ARMATI S.r.l. - OPERA (MI)  
PROGETTO BR S.r.l. - COSTA DI MEZZATE (BG)  
PROGRESS RAIL SIGNALING S.p.a. - SERRAVALLE PISTOIESE (PT)  
PROJECT AUTOMATION S.p.a. - MONZA (MI)  
PTF S.r.l. - CARINI (PA)  
RAIL TRACTION COMPANY - VERONA  
RAILWAY ENTERPRISE S.r.l. - ROMA  
RAVA - REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA - POLLEIN (AO)  
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 (PI)  
S.I.I.P. S.r.l. - NAPOLI  
S.T.A. S.p.a. - STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE - BOLZANO  
S.T.E.L. S.r.l. - COLLESALVETTI (LI)  
SADEL S.p.a. - CASTEL MAGGIORE (BO)  
SAFECERTIFIEDSTRUCTURE INGEGNERIA S.r.l. - ROMA  
SAGA S.r.l. - RAVENNA (RA)  
SALCEF GROUP S.p.a. - ROMA  
SATFERR S.r.l. - FIDENZA (PR)  
SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.a. - MONTEVARCHI (AR)  
SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. - NOVARA  
SENAF S.r.l. - MILANO  
SICURFERR S.r.l. - CASORIA (NA)  
SIE-FER S.r.l. - MILITELLO IN VAL DI CATANIA (CT)  
SIEMENS S.p.a. SETTORE TRASPORTI - MILANO  
SILSUD S.r.l. - FERENTINO (FR)  
SIMPRO S.p.a. - TORINO  
SINERGO S.p.a. - BOLOGNA  
SINTAGMA S.r.l. - SAN MARTINO IN CAMPO (PG)  
SO.CO.FER S.p.a. - ROMA  
SPEKTRA S.r.l. A TRIMBLE COMPANY - VIMERCATE (MB)  
SPERI S.p.a. - ROMA  
SPII S.p.a. - SARONNO (MI)  
SPITEK S.r.l. - PRATO  
STAMPERIA CARCANO GIUSEPPE S.p.a. - ALBESE CON CASSANO (CO)  
STUDIO LEGALE ASS.TO LANIANCA & LOIACONO - BARI  
STUDIO TECHNE S.r.l. - FIRENZE  
SVECO S.p.a. - BORGIO PIAVE (LT)  
SVI S.p.a. - FIRENZE  
T&T S.r.l. - NAPOLI  
T.M.C. S.r.l. - TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT - POMPEI (NA)  
TE.SI.FER. S.r.l. - FIRENZE  
TEAM ENGINEERING S.p.a. - ROMA  
TEB S.p.a. - TRAMVIE ELETTRICHE BERGAMASCHE SPA - RANICA (MI)  
TECNOSISTEM S.p.a. - NAPOLI  
TEKFER S.r.l. - BEINASCO (TO)  
TEKNO KONS INNOVATION S.r.l. - AVERSA (CE)  
TELEFIN S.p.a. - VERONA  
TELT SAS - TORINO  
TERMINALI ITALIA - VERONA  
TESMEC RAIL S.r.l. - MONOPOLI (BA)  
TPER S.p.a. - TRASP. PASS. RI EMILIA ROMAGNA - BOLOGNA  
TRAINING S.r.l. - VERONA  
TRENITALIA S.p.a. - ROMA  
TRENITALIA TPER - BOLOGNA  
TRENORD S.r.l. - MILANO  
TRENTINO TRASPORTI S.p.a. - TRENTO  
TTF S.r.l. - TECNOLOGIE TUNNEL FERROVIARI SRL - VADO LIGURE (SV)  
TUA - SOCIETA' UNICA ABRUZZESE DI TRASPORTO S.p.a. - CHIETI  
TX LOGISTIK TRANSALPINE GMBH - BOLZANO  
ULIXES S.r.l. UNIPERSONALE - FROSINONE  
URETEK ITALIA S.p.a. - BOSCO CHIESANUOVA (VR)  
VALTELLINA S.p.a. - GORLE (BE)  
VERICERT S.r.l. - FORNACE ZARATTINI (RA)  
V.I.D.R. S.r.l. - CATENANUOVA (EN)  
VOITH TURBO S.r.l. - REGGIO EMILIA  
VOSSLOH SISTEMI S.r.l. - CESENA  
VTG RAIL EUROPE GmbH - SARONNO (VA)  
WEGH GROUP S.p.a. - FORNOVO DI TARO (PR)  
Z LAB S.r.l. - VERONA

## INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

CIFI Servizi S.r.l. – Roma	I copertina
MATISA S.p.A. – Santa Palomba – Pomezia (RM)	II copertina
SALCEF GROUP S.p.A. – Roma	pagina 130
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 157
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	III copertina
CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	IV copertina

### CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI

#### QUOTE SOCIALI ANNO 2026

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

Tutti i Soci hanno diritto ad avere uno sconto del 20% sulle pubblicazioni 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](http://www.cifi.it) alla voce "COME ASSOCIARSI" e l'iscrizione decorre dopo il versamento tramite le seguenti modalità:

- Conto corrente postale n.31569007 intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani - Via Giolitti Giovanni, 46 - 00185 Roma specificando nella causale **quota associativa anno 2026** ed inviando una copia della ricevuta via e-mail ad [areasoci@cifi.it](mailto:areasoci@cifi.it)
- Bonifico bancario sul conto: Codice IBAN: IT 29 U 02008 05203 000101180047 - Codice BIC/SWIFT: UNCRITM1704, intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, presso UNICREDIT BANCA - Ag. 704 - ROMA ORLANDO specificando nella causale **quota associativa anno 2026** ed inviando una copia della ricevuta via e-mail ad [areasoci@cifi.it](mailto:areasoci@cifi.it)
- Eseguendo il pagamento on-line collegandosi al sito <https://www.cifi.it/shop/>

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

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

Per ulteriori informazioni: Segreteria Generale - tel. 06/4882129 - FS 26825 - E mail: [areasoci@cifi.it](mailto:areasoci@cifi.it)

**Contatti - Contacts**

Tel. 06.4742987

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

**Servizio Pubblicità - Advertising Service**

Roma: 06.47307819 - areasoci@cifi.it

Milano: 02.63712002 - 339.1220777 - segreteria@cifimilano.it

**Direttore - Editor in Chief**

Stefano RICCI

**Vice Direttore - Deputy Editor in Chief**

Valerio GIOVINE

**Comitato di Redazione - Editorial Board**

Benedetto BARABINO  
 Massimiliano BRUNER  
 Maurizio CAVAGNARO  
 Giuseppe CAVALLERI  
 Federico CHELI  
 Maria Vittoria CORAZZA  
 Biagio COSTA  
 Bruno DALLA CHIARA  
 Massimo DEL PRETE  
 Salvatore DI TRAPANI  
 Anders EKBERG  
 Alessandro ELIA  
 Luigi EVANGELISTA  
 Carmen FORCINITI  
 Attilio GAETA  
 Federico GHERARDI  
 Ingo HANSEN  
 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 LAGANA  
 Emilio MAESTRINI  
 Mauro MORETTI  
 Silvio RIZZOTTI  
 Giuseppe SCIUTTO

**Redazione - Editorial Staff**

Massimiliano BRUNER  
 Ivan CUFARI  
 Francesca PISANO



Associazione NO PROFIT con personalità giuridica (n. 645/2009)  
 iscritta al Registro Nazionale degli Operatori della Comunicazione  
 (ROC) n. 33553 - Poste Italiane SpA - Spedizione in abbonamento  
 postale - d.l. 353/2003  
 (conv. In l. 27/02/2004 n. 46) art. 1 - DBC Roma  
 Via Giovanni Giolitti, 46 - 00185 Roma  
 E-mail: info@cifi.it - u.r.l.: www.cifi.it  
 Tel. 06.4742986  
 Partita IVA 00929941003  
 Orario Uffici: lun.-ven. 8.30-13.00 / 13.30-17.00  
 Biblioteca: lun.-ven. 9.00-13.00 / 13.30-16.00

# Indice

Anno LXXXI | **Febbraio 2026** | 2**Condizioni di Associazione al CIFI****98**

**EFFETTI ENERGETICI ED AMBIENTALI DEL MOBILITY  
 AS A SERVICE PER LA MOBILITÀ URBANA E REGIONALE:  
 APPLICAZIONE SU TORINO E PIEMONTE  
 ENERGY AND ENVIRONMENTAL EFFECTS OF MOBILITY  
 AS A SERVICE FOR URBAN AND REGIONAL MOBILITY:  
 APPLICATION IN TURIN AND PIEDMONT**

Simona MOLINO  
 Bruno DALLA CHIARA  
 Flavio CAPPELLI  
 Stefano FRAIRE  
 Stefania SELLA  
 Gian Luca MATTEUCCI

**101**

**APPLICAZIONI DELLA CORRELAZIONE DI PEARSON  
 NELL'AMBITO DELLA SICUREZZA AEREA: UN'ANALISI  
 DEI FATTORI CHE CONTRIBUISCONO ALLE ESCURSIONI  
 E ALLE INCURSIONI DI PISTA  
 PEARSON CORRELATION IN AVIATION SAFETY:  
 A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF CONTRIBUTING FACTORS  
 TO RUNWAY EXCURSIONS AND INCURSIONS**

Abrish KAFEEI  
 Maria Vittoria CORAZZA

**131****Notizie dall'interno****159****Notizie dall'estero***News from foreign countries***169**

**Vita del CIFI - Una passione senza età. "Genesi di un  
 calendario". I treni e la ferrovia visti dai giovani**

**181****IF Biblio****191**

**Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria  
 Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria**

**192****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****196****Fornitori di prodotti e servizi****198**

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](mailto:redazioneif@cifi.it)**

## GUIDELINES FOR THE AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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



# Effetti energetici ed ambientali del Mobility as a Service per la mobilità urbana e regionale: applicazione su Torino e Piemonte

## *Energy and environmental effects of Mobility as a Service for urban and regional mobility: application in Turin and Piedmont*

Simona MOLINO<sup>(\*)</sup>  
 Bruno DALLA CHIARA<sup>(\*)</sup>  
 Flavio CAPPELLI<sup>(\*)</sup>  
 Stefano FRAIRE<sup>(\*\*)</sup>  
 Stefania SELLA<sup>(\*\*)</sup>  
 Gian Luca MATTEUCCI<sup>(\*\*)</sup>

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.02.2026.ART.1>)

**Sommario** - L'articolo analizza il ruolo del *Mobility as a Service (MaaS)* nella trasformazione della mobilità urbana e regionale, con approfondimento sulla sperimentazione MaaS for Italy del Comune di Torino e della Regione Piemonte (2024-2026 ed oltre). Lo studio valuta l'impatto del MaaS sulle abitudini di spostamento, sull'uso dello spazio pubblico, sul consumo energetico, sull'inquinamento e sulla sicurezza dei trasporti.

Attraverso l'analisi dei dati del progetto pilota MaaS del Comune di Torino (2024-inizio 2026), si osserva un parziale successo nell'integrazione tra MaaS, trasporto pubblico e mobilità condivisa, con l'obiettivo di ridurre l'uso dell'auto privata. Lo studio evidenzia le opportunità del MaaS nel rendere la mobilità più sostenibile, efficiente e meno congestionata, ma anche le criticità legate alla preferenza per l'auto privata, dovuta ai suoi costi fissi già sostenuti, a fronte dei costi variabili dei servizi MaaS.

Per favorire l'adozione del MaaS, si propone d'introdurre incentivi, tariffe più competitive e un possibile *road pricing* proporzionale ai km percorsi su strada con mezzi motorizzati privati, al fine di rendere il nuovo paradigma più conveniente rispetto all'utilizzo della sola auto ad uso personale.

### 1. Introduzione

Nell'accezione moderna della mobilità si persegue maggiormente una mobilità pluri-modale, flessibile ed impostata, per quanto possibile, in modo gerarchico ed integrato, vale a dire nella quale:

**Summary** - The paper analyses the role of *Mobility as a Service (MaaS)* in the transformation of urban and regional mobility, with a focus on the MaaS for Italy trial of the Municipality of Turin and the Piedmont Region (2024-2026 and beyond). The study assesses the impact of MaaS on travel habits, use of public space, energy consumption, pollution and transport safety.

By analysing data from the MaaS pilot project of the City of Turin (2024-early 2026), a partial success in the integration of MaaS, public transport and shared mobility is observed, with the aim of reducing private car use. The study highlights the opportunities of MaaS in making mobility more sustainable, efficient and less congested, but also the critical issues related to the preference for the private car, due to its fixed costs already incurred, against the variable costs of MaaS services.

To encourage the adoption of MaaS, it is suggested to introduce subsidies, more competitive tariffs and possible *road pricing* proportional to the km travelled on the road by private motorised vehicles, in order to make the new paradigm more convenient than using the car alone for personal use.

### 1. Introduction

In the modern understanding of mobility, a more multi-modal, flexible and, as far as possible, hierarchically integrated mobility is pursued, i.e. in which:

- travel on a large scale - typically among metropolitan

<sup>(\*)</sup> Politecnico di Torino, Dip. DIATI – Trasporti.  
<sup>(\*\*)</sup> 5T srl, Torino.

<sup>(\*)</sup> Politecnico di Torino, Dept. DIATI - Transport systems.  
<sup>(\*\*)</sup> 5T, Turin (IT).

- gli spostamenti su più ampia scala - tipicamente tra aree metropolitane ed urbane in Europa - avvengono, allorquando possibile, mediante la rete ferroviaria rientrante nella TEN-T nonché mediante reti connesse ferroviarie di livello inferiore, i.e. regionali, metropolitane o locali;
- a livello locale, si soddisfino le esigenze di spostamento con i sistemi di trasporto più consoni in termini di sostenibilità intesa nella sua interezza; vanno pertanto preferite le modalità con minori consumi energetici specifici (kWh/pass.km) con ricorso più contenuto a combustibili fossili, minori emissioni inquinanti locali, la mobilità personale attiva, salvaguardando [1] la sicurezza delle persone durante gli spostamenti nonché la manutenibilità di infrastrutture e veicoli, per garantirne nel tempo qualità, sicurezza ed efficienza. Questo approccio ha come obiettivo anche il contenimento dell'impiego del suolo ad accesso pubblico da parte di autoveicoli.

In tale approccio l'auto non deve essere emarginata in quanto nella società odierna è normale - al contempo non eludibile per una quota di persone - disporre di un veicolo adatto a proteggere le persone nel movimento, trasportare su qualsivoglia distanza passeggeri e materiali, che sia flessibile e pronto all'impiego. Tuttavia l'auto va oggi intesa come rientrante in una rete più completa ed estesa dell'offerta dei trasporti nella quale il MaaS può avere un ruolo, seppure non dominante al momento, d'integratore di modalità differenti.

Negli ultimi anni, il concetto di *Mobility as a Service* (MaaS) ha acquisito crescente attenzione come possibile risposta alle sfide della mobilità urbana contemporanea. Questo modello punta ad integrare diversi servizi di trasporto - pubblici e privati, tradizionali ed innovativi - in un'unica piattaforma accessibile e flessibile per l'utente. In tale contesto, la città di Torino ha avviato una sperimentazione pluriennale, con l'obiettivo di valutare l'efficacia del MaaS non solo in termini di accessibilità ed utilizzo, ma anche rispetto a obiettivi più ampi di sostenibilità ambientale, efficienza energetica e riorganizzazione dello spazio urbano. La presente analisi s'inserisce all'interno di questo percorso, esplorando il contributo che il MaaS può offrire al ripensamento delle abitudini di spostamento e alla costruzione di un sistema di mobilità più integrato, equo e resiliente.

In tale contesto l'articolo analizza il ruolo del MaaS nella trasformazione della mobilità urbana e regionale, con focus sulla sperimentazione MaaS avvenuta nel territorio torinese e piemontese (2024-2026 e oltre). Lo studio valuta proprio l'impatto del MaaS sulle abitudini di spostamento, sull'uso dello spazio pubblico, sul consumo energetico, sull'inquinamento e sulla sicurezza dei trasporti.

L'analisi di dati del 2024 e 2025 evidenzia le opportunità del MaaS nel rendere la mobilità più sostenibile, efficiente e meno congestionata, ma anche le criticità legate alla preferenza per l'auto privata, anche dovuta ai suoi co-

*and urban areas in Europe - takes place, as far as possible, via the TEN-T rail network as well as via lower-level rail-related networks, i.e. regional, metropolitan or local;*

- *at the local level, travel needs are met with the most appropriate transport systems in terms of sustainability understood in its entirety; therefore, modes with lower specific energy consumption (kWh/pass.km) with lower use of fossil fuels, lower local pollutant emissions, active personal mobility [1], safeguarding the safety of people during travel as well as the maintainability of infrastructure and vehicles, in order to ensure their quality, safety and efficiency over time are preferred. This approach also aims at limiting the use of public access land by vehicles.*

*In this approach, the car should not be marginalised, as in today's society it is normal - and at the same time not avoidable for a quota of people - to have a vehicle that can protect people on the move, transport passengers and materials over any distance, flexible and ready for use. However, the car is now to be understood as part of a more comprehensive and extended transport supply network in which MaaS can play a role, albeit not a dominant one at the moment, as an integrator of different modes.*

*In recent years, the concept of Mobility as a Service (MaaS) has gained increasing attention as a possible answer to the challenges of contemporary urban mobility. This model aims to integrate different transport services - public and private, conventional and innovative - into a single accessible and flexible platform for the user. In this context, the city of Turin has launched a multi-year experiment with the objective of evaluating the effectiveness of MaaS not only in terms of accessibility and use, but also with respect to broader objectives of environmental sustainability, energy efficiency and reorganisation of urban space. The present analysis is part of this journey, exploring the contribution MaaS can make to rethinking travel habits and building a more integrated, equitable and resilient mobility system.*

*In this context, this paper analyses the role of MaaS in the transformation of urban and regional mobility, with a focus on the MaaS experimentation that has taken place in the Turin and Piedmont territory (2024-2026 and beyond). The study assesses precisely the impact of MaaS on travel habits, use of public space, energy consumption, pollution and transport safety.*

*The analysis of data from 2024 and 2025 highlights the opportunities of MaaS in making mobility more sustainable, efficient and less congested, but also the critical issues related to the preference for the private car, also due to its fixed costs already incurred, against the variable costs of MaaS services.*

*To encourage the adoption of MaaS it is proposed to introduce subsidies, more competitive tariffs and possible road pricing proportional to the km travelled by motorised vehicles on the road, in order to make the new paradigm more convenient than the car for personal use [2].*

sti fissi già sostenuti, a fronte dei costi variabili dei servizi MaaS.

Per favorire l'adozione del MaaS si propone d'introdurre incentivi, tariffe più competitive e un possibile *road pricing* proporzionale ai km percorsi con mezzi motorizzati su strada, al fine di rendere il nuovo paradigma più conveniente rispetto all'auto ad uso personale [2].

## 2. Stato dell'arte

Il concetto di *Mobility as a Service* (MaaS) nasce ufficialmente nel 2014 [3] definito come un sistema in cui diversi servizi di mobilità sono offerti agli utenti da operatori integrati. Tuttavia, già nel 2001 Meurer aveva anticipato l'idea che l'uso di un mezzo non debba per forza coincidere con il suo possesso, suggerendo una visione orientata al servizio.

Una definizione più articolata arriva da Hietanen, che descrive il MaaS come un modello capace di integrare varie modalità di trasporto in un'unica piattaforma, offrendo pacchetti personalizzati in base alle esigenze degli utenti [3]. Il concetto è stato presentato per la prima volta al pubblico europeo all'ITS Europe di Helsinki nel 2014. L'obiettivo era quello di migliorare l'efficienza del sistema di trasporti attraverso le tecnologie digitali, combinando pianificazione, prenotazione e pagamento in un'unica interfaccia, rendendo così il trasporto pubblico un'alternativa reale all'auto privata, specie se ad uso singolo [4].

Nel 2015, Hietanen fondò MaaS Global, la prima azienda a sviluppare questo modello su scala commerciale, lanciando l'app Whim, che offriva abbonamenti mensili comprensivi di vari mezzi di trasporto. Nonostante il forte interesse iniziale e l'espansione in varie città, l'azienda è andata in crisi per difficoltà economiche, la complessità d'integrazione tra operatori e una scarsa adozione da parte del pubblico, portandola alla bancarotta nel 2023.

Oggi il MaaS è visto non solo come un'opportunità di mercato, ma come una risposta concreta, seppure non esaustiva, alle sfide della mobilità sostenibile. Il modello continua a suscitare interesse in molti paesi, soprattutto nel Nord Europa, negli Stati Uniti [5] e in Giappone, dove si lavora per renderlo economicamente e tecnicamente più sostenibile.

In Italia il progetto "*Mobility as a Service for Italy*" ha avviato la sperimentazione nazionale del MaaS [6][7]. Torino, città pioniera dal 2016 con 5T Srl, ha realizzato diverse iniziative, tra cui il progetto "Buoni Mobilità". Finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, il progetto mirava a incentivare l'uso di mezzi di trasporto alternativi all'auto privata. Un gruppo di cittadini selezionati tramite bando pubblico ricevette voucher mensili da 150 euro da spendere in vari servizi di mobilità, tra i quali trasporto pubblico, *car sharing*, scooter e monopattini in sharing, taxi e noleggio auto. I risultati della sperimentazione, durata un anno, hanno mostrato un significativo spostamento verso il trasporto pubblico e altri mezzi so-

## 2. State of the art

*The concept of Mobility as a Service (MaaS) was officially born in 2014 [3] defined as a system in which different mobility services are offered to users by integrated operators. However, already in 2001 Meurer anticipated the idea that the use of a vehicle does not necessarily have to coincide with its possession, suggesting a service-oriented vision.*

*A more nuanced definition comes from Hietanen, who describes MaaS as a model capable of integrating various modes of transport into a single platform, offering packages tailored to the needs of users [3]. The concept was first presented to the European public at ITS Europe in Helsinki in 2014. The aim was to improve the efficiency of the transport system through digital technologies, combining planning, booking and payment in a single interface, thus making public transport a real alternative to the private car, especially for single use [4].*

*In 2015, Hietanen founded MaaS Global, the first company to develop this model on a commercial scale, launching Whim, an application or app which offered monthly subscriptions including various means of transport. Despite strong initial interest and expansion into various cities, the company fell into crisis due to financial difficulties, the complexity of integration between operators and poor public adoption, leading to its bankruptcy in 2023.*

*Today, MaaS is seen not only as a market opportunity, but as a concrete, if not exhaustive, answer to the challenges of sustainable mobility. The model continues to arouse interest in many countries, especially in Northern Europe, the United States [5] and Japan, where work is being done to make it economically and technically more sustainable.*

*In Italy, the 'Mobility as a Service for Italy' [6][7] project has launched a national trial of MaaS. Turin, a pioneer city since 2016 with 5T, publicly owned ltd. company, has implemented several initiatives, including the 'Mobility Vouchers' project. Financed by the Ministry of the Environment and Energy Security, the project aimed to encourage the use of alternative means of transport to the private car. A group of citizens, selected through a public tender, received monthly vouchers of 150 euro to spend on various mobility services, including public transport, car sharing, scooters and scooter sharing, taxis and car rental. The results of the one-year trial showed a significant shift towards public transport and other sustainable means of transport, with an estimated reduction of CO<sub>2</sub> emissions by up to 50% [8].*

*Another important initiative was conducted by the Piedmont Region with the BIPforMaaS project [9], which sought to extend the MaaS model beyond urban borders. In this case, 250 users experimented with a platform that integrated different mobility services, incentivised by a cashback system. The most used services were trains, scooter sharing and parking on blue lines, (i.e. paid parking). The project was particularly successful among young adults, signalling a growing interest in innovative and integrated mobility solutions. Overall, these initiatives demonstrated how a coordi-*

stenibili, con una riduzione stimata delle emissioni di CO<sub>2</sub> fino al 50% [8].

Un'altra iniziativa importante è stata condotta dalla Regione Piemonte con il progetto BIPforMaaS [9], che ha cercato di estendere il modello MaaS oltre i confini urbani. In questo caso, 250 utenti hanno sperimentato una piattaforma che integrava diversi servizi di mobilità, incentivati da un sistema di *cashback*. I servizi più utilizzati sono stati i treni, i monopattini in sharing e il parcheggio su strisce blu. Il progetto ha avuto particolare successo tra i giovani adulti, segnalando un interesse crescente per soluzioni di mobilità innovative ed integrate. Complessivamente, queste iniziative hanno dimostrato come un approccio coordinato e tecnologicamente avanzato possa facilitare l'adozione di modalità di trasporto più sostenibili in Italia.

Il concetto di MaaS è stato introdotto negli ultimi decenni con l'idea di offrire all'utenza soluzioni di mobilità flessibili grazie all'integrazione di diversi servizi e mezzi di trasporto, riuniti su un'unica piattaforma digitale. Ciò dovrebbe rendere possibile una maggiore sostenibilità degli spostamenti delle persone, guidando così la transizione ecologica [10][11]. Varie definizioni sono state proposte nel tempo, focalizzandosi sui diversi aspetti coinvolti in un sistema MaaS, dai servizi di trasporto alla piattaforma da fornire all'utente, passando per la possibilità di prenotare e pagare il servizio direttamente dall'applicazione o sito web di riferimento [12][13].

Il numero di studi e ricerche sul MaaS è in forte crescita negli ultimi anni: gli autori si sono concentrati di volta in volta su un aspetto specifico, su un caso studio oppure fornendo una visione d'insieme, analizzando per esempio i potenziali utenti e gli *stakeholder* [14] coinvolti [15][16]. Emerge quasi in ogni lavoro che il MaaS è adatto soprattutto per gli ambienti urbani, nei quali si sono infatti sviluppati i primi progetti e dove è più semplice l'integrazione tra diversi mezzi di trasporto, ma sono state proposte alcune misure per potenziare la mobilità in ambiente rurale tramite soluzioni di *Mobility as a Service* [17] ed esistono progetti che già estendono il MaaS alle aree rurali o alle città minori, come BIPforMaaS implementato nella regione italiana del Piemonte [18].

Secondo diversi studi [10][20], le persone più giovani e istruite tendono a provare interesse per le offerte MaaS se sono già utenti abituali del trasporto pubblico, con una differenza tra le classi di reddito, dove chi percepisce un reddito più alto è propenso ad acquistare pacchetti che comprendono numerosi servizi di trasporto, mentre gli studenti preferiscono generalmente i pacchetti che includono soltanto i mezzi pubblici e le biciclette in *sharing*. Un ruolo importante è anche quello ricoperto dagli *stakeholder*, che infatti vengono identificati da più di un articolo: oltre agli utenti, senza i quali il servizio non avrebbe motivo di esistere, si annoverano tra gli attori del MaaS anche gli operatori dei trasporti, i gestori delle piattaforme e delle interfacce, le compagnie assicurative, le università, ma anche chi si occupa di analizzare i dati e di marketing [12][21]. È inoltre necessario sottolineare l'apporto fondamentale delle istitu-

ate e tecnologicamente avanzate che possono facilitare l'adozione di modalità di trasporto più sostenibili in Italia.

*The MaaS concept was introduced in recent decades with the idea of offering users flexible mobility solutions through the integration of different services and means of transport, brought together on a single digital platform. This should make it possible for people to travel more sustainably, thus driving the ecological transition [10][11]. Various definitions have been proposed over time, focusing on the different aspects involved in a MaaS system, from the transport services to the platform to be provided to the user, passing through the possibility to book and pay for the service directly from the relevant application or website [12][13].*

*The number of studies and researches on MaaS has been growing strongly in recent years: the authors have either focused on a specific aspect, a case study or provided an overview, analysing for instance the potential users and stakeholders [14] involved. It [15][16] emerges from almost every work that MaaS is suitable above all for urban environments, in which the first projects were in fact developed and where integration between different means of transport is easier, but some measures have been proposed to enhance mobility in rural areas by means of Mobility as a Service solutions [17] and there are projects that already extend MaaS to rural areas or smaller towns, such as BIPforMaaS implemented in the Italian region of Piedmont [18].*

*According to several studies [19][20], younger and educated people tend to be interested in MaaS offers if they are already regular users of public transport, with a difference between income classes, where higher income earners are likely to buy packages that include several transport services, while students generally prefer packages that only include public transport and bike sharing. An important role is also played by the stakeholders, who are in fact identified by more than one paper: in addition to the users, without whom the service would have no reason to exist, the MaaS stakeholders also include transport operators, platform and interface operators, insurance companies, universities, but also data analysts and marketers [12][21]. It is also necessary to emphasise the fundamental contribution of institutions that are called upon [22] to give a clear direction with their choices in the short and long term: what is called policy experimentation is influenced by the political direction of the administration, but an important result achieved in the short term can in turn influence the decisions to be taken in the long term [23][24][25].*

*In addition to investigating what underlies a MaaS service, a number of studies have focused on the results achieved by the various pilot projects that have taken place in numerous cities around the world [26]. In particular, it is interesting to analyse the relationship between the use of the private car and the propensity to use MaaS services: it emerges that the authority providing the MaaS service needs to challenge the reluctance of regular car drivers to make transfers or walk stretches, while the demand of those who already use public transport is to reduce travel time [27]. A considerable result also concerns the effect that the introduction of MaaS can have on the use of private cars, especially*

zioni che sono chiamate a dare un indirizzo chiaro con le loro scelte a breve e lungo termine [22]: quella che viene chiamata *policy experimentation* è influenzata dall'indirizzo politico dell'amministrazione, ma un risultato importante raggiunto nel breve termine può a sua volta influenzare le decisioni da prendere nel lungo periodo [23][24][25].

Oltre a indagare ciò che è alla base di un servizio MaaS, alcuni studi si sono concentrati sui risultati conseguiti dai vari progetti pilota che si sono susseguiti in numerose città in tutto il mondo [26]. In particolare, è interessante analizzare la relazione tra l'uso dell'automobile privata e la propensione all'utilizzo dei servizi MaaS: emerge la necessità da parte dell'ente che eroga il servizio MaaS di sfidare la riluttanza degli automobilisti abituali a effettuare trasferimenti o percorrere tratti a piedi, mentre la richiesta di quanti utilizzano già il trasporto pubblico è quella di ridurre il tempo di viaggio [27]. Un risultato considerevole riguarda anche l'effetto che l'introduzione del MaaS può avere sull'utilizzo dell'auto privata, specie se ad uso singolo: si è infatti notato che, nonostante varie condizioni convenienti invogliano l'utilizzo dei servizi pubblici o in condivisione, molte persone scelgono di viaggiare comunque con l'automobile anche dopo aver provato le offerte MaaS. In particolare, questo riguarda i viaggi occasionali o per raggiungere luoghi diversi da quelli di studio o di lavoro, per cui il trasporto pubblico o la bicicletta risultano meno appetibili [28].

Un altro importante obiettivo del MaaS è quello della sostenibilità ambientale, che passa dalla riduzione del traffico nelle città grazie a un maggiore uso dei mezzi pubblici: sono state studiate le emissioni di anidride carbonica sulla base delle risposte date dagli utenti del servizio MaaS. Il risultato è molto importante per il MaaS poiché le emissioni dei viaggi fatti utilizzano il trasporto pubblico sono risultate fino a 7,5 volte inferiori rispetto agli stessi viaggi fatti con l'automobile privata [11].

Appare chiaro come l'appetibilità dei servizi di *Mobility as a Service* rimanga una delle criticità principali, impedendo di raggiungere gli obiettivi prefissati di sostenibilità e riduzione del traffico. Non è però l'unico problema con cui questo genere di servizi deve interfacciarsi: infatti, sono stati sollevati alcuni dubbi sul rispetto della privacy dei cittadini da parte delle piattaforme [29]. Per funzionare, questi servizi devono accedere a vari dati personali, così come alla posizione precisa delle persone in ogni istante, con la preoccupazione che si possano ricostruire le abitudini degli individui oltre le condizioni che gli stessi utenti hanno accettato. Inoltre, preoccupano i furti di informazioni da parte di terze persone, favoriti dal fatto che i dati sono stoccati in diversi data centre nel mondo e dalla legislazione che varia da una Nazione all'altra [30].

Dopo alcuni anni di sperimentazione, si può concludere che i servizi di *Mobility as a Service* non hanno ancora completamente raggiunto gli obiettivi con cui il MaaS nacque ormai alcuni decenni fa: riduzione dell'uso dell'auto privata, maggiore riempimento dei mezzi pubblici, riduzione della congestione nelle città e sostenibilità ambientale [31] ed economica, con un conseguente miglioramento del

*single occupancy cars: it has in fact been noted that, despite the fact that various convenient conditions encourage the use of public or shared services, many people still choose to travel by car even after trying out MaaS offers. In particular, this concerns occasional trips or trips to places other than study or work, for which public transport or cycling are less attractive [28].*

*Another important objective of MaaS is the environmental sustainability, which involves reducing traffic in cities through greater use of public transport: carbon dioxide emissions were studied on the basis of the answers given by users of the MaaS service. The result is very important for MaaS as the emissions of trips made using public transport were up to 7.5 times lower than the same trips made by private car [11].*

*It is clear that the desirability of Mobility as a Service remains one of the main critical issues, preventing the achievement of the goals set for sustainability and traffic reduction. However, this is not the only problem this kind of service has to interface with: in fact, some doubts have been raised about the platforms' respect for citizens' privacy [29]. In order to function, these services must access various personal data, as well as the precise location of people at any given moment, with the concern that individuals' habits can be reconstructed beyond the conditions that the users themselves have accepted. Moreover, there are concerns about information theft by third parties, facilitated by the fact that data are stored in different data centres around the world and by legislation that varies from one country to another [30].*

*After a few years of experimentation, it can be concluded that Mobility as a Service has not yet completely achieved the objectives MaaS was conceived for a few decades ago: reduction of private car use, greater use of public transport, reduction of congestion in cities and environmental and economic sustainability, with a consequent improvement in citizens' well-being [31]. Numerous experiments have been carried out, especially in urban areas, with results that are often favourable to MaaS, but which have not succeeded in affecting the ingrained habits of citizens: despite initial interest, in fact, participants in the studies have often [32] chosen to return to the use of private cars. It follows that MaaS services and car use can be seen as complementary rather than substitutes for each other [28]. In order to try and reverse the trend, the support of institutions appears to be crucial, as they can oversee uniform regulation and guarantee a fairer service for all citizens [18] as well as invest in the renewal of transport infrastructure, a fundamental step in directing [33] people's mobility choices.*

### 3. Some numbers on the experiment

*The urban population of Turin was 847,398 at 31.12.2022 and 860,826 inhabitants at 31.12.2023; when considering the province area (Metropolitan City) the population rises to 2.204.632 (2023). The motorisation rate in Turin was 597.1 vehicles/1,000 inhabitants in 2022, although recent data indicate both lower values in the central part of the city (about*

benessere dei cittadini. Sono state numerose le sperimentazioni svolte soprattutto nelle aree urbane, con risultati spesso favorevoli al MaaS, ma che non sono riusciti a intaccare le abitudini radicate dei cittadini: nonostante l'iniziale interesse, infatti, i partecipanti agli studi hanno spesso scelto di tornare all'uso dell'auto privata [32]. Ne consegue che i servizi MaaS e l'uso dell'auto possono essere visti come complementari invece che sostituti uno dell'altro [28]. Per provare a invertire la rotta appare fondamentale l'appoggio delle istituzioni, che possono vigilare su una regolamentazione uniforme e garantire un servizio più giusto per tutti i cittadini [18] oltre a investire sul rinnovamento delle infrastrutture di trasporto [33], un passaggio fondamentale per indirizzare le scelte di mobilità delle persone.

### 3. Alcuni numeri sulla sperimentazione

La popolazione urbana di Torino è risultata di 847.398 abitanti al 31.12.2022 e di 860.826 abitanti al 31.12.2023; la popolazione con la provincia (Città metropolitana) di 2.204.632 (2023). Il tasso di motorizzazione in Torino risultava nel 2022 di 597,1 veic./1.000 abitanti, seppure alcuni dati recenti indichino valori sia più contenuti nella parte centrale (circa 0,51) sia più elevati nell'area metropolitana (2025), con un tasso di motorizzazione in città pari a 68,8/100.

Il parco veicolare alla fine del 2019, immatricolato nel territorio della CMTO (Città Metropolitana di Torino), risultava pari a circa: 1,91 milioni di unità circa [34].

Ogni giorno in Torino, dall'aggregazione di più fonti di dati, si muovono tra circa 220 e 550 mila, escludendo i picchi - anche oltre - autoveicoli che percorrono alcuni km ciascuno. Tra coloro, torinesi residenti in città metropolitana, che si spostano in Torino la scelta è per il 54% sull'auto o con mezzo a due, talvolta tre, ruote di proprietà, per il resto delle scelte si spostano con altri mezzi. Considerando anche i piemontesi non residenti in città metropolitana di Torino che si recano a Torino, si contano tra il 54 ed il 56,23% delle scelte che cade su auto e moto (mezzi privati motorizzati) e le moto incidono per circa il 6,9%, mentre l'auto in sé si aggira attorno al 47%.

Nel dicembre 2025 è terminata la fase di incentivazione del progetto "MaaS ToMove", la sperimentazione della Città di Torino, coordinata dalla società in house 5T, nell'ambito dell'iniziativa nazionale MaaS for Italy, che ha avuto l'obiettivo il perseguire una mobilità più flessibile, non solo basata sull'auto privata specie se ad uso singolo, gerarchica (ferroviaria sulle maggiori percorrenze o sui servizi frequenti come la metropolitana e altre modalità a scalare in base alle necessità) e multimodale.

Il programma MaaS for Italy è senz'altro un modello innovativo di mobilità che integra in un'unica piattaforma digitale diversi servizi di trasporto - dal trasporto pubblico al car e bike sharing, fino ai taxi, ai parcheggi e alle ricariche per i veicoli elettrici (BEV, vale a dire solo elettrici, e PHEV vale a dire elettrici con ricarica) - con l'obiettivo

0.51) and higher values in the metropolitan area (2025), with a motorisation rate in the city of 68.8/100.

*The vehicle fleet at the end of 2019, registered in the territory of the CMTO (Metropolitan City of Turin), amounted to about 1.91 million units [34].*

*Every day in Turin, from the aggregation of several data sources, between about 220000 and 550,000, excluding peaks - even more - vehicles travelling a few km each, move around. Among those, residents in the metropolitan city, who move around in Turin, 54% choose a car or two, sometimes three-wheeled vehicle of their own; the rest choose other means of transport. Considering also people not resident in the metropolitan city of Turin who travel to Turin, between 54% and 56.23% of choices fall on cars and motorbikes (private motorised vehicles), with motorbikes accounting for about 6.9%, while the car itself accounts for about 47%.*

*In December 2025, the incentive phase of the 'MaaS ToMove' project ended, along with the City of Turin's experimentation, coordinated by the in-house company 5T, as part of the national MaaS for Italy initiative, which aimed to pursue a more flexible mobility, not only based on the private car, especially if for single use, but hierarchical (rail on longer distances or frequent services such as the metro and other modes to scale up according to need) and multimodal.*

*The MaaS for Italy programme is undoubtedly an innovative mobility model that integrates different transport services - from public transport to car and bike sharing, taxis, parking and recharging for plug-in vehicles (BEVs, i.e. electric only, and PHEVs, i.e. hybrid electric with recharging) - into a single digital platform, with the aim of offering precisely more fluid, multimodal and sustainable mobility.*

*In this context, Turin has been selected as one of the six regional capitals involved, while Piedmont is among the seven pilot-regional areas at national level. The Municipality of Turin has launched two main use cases (2024-2026): MaaS for Citizens, aimed at the city's resident, student or working population; MaaS Corporate, designed for companies and large institutions.*

*In 20 months of activity, more than 20,000 registered users have been reached, with 7,745 active travellers and more than 140,000 smart trips made through the Super Apps; at the end of October 2025, there were 21,500 users, 10,000 active travellers and more than 200,000 trips: these are the results of an experiment that has made Turin one of the most advanced Italian cities in terms of MaaS. The excellent response of users and the high number of trips purchased through the Super App led to the total exhaustion of the funds dedicated to the subsidy; the data collected shows that local public transport (LPT) was the mode of travel most used by MaaS users, with a share of 56%, followed by taxis (26%), sharing mobility (9%) and parking (9%). Public transport is therefore confirmed as the preferred choice. The Metropolitan Railway System (named SFM) extends into the Turin area: an average of 77,000 people use it every day.*

*So the MaaS, seen from the starting point, has grown a*

di offrire appunto una mobilità più fluida, multimodale e sostenibile.

In questo contesto, Torino è stata selezionata come uno dei sei capoluoghi di regione coinvolti, mentre il Piemonte è tra le sette aree territoriali pilota a livello nazionale. Il Comune di Torino ha avviato due principali casi d'uso (2024-2026): MaaS per i cittadini, rivolto alla popolazione residente, studente o lavoratrice in città; MaaS Corporate, pensato per aziende ed enti di grandi dimensioni.

In 20 mesi di attività, sono stati raggiunti oltre 20.000 utenti iscritti, con 7.745 viaggiatori attivi e più di 140.000 viaggi smart effettuati tramite le Super App, a fine ottobre 2025; a fine anno 2025, risultavano 21.500 utenti, 10.000 viaggiatori attivi ed oltre 200.000 viaggi: sono risultati di una sperimentazione che ha reso Torino una delle città italiane più avanzate sul fronte della mobilità come servizio. L'ottima risposta degli utenti e l'elevato numero di viaggi acquistati tramite le Super App hanno portato al totale esaurimento dei fondi dedicati all'incentivazione; dai dati raccolti emerge come il trasporto pubblico locale (TPL) sia stata la modalità di spostamento più utilizzata dagli utenti MaaS, con una quota del 56%, seguito da taxi (26%), *sharing mobility* (9%) e parcheggio (9%). Il trasporto pubblico si conferma quindi la scelta preferita. Nell'area di Torino si estende il Sistema Ferroviario Metropolitan (SFM): ogni giorno lo usano in media 77 mila persone.

Quindi il MaaS, visto dal punto di partenza, è cresciuto moltissimo, ma il suo impatto resta marginale rispetto all'ammontare dei veicoli per km che quotidianamente percorrono la rete urbana. È possibile tuttavia analizzare degli scenari, vale a dire quale affetto una evoluzione di tale approccio può portare in termini di sostenibilità. La metodologia è descritta per gli agenti inquinanti locali (PM<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO), mentre per le emissioni globali di CO<sub>2</sub> la procedura viene trattata in modo più semplificato, consapevoli del fatto che esiste almeno un passaggio ulteriore da fare, in quanto non esiste una correlazione 1:1 tra emissioni di CO<sub>2</sub> e classi ambientali degli autoveicoli, a differenza degli inquinanti, per i quali si può tranquillamente anche prendere il valore limite della classe ambientale per essere certi di produrre dei numeri sensati, come oltre descritto.

Il Politecnico di Torino ha partecipato attivamente alla sperimentazione del MaaS Corporate, accanto a tre grandi aziende dei settori automotive, aerospaziale e finanziario presenti nell'area metropolitana (costruzione di motori, di aeromobili ed un istituto bancario, oltre a due iniziative spontanee di due istituti scolastici). L'iniziativa è stata aperta ai dipendenti dell'Ateneo su base volontaria, con la possibilità di testare diverse piattaforme digitali MaaS. Una prima fase pilota, condotta tra maggio e luglio 2024 all'interno del Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI) e con il coinvolgimento del Green Team dell'Ateneo, ha permesso di raccogliere dati iniziali sugli spostamenti e di avviare un processo di analisi utile per calibrare le successive fasi della sperimentazione. Da settembre 2024 la sperimentazione è stata estesa, sempre su base volontaria, a tutti i dipendenti

*lot, but its impact remains marginal compared to the amount of vehicles per km that travel the urban network every day. However, it is possible to analyse scenarios, i.e. what affect an evolution of this approach may bring in terms of sustainability. The methodology is described for local pollutants (PM<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO), while for global CO<sub>2</sub> emissions the procedure is treated in a more simplified manner, aware of the fact that there is at least one further step to be taken, since there is no 1:1 correlation between CO<sub>2</sub> emissions and environmental classes of vehicles, unlike for pollutants, for which one can safely even take the limit value of the environmental class to be certain of producing sensible numbers, as described below.*

*The Politecnico di Torino took an active part in the MaaS Corporate trial, alongside three large companies in the automotive, aerospace and financial sectors in the metropolitan area (engine and aircraft construction and a banking institution, as well as two spontaneous initiatives by two schools). The initiative was open to university employees on a voluntary basis, with the opportunity to test various MaaS digital platforms. An initial pilot phase, conducted between May and July 2024 within the Department of Environment, Land and Infrastructure Engineering (DIATI) and with the involvement of the University's Green Team, made it possible to collect initial data on travel and to start a useful analysis process to calibrate the subsequent phases of the experimentation. Since September 2024, the trial has been extended, again on a voluntary basis, to all University employees, with around 140 experimenters by October 2025, 69 active travellers, 2,400 trips made.*

*The initiative undoubtedly contributes to the construction of a more integrated, safe and environmentally friendly urban mobility, in line with the sustainability and innovation objectives pursued by both the City of Turin and the Politecnico di Torino itself.*

#### 4. Methodology adopted

*One of the objectives is to assess the real benefits of MaaS in the urban context, analysing different mobility scenarios.*

*In particular, the emissions produced by the private vehicle fleet are examined, considering both:*

- 1. local polluting emissions, in this case PM<sub>10</sub><sup>1</sup>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>,*
- 2. those of global nature, non-polluting but contributing to the greenhouse effect, CO<sub>2</sub> in this case,*

*and are compared with those generated by the city of Turin's bus fleet offering LPT service, in order to understand the overall impact of each scenario on air quality.*

*In order to conduct this analysis, it was necessary to find the number of vehicles registered in Turin through, as a first*

<sup>1</sup> Particulate matter with an aerodynamic diameter of less than 10 µm.

dell'Ateneo, con circa 140 sperimentatori a ottobre 2025, 69 viaggiatori attivi, 2400 viaggi effettuati.

L'iniziativa senz'altro contribuisce alla costruzione di una mobilità urbana più integrata, sicura e rispettosa dell'ambiente, in linea con gli obiettivi di sostenibilità e innovazione perseguiti sia dalla Città di Torino che dal Politecnico.

#### 4. Metodologia adottata

Uno degli obiettivi è quello di valutare i reali benefici del MaaS in ambito urbano, analizzando diversi scenari di mobilità.

In particolare, si esaminano le emissioni prodotte dalla flotta di veicoli privati, considerando:

1. sia le emissioni locali inquinanti, nella fattispecie PM10<sup>1</sup>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>,
2. sia quelle di natura globale, non inquinanti, ma che contribuiscono all'effetto serra, la CO<sub>2</sub> nella fattispecie, e si confrontano con quelle generate dal parco autobus della città di Torino che offre servizio di TPL, al fine di comprendere l'impatto complessivo di ciascun scenario sulla qualità dell'aria.

Per condurre questa analisi, è stato necessario reperire il numero di veicoli immatricolati in Torino attraverso, in prima analisi, i dati del database dell'ACI [34], che fornisce una suddivisione dettagliata sul parco veicolare (Fig. 1) per tipologia di alimentazione e categoria (Euro) del motore.

Per quanto riguarda il parco autobus di GTT, i dati sono stati raccolti dalla sezione dedicata al parco veicoli, che riporta tutte le caratteristiche salienti dei mezzi in dotazione.

Il calcolo delle emissioni ha richiesto anche la stima delle percorrenze annuali di autoveicoli privati e autobus.

- A. Per i primi, sono stati considerati due scenari di percorrenza, con una distanza minima di 4,9 km e una massima di 11,9 km per spostamento, dati derivanti da un'elaborazione raffinata di 5T con AMP (Agenzia per la Mobilità del Piemonte) di alcuni anni fa, ma con valori abbastanza conservativi, anche da un confronto con le indagini pubblicate da ISFORT [35].
- B. Per gli autobus, invece, le percorrenze chilometriche annuali sono state fornite direttamente dall'azienda GTT (operatore unico del TPL in Torino), consentendo un'analisi più accurata dell'impatto ambientale del trasporto pubblico rispetto alla mobilità privata.

Successivamente, è stata condotta un'analisi dei fattori di emissione per autoveicoli e autobus, distinguendoli in base alla categoria di motori (Euro) e al tipo di alimentazione per le auto, e in base alla massa nonché alla categoria

analysis, data from the national ACI database [34], which provides a detailed breakdown of the vehicle fleet (Fig. 1) by fuel type and engine category (Euro).

As far as GTT's bus fleet is concerned, the data was collected from the section dedicated to the vehicle fleet, which shows all the salient features of the vehicles.

The calculation of emissions also required the estimation of the annual mileage of private cars and buses.

- A. For the former, two mileage scenarios were considered, with a minimum distance of 4.9 km and a maximum of 11.9 km per trip, data deriving from a refined elaboration by 5T with AMP ("Agenzia per la Mobilità del Piemonte") a few years ago, but with fairly conservative values, also from a comparison with surveys published by ISFORT [35].
- B. For buses, on the other hand, the annual km travelled were provided directly by GTT (the sole LPT operator in Turin), allowing a more accurate analysis of the environmental impact of public transport compared to private mobility.

Thereafter, an analysis of emission factors for cars and buses was conducted, distinguishing them according to engine category (Euro) and fuel type for cars, and according to mass and Euro category for buses. After finding this data, the formula for calculating emissions was applied:

$$E_{a,i,j} = \frac{P_a \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N_{a,i,j} \cdot F_{a,i,j}}{10^6}$$

Where:

- $E_a$  represents the amount of pollutant emitted, expressed in tonnes per year,
- $P_a$  is the number of km travelled by both cars and buses,
- $N_a$  is the number of vehicles on the road,
- $F_a$  is the average emission factor, i.e. grams of pollutant emitted per km travelled. The data are taken from the ISPRA database [36] on the average emission factors of road transport, considering, specifically, the urban sphere.

After the analysis of the emissions, a simplified estimation of land occupation by private and public vehicles was conducted. For passenger cars, the used space was quantified using the surface area of a parking stall equal to 12.5 m<sup>2</sup> as a reference, recognising that this method does not take into account operating conditions in motion. For buses, on the other hand, a weighted average area was considered, calculated on the basis of the size of the vehicles owned by the public transport company.

The energy consumption of private and public vehicles was then calculated. In the absence of detailed public data on Turin's vehicle fleet broken down by segments, the consumption of a city car with different fuels (conventional for internal combustion engines, electric and methane; the percentage of actual hybrid cars is currently very marginal in the circulating fleet, even though it is growing significantly)

<sup>1</sup> Particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm.

Effetti del MaaS su emissioni di CO<sub>2</sub>, uso dell'energia per la mobilità e altri fattori che contribuiscono alla sostenibilità dei trasporti

Effects of MaaS on CO<sub>2</sub> emissions, energy use for mobility and other factors contributing to the sustainability of transport

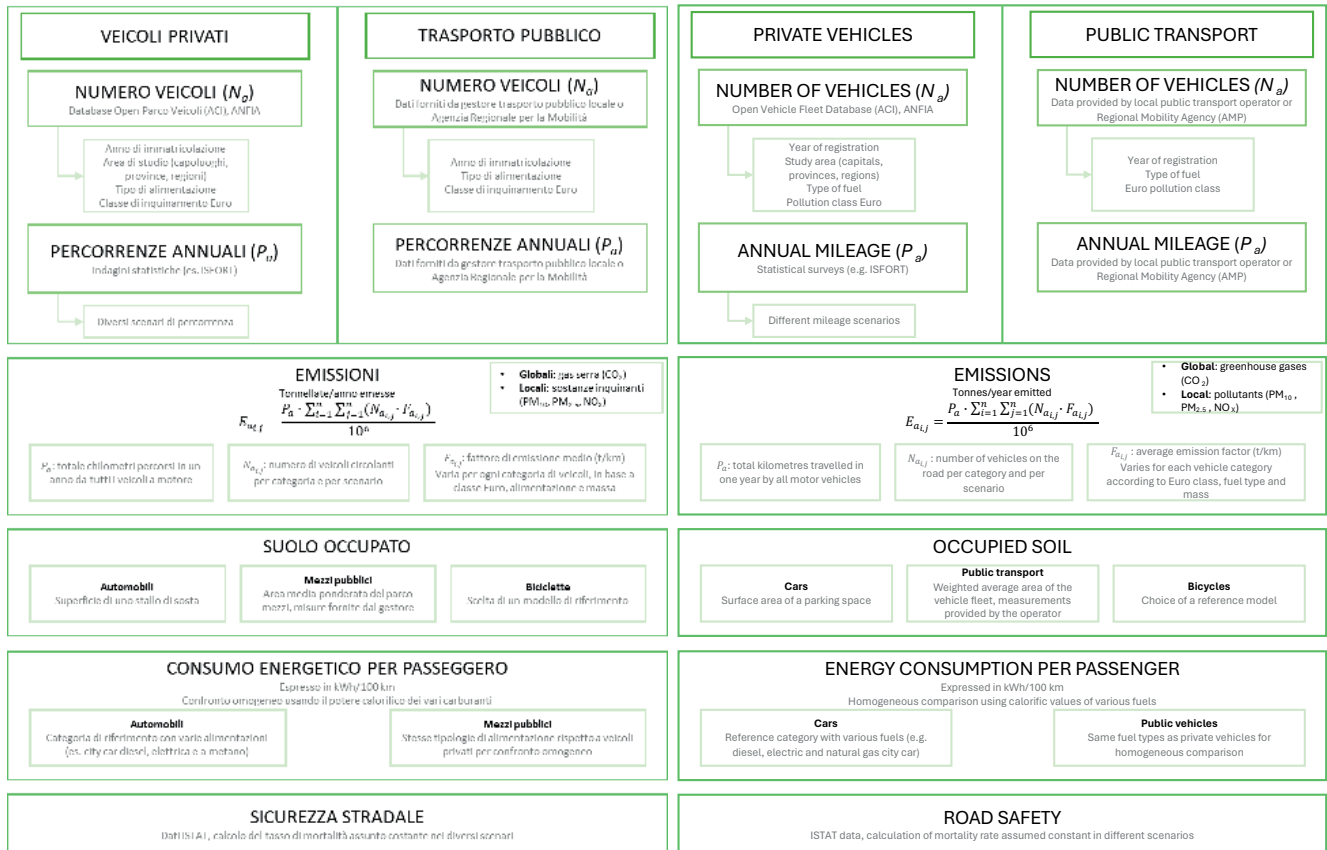


Figura 1 - Schema della metodologia adottata.  
Figure 1 - Diagram of the methodology adopted.

Euro per gli autobus. Dopo aver reperito questi dati, è stata applicata la formula per il calcolo delle emissioni:

$$E_{a,i,j} = \frac{P_a \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N_{a,i,j} \cdot F_{a,i,j}}{10^6}$$

dove:

- E<sub>a</sub> rappresenta il quantitativo di inquinante emesso, espresso in tonnellate all'anno,
- P<sub>a</sub> indica il numero di km percorsi sia dalle auto che dagli autobus,
- N<sub>a</sub> è il numero di mezzi circolanti,
- F<sub>a</sub> è il fattore di emissione medio, ossia i grammi di inquinante emesso per km percorso. I dati sono ricavati dalla banca dati ISPRA [36] sui fattori di emissione medi del trasporto stradale, considerando, nello specifico, l'ambito urbano

Dopo l'analisi delle emissioni, è stata condotta una stima semplificata dell'occupazione di suolo da parte dei mezzi privati e pubblici. Per le autovetture, l'area è stata quantificata utilizzando come riferimento la superficie di

was taken as a reference for cars. This choice is motivated by the fact that national statistics and market trends indicate that small models make up a significant share of sales and of the circulating car fleet in Italy, making the comparison consistent with that for city buses, which include vehicles powered by the same types of energy. For public transport, the maximum consumption for each category was assumed, adopting a conservative criterion to avoid underestimating real consumption and to make the comparison with the car more prudent. These data were obtained from GTT's (public transport operator in Turin) vehicle fleet records, ensuring an accurate comparison with the consumption of the private cars analysed. In order to compare the different vehicles homogeneously, the calorific value of fuels was used, expressing the energy consumption in kWh/100 km and then calculating the consumption per passenger.

Finally, road safety was also considered. The effect of traffic reduction on accidents was estimated, based on ISTAT data on the number of accidents and victims. From this data, the mortality rate was calculated (i.e. the number of deaths per 100 accidents); it was then assumed that the

uno stallo di sosta pari a 12,5 m<sup>2</sup>, riconoscendo che tale metodo non tiene conto delle condizioni operative in movimento. Per gli autobus, invece, è stata considerata un'area media ponderata, calcolata sulla base delle dimensioni dei mezzi in dotazione all'azienda di trasporto pubblico.

Si sono poi calcolati i consumi energetici di mezzi privati e pubblici. In assenza di dati pubblici dettagliati sul parco veicolare di Torino suddiviso per segmenti, per le automobili si è assunto come riferimento il consumo di una *city car* con diverse alimentazioni (con motore termico convenzionale, elettrica e metano; la percentuale delle auto ibride effettive è al momento molto marginale sul parco circolante seppure in sensibile crescita). Tale scelta è motivata dal fatto che le statistiche nazionali e le tendenze di mercato indicano come i modelli di piccole dimensioni costituiscano una quota significativa delle vendite e del parco auto circolante in Italia, rendendo il confronto coerente con quello degli autobus urbani, che includono mezzi alimentati con le medesime tipologie energetiche. Per i mezzi pubblici sono stati assunti i consumi massimi per ciascuna categoria, adottando un criterio conservativo volto a evitare la sottostima dei consumi reali e a rendere il confronto con l'automobile più prudente. Questi dati sono stati reperiti dalle schede del parco veicoli di GTT, garantendo un confronto accurato con i consumi delle auto private analizzate. Per confrontare i diversi veicoli in modo omogeneo, è stato utilizzato il potere calorifico dei carburanti, esprimendo il consumo energetico in kWh/100 km e successivamente calcolando il consumo per singolo passeggero.

Infine, è stata considerata anche la sicurezza stradale. Si è stimato l'effetto della riduzione del traffico sugli incidenti, basandosi sui dati ISTAT relativi al numero di sinistri e vittime. A partire da questi dati, è stato calcolato il tasso di mortalità (ovvero il numero di decessi ogni 100 incidenti); si è poi ipotizzato che la diminuzione del traffico comporti una riduzione proporzionale degli incidenti, permettendo così di stimare un nuovo numero di sinistri e, applicando il tasso di mortalità, di calcolare il conseguente numero di vittime attese in questo scenario.

Un ulteriore obiettivo dell'analisi è la valutazione degli impatti del MaaS a scala regionale, per la quale è stata adottata una metodologia differente rispetto a quella utilizzata per l'ambito urbano.

La popolazione regionale è risultata di 4.251.623 abitanti al 2023, di cui la popolazione della provincia del capoluogo (2.204.632 nel 2023) è di poco superiore alla metà; questo denota una forte concentrazione urbana su Torino rispetto ad un territorio alquanto esteso come quello regionale; la popolazione della provincia di Torino è quasi tre volte superiore a quella comunale, il che già denota una forte gravitazione di popolazione, nonché aziende, nel territorio adiacente al Comune capoluogo.

Il tasso di motorizzazione in Torino risulta indicativamente pari a 600 auto ogni mille abitanti (597,1 [Trasporto privato (istat.it)], seppure alcuni dati recenti indichino

*reduction in traffic would lead to a proportional reduction in accidents, thus making it possible to estimate a new number of accidents and, by applying the mortality rate, to calculate the resulting number of victims expected in this scenario.*

*A further objective of the analysis is the assessment of the impacts of MaaS on the regional scale, for which a different methodology was adopted from that used for the urban context.*

*The regional population resulted to be 4,251,623 in 2023, of which the population of the province of Turin (2,204,632 in 2023) is slightly more than half; this denotes a strong urban concentration on Turin with respect to a territory as extensive as the regional one; the population of the province of Turin is almost three times higher than that of the municipality, which already denotes a strong gravitation of population, as well as companies, in the territory adjacent to the capital city.*

*The motorisation rate in Turin is indicatively 600 cars per thousand inhabitants (597.1) [Private transport (istat.it)], although some recent data indicate lower values (around 0.51), but these have not been verified. The Piedmont region has a higher rate of motorisation (0.7= 2,997,121 / 4,251,623, at the end of 2023) than Turin, which can be explained by the type of territory described above.*

*In order to conduct this analysis, it was necessary to find the number of vehicles circulating in Piedmont using, as a first analysis, data from the ANFIA database, which provides a detailed breakdown of the vehicle fleet by fuel type and engine category (Euro). As far as the bus fleet in Piedmont is concerned, the data were provided by AMP and were compared with those available from the ACI source, understanding the reasons for the numerical differences.*

*The calculation of emissions also required estimating the annual mileage of private cars and buses.*

- A. For the former, two mileage scenarios were considered, with a distance of 4.3 km and one of 23.5 km per trip, data derived from an elaboration carried out by ISFORT, which divides the distance values into urban and extra-urban areas.*
- B. For buses, AMP systematically processes data on LPT usage and provided data on vehicles-km/year and passengers-km/year. With this information, it was possible to break down the vehicles-km according to fuel type and then calculate the emissions of the bus fleet (retrieved from ACI) by applying an average emission factor.*

*Next, an analysis of the emission factors for cars and buses was conducted as in the urban case. Unlike the urban case, energy consumption is not evaluated in this case due to a lack of solid data.*

## **5. MaaS To Move - Municipality of Turin**

*Several analysis scenarios were produced in order to be able to place the data from the MaaS experimentation within themselves, according to their evolution over time. The*

valori più contenuti (circa 0,51), ma non verificati. La Regione Piemonte presenta un tasso di motorizzazione (0,7=2.997.121 / 4.251.623, a fine 2023) più elevato di Torino, peraltro motivabile con il tipo di territorio sopra descritto.

Per condurre questa analisi è stato necessario reperire il numero di veicoli circolanti in Piemonte attraverso, in prima analisi, i dati del database dell'ANFIA che fornisce una suddivisione dettagliata sul parco veicolare per tipologia di alimentazione e categoria (Euro) del motore. Per quanto riguarda il parco autobus del Piemonte, i dati sono stati forniti da AMP e sono stati confrontati con quelli disponibili da fonte ACI, comprendendo i motivi delle differenze numeriche.

Il calcolo delle emissioni ha richiesto anche la stima delle percorrenze annuali di autoveicoli privati e autobus.

- A. Per i primi, sono stati considerati due scenari di percorrenza, con una distanza di 4.3 km e una di 23.5 km per spostamento, dati derivanti da un'elaborazione svolta a cura di ISFORT che suddivide i valori di distanza in ambito urbano ed in ambito extraurbano.
- B. Per gli autobus, AMP elabora sistematicamente i dati sull'uso del TPL ed ha fornito i dati relativi ai veicoli-km/anno e ai passeggeri-km/anno. Grazie a queste informazioni, è stato possibile suddividere i veicoli-km in base al tipo di alimentazione e, successivamente, calcolare le emissioni della flotta di autobus (reperita da ACI) applicando un fattore di emissione medio.

Successivamente, viene condotta un'analisi dei fattori di emissione per autoveicoli ed autobus come nel caso urbano. A differenza dell'ambito urbano, in questo caso non vengono valutati i consumi energetici per mancanza di dati concreti.

### 5. MaaSToMove – Comune di Torino

Sono stati prodotti più scenari di analisi per poter collocare i dati derivanti dalla sperimentazione del MaaS all'interno di questi, in base alla loro evoluzione nel tempo. Gli scenari di mobilità urbana sono stati costruiti a partire da una situazione di riferimento rappresentativa dello stato attuale della mobilità a Torino, definita sulla base dei dati disponibili relativi alla ripartizione modale, al numero di spostamenti urbani e al parco veicolare circolante. A partire da tale scenario iniziale, sono state ipotizzate variazioni progressive delle quote modali, con una riduzione dell'uso dell'automobile privata e un incremento del trasporto pubblico e delle forme di mobilità condivisa.

Le variazioni introdotte negli scenari non hanno finalità previsionali, ma esplorative, e rispondono a una metodologia di analisi per scenari ampiamente utilizzata negli studi di mobilità sostenibile, volta a valutare gli effetti potenziali di cambiamenti comportamentali sugli impatti ambientali ed energetici del sistema dei trasporti. In tale contesto, il MaaS è considerato come fattore abilitante del cambiamento modale, in grado di ridurre le barriere all'uso del trasporto pubblico e incentivare gli utenti a lasciare

*urban mobility scenarios were constructed from a reference situation representative of the current state of mobility in Turin, defined on the basis of available data on the modal split, the number of urban trips and the circulating vehicle fleet. Starting from this initial scenario, progressive changes in modal shares have been hypothesised, with a reduction in the use of private cars, an increase in public transport and various forms of shared mobility.*

*The variations introduced in the scenarios do not have a forecasting purpose, but an exploratory one, and respond to a scenario analysis methodology widely used in sustainable mobility studies, aimed at assessing the potential effects of behavioural changes on the environmental and energy impacts of the transport system. In this context, MaaS is considered as an enabler of modal change, capable of reducing barriers to public transport use and incentivising users to leave the private car behind, thanks to service integration, simplified access and more flexible pricing models.*

*The hypotheses underlying the mobility scenarios were defined taking into account the strategic framework and planning tools adopted by the City of Turin in the field of emissions reduction and sustainable mobility. This is the context of the Sustainable Urban Mobility Plan (PUMS in Italian), which promotes a progressive reduction in dependence on the private car through the strengthening of public transport, the integration of mobility services and the spread of low environmental impact solutions. The analysed scenarios, characterised by an increase in the modal share of public transport and a reduction in the use of private cars, are therefore aligned with the PUMS guidelines and represent a possible evolution of the urban mobility system in the case of an effective implementation of enabling tools such as MaaS (Tab. 1).*

*To encourage the adoption of MaaS, it is essential to understand how the composition of Turin's vehicle fleet affects the city's air quality. Turin, like many other large Italian cities, faces a significant air pollution problem, linked to the combination of high traffic density, unfavourable weather conditions and persistent, albeit reduced, industrial activity: emissions from urban traffic overlap with those from Turin's western ring road with a prevalent air flow from the Susa Valley blowing eastwards, where the city is bordered by high hills. According to Legambiente's Mal'Aria di città 2024 report, in 2023 the slight improvement observed in some urban areas is mainly attributable to favourable weather conditions rather than structural measures, and Turin is still among the cities that exceed air quality limits. The municipality recorded an annual average concentration of PM<sub>10</sub> of 28 µg/m<sup>3</sup>, with the same value in 2025. To comply with the new European limits that will come into force in 2030, set at 20 µg/m<sup>3</sup>, the city will have to reduce PM<sub>10</sub> concentrations by 29%. For average concentrations of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>, an average value of 31 µg/m<sup>3</sup> was recorded (33 in 2025), which is below the current limit of 40 µg/m<sup>3</sup>, but will have to be further reduced by 35% to comply with the new European limits of 20 µg/m<sup>3</sup> set for 2030 [37].*

*Analysing the contribution of different vehicle categories*

l'auto privata, grazie all'integrazione dei servizi, alla semplificazione dell'accesso e a modelli tariffari più flessibili.

Le ipotesi alla base degli scenari di mobilità sono state definite tenendo conto del quadro strategico e degli strumenti di pianificazione adottati dalla Città di Torino in materia di riduzione delle emissioni e di mobilità sostenibile. In tale contesto si inserisce il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS), che promuove una progressiva riduzione della dipendenza dall'automobile privata attraverso il rafforzamento del trasporto pubblico, l'integrazione dei servizi di mobilità e la diffusione di soluzioni a basso impatto ambientale. Gli scenari analizzati, caratterizzati da un incremento della quota modale del trasporto pubblico e da una riduzione dell'uso dell'auto privata, risultano pertanto allineati con gli indirizzi del PUMS e rappresentano una possibile evoluzione del sistema di mobilità urbana nel caso di un'efficace implementazione di strumenti abilitanti come il MaaS (Tab. 1).

Per incentivare l'adozione del MaaS, è fondamentale comprendere in che modo la composizione del parco circolante di Torino influisca sulla qualità dell'aria della città. Torino, come molte altre grandi città italiane, affronta un rilevante problema di inquinamento atmosferico, legato alla combinazione di un'elevata densità di traffico, condizioni meteorologiche sfavorevoli e una persistente, seppur ridotta, attività industriale: le emissioni del traffico urbano si sovrappongono a quelle della tangenziale ovest di Torino con un flusso d'aria prevalente dalla Val di Susa che spira verso est, dove la città è delimitata da alte colline. Secondo il rapporto Mal'Aria di città 2024 di Legambiente, nel 2023 il lieve miglioramento osservato in alcune realtà urbane è attribuibile principalmente a condizioni meteorologiche favorevoli piuttosto che a interventi strutturali, e Torino rientra ancora tra le città che superano i limiti di qualità dell'aria. Il comune ha registrato una concentrazione media annuale di PM<sub>10</sub> pari a 28 µg/m<sup>3</sup>, con lo stesso valore nel 2025. Per conformarsi ai nuovi limiti europei che entreranno in vigore nel 2030, fissati a 20 µg/m<sup>3</sup>, la città dovrà ridurre le concentrazioni di PM<sub>10</sub> del 29%. Per le concentrazioni medie di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), è stato registrato un valore medio pari a 31 µg/m<sup>3</sup> (33 nel 2025), un valore inferiore al limite attuale di 40 µg/m<sup>3</sup>, ma che dovrà essere ulteriormente ridotto del 35% per rispettare i nuovi limiti europei di 20 µg/m<sup>3</sup> previsti per il 2030 [37].

Analizzare il contributo delle diverse categorie di veicoli alle emissioni inquinanti può aiutare a evidenziare i benefici di soluzioni di mobilità più sostenibili e a promuovere un maggiore utilizzo dei servizi MaaS.

Nel primo scenario, il numero di automobili è il più

Tabella 1 – Table 1

Caratteristiche degli scenari di mobilità analizzati  
Characteristics of the analysed mobility scenarios

Scenari Scenarios	N° automobili No. of cars	Distanze [km/ spostamento] Distances [km/distance]	N° autobus No. buses	N° biciclette No. bicycles
<b>Scenario 1</b> <i>Scenario 1</i>	493837	4,6	573	50424
		11,9		
<b>Scenario 2</b> <i>Scenario 2</i>	246918	4,6	573	50424
		11,9		
<b>Scenario 3 Cintura</b> <i>Scenario 3 Beltway (Cintura)</i>	335809	3,65	573	54205
<b>Scenario 3 ZTL</b> <i>Scenario 3 ZTL</i>	158028	4,6		
<b>Scenario 4 Cintura</b> <i>Scenario 4 Beltway (Cintura)</i>	335809	3,65	573	55085
<b>Scenario 4 ZTL</b> <i>Scenario 4 ZTL</i>	158028	4,6		

to pollutant emissions can help to highlight the benefits of more sustainable mobility solutions and promote greater use of MaaS services.

In the first scenario, the number of cars is the highest, with almost 500,000 vehicles in circulation. The average distances travelled per trip vary between a minimum travel distance of 4.6 km and a maximum travel distance of 11.9 km, while the number of buses remains constant at 573. The number of bicycles used is around 50,424.

In the second scenario, the number of cars is drastically reduced by 50 per cent to around 246,918, while the other parameters, such as distances travelled and the number of buses, remain unchanged. The number of bicycles used also remains unchanged compared to scenario one.

In scenarios three and four, a distinction is introduced between 'Cintura' and 'ZTL', based on the hypothesis that by 2030 the ZTL (i.e. restricted traffic zone) will be extended to the entire city of Turin under a different connotation, i.e. that one could enter Turin only using electric traction, albeit using a hybrid-thermal vehicle, thus leaving outside the city the freedom to use thermal propulsion, albeit with biofuels, which would have a higher overall efficiency than an alternative currently in electric. Furthermore, in the scenarios considered, the number of cyclists is assumed to vary from 50,424 in the first scenario to 54,205 in the third scenario and increase to 55,085 in the last.

In order to estimate the distances travelled by vehicles, a differentiated approach was adopted: since no precise data were available on the distances travelled within the Cintura, it was assumed that journeys are evenly distributed with an average distance of 3.65 km. For vehicles moving within the

alto, con quasi 500.000 veicoli in circolazione. Le distanze medie percorse per spostamento variano tra una distanza di spostamento minima pari a 4,6 km ad una distanza di spostamento massima pari a 11,9 km, mentre il numero di autobus rimane costante a 573 unità. Il numero di biciclette utilizzate si attesta intorno alle 50.424.

Nel secondo scenario, il numero di automobili si riduce drasticamente del 50%, scendendo a circa 246.918 unità, mentre gli altri parametri, come le distanze percorse e il numero di autobus, rimangono invariati. Anche il numero di biciclette utilizzate non subisce variazioni rispetto al primo scenario.

Negli scenari tre e quattro viene introdotta una distinzione tra "Cintura" e "ZTL", basata sull'ipotesi che entro nel 2030 la ZTL venga estesa a tutta la città di Torino sotto una connotazione differente, vale a dire che si potrebbe entrare in Torino solo usando l'autonomia in trazione elettrica seppure usando un veicolo ibrido-termico, quindi lasciando all'esterno della città la libertà di usare la trazione termica, ancorché con biocombustibili, peraltro avendo rendimento complessivo più elevato di un'alternativa attuale in elettrico. Inoltre, negli scenari considerati si ipotizza una variazione del numero di ciclisti che va da 50.424 nel primo scenario a 54.205 nel terzo scenario ed aumenta fino a 55.085 nell'ultimo.

Per stimare le distanze percorse dai veicoli, si è adottato un approccio differenziato: non disponendo di dati precisi sulle percorrenze all'interno della Cintura, si è ipotizzato che gli spostamenti siano distribuiti in modo uniforme con una distanza media di 3,65 km. Per gli autoveicoli che si muovono all'interno della ZTL, invece, si è fatto riferimento alla distanza minima già considerata nei primi due scenari, pari a 4,6 km per spostamento.

A prima vista, il numero totale di veicoli negli scenari tre e quattro sembra essere simile, ma la differenza principale risiede nell'ipotesi di conversione dei veicoli. Nel terzo scenario, si assume che nessun utente sia disposto a trasformare il proprio autoveicolo in un modello ibrido (con adeguata autonomia in elettrico, ad esempio con batteria da 10-20 kWh circa adatta sia a veicoli ibridi plug-in o PHEV che elettrici con estensione di autonomia mediante motore termico o REEV) o elettrico, quindi solo le auto già a trazione elettrica possono accedere alla ZTL. Al contrario, nel quarto scenario, si ipotizza che una parte dei veicoli provenienti sia dalla Cintura sia dalla ZTL venga convertita in mezzi ibridi (full hybrid con adeguata autonomia in elettrico o PHEV o REEV) o elettrici, consentendo loro di accedere alla ZTL. Di conseguenza, pur mantenendo un numero complessivo di auto simile, la composizione dei veicoli all'interno della ZTL varia tra i due scenari, influenzando così le dinamiche di circolazione e l'impatto ambientale.

### **5.1. Calcolo emissioni della flotta circolante autoveicoli**

A questo punto vengono analizzate le emissioni pro-

*ZTL, on the other hand, reference was made to the minimum distance already considered in the first two scenarios, i.e. 4.6 km per trip.*

*At first glance, the total number of vehicles in scenarios three and four appears to be similar, but the main difference lies in the assumption of vehicle conversion. In the third scenario, it is assumed that no users are willing to convert their vehicles to a hybrid model (with adequate electric range, e.g. with a battery of approximately 10-20 kWh suitable for both plug-in hybrids or PHEVs and electric vehicles with range extension by means of an internal combustion engine or REEV) or battery electric vehicles, so only cars already with electric drive can access the ZTL. Conversely, in the fourth scenario, it is assumed that a portion of the vehicles from both the Cintura and the ZTL are converted to hybrids (full hybrid with adequate autonomy in electric or PHEV or REEV) or electric vehicles, allowing them access to the ZTL. Consequently, while maintaining a similar overall number of cars, the composition of vehicles within the ZTL varies between the two scenarios, thus affecting traffic dynamics and environmental impact.*

#### **5.1. Calculation of vehicle fleet emissions**

*At this point, the emissions produced by the different categories of cars are analysed, broken down according to fuel type and environmental standard. The analysis focuses on vehicles with an emission class of Euro 3 or higher, as there are very few cars in the Euro 0, 1 and 2 categories, and these are most probably vehicles for market activities or historic cars, used only for long distances or on special occasions, such as parades or dedicated events.*

*As a basis for the analysis of the subsequent scenarios, the modal distributions reported in the AMP survey on Piedmontese mobility are taken into account, illustrating the distribution of different trips in the metropolitan city of Turin.*

*Fig. 2 shows that, out of a total of 3,012,569 trips per day, 56.23% are made by private vehicles, 18.44% by public transport and 25.33% on foot or by bicycle. In addition, the AMP's analysis gives the total number of daily trips made by their survey sample of 9,076 people considered in the analysis, showing that on average each person makes 2.3 trips per day. Assuming that, this sample is representative of the entire population of Turin and its Cintura (Beltway), we can extend this data to estimate the total number of vehicles used daily in the metropolitan area to make this number of trips. In each scenario, the percentages of the modal shares will be modified to assess the impact of different urban mobility configurations.*

*The value of 1,693,968 trips made by private vehicles also includes those made by motorbike; therefore, it is assumed that 90% of these are made by car, resulting in a total of 1,524,571 daily car trips. To estimate the actual number of cars used, we take the average number of daily trips per person to be 2.3, resulting in a total of 671,617 people using a car every day. Dividing this value by the average car*

dotte dalle diverse categorie di autovetture, suddivise in base al tipo di alimentazione e allo standard ambientale. L'analisi si concentra sui veicoli con classe emissiva Euro 3 o superiore, poiché le autovetture appartenenti alle categorie Euro 0, 1 e 2 sono in numero molto limitato e, con ogni probabilità, si tratta di veicoli per attività mercatali oppure auto storiche, utilizzate solo per brevi distanze oppure in occasioni particolari, come parate o eventi dedicati.

Come base per l'analisi dei successivi scenari, si prendono in considerazione le ripartizioni modali riportate nell'indagine sulla mobilità piemontese dell'AMP, che illustra la ripartizione dei diversi spostamenti nella città metropolitana di Torino.

Dalla Fig. 2 si evince che, su un totale di 3.012.569 spostamenti al giorno, il 56,23% avviene con mezzi privati, il 18,44% con mezzi pubblici ed il 25,33% a piedi o in bicicletta. Inoltre, sempre dalle analisi dell'AMP si può ottenere il numero totale di spostamenti giornalieri effettuati dal loro campione di indagine, di 9076 persone considerate nell'analisi, evidenziando che in media ogni persona effettua 2,3 spostamenti al giorno. Supponendo che questo campione sia rappresentativo dell'intera popolazione di Torino e della sua Cintura, possiamo estendere questo dato per stimare il numero totale di mezzi utilizzati giornalmente nell'area metropolitana per compiere questo numero di spostamenti. In ciascuno scenario le percentuali delle quote modali verranno modificate per valutare l'impatto delle diverse configurazioni di mobilità urbana.

Il valore di 1.693.968 spostamenti effettuati con mezzi privati include anche quelli in moto; pertanto, si ipotizza che il 90% di essi sia realizzato in auto, ottenendo così un totale di 1.524.571 spostamenti giornalieri in automobile. Per stimare il numero effettivo di auto utilizzate, si considera il numero medio di spostamenti giornalieri per persona pari a 2,3, portando ad un totale di 671.617 persone

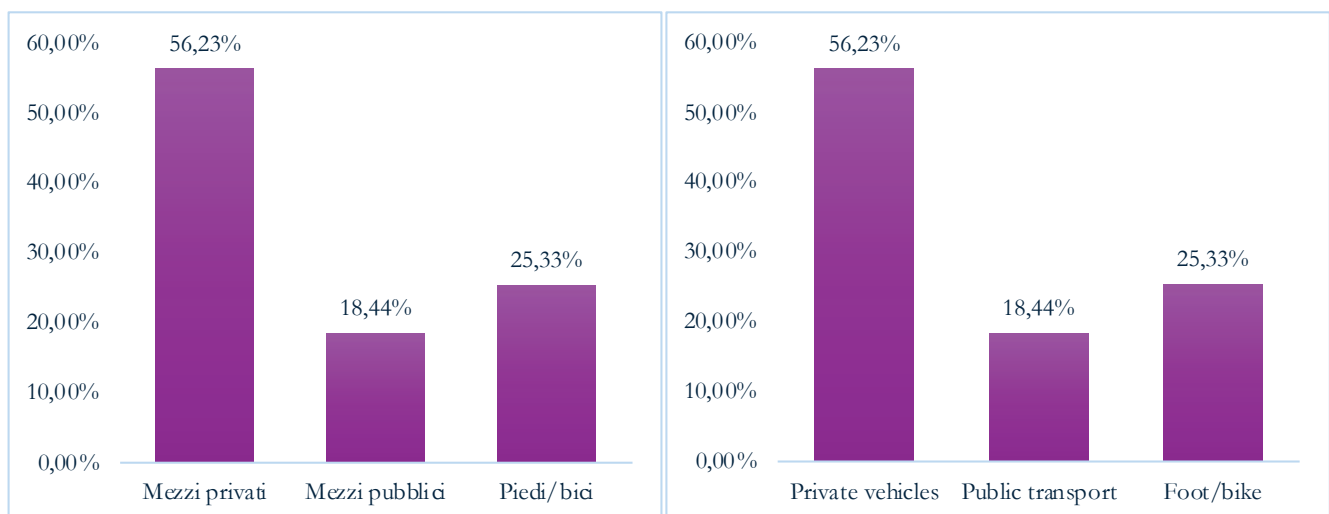
occupancy rate, equal to 1.36 according to ISFORT [35], a total number of cars used of 493,836 is obtained (the IMQ analysis, Fig. 2, showed that out of a total of 3'012'569 trips per day, 56.23% are made by private means, thus out of a population of about 887'000 inhabitants this would imply about 498'000 vehicles moving daily, data that are fully comparable).

Starting from this value, reference was made to the current distribution of cars in Turin. From the general distribution of cars according to environmental category and fuel type (available on the ACI website [34]), the percentages belonging to each class were calculated (Tab. 3).

These percentages were then applied to the number of cars expected in the different scenarios, allowing the values of both local and global pollutant emissions to be obtained for each scenario.

The results for local and global emissions are shown in Fig. 3, with a comparison between the different scenarios analysed.

Scenario 1.2 presents the highest values of pollutants, as in this case a maximum number of cars in circulation was assumed, travelling an average distance of 11.9 km. It can be seen that by reducing the distance travelled (scenario 1.1), emissions are reduced by 61%. A similar trend is seen in scenario 2, where in the second scenario, with half the number of vehicles in circulation, pollutant emissions are also halved compared to scenario 1.2. In the case of scenario 2.1, where both the number of vehicles and the distance travelled (4.6 km) decrease, emissions also decrease proportionally. For scenarios 3 and 4, emissions are much lower than for the other two, as the ZTL is assumed to be extended to the entire city of Turin. In these cases, emissions are derived from the sum of cars circulating both in the urban belt and within the city itself. In particular, in scenario 3, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> emissions in the ZTL are 5.67 tonnes per year and 2.23 tonnes per year, respectively. Finally, in scenario 4, the



(Fonte - Source: IMQ2022)

Figura 2 - Ripartizione modale degli spostamenti nella città di Torino.  
Figure 2 - Modal split of trips in the city of Turin.

Tabella 2 – Table 2

Distribuzione percentuale del reale parco veicolare di Torino nel 2023  
 Percentage distribution of the actual vehicle fleet in Turin in 2023

	Benzina Petrol	Metano Natural Gas (Methane)	Elettrico Electric	Diesel	GPL LPG	Ibrida benzina Hybrid petrol	Ibrida diesel Hybrid diesel
<b>EURO 0</b>	6,5%	0,0007%	0,0000%	1,20%	0,3979%	0,00%	0,00%
<b>EURO 1</b>	1,1%	0,0003%	0,0000%	0,2419%	0,0971%	0,00%	0,00%
<b>EURO 2</b>	3,1%	0,0005%	0,0000%	0,7677%	0,2860%	0,00%	0,00%
<b>EURO 3</b>	4,0%	0,0007%	0,0000%	2,1867%	0,2459%	0,00%	0,00%
<b>EURO 4</b>	9,8%	0,0162%	0,0000%	4,4483%	2,7499%	0,0186%	0,00%
<b>EURO 5</b>	5,2%	0,0228%	0,0000%	4,9642%	1,8710%	0,1109%	0,00%
<b>EURO 6</b>	18,1%	0,0975%	0,0000%	11,9952%	6,9436%	12,2095%	0,4587%
<b>Zero emissioni Zero emissions</b>	0,0%	0,0000%	0,8843%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Totale Total</b>	47,7798%	0,1387%	0,8843%	25,8041%	12,5914%	12,3389%	0,4627%

che utilizzano l'auto ogni giorno. Dividendo tale valore per il tasso di occupazione medio dell'auto, pari a 1,36 secondo ISFORT [35], si ottiene un numero complessivo di autovetture impiegate pari a 493.836 (dall'analisi IMQ, Fig. 2, si evinceva che, su un totale di 3.012.569 spostamenti al giorno, il 56,23% avviene con mezzi privati, quindi su una popolazione di circa 887 mila abitanti questo implicherebbe circa 498 mila veicoli che si spostano quotidianamente, dati del tutto comparabili).

A partire da questo valore, si è fatto riferimento alla distribuzione attuale delle auto a Torino. Dalla distribuzione generale delle vetture in base alla categoria ambientale ed al tipo di alimentazione (reperibile sul sito dell'ACI [34]), sono state calcolate le percentuali di appartenenza a ciascuna classe (Tab. 2).

Tali percentuali sono state successivamente applicate al numero di autovetture previsto nei diversi scenari, permettendo di ottenere i valori delle emissioni inquinanti, sia locali che globali, per ciascuno scenario.

Di seguito in Fig. 3 sono riportati i risultati relativi alle emissioni locali e globali, con un confronto tra i diversi scenari analizzati.

Lo scenario 1.2 presenta i valori più alti di inquinanti, poiché in questo caso si è ipotizzato un numero massimo di automobili in circolazione, che percorrono una distanza media di 11,9 km. Si osserva che, riducendo la distanza percorsa (scenario 1.1), le emissioni si riducono del 61%. Un andamento simile si riscontra anche nello scenario 2, dove

contribution of emissions in the ZTL is 1.31 tonnes per year of PM<sub>10</sub> and 5.84 tonnes per year of PM<sub>2.5</sub>.

As far as CO<sub>2</sub> trends are concerned, the same trend can be observed as in the Fig. 3 analysed: in scenario 1.2, the highest levels of the pollutant are recorded, due to the presence of a greater number of vehicles and a longer distance travelled per trip. Scenarios 3 and 4, on the other hand, show significantly lower (Fig. 4) values than the first two scenarios, as the CO<sub>2</sub> contribution is limited exclusively to cars circulating outside the ZTL.

With regard to the land occupied in the different scenarios, (Fig. 5) it can be seen that, having assumed the same number of buses for all scenarios, the land occupied by these

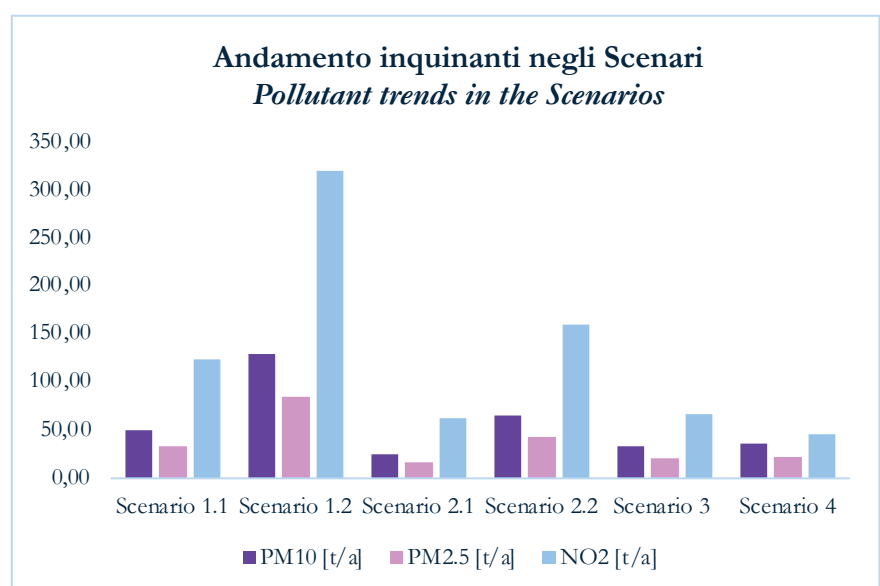


Figura 3 - Confronto andamento quantità di inquinanti nei diversi scenari.  
 Figure 3 - Comparison of pollutant emission trends in the different scenarios.

nel secondo panorama, con un numero dimezzato di veicoli in circolazione, le emissioni di inquinanti sono anch'esse dimezzate rispetto allo scenario 1.2. Nel caso dello scenario 2.1, dove diminuiscono sia il numero di veicoli che la distanza percorsa (4,6 km), anche le emissioni si riducono proporzionalmente. Per gli scenari 3 e 4, le emissioni sono molto più basse rispetto agli altri due, in quanto si suppone che la ZTL venga estesa all'intera città di Torino. In questi casi, le emissioni derivano dalla somma delle auto che circolano sia nella cintura urbana che all'interno della città stessa. In particolare, nello scenario 3, le emissioni di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> nella ZTL sono rispettivamente di 5,67 tonnellate all'anno e 2,23 tonnellate all'anno. Infine, nello scenario 4, il contributo delle emissioni nella ZTL è pari a 1,31 tonnellate all'anno di PM<sub>10</sub> e 5,84 tonnellate all'anno di PM<sub>2.5</sub>.

Per quanto riguarda l'andamento della CO<sub>2</sub>, si osserva lo stesso trend della Fig. 3 analizzata: nello scenario 1.2 si registrano i livelli più elevati di inquinante, a causa della presenza di un numero maggiore di veicoli e di una percorrenza più lunga per ogni spostamento (Fig. 4). Negli scenari 3 e 4, invece, si osservano valori decisamente più bassi rispetto ai primi due scenari, poiché il contributo di CO<sub>2</sub> è limitato esclusivamente alle auto che circolano al di fuori della ZTL.

Per quanto riguarda il suolo occupato nei diversi scenari, (Fig. 5) si osserva che, avendo ipotizzato lo stesso numero di autobus per tutti gli scenari, il suolo occupato da questi rimane costante in ogni caso. Nello scenario 1, si nota che un numero di quasi 500.000 auto occupa un'area di 6,2 km<sup>2</sup>, mentre nello scenario 2, con la riduzione del 50% del numero di veicoli, l'area occupata si dimezza, arrivando a 3,1 km<sup>2</sup>. Negli scenari 3 e 4, invece, il contributo di suolo occupato è determinato dalla somma delle auto che circolano nella cintura urbana, con una piccola parte proveniente dalle auto presenti nella ZTL, che possono essere solo elettriche o ibride (*full hybrid* che usano trazione elettrica oppure ibride a ricarica, medesimo impiego). Nello scenario 4 si osserva un maggiore spazio occupato dai veicoli privati, poiché si è ipotizzato che una parte degli utenti sostituisca il proprio veicolo con uno elettrico o ibrido, permettendo così l'ingresso di questi veicoli nella ZTL. Al contrario, nello scenario 3 questa ipotesi non è stata considerata, quindi il contributo dei veicoli all'interno della ZTL risulta essere molto più basso rispetto allo scenario 4, in cui la percentuale di veicoli elettrici o ibridi è maggiore.

Infine, per quanto riguarda i consumi per passeggero (Fig. 6 e Fig. 7), questi restano invariati nel primo scenario e nel terzo e quarto scenario, poiché dipendono dal tasso di occupazione dei mezzi. Negli scenari 3 e 4, è stata anche effettuata una verifica della capacità dei veicoli, in quanto

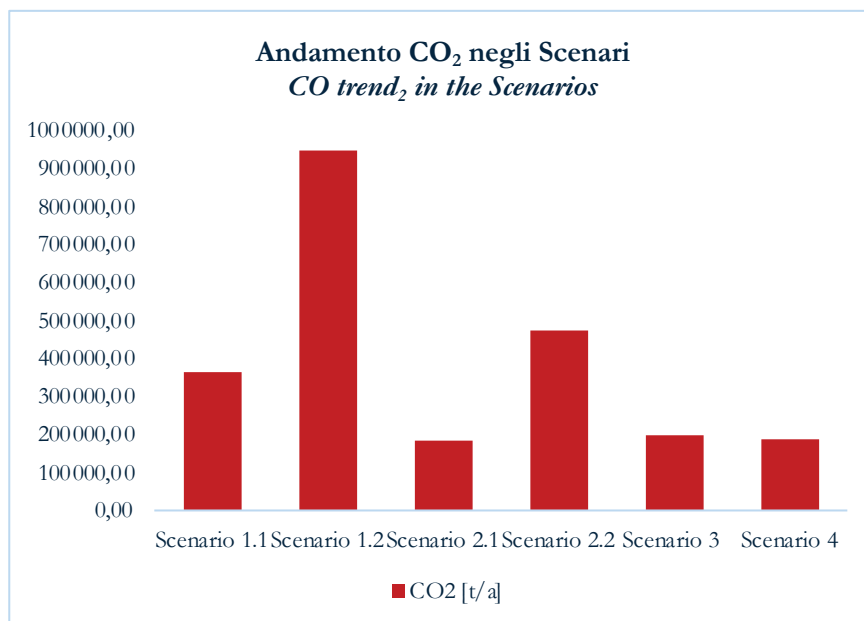


Figura 4 - Confronto andamento CO<sub>2</sub> nei diversi scenari.  
Figure 4 - Comparison of CO<sub>2</sub> trends in the different scenarios.

remains constant in each case. In scenario 1, it can be seen that a number of almost 500,000 cars occupy an area of 6.2 km<sup>2</sup>, while in scenario 2, with the 50% reduction in the number of vehicles the area occupied is halved to 3.1 km<sup>2</sup>. In scenarios 3 and 4, on the other hand, the contribution of occupied land is determined by the sum of the cars circulating in the city belt, with a small part coming from the cars in the ZTL, which can be either electric only or hybrid (*full hybrid* using electric drive or rechargeable hybrid, same use). Scenario 4 shows a larger space occupied by private vehicles, since it was assumed that a proportion of users would replace their vehicle with an electric or hybrid, thus allowing these vehicles to enter the ZTL. On the contrary, in scenario 3 this assumption was not considered, so the contribution of vehicles within the ZTL is much lower than in scenario 4, where the percentage of electric or hybrid vehicles is higher.

Finally, as regards consumption per passenger, (Fig. 6 and Fig. 7) this remains unchanged in scenario 1 and in scenarios 3 and 4, as it depends on the occupancy rate of the vehicles. In scenarios 3 and 4, a check was (Fig. 6 e Fig. 7) also made on vehicle capacity, as it is expected that a proportion of users will opt for an alternative to the private car. This analysis, which assumed a bus occupancy rate of 30 per cent and a number of daily trips of 16, showed that the bus fleet can still handle this additional demand. Therefore, as the bus occupancy rate did not change, the consumption per passenger remains unchanged, as in the other scenarios. In scenario 2, on the other hand, the reduction in the share of private vehicle use led to a decrease in the number of cars on the road. (Fig. 6 and Fig. 7) In parallel, the average occupancy rate of buses was increased, highlighting a key aspect of public transport efficiency: a higher occupancy rate improves the efficiency of buses, making them far more

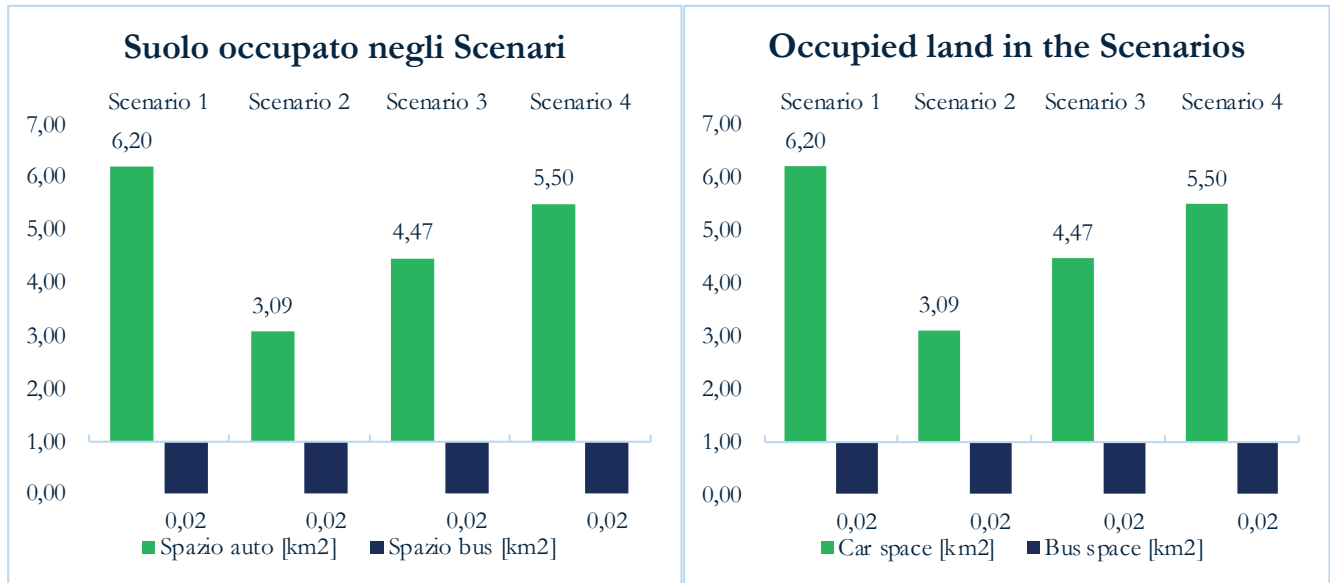


Figura 5 - Confronto suolo occupato nei diversi scenari.  
 Figure 5 - Comparison of occupied land in the different scenarios.

si prevede che una parte degli utenti opti per un'alternativa all'auto privata. Da questa analisi, in cui si è supposto un tasso di occupazione degli autobus pari al 30% e un numero di corse giornaliere pari a 16, è emerso che la flotta degli autobus riesce comunque a gestire questa domanda aggiuntiva. Pertanto, non essendo variato il tasso di occupazione degli autobus, il consumo per passeggero rimane invariato, come negli altri scenari. Nello scenario 2, invece, la riduzione della quota di utilizzo dei veicoli privati ha portato a una diminuzione del numero di autovetture circolanti. In parallelo, è stato aumentato il tasso di occupazione medio degli autobus, evidenziando un aspetto chiave dell'efficienza dei mezzi pubblici: un maggiore tasso di occupazione migliora l'efficienza degli autobus, rendendoli di gran lunga più efficienti dell'auto privata della stessa categoria di alimentazione. I consumi per passeggero risulta-

efficient than the private car in the same fuel category. The consumption per passenger is significantly lower than in Scenario 1, which is positive from an energy and environmental point of view, and the total consumption of the petrol car fleet also decreases, which is a direct consequence of the decrease in the total number of private vehicles on the road.

5.2. Calculation of bus fleet emissions (GTT)

GTT's bus fleet is made up of different vehicle categories, subdivided according to their power supply and emission level. Overall, GTT's bus fleet shows a good diversification, with a (Fig. 8) strong presence of less polluting vehicles and a significant number of electric and methane buses. This demonstrates the ongoing transition towards more sustainable and environmentally friendly public transport solutions.

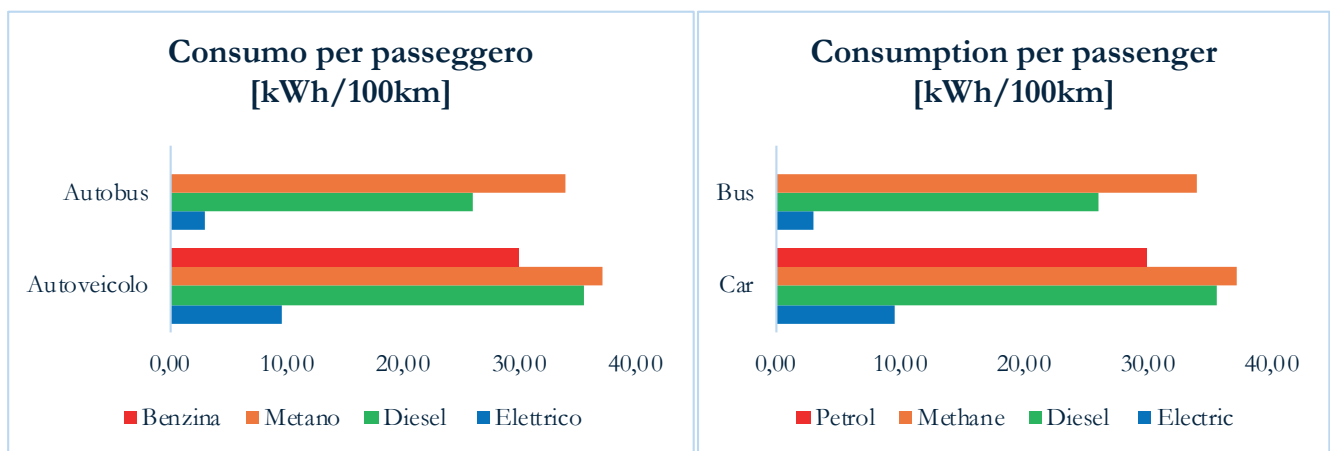


Figura 6 - Confronto consumi per passeggero per tipo di alimentazione e mezzo (tasso di occupazione dell'autobus pari al 30%).  
 Figure 6 - Comparison of consumption per passenger by fuel type and vehicle (bus occupancy rate of 30%).

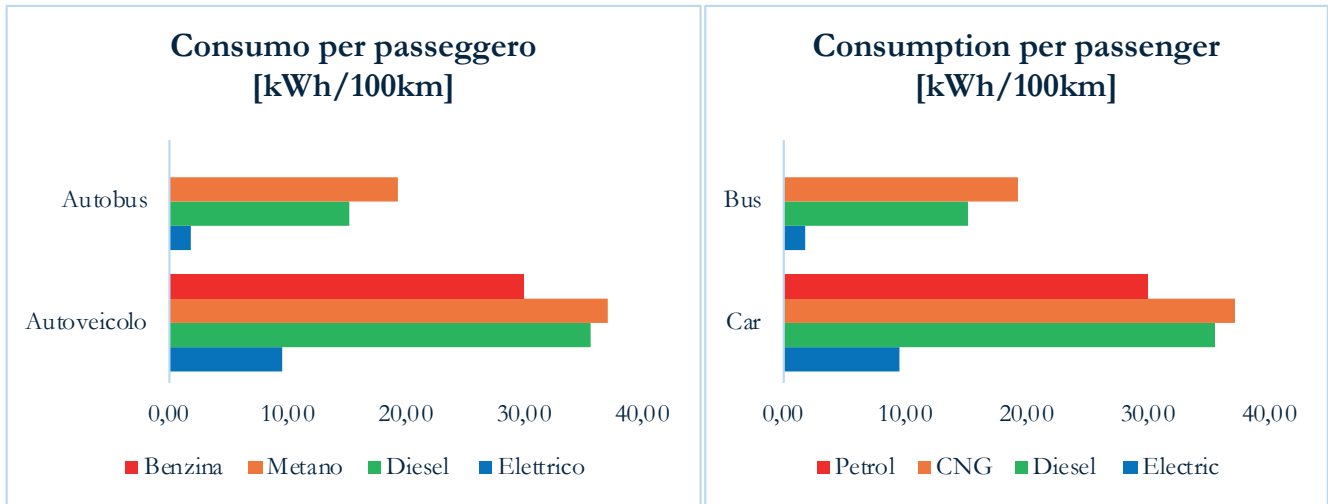


Figura 7 - Confronto consumi per passeggero per tipo di alimentazione e mezzo (tasso di occupazione dell'autobus pari al 50%).

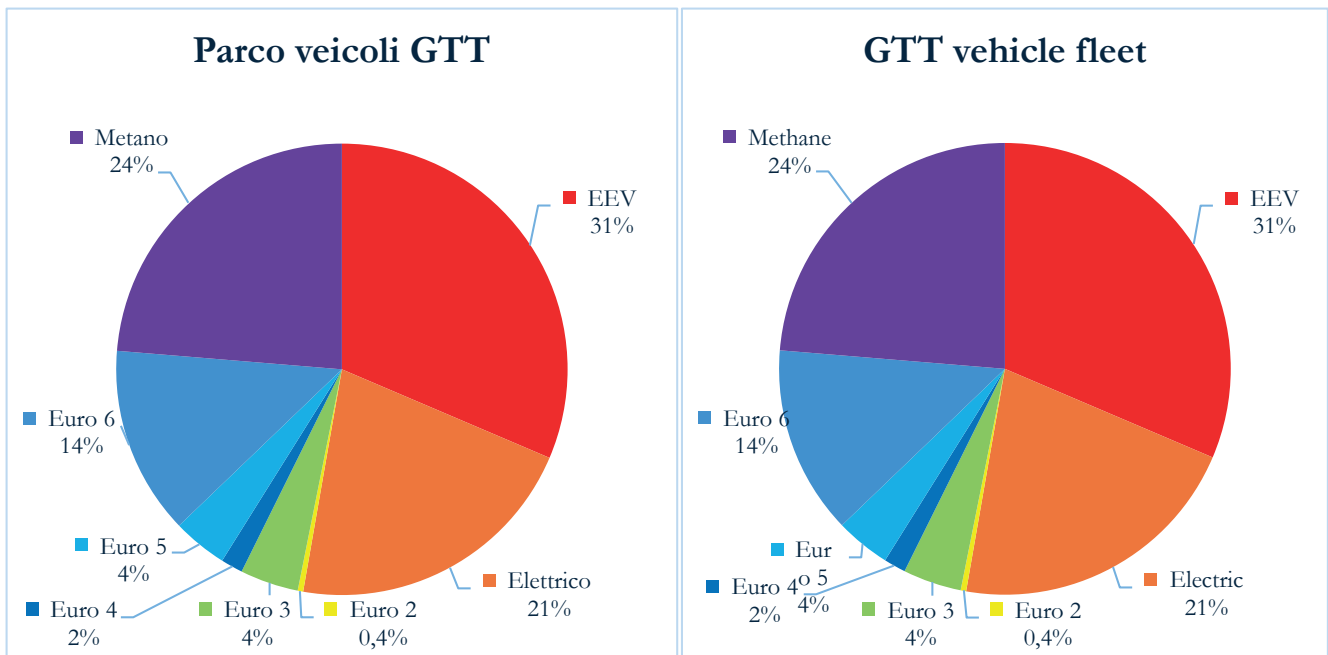
Figure 7 - Comparison of consumption per passenger by fuel type and vehicle (bus occupancy rate of 50%).

no significativamente più bassi rispetto allo Scenario 1, un dato positivo dal punto di vista energetico e ambientale e anche il consumo totale della flotta di auto a benzina registra una riduzione, conseguenza diretta della diminuzione del numero complessivo di veicoli privati in circolazione.

The two graphs below (Fig. 9 and Fig. 10) clearly show the differences in emissions produced by the GTT fleet vehicles according to the type of power supply: electric, natural gas (methane) or diesel. In the first graph, dedicated to atmospheric pollutants such as PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), it can be seen that diesel-powered vehicles are responsible for the majority of emissions. In particular, the contribution of diesel to the release of NO<sub>2</sub> is extremely high, while PM is significantly higher than that generated by natu-

**5.2. Calcolo emissioni della flotta circolante autobus (GTT)**

La flotta di autobus di GTT è composta da diverse ca-



(Fonte - Source: GTT)

Figura 8 - Ripartizione percentuale del parco autobus circolante generale del comune di Torino in base al tipo di standard ambientale.

Figure 8 - Percentage distribution of the general bus fleet in the municipality of Turin by type of environmental standard.

tegorie di veicoli, suddivise in base alla loro alimentazione e al livello di emissioni (Fig. 8). Nel complesso, il parco mezzi di GTT mostra una buona diversificazione, con una forte presenza di veicoli meno inquinanti e un numero significativo di autobus elettrici e a metano. Questo dimostra la transizione in atto verso soluzioni di trasporto pubblico più sostenibili e rispettose dell'ambiente.

I due grafici di Figura 9 e Figura 10 mostrano in modo chiaro le differenze nelle emissioni prodotte dai mezzi della flotta GTT in base al tipo di alimentazione: elettrica, a metano o diesel. Nel primo grafico, dedicato agli inquinanti atmosferici come il PM<sub>10</sub>, il PM<sub>2,5</sub> e il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), si osserva che i veicoli alimentati a diesel sono responsabili della maggior parte delle emissioni. In particolare, il contributo del diesel al rilascio di NO<sub>2</sub> è estremamente elevato, mentre le polveri sottili risultano comunque significativamente superiori rispetto a quelle generate dai mezzi a metano. I veicoli elettrici non producono emissio-

nal gas vehicles. Electric vehicles do not produce direct emissions of these pollutants, a clear sign of the environmental advantages associated with this technology, provided it is sustainable under other analysis criteria, such as emissions over the life cycle and in the overall energy cycle, or relevant factors from the point of view of effective demand response as well as industrial supply.

The second graph focuses on CO<sub>2</sub> emissions, a key indicator for assessing the climate impact of transport. Again, diesel vehicles are clearly the most polluting, with emissions far exceeding those produced by natural gas. Electric vehicles, once again, show no direct carbon dioxide emissions, confirming their effectiveness in containing greenhouse gases.

Overall, the data show that diesel still represents the main source of local and global pollution in the GTT fleet. Methane presents itself as a less impactful, but not completely emission-free alternative. Electricity, on the other

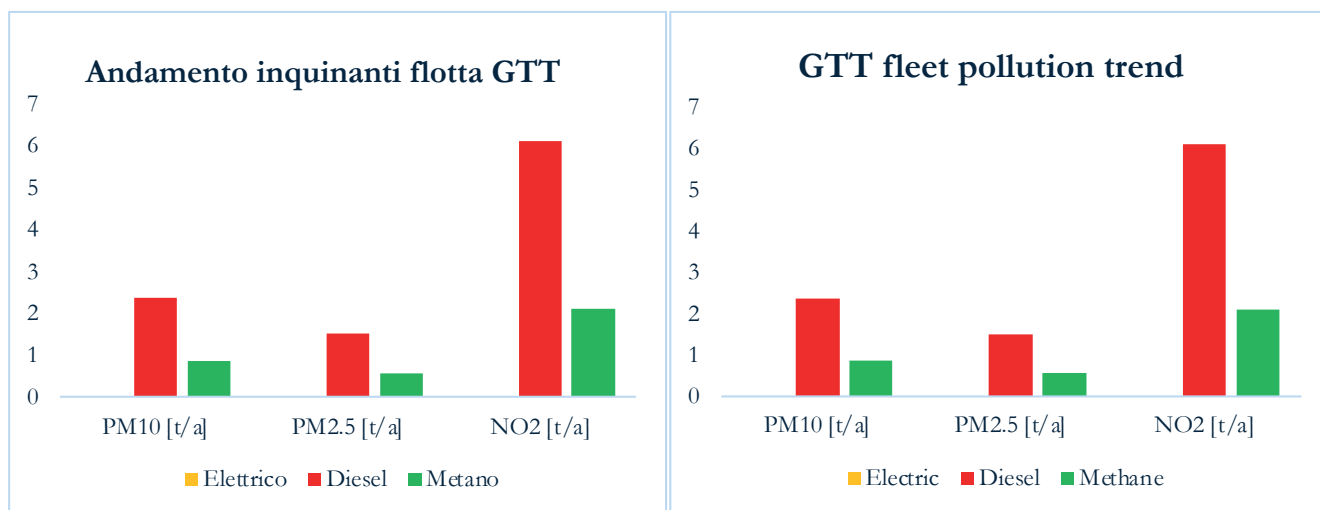


Figura 9 - Andamento inquinanti locali flotta GTT.  
Figure 9 - GTT fleet local pollutant trends.

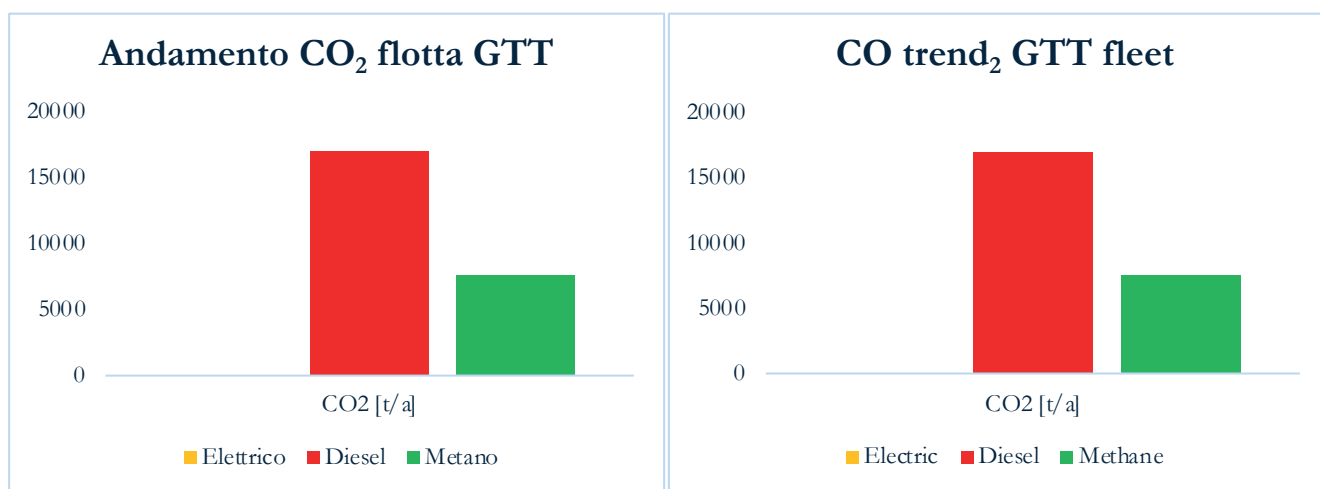


Figura 10 - Andamento inquinanti globali flotta GTT.  
Figure 10 - Global pollutant trends GTT fleet.

ni dirette di questi inquinanti, segno evidente dei vantaggi ambientali associati a questa tecnologia, purché sostenibili sotto altri criteri di analisi, come le emissioni sul ciclo di vita e nel ciclo energetico complessivo, o fattori rilevanti dal punto di vista di effettiva rispondenza alla domanda nonché all’offerta industriale.

Il secondo grafico è focalizzato sulle emissioni di CO<sub>2</sub>, un indicatore fondamentale per valutare l’impatto climatico dei trasporti. Anche in questo caso, i veicoli diesel risultano nettamente i più inquinanti, con emissioni che superano di gran lunga quelle prodotte dal metano. I mezzi elettrici, ancora una volta, non mostrano emissioni dirette di anidride carbonica, confermando la loro efficacia nel contenimento dei gas serra.

Complessivamente, i dati mettono in evidenza come il diesel rappresenti ancora oggi la principale fonte di inquinamento locale e globale nella flotta GTT. Il metano si presenta come un’alternativa meno impattante, ma non completamente priva di emissioni. L’elettrico, invece, si configura come la soluzione più sostenibile in città, essendo in grado di ridurre in modo significativo sia l’inquinamento atmosferico sia quello climatico, subordinatamente all’osservazione delle emissioni sul ciclo energetico complessivo e del ciclo di vita dell’autoveicolo.

**6. MaaS Piemonte**

Come base per l’analisi, si prendono in considerazione le ripartizioni modali riportate nell’indagine sulla mobilità piemontese dell’AMP (IMQ22), che illustra la ripartizione dei diversi spostamenti nel Piemonte (Fig. 11).

Dal sito dell’ACI è possibile reperire il numero di veicoli che sono iscritti al PRA nella Regione Piemonte; di seguito

*hand, emerges as the most sustainable solution in the city, being able to significantly reduce both air and climate pollution, subject to the observation of emissions over the overall energy and vehicle life cycle.*

**6. MaaS Piedmont**

*As a basis for the analysis, the modal distributions reported in the Piedmont mobility survey by AMP (IMQ22) are taken into account, which illustrates the distribution of different trips in Piedmont. (Fig. 11)*

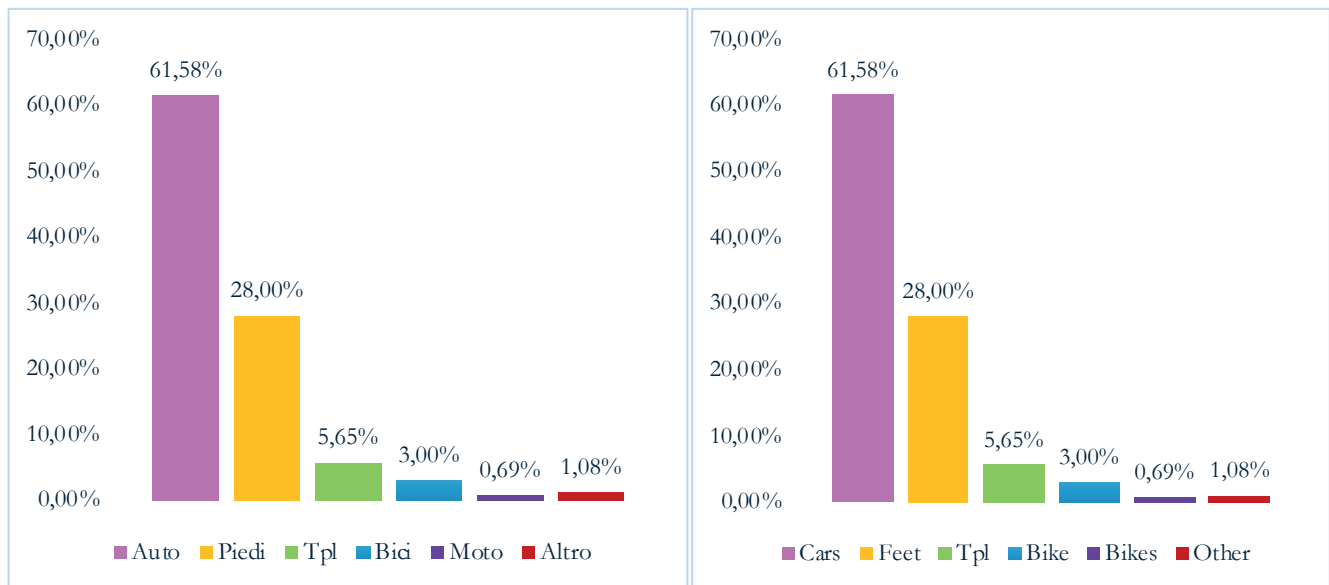
*From the ACI website it is possible to find the number of vehicles that are registered at the PRA (i.e. the Public Vehicle Register) in the Piedmont Region; the following is the Tab. 3 and Tab. 4 with the distinction by euro category and fuel supply.*

*The characteristics of the scenarios analysed in the case of MaaS Piemonte are shown in Tab. 5:*

*The following graphs (Fig. 12 and Fig. 13) show the trend in pollutant emissions, both local and global, in the different scenarios: an urban one, where emissions are calculated over a distance of 4.3 km, and an extra-urban one, based on a distance of 23.5 km.*

*Fig. 12 shows the emission trends of local pollutants (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and NO<sub>2</sub>) in four different scenarios, highlighting how technological choices and travel contexts affect air quality.*

*Scenario 2 turns out to be the most impactful in terms of emissions for all the pollutants considered, particularly for NO<sub>2</sub>, where values exceed 1,300 tonnes per year. This refers to a scenario where there is a high number of vehicles travelling a greater distance than in Scenario 1. In contrast, Scenario 3 has the lowest levels in all pollutant categories,*



(Fonte - Source: IMQ22)

Figura 11 - Ripartizione modale degli spostamenti in Piemonte.  
 Figure 11 - Modal split of trips in Piedmont.

si riportano la Tab. 3 e Tab. 4 con la distinzione in categoria euro e alimentazione.

Le caratteristiche degli scenari analizzati nel caso di MaaS Piemonte, sono riportate di seguito in Tab. 5:

I seguenti grafici (Fig. 12 e Fig. 13) riportano l'andamento delle emissioni inquinanti, sia locali che globali, nei diversi scenari: uno urbano, in cui le emissioni sono calcolate su una percorrenza di 4,3 km, e uno extraurbano, basato su una distanza di 23,5 km.

La Fig. 12 mostra l'andamento delle emissioni di inquinanti locali (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e NO<sub>2</sub>) in quattro diversi scenari,

as it has half the number of vehicles on the road and also a shorter distance travelled. Scenarios 1 and 4 are in intermediate positions, with a low environmental impact compared to the peak of Scenario 2, but still significant, especially in the case of Scenario 4, which has high NO<sub>2</sub> values.

In summary, the comparison between the scenarios highlights the importance of technological choices in reducing local pollutants and confirms the extent to which switching to cleaner solutions can help improve air quality, especially in urban contexts with high traffic density.

The graph of Fig. 13 shows the trend of CO<sub>2</sub> emissions in the different urban mobility scenarios, clearly highlighting

Tabella 3 – Table 3  
(Fonte – Source: ACI)

Distribuzione delle autovetture iscritte al PRA in Piemonte (2023)  
Distribution of cars registered at the PRA in Piedmont (2023)

<b>Piemonte Piedmont</b>	<b>Benzina Petrol</b>	<b>Metano Methane</b>	<b>Elettrico Electric</b>	<b>Diesel</b>	<b>GPL LPG</b>	<b>Ibrido benzina Hybrid petrol</b>	<b>Ibrido diesel Hybrid diesel</b>	<b>Totale Total</b>
<b>EURO 0</b>	177469	640		27877	10743			216729
<b>EURO 1</b>	36145	131		7463	2868			46607
<b>EURO 2</b>	110474	326		32643	7661			151104
<b>EURO 3</b>	128178	608		100920	6628	0	1	236335
<b>EURO 4</b>	314120	14031		222911	76137	328	0	627527
<b>EURO 5</b>	167829	7104		250501	55070	2598	143	483245
<b>EURO 6</b>	467001	8832		391191	151013	189073	12691	1219801
<b>Zero emissioni Zero emissions</b>			14582					14582
<b>Totale Total</b>	1401216	31672	14582	1033506	310120	191999	12835	2995930

Tabella 4 – Table 4

Distribuzione percentuale del parco veicolare iscritto al PRA in Piemonte (2023)  
Percentage distribution of the vehicle fleet registered with the PRA in Piedmont (2023)

<b>Piemonte Piedmont</b>	<b>Benzina Petrol</b>	<b>Metano Methane</b>	<b>Elettrico Electric</b>	<b>Diesel</b>	<b>GPL LPG</b>	<b>Ibrido benzina Hybrid petrol</b>	<b>Ibrido diesel Hybrid diesel</b>
<b>EURO 0</b>	5,92%	0,02%	0,00%	0,93%	0,36%	0,00%	0,00%
<b>EURO 1</b>	1,21%	0,00%	0,00%	0,25%	0,10%	0,00%	0,00%
<b>EURO 2</b>	3,69%	0,01%	0,00%	1,09%	0,26%	0,00%	0,00%
<b>EURO 3</b>	4,28%	0,02%	0,00%	3,37%	0,22%	0,00%	0,00%
<b>EURO 4</b>	10,48%	0,47%	0,00%	7,44%	2,54%	0,01%	0,00%
<b>EURO 5</b>	5,60%	0,24%	0,00%	8,36%	1,84%	0,09%	0,00%
<b>EURO 6</b>	15,59%	0,29%	0,00%	13,06%	5,04%	6,31%	0,42%
<b>Zero emissioni Zero emissions</b>	0,00%	0,00%	0,49%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Totale Total</b>	46,77%	1,06%	0,49%	34,50%	10,35%	6,41%	0,43%

evidenziando come le scelte tecnologiche e i contesti di percorrenza influiscano sulla qualità dell'aria.

Lo Scenario 2 risulta essere il più impattante in termini di emissioni per tutti gli inquinanti considerati, in particolare per il NO<sub>2</sub>, dove i valori superano le 1300 tonnellate annue. Questo fa riferimento ad uno scenario dove si ha un alto numero di veicoli circolante che coprono una distanza maggiore rispetto allo Scenario 1. Al contrario, lo Scenario 3 presenta i livelli più bassi in tutte le categorie di inquinanti, in quanto presenta un numero dimezzato di veicoli circolanti ed anche una distanza a spostamento minore. Gli Scenari 1 e 4 si collocano in posizioni intermedie, con un impatto ambientale contenuto rispetto al picco dello Scenario 2, ma ancora significativo, soprattutto nel caso dello Scenario 4, che registra valori elevati di NO<sub>2</sub>.

In sintesi, il confronto tra gli scenari mette in luce l'importanza delle scelte tecnologiche nella riduzione degli inquinanti locali e conferma quanto il passaggio a soluzioni più pulite possa contribuire a migliorare la qualità dell'aria, specialmente nei contesti urbani ad alta densità di traffico.

Il grafico di Fig. 13 mostra l'andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> nei diversi scenari di mobilità urbana, mettendo chiaramente in evidenza come la quantità di anidride carbonica rilasciata in atmosfera vari al variare delle condizioni di traffico e delle modalità di spostamento. I primi due scenari sono caratterizzati da un numero elevato di auto circolanti e, in particolare, lo Scenario 2 raggiunge il picco massimo, superando i 3.700.000 tonnellate all'anno, segno evidente di una mobilità fortemente dipendente dal mezzo privato e da spostamenti su lunghe distanze, in questo caso pari a 23,5 km. Nel complesso, il grafico evidenzia come la riduzione del numero di auto circolanti e la diminuzione delle distanze percorse siano elementi chiave per contenere

Tabella 5 – Table 5  
Caratteristiche degli scenari analizzati  
Characteristics of the analysed scenarios

Scenari Scenarios	N° automobili No. of cars	Distanze [km/ spostamento] Distances [km/ distance]
Scenario 1 Scenario 1	1642885	4,3
Scenario 2 Scenario 2	1642885	23,5
Scenario 3 Scenario 3	977873	4,3
Scenario 4 Scenario 4	977873	23,5

how the amount of carbon dioxide released into the atmosphere varies as traffic conditions and travel modes vary. The first two scenarios are characterised by a high number of circulating cars and, in particular, Scenario 2 reaches its peak, exceeding 3,700,000 tonnes per year, a clear sign of a mobility strongly dependent on private vehicles and long-distance travel, in this case 23.5 km. Overall, the graph shows how reducing the number of cars on the road and decreasing the distances travelled are key elements in containing carbon dioxide emissions and making urban mobility more sustainable.

### 6.1. Regional fleet emissions calculation

This section analyses the emissions generated by the bus fleet currently circulating in Piedmont, with the objective of assessing the environmental impact associated with the

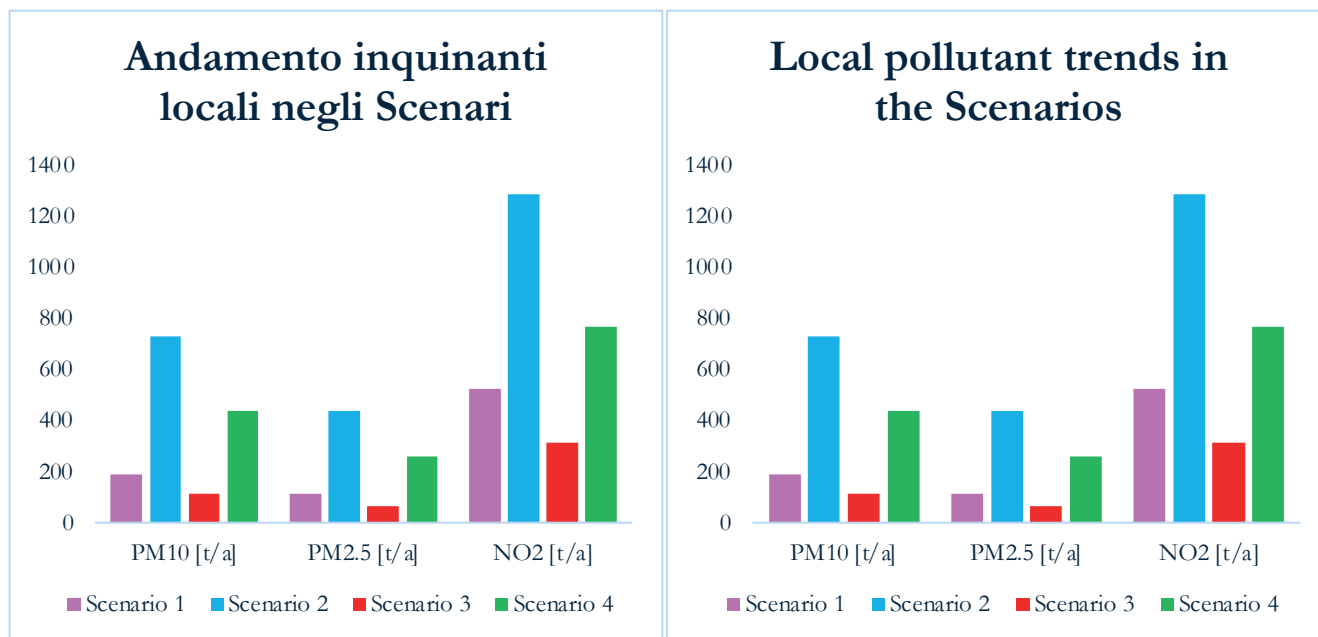


Figura 12 - Andamento inquinanti locali nei due scenari a livello regionale.  
Figure 12 - Local pollutant trends in the two scenarios at regional level.

le emissioni di anidride carbonica e rendere la mobilità urbana più sostenibile.

**6.1. Calcolo emissioni flotta regionale**

Nel presente paragrafo si procederà all'analisi delle emissioni generate dalla flotta di autobus attualmente in circolazione in Piemonte (Fig. 14), con l'obiettivo di valutare l'impatto ambientale associato ai diversi tipi di alimentazione e di confrontare i livelli di inquinamento prodotti. I dati utilizzati sono stati forniti da AMP e si riferiscono all'intera flotta in dotazione nella regione. Tuttavia, l'analisi non considera la totalità del parco mezzi, poiché AMP definisce un Parco Autobus Ottimale (PAO) con aggiornamenti a cadenza quinquennale. Di conseguenza, il parco effettivamente in uso è soggetto a continue variazioni e può differire da quanto riportato da fonti ufficiali come ACI o ISTAT, infatti, alcuni autobus, pur risultando formalmente presenti nel parco mezzi, non sono operativi perché mantenuti in deposito o impiegati solo in situazioni eccezionali, ad esempio per sostituzioni temporanee, specie nel caso delle motorizzazioni più datate.

Nell'analisi è stato utilizzato il dato di veicoli-km/anno fornito da AMP. A partire da questo, è stata calcolata la percentuale di autobus diesel, a metano, elettrici, diesel ibridi, a benzina e GPL/benzina rispetto al numero totale dei veicoli. Queste percentuali sono state successivamente applicate al valore iniziale dei veicoli-km/anno, al fine di stimare il contributo chilometrico annuale di ciascuna tipologia di alimentazione. In altre parole, si è quantificato quanti veicoli-km/anno vengono percorsi, ad esempio, da autobus a diesel o a metano.

Poiché non sono disponibili informazioni dettagliate sulle caratteristiche di massa dei veicoli, per il calcolo delle emissioni è stato necessario utilizzare dei fattori di emissione medi distinti per ciascuna alimentazione. Moltiplicando tali fattori per i corrispondenti veicoli-km/anno, si è ottenuto il totale delle emissioni di CO<sub>2</sub>, suddiviso per tipo di alimentazione. Infine, conoscendo anche il numero di passeggeri-km trasportati nell'arco dell'anno, è stato possibile calcolare le emissioni per passeggero, risultanti pari a 60,5 g CO<sub>2</sub>/passeggero-km. In altri termini, ogni km percorso da un passeggero in autobus comporta l'emissio-

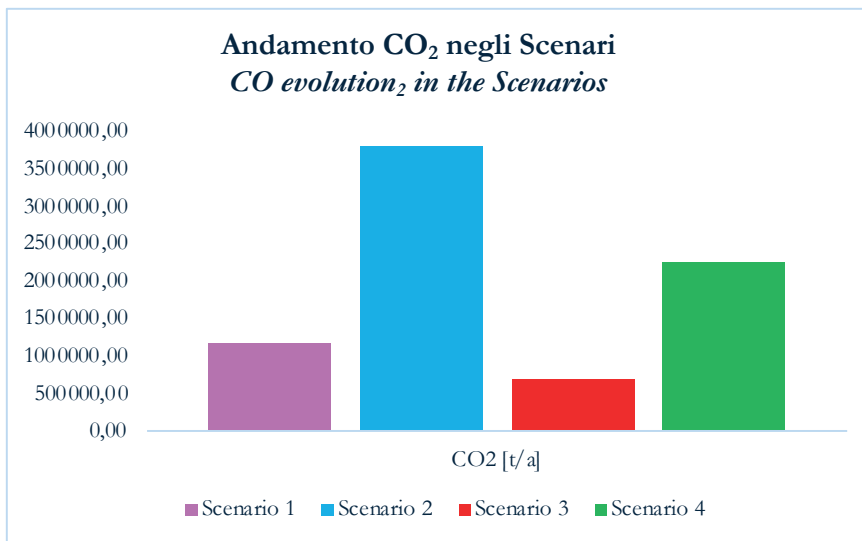
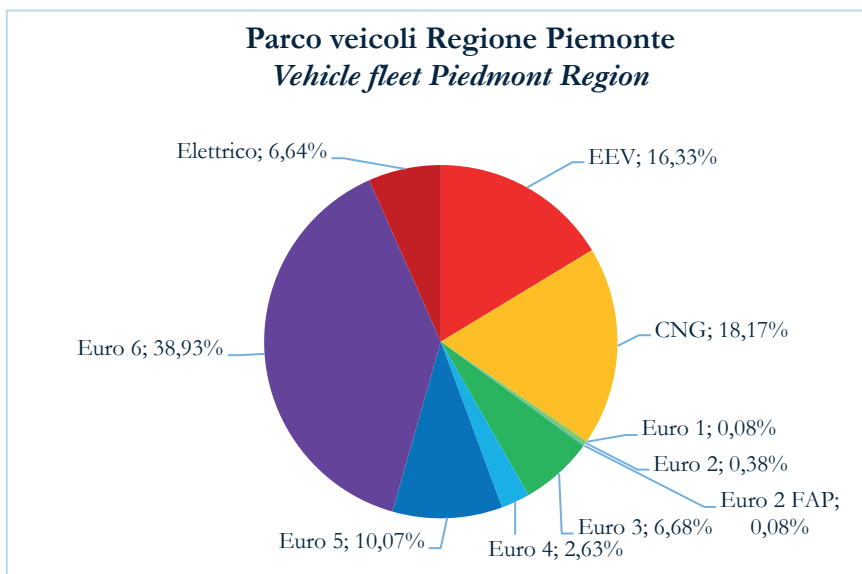


Figura 13 - Andamento CO<sub>2</sub> nei due scenari a livello regionale.  
Figure 13 - CO<sub>2</sub> trends in the two scenarios at regional level.



(Fonte - Source: AMP)

Figura 14 - Parco veicoli Regione Piemonte.  
Figure 14 - Piedmont Region vehicle fleet.

different types of fuel and comparing the levels of pollution produced (Fig. 14). The data used was provided by AMP and refers to the entire fleet operating in the region. However, the analysis does not consider the entire fleet, since AMP defines an Optimal Bus Fleet (OBF, PAO in Italian) with updates every five years. As a result, the fleet actually in use is subject to continuous variations and may differ from what is reported by official sources such as ACI or ISTAT. In fact, some buses, although formally present in the fleet, are not operational because they are stored in the depot or used only in exceptional situations, for example for temporary replacements, especially in the case of older engines.

ne di circa 60,5 grammi di anidride carbonica. Nel calcolo delle emissioni attribuite alla flotta di autobus, sono stati presi in considerazione esclusivamente i veicoli alimentati a diesel, metano, diesel ibrido o classificati come EEV (*Enhanced Environmentally friendly Vehicles*), in quanto le alimentazioni a benzina o a GPL/benzina costituiscono una percentuale trascurabile del totale e risultano quindi non significative ai fini dell'analisi.

In generale, supponendo che un utente percorra 4,3 km o 23,5 km per ogni spostamento e realizzi 2,265 spostamenti al giorno, è possibile calcolare quanto segue:

A. Caso 1: 4,3 km (ambito urbano)

$$2,265 \text{ spostamenti} \cdot 4,3 \text{ km} \cdot 365 = 3554,92 \text{ km/anno}$$

$$3554,92 \text{ km/anno} \cdot 60,5 \text{ g di CO}_2/\text{km} = 215072,96 \text{ g di CO}_2/\text{anno}$$

$$\approx 215 \text{ kg di CO}_2/\text{anno}$$

B. Caso 2: 23,5 km (ambito extraurbano)

$$2,265 \text{ spostamenti} \cdot 23,5 \text{ km} \cdot 365 = 19428,04 \text{ km/anno}$$

$$19428,04 \text{ km/anno} \cdot 60,5 \text{ g di CO}_2/\text{km} = 1175396,42 \text{ g di CO}_2/\text{anno}$$

$$\approx 1175,4 \text{ kg di CO}_2/\text{anno}$$

## 7. Conclusioni

Il MaaS presuppone un approccio flessibile e plurimodale alla mobilità, che preferiamo anche identificare come gerarchico, vale a dire che l'ossatura principale della rete di trasporto a livello continentale ed in parte nazionale avviene - laddove possibile - sulla rete ferroviaria, poi man mano che si scende sulla scala locale si possono favorire altre modalità, dall'auto privata alla micro-mobilità, dal trasporto pubblico locale - su gomma, su ferro o a fune - alla pedonalità.

Questo approccio non implica che occorra né demonizzare l'auto privata né attribuire alla ferrovia o ad altri mezzi di trasporto pubblico più potenzialità ed attrattività [38][39][40] di quanta possano realisticamente assumerne, ma affrontare la mobilità proprio con quella flessibilità nella scelta che privilegi - sulla lunga distanza - l'uso efficace del tempo di spostamento, il mantenimento a bassi livelli dei consumi e dell'impatto sulla rete nonché l'impatto su ambiente, sicurezza ed uso del suolo i più contenuti possibile, proprio per rispondere alle esigenze correnti di sostenibilità.

Il confronto tra gli scenari 1, 2, 3 e 4 e gli scenari 5 e 6 evidenzia due approcci profondamente diversi alla trasformazione del sistema di mobilità urbana. I primi quattro scenari rappresentano una progressione graduale, basata prevalentemente sulla riduzione del numero di veicoli privati in circolazione, meglio ancora se non ad uso singolo, sulla diminuzione delle percorrenze medie e, negli scenari più avanzati, sull'introduzione di vincoli di accesso come l'estensione della ZTL e il parziale ricorso alla conversione tecnologica del parco veicolare. Gli scenari 5 e 6, invece, si collocano su un piano differente, configurandosi come scenari più trasformativi, in cui il cambiamento modale è

*The vehicle-km/year figure provided by AMP was used in the analysis. From this, the percentage of diesel, natural gas, electric, hybrid diesel, petrol and LPG/petrol buses in relation to the total number of vehicles was calculated. These percentages were then applied to the initial value of vehicle-km/year in order to estimate the annual km contribution of each fuel type. In other words, it was quantified how many vehicle-km/year are travelled by, for example, diesel or natural gas buses.*

*Since no detailed information on the mass characteristics of the vehicles is available, separate average emission factors had to be used for the calculation of emissions for each fuel. By multiplying these factors by the corresponding vehicle-km/year, the total CO<sub>2</sub> emissions were obtained, broken down by fuel type. Finally, knowing also the number of passenger-km transported over the year, it was possible to calculate the emissions per passenger, resulting in 60.5 g CO<sub>2</sub>/passenger-km. In other words, each km travelled by a bus passenger results in the emission of approximately 60.5 grams of carbon dioxide. In the calculation of the emissions attributed to the bus fleet, only vehicles fuelled by diesel, natural gas, diesel hybrid or classified as EEV (*Enhanced Environmentally friendly Vehicles*) were taken into account, as petrol or LPG/petrol fuels make up a negligible percentage of the total and are therefore not significant for the purposes of the analysis.*

*In general, assuming that a user travels 4.3 km or 23.5 km per trip and makes 2.265 trips per day, the following can be calculated:*

A. Case 1: 4.3 km (urban area)

$$2,265 \text{ trips} \cdot 4,3 \text{ km} \cdot 365 = 3554,92 \text{ km/year}$$

$$3554,92 \text{ km/year} \cdot 60,5 \text{ g of CO}_2/\text{km} = 215072,96 \text{ g of CO}_2/\text{year}$$

$$\approx 215 \text{ kg of CO}_2/\text{year}$$

B. Case 2: 23.5 km (suburban area)

$$2,265 \text{ trips} \cdot 23,5 \text{ km} \cdot 365 = 19428,04 \text{ km/year}$$

$$19428,04 \text{ km/year} \cdot 60,5 \text{ g of CO}_2/\text{km} = 1175396,42 \text{ g di CO}_2/\text{year}$$

$$\approx 1175,4 \text{ kg of CO}_2/\text{year}$$

## 7. Conclusions

*MaaS assumes a flexible, multi-modal approach to mobility, which we also prefer to identify as hierarchical, i.e. the main backbone of the transport network on a continental and partly national level is - wherever possible - the rail network, then as one moves down the local scale other modes can be favoured, from the private car to micro-mobility, from local public transport - by road, rail or cable - to walking.*

*This approach does not imply that it is necessary to demonise the private car, nor to attribute more potential and attractiveness [38][39][40] to the railway or other means of public transport than they can realistically assume, but to approach mobility precisely with the flexibility of choice that favours - over the long haul - the efficient use of travel time, keeping consumption levels and impact on the network as low as possible, as well as the impact on the environment,*

più marcato e il ruolo del trasporto pubblico e dei servizi integrati di mobilità risulta centrale.

Negli scenari 1 e 2, la riduzione delle emissioni e degli impatti ambientali è ottenuta principalmente attraverso interventi quantitativi: nel primo caso agendo sulla distanza media percorsa, nel secondo attraverso una riduzione significativa del numero di automobili circolanti. Tali scenari mostrano una relazione sostanzialmente proporzionale tra riduzione della domanda di mobilità privata ed effetti ambientali, con diminuzioni rilevanti ma lineari delle emissioni di inquinanti locali e di CO<sub>2</sub>. Questo andamento suggerisce che, in assenza di cambiamenti strutturali nell'organizzazione dello spazio urbano e nelle modalità di accesso alla città, i benefici ambientali rimangono fortemente dipendenti dalla quantità di traffico veicolare.

Gli scenari 3 e 4 introducono un elemento qualitativamente diverso, rappresentato dall'estensione della ZTL all'intero territorio urbano e dalla distinzione tra area centrale e cintura. In questi casi, la riduzione delle emissioni non dipende solo dal numero di veicoli, ma anche dalla composizione del parco circolante e dalle limitazioni all'uso della trazione termica in ambito urbano. In particolare, il confronto tra scenario 3 e scenario 4 mostra come la possibilità di convertire parte del parco veicolare in veicoli elettrici o ibridi (sia a ricarica o PHEV, sia con estensione di autonomia con motore termico o REEV e sia pienamente ibridi) consenta una maggiore accessibilità alla ZTL, ma al tempo stesso comporti un aumento dello spazio occupato e una parziale attenuazione dei benefici ambientali rispetto allo scenario più restrittivo. Nel complesso, gli scenari 1, 2, 3 e 4 delineano un percorso di miglioramento progressivo, ma ancora fortemente ancorato alla presenza dell'auto privata come elemento strutturale del sistema di mobilità.

Gli scenari 5 e 6 si collocano su una scala di analisi differente rispetto ai precedenti, in quanto sono riferiti all'impatto del MaaS a livello regionale e considerano l'intero territorio del Piemonte. L'obiettivo dell'analisi è stato quello di esplorare il potenziale contributo del MaaS nel favorire una riduzione delle emissioni e dei consumi energetici su scala più ampia, agendo sull'integrazione dei servizi di mobilità e sull'ottimizzazione delle scelte di spostamento anche al di fuori del contesto urbano. Gli scenari 5 e 6 assumono quindi un ruolo complementare rispetto agli scenari urbani, fornendo un'indicazione sugli effetti sistemici che il MaaS potrebbe generare se adottato in modo diffuso a livello regionale.

In questa prospettiva, mentre gli scenari 1–4 consentono di analizzare in dettaglio le dinamiche e gli impatti della mobilità all'interno della città di Torino, gli scenari 5 e 6 permettono di estendere il ragionamento a una scala più ampia, evidenziando come il MaaS possa rappresentare uno strumento chiave non solo per la mobilità urbana, ma anche per la riduzione degli impatti ambientali complessivi del sistema dei trasporti regionali, fatta salva l'analisi sul ciclo di vita delle emissioni.

*safety and land use as low as possible, precisely to meet current sustainability requirements.*

*A comparison of scenarios 1, 2, 3 and 4 with scenarios 5 and 6 highlights two profoundly different approaches to transforming the urban mobility system. The first four scenarios represent a gradual progression, based mainly on reducing the number of private vehicles in circulation, preferably not for single use, on decreasing average distances and, in the most advanced scenarios, on introducing access constraints such as the extension of the ZTL and the partial use of technological conversion of the vehicle fleet. Scenarios 5 and 6, on the other hand, are on a different level, being more transformative scenarios, in which the modal shift is more pronounced and the role of public transport and integrated mobility services is central.*

*In scenarios 1 and 2, the reduction of emissions and environmental impacts is achieved mainly through quantitative interventions: in the first case by acting on the average distance travelled, in the second by significantly reducing the number of cars on the road. These scenarios show a substantially proportional relationship between reduced demand for private mobility and environmental effects, with significant but linear decreases in local pollutant and CO<sub>2</sub> emissions. This trend suggests that, in the absence of structural changes in the organisation of urban space and access modes to the city, environmental benefits remain highly dependent on the amount of vehicular traffic.*

*Scenarios 3 and 4 introduce a qualitatively different element, represented by the extension of the ZTL to the entire urban territory and the distinction between the central area and the belt. In these cases, the reduction in emissions depends not only on the number of vehicles, but also on the composition of the circulating fleet and limitations on the use of thermal propulsion in urban areas. In particular, the comparison between scenario 3 and scenario 4 shows how the possibility of converting part of the vehicle fleet to electric or hybrid vehicles (either rechargeable or PHEV, or with extended range with an internal combustion engine or REEV, and either full hybrid) allows greater accessibility to the ZTL, but at the same time entails an increase in the space occupied and a partial attenuation of the environmental benefits compared to the more restrictive scenario. Overall, scenarios 1, 2, 3 and 4 outline a path of progressive improvement, but still strongly anchored to the presence of the private car as a structural element of the mobility system.*

*Scenarios 5 and 6 are on a different scale of analysis from the previous ones, as they refer to the impact of MaaS at regional level and consider the entire territory of Piedmont. The objective of the analysis was to explore the potential contribution of MaaS in favouring a reduction of emissions and energy consumption on a broader scale, acting on the integration of mobility services and the optimisation of travel choices also outside the urban context. Scenarios 5 and 6 thus play a complementary role with respect to the urban scenarios, providing an indication of the systemic effects that MaaS could generate if widely adopted at the regional level.*

L'analisi della sperimentazione del MaaS a Torino evidenzia come questo nuovo modello di mobilità risulti particolarmente efficace in occasione di eventi cittadini, attirando soprattutto turisti e, in parte, anche residenti. Tuttavia, l'adozione quotidiana da parte della popolazione locale resta limitata e non incide in modo significativo sul traffico urbano complessivo.

Il trasporto pubblico locale si conferma la modalità più utilizzata, a dimostrazione di una buona copertura del territorio e della domanda di mobilità. Anche i taxi vengono impiegati, ma non rappresentano un problema ambientale rilevante, grazie alla modernità dei veicoli e all'integrazione con le corsie riservate. L'uso della micromobilità, invece, rimane basso, influenzato da fattori climatici e dalla preferenza per gli spostamenti a piedi.

Nonostante l'aumento del numero di utenti, molti non hanno modificato in modo sostanziale le proprie abitudini di mobilità. Tra gli utenti abituali, si registra una certa variabilità nell'uso del servizio, con alcuni che lo utilizzano di più, mentre altri lo riducono o mantengono costante. La consapevolezza dell'esistenza del MaaS è in crescita, specialmente in ambiti aziendali coinvolti nella sperimentazione, come il Politecnico di Torino, grazie a campagne interne di marketing. Tuttavia, una diffusione più ampia richiederebbe azioni di comunicazione più incisive a livello urbano.

Tra le prospettive future, si propone di estendere la ZTL a tutta Torino entro il 2030, trasformandola in una "zona ambientalmente protetta". Questa misura potrebbe ridurre significativamente le emissioni inquinanti e promuovere l'uso di veicoli elettrificati (ibridi a ricarica o PHEV, con estensione di autonomia mediante motore termico o REEV oppure solo elettrici o BEV), trasporto pubblico e micromobilità. Tuttavia, si evidenzia che anche i veicoli solo elettrici contribuiscono al particolato fine ( $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$ ) a causa dell'usura di pneumatici e freni. Inoltre, le loro prestazioni variano in base all'età della batteria e alle condizioni climatiche, soprattutto in inverno.

La transizione verso una mobilità più sostenibile richiede anche un riequilibrio tra i costi fissi e variabili dei diversi mezzi di trasporto. Mentre l'auto privata comporta costi prevalentemente fissi (possesso o noleggio, tassa di circolazione ed assicurazione), il MaaS si basa su tariffe variabili [41]. Rendere il MaaS più competitivo, ad esempio attraverso abbonamenti personalizzabili o incentivi aziendali, potrebbe incentivarne l'uso. Si ipotizza anche una "tassa di mobilità" che comprenda servizi MaaS, rendendoli parte integrante del sistema, di fatto riconducendo la tassa di possesso non alla sola classe di emissione del veicolo con relativa potenza, a prescindere dalla percorrenza sul suolo pubblico del veicolo, ma proporzionale alla distanza percorsa dal veicolo medesimo, ancorché in quota percentuale.

Infine, si sottolinea l'importanza degli strumenti digitali (come DSRM o *Data and Services Repository for MaaS*, RAP e NAP vale a dire *Regional e National Access Points*) per

*In this perspective, while scenarios 1-4 allow a detailed analysis of the dynamics and impacts of mobility within the city of Turin, scenarios 5 and 6 allow the reasoning to be extended to a broader scale, highlighting how MaaS may represent a key tool not only for urban mobility, but also for the reduction of the overall environmental impacts of the regional transport system, without prejudice to the life cycle analysis (LCA) of emissions.*

*The analysis of the MaaS experiment in Turin shows how this new mobility model is particularly effective during city events, attracting mainly tourists and, to some extent, residents. However, daily adoption by the local population remains limited and does not significantly affect overall urban traffic.*

*Local public transport remains the most used mode, demonstrating good coverage of the territory and demand for mobility. Taxis are also used, but do not represent a significant environmental problem, thanks to the modernity of the vehicles and integration with reserved lanes. The use of micro-mobility, on the other hand, remains low, influenced by climatic factors and the preference for walking.*

*Despite the increase in the number of users, many have not substantially changed their mobility habits. Among regular users, there is some variability in the use of the service, with some using it more, while others reduce or keep it constant. Awareness of the existence of MaaS is growing, especially in corporate environments involved in experimentation, such as the Politecnico di Torino, thanks to internal marketing campaigns. However, a wider diffusion would require more incisive communication actions at urban level.*

*Among future prospects, it is proposed to extend the ZTL to the entire city of Turin by 2030, turning it into an 'environmentally protected zone'. This measure could significantly reduce pollutant emissions and promote the use of electrified vehicles (plug-in hybrids or PHEVs, range-extended hybrids or REEVs, as well as battery electric vehicles or BEVs), public transport and micro-mobility. However, it is pointed out that even BEVs contribute to fine particulate matter ( $PM_{10}$  and  $PM_{2,5}$ ) due to tyre and brake wear. Furthermore, their performance varies according to battery age and weather conditions, especially in winter.*

*The transition towards more sustainable mobility also requires a rebalancing between the fixed and variable costs of different means of transport. Whereas the private car involves mostly fixed costs (ownership or rental, road tax and insurance), the MaaS is based on variable rates [41]. Making the MaaS more competitive, e.g. through customisable subscriptions or company incentives, could incentivise its use. A 'mobility tax' is also envisaged that would include MaaS services, making them an integral part of the system, in fact making the possession tax not only dependent on the emission class of the vehicle and its power, regardless of the vehicle's distance travelled on public land, but proportional to the distance travelled by the vehicle itself, albeit as a percentage share.*

*Finally, the importance of digital tools (such as DSRM*

l'integrazione e il funzionamento del MaaS. Inizialmente accolti con diffidenza da alcuni operatori del trasporto pubblico, sono stati poi riconosciuti come fondamentali per l'efficienza e lo sviluppo del sistema.

### Ringraziamenti

Questa ricerca è stata sostenuta:

- 1) dal progetto “*Mobility as a Service for Italy*” a cui il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) dedica una parte degli investimenti e per il quale il Dipartimento per la trasformazione digitale (DTD) è soggetto attuatore, con il supporto del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti (MIT). Il Dipartimento per la trasformazione digitale è la struttura di supporto alla Presidenza del Consiglio dei Ministri per la promozione ed il coordinamento delle azioni del Governo finalizzate alla definizione di una strategia unitaria in materia di trasformazione digitale e di modernizzazione del Paese attraverso le tecnologie digitali.
- 2) dal progetto PRIN 2022, un programma di ricerca finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca italiano, “Italia Domani - Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza; Unione Europea - Next Generation EU” nell'ambito di un progetto denominato “URGET VADEMECUM 2030–50” (*URban de-pollution and de-carbonisation from emissions GENERATED by Transport systems: eVALuation of DEdicated Methodologies, technologies and ECONOMIC thresholds for an unprecedented Mobility at 2030–50*).

### Torino

Nell'ambito del progetto “TorinoMaaS4Italy” (ovvero “*MaaS ToMove*”), condotto dal Comune di Torino (Dipartimento Ambiente, Grandi Opere, Infrastrutture e Mobilità), coordinato dai Ministeri MITD e MIT attraverso il programma “*MaaS for Italy*” e finanziato dal Fondo Complementare al PNRR (PNC) – Missione M1C1, Misura 1.4.6 “*Mobility as a Service for Italy*”.

### Piemonte

Nell'ambito del progetto “*MaaS for Piemonte*”, condotto dalla Regione Piemonte (Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Protezione Civile, Trasporti e Logistica), coordinato dai Ministeri MITD e MIT attraverso il programma “*MaaS for Italy*” e finanziato dall'Unione Europea – Next Generation EU – attraverso il PNRR, Missione M1C1, Misura 1.4.6 “*Mobility as a Service for Italy*”.

*or Data and Service Repository for MaaS, RAP and NAP i.e. Regional and National Access Points) for the integration and operation of MaaS is emphasised. Initially met with mistrust by some public transport operators, they have since been recognised as fundamental to the efficiency and development of the system.*

### Acknowledgements

*This research was supported*

- 1) *by the ‘Mobility as a Service for Italy’ project, to which the National Recovery and Resilience Plan (PNRR) devotes part of its investment and for which the Department for Digital Transformation (DTD) is the implementing party, with the support of the Ministry of Infrastructure and Transport (MIT). The Department for Digital Transformation is the support structure of the Presidency of the Council of Ministers for the promotion and coordination of government actions aimed at defining a unified strategy for the digital transformation and modernisation of the country through digital technologies.*
- 2) *by the PRIN 2022 project, a research programme funded by the Italian Ministry of University and Research, ‘Italia Domani - Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza; Unione Europea - Next Generation EU’ within a project called ‘URGET VADEMECUM 2030-50’ (URban de-pollution and de-carbonisation from emissions GENERATED by Transport systems: eVALuation of DEdicated Methodologies, technologies and ECONOMIC thresholds for an unprecedented Mobility at 2030-50).*

### Torino

*Within the framework of the ‘TorinoMaaS4Italy’ project (i.e. ‘MaaS ToMove’), led by the City of Turin (Department of Environment, Major Works, Infrastructure and Mobility), coordinated by the Ministries MITD and MIT through the ‘MaaS for Italy’ programme and financed by the PNRR Complementary Fund (PNC) - Mission M1C1, Measure 1.4.6 ‘Mobility as a Service for Italy’.*

### Piedmont

*In the framework of the project “MaaS for Piedmont”, conducted by the Piedmont Region (Directorate for Public Works, Soil Defence, Civil Protection, Transport and Logistics), coordinated by the Ministries MITD and MIT through the programme “MaaS for Italy” and financed by the European Union - Next Generation EU - through the PNRR, Mission M1C1, Measure 1.4.6 “Mobility as a Service for Italy”.*

## BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] PIROZZI R., CAIAZZO E., CHICCHINELLI N. (2012), “Sistema informatico delle manutenzioni in un'azienda di trasporto pubblico locale: Come ridurre i costi di manutenzione e aumentare i livelli di qualità e sicurezza”. *Ingegneria Ferroviaria* 2012, 1, 59–63.
- [2] ALYAVINA E., NIKITAS A., TCHOUAMOU NJOYA E. *Mobility as a Service and Sustainable Travel Behaviour: A Thematic Analysis Study. Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 2020, 73, 362–381. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.07.004>.

- [3] HIETANEN S (2014), “*Mobility as a Service—the new transport model?*”, Eurotransport 2014, vol. 12, pp. 2-4.
- [4] HUHTALA-JENKS K. (2019), “*Sustainable Freedom with Mobility as a Service*”. 2019. Available online: <https://maas-alliance.eu/wp-content/uploads/sites/7/2019/11/MaaS-Global.pdf> (accessed on 28 August 2023).
- [5] VAN DEN BERG V.A.C., MEURS H., VERHOEF E.T. (2022), “*Business Models for Mobility as a Service (MaaS)*”. *Transp. Res. Part B Methodol.* 2022, 157, 203–229. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2022.02.004>.
- [6] CORAZZA M.V., CARASSITI G., (2021), “*Investigating Maturity Requirements to Operate Mobility as a Service: The Rome Case*”. *Sustainability* 2021, 13, 8367. <https://doi.org/10.3390/su13158367>.
- [7] CORAZZA M.V., CARASSITI G. (2021), “*Mobility as a Service in the city of Rome: potential and feasibility*”. 2021.
- [8] Muoversi a Torino, “*Il MaaS sbarca a Torino con il progetto Buoni Mobilità!*”, Marzo 2023. [Online]. Available: <https://www.muoversiatorino.it/it/maastorino/>. [consult. 3÷11 2025].
- [9] 5T Srl (2023), “*I risultati della sperimentazione BIPforMaaS*”, 13 Aprile 2023. [Online]. Available: <https://www.bipformaas.it/i-risultati-della-sperimentazione-bipformaas/>. [consult. 3÷11 2025].
- [10] ALYAVINA E., NIKITAS A., NJOYA E.T. (2022), “*Mobility as a Service (MaaS): A Thematic Map of Challenges and Opportunities*”. *Res. Transp. Bus. Manag.* 2022, 100783. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100783>.
- [11] CABALLINI C., OLIVARI E., GASPARINI C., DALLA CHIARA B. (2024), “*Mobility as a Service: an Italian MaaS pilot at regional level with public governance*”. *European Transport \ Trasporti Europei* 2024, Issue 97, Paper n° 12, ISSN 1825-3997. <https://doi.org/10.48295/ET.2024.97.12>.
- [12] ARIAS-MOLINARES D., GARCÍA-PALOMARES J.C. (2020), “*The Ws of MaaS: Understanding Mobility as a Service from a literature review*”. *IATSS Res.* 2020, 44, 253–263. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2020.02.001>.
- [13] SOCHOR J., ARBY H., KARLSSON I.C.M., SARASINI S. A (2018), “*Topological Approach to Mobility as a Service: A Proposed Tool for Understanding Requirements and Effects, and for Aiding the Integration of Societal Goals*”. *Res. Transp. Bus. Manag.* 2018, 27, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.12.003>.
- [14] SCHIKOFFSKY J., DANNEWALD T., KOWALD M. (2020), “*Exploring Motivational Mechanisms behind the Intention to Adopt Mobility as a Service (MaaS): Insights from Germany*”. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2020, 131, 296–312. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.022>.
- [15] BECKER H., BALAC M., CIARI F., AXHAUSEN K.W. (2020), “*Assessing the Welfare Impacts of Shared Mobility and Mobility as a Service (MaaS)*”. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2020, 131, 228–243. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.027>.
- [16] POLYDOROPOULOU A., PAGONI I., TSIRIMPA A., ROUMBOUTSOS A., KAMARGIANNI M., TSOUROS I. (2020), “*Prototype Business Models for Mobility-as-a-Service*”. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2020, 131, 149–162. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.035>.
- [17] LIIMATAINEN H., MLADENOVIC M.N. (2018), “*Understanding the complexity of mobility as a service*”. *Res. Transp. Bus. Manag.* 2018, 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.12.004>.
- [18] CABALLINI C., OLIVARI E., GASPARINI C., DALLA CHIARA B. (2023), “*The Spread of MaaS Initiatives in Europe: The Leading Role of Public Governance Emerging from an Italian Regional Application*”, *Sustainability* 15 2023, no. 18: 13413. <https://doi.org/10.3390/su151813413>.
- [19] MATYAS M., KAMARGIANNI M. (2021), “*Investigating Heterogeneity in Preferences for Mobility-as-a-Service Plans through a Latent Class Choice Model*”. *Travel Behav. Soc.* 2021, 23, 143–156. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.12.002>.
- [20] ZIJLSTRA T., DURAND A., HOOGENDOORN-LANSER S., HARMS L. (2020), “*Early Adopters of Mobility-as-a-Service in the Netherlands*”. *Transp. Policy* 2020, 97, 197–209. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.019>.
- [21] KARLSSON I.C.M., MUKHTAR-LANDGREN D., SMITH G., KOGLIN T., KRONSELL A., LUND E., SARASINI S., SOCHOR J. (2020), “*Development and Implementation of Mobility-as-a-Service—A Qualitative Study of Barriers and Enabling Factors*”. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2020, 131, 283–295. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.028>.
- [22] SMITH G., HENSHER D.A. (2020) Towards a Framework for Mobility-as-a-Service Policies. *Transp. Policy* 2020, 89, 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.02.004>.
- [23] KIVIMAA P., ROGGE K.S. (2022), “*Interplay of Policy Experimentation and Institutional Change in Sustainability Transitions: The Case of Mobility as a Service in Finland*”. *Res. Policy* 2022, 51, 104412. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104412>.
- [24] JITTRAPIROM P., MARCHAU V., VAN DER HEIJDEN R., MEURS H. (2018), “*Dynamic Adaptive Policymaking for Implementing Mobility-as-a Service (MaaS)*”. *Res. Transp. Bus. Manag.* 2018, 27, 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.07.001>.

- [25] SURAKKA T., HÄRRI F., HAAHTELA T., HORILA A., MICHL T. (2018), “Regulation and Governance Supporting Systemic MaaS Innovations.” *Res. Transp. Bus. Manag.* 2018, 27, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.12.001>.
- [26] HENSHER D.A., HO C.Q., RECK D.J. (2021), “Mobility as a Service and Private Car Use: Evidence from the Sydney MaaS Trial”. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2021, 145, 17–33. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.12.015>.
- [27] KIM Y., KIM E.-J., JANG S., KIM D.-K. (2021), “A Comparative Analysis of the Users of Private Cars and Public Transportation for Intermodal Options under Mobility-as-a-Service in Seoul”. *Travel Behav. Soc.* 2021, 24, 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2021.03.001>.
- [28] STORME T., DE VOS J., DE PAEPE L., WITLOX F. (2020), “Limitations to the Car-Substitution Effect of MaaS. Findings from a Belgian Pilot Study”. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2020, 131, 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.032>.
- [29] PANGBOURNE K., MLADENOVIC M.N., STEAD D., MILAKIS D. (2020), “Questioning Mobility as a Service: Unanticipated Implications for Society and Governance”. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2020, 131, 35–49. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.033>.
- [30] COTTRILL C.D. (2020), “MaaS Surveillance: Privacy Considerations in Mobility as a Service”. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2020, 131, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.026>.
- [31] BUTLER L., YIGITCANLAR T., PAZ A. (2021), “Barriers and Risks of Mobility-as-a-Service (MaaS) Adoption in Cities: A Systematic Review of the Literature”. *Cities* 2021, 109, 103036. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103036>. <https://doi.org/10.48295/ET.2024.97.12>.
- [32] HO C.Q., HENSHER D.A., MULLEY C., WONG Y.Z. (2018), “Potential Uptake and Willingness-to-Pay for Mobility as a Service (MaaS): A Stated Choice Study”. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2018, 117, 302–318. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.025>.
- [33] CASCIETTA E., CARTENI A., CARBONE A. (2012), “La progettazione quality-based nel trasporto pubblico locale. Il sistema di metropolitana regionale della Campania”. *Ingegneria Ferroviaria* 2012, 3, 241–261.
- [34] Automobile Club d'Italia, “Open Parco Veicoli”, [Online]. Available: <https://opv.aci.it/WEBDMCircolante/>.
- [35] ISFORT (2024), “21° Rapporto sulla mobilità degli italiani”.
- [36] ISPRA (2022), “La banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia”, 2022. <https://fetransp.isprambiente.it/#/>.
- [37] Legambiente (2024), “Mal d’Aria di città”.
- [38] NOCERA S. (2012), “Un approccio operativo per la valutazione della qualità nei servizi di trasporto”. *Ingegneria ferroviaria* 2012, 1, 363–383.
- [39] LOPEZ-LAMBAS M.E., CASCAJO R. (2015), “Verso sistemi di trasporto pubblico intelligenti e sostenibili migliorando il livello e la qualità del servizio”. *Ingegneria Ferroviaria* 2015, 4, 359–375.
- [40] PETRUCELLI U. (2011), “La qualità percepita nel trasporto pubblico locale: un modello multicriteri per la selezione di scenari migliorativi”. *Ingegneria Ferroviaria* 2011, 9, 717–744.
- [41] SMITH G., SOCHOR J., KARLSSON I.C.M. (2018), “Mobility as a Service: Development Scenarios and Implications for Public Transport”. *Res. Transp. Econ.* 2018, 69, 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.04.001>.

# FAST System

Dalla produzione all'installazione



# Applicazioni della Correlazione di Pearson nell'ambito della sicurezza aerea: un'analisi dei fattori che contribuiscono alle escursioni e alle incursioni di pista

## *Pearson Correlation in Aviation Safety: A Comprehensive Analysis of Contributing Factors to Runway Excursions and Incursions*

La traduzione in lingua italiana è stata effettuata a cura della Redazione di IF  
The translation into Italian was carried out by the IF Editorial Staff

Abrish KAFEEL<sup>(\*)</sup>  
Maria Vittoria CORAZZA<sup>(\*\*)</sup>

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.02.2026.ART.2>)

**Sommario** - Il problema delle incursioni e delle escursioni di pista continua ad essere centrale nell'ambito della sicurezza aerea segnatamente ai rischi connessi e alle conseguenti interruzioni nelle operazioni di volo. Questo studio indaga i motivi che sottendono a tali incidenti adottando la Correlazione di Pearson per analizzare le interrelazioni tra errore umano, variabili ambientali, tecnologia e ambito normativo. I principali fattori sono stati determinati sulla scorta di un ampio set di dati, dal 1996 al 2024, basato sui rapporti di sicurezza degli aeromobili a livello mondiale. I risultati evidenziano che interruzioni di comunicazione e livelli inappropriati di consapevolezza situazionale sono fra i fattori più importanti alla base delle escursioni di pista; formazione inadeguata e perdita di controllo, invece, quelli più strettamente legati agli episodi incursivi. L'analisi indica che entro il 2050 sistemi di monitoraggio basati sull'intelligenza artificiale e misure di sicurezza standardizzate a livello globale sarebbero in grado congiuntamente di ridurre del 50% questi fenomeni. Lo studio offre informazioni utili agli attori coinvolti nella formulazione di policies, nella gestione aeroportuale e nella sicurezza aerea al fine di migliorare le misure applicabili. Si evidenzia l'importanza di un processo decisionale basato su dati per migliorare la sicurezza delle piste e ridurre l'insorgenza di rischi, considerando i fattori concomitanti analizzati nell'ambito della formazione avanzata, dell'analisi predittiva e della tecnologia.

### 1. Introduzione

Il settore dell'aviazione, caratterizzato dalla sua elevata complessità e dalle requisiti operativi, ha sempre cercato di raggiungere standard di sicurezza eccezionali. La sicurezza

**Summary** - Runway excursions and incursions continue to be major concerns in aviation safety, leading to operational interruptions and possible risks. This study investigates the reasons behind these accidents by utilizing Pearson correlation analysis to examine the linkages between human error, environmental variables, technology systems, and regulatory frameworks. An extensive dataset that covers the years 1996 to 2024 and is based on aircraft safety reports from throughout the world was examined to determine the most important contributing elements. The results show that the most important factors that lead to runway excursions are communication breakdowns and situational awareness. Inadequate training and loss of control are the factors that have the strongest connection to incursions. The findings indicate that by 2050, the implementation of AI-driven monitoring systems and standardized global safety measures might potentially decrease the occurrence of these catastrophes by as much as 50%. The report offers useful information for politicians, airport management, and aviation safety agencies to improve safety initiatives. This research highlights the significance of making decisions based on data to enhance runway safety and reduce future risks. It does this by addressing the main contributing elements through advanced training, predictive analytics, and technological interventions.

### 1. Introduction

The aviation sector, marked by its underlying complexity and operating requirement, has always sought to attain exceptional safety standards. Flight safety is essential, since errors may result in disastrous outcomes affecting not only

<sup>(\*)</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università La Sapienza di Roma, Via Eudossiana 18, 00184 Roma; kafeelabrish@gmail.com.

<sup>(\*\*)</sup> Autore di riferimento a: mariavittoria.corazza@uniroma1.it.

<sup>(\*)</sup> Department of Civil, Building and Environmental Engineering, Sapienza University of Rome, Via Eudossiana 18, 00184 Rome; kafeelabrish@gmail.com.

<sup>(\*\*)</sup> Reference Author: mariavittoria.corazza@uniroma1.it.

za del volo è essenziale, poiché gli errori possono portare a risultati disastrosi che hanno effetti non solo coloro che sono immediatamente coinvolti, ma anche la visione globale della sicurezza del trasporto aereo [1]. Nonostante gli smisurati sforzi per elevare questi standard attraverso innovazioni tecnologiche, revisioni di normative e regimi di addestramento migliorati, eventi come uscite e intrusioni di pista persistono come rischi di primaria importanza [2].

A questi incidenti si dà in modo continuo la priorità come problemi di sicurezza significativi nel settore dell'aviazione, evidenziando l'immediata necessità di uno studio mirato e di tecniche di risposta efficaci. Le uscite e le incursioni di pista sono particolarmente allarmanti a causa del loro potenziale nel causare catastrofi e interruzioni di servizio [3]. La sfida attuale presentata da queste considerazioni sottolinea la necessità di un miglioramento e di un'innovazione continui.

In poco più di un secolo, il settore ha visto un'evoluzione significativa dai primi tentativi di volo assistito alla padronanza di viaggi più veloci, più lunghi e più pesanti, culminando in oltre 100.000 voli commerciali al giorno, pari a 400 partenze all'ora in tutto il mondo [4]. Il settore aeronautico è riconosciuto come una delle forme di trasporto più sicure e affidabili a livello globale, con il 51% della popolazione mondiale che risiede entro 100 km da un aeroporto internazionale [1].

Inoltre, eventi passati, come la catastrofe di Tenerife del 1977 che ha provocato 583 morti, sottolineano il potenziale devastante delle intrusioni di pista [5]. Tra il 2018 e il 2022, è stato osservato un calo del 72,22% delle uscite di pista, principalmente a causa della diminuzione del traffico aereo durante la pandemia COVID-19. Il futuro pone ulteriori problemi. Si prevede un aumento del traffico aereo con una stima di 200.000 voli al giorno, entro la metà degli anni 2030, e 10 miliardi di passeggeri all'anno, entro il 2050 [4]. La Fig. 1 illustra l'aumento dei voli giornalieri e le cifre annuali dei passeggeri. Tale crescita continua richiede un approccio sofisticato alla sicurezza e alla gestione ambientale [6]. L'utilizzo di una metodologia statistica avanzata come il metodo di correlazione di Pearson consente una comprensione più profonda dell'interrelazione tra i componenti, inclusi gli errori umani, i vincoli tecnici del sistema, le circostanze ambientali e i quadri normativi.

## 1.1. Significato della ricerca e domande

L'importanza di questa ricerca è mostrata da dati particolari correlati che chiariscono la gravità e la prevalenza degli eventi di sicurezza delle piste. Negli Stati Uniti, ogni anno si registrano oltre 325 intrusioni di pista, con una media di quasi un evento al giorno, indicando una persistente definizione di modi efficaci per mitigare questi pericoli [7].

Si noti che il settore dell'aviazione rappresenta il 3,5% del PIL globale, pari a \$2,7 trilioni di dollari, e genera oltre 65 milioni di posti di lavoro in tutto il mondo [7]. Se le previsioni odierne di sviluppo fossero realizzate entro il

*those immediately engaged but also the global view of air transport safety [1]. Notwithstanding extensive endeavors to elevate these standards via technology innovations, regulation revisions, and enhanced training regimens, occurrences such as runway excursions and intrusions persist as substantial risks [2].*

*These incidents are perpetually prioritized as significant safety problems within the aviation industry, highlighting an immediate need for focused study and efficient response techniques. Runway excursions and intrusions are especially alarming because of their potential to cause catastrophes and operational interruptions [3]. The ongoing challenge presented by these instances underscores the need for continual improvement and innovation.*

*In little over a century, the sector has seen significant evolution from the inception of flight to the mastery of faster, longer, and heavier journeys, culminating in over 100,000 commercial flights daily, equating to 400 departures per hour worldwide [4]. The aviation industry is acknowledged as one of the safest and most dependable forms of transportation globally, with 51% of the world population residing within 100 km of an international airport [1].*

*Moreover, past events, such as the 1977 Tenerife catastrophe that resulted in 583 fatalities, underscore the devastating potential of runway intrusions [5]. Between 2018 and 2022, a 72.22% drop in runway excursions was seen, mostly due to decreased aviation traffic during the COVID-19 pandemic. The future poses further problems. Air traffic is expected to increase, with an estimated 200,000 flights daily by the mid-2030s and 10 billion passengers yearly by 2050 [4]. Fig. 1 illustrates the increase in daily flights and yearly passenger figures. This ongoing growth necessitates a sophisticated approach to safety and environmental management [6]. Utilizing an advanced statistical methodology such as the Pearson correlation method enables a deeper comprehension of the interrelation among components including human mistakes, technical system constraints, environmental circumstances and regulatory frameworks.*

### 1.1. Research Significance and Questions

*This research's importance is shown by concerned figures that clarify the seriousness and prevalence of runway safety events. In the United States, over 325 runway incursions are recorded each year, averaging almost one occurrence daily, indicating a persistent need for effective ways to mitigate these dangers [7].*

*Note that the aviation sector accounts for 3.5% of the global GDP, amounting to \$2.7 trillion USD, and generates over 65 million employments worldwide [7]. Should the existing development trajectories be realized by 2036, the air transport sector would provide 15.5 million direct employment opportunities and \$1.5 trillion in GDP, with the overall effect, inclusive of tourism, amounting to \$5.7 trillion and 97.8 million jobs [6].*

*Considering the projected 4.3% annual rise in air traffic*

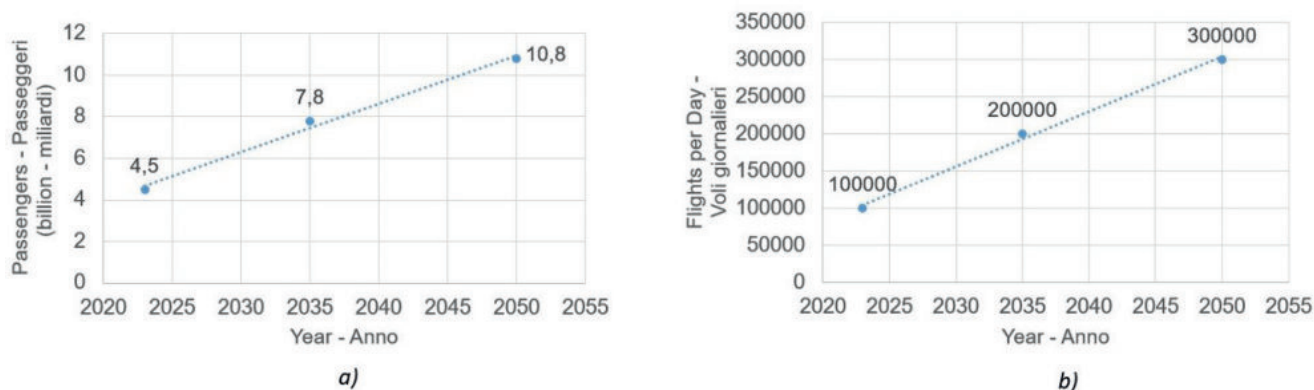


Figura 1 - Proiezioni della relazione sulla sicurezza dell'ICAO 2023 per: a) volume annuale di passeggeri 2023-2050; b) volume di voli giornalieri 2023-2050, adattato da [1].

Figure 1 - 2023 ICAO Safety Report's projections for: a) annual passenger volume 2023-2050; b) daily flights volume 2023-2050, adapted from [1].

2036, il settore del trasporto aereo fornirebbe 15,5 milioni di opportunità dirette di lavoro e \$1,5 trilioni di PIL, con un effetto complessivo, incluso il turismo, pari a \$5,7 trilioni e 97,8 milioni di posti di lavoro [6].

Considerando lo stimato aumento annuo del traffico aereo del 4,3% nei prossimi due decenni, è fondamentale che le misure e le tecnologie di sicurezza si evolvano in concomitanza con lo sviluppo enunciato in precedenza.

Quanto finora esposto, conduce ad una richiesta di studio: "Come può il metodo di correlazione di Pearson illuminare la complessa interazione tra i fattori che contribuiscono alle uscite e alle incursioni di pista e quali mitigazioni possono essere tratte per formulare interventi strategici volti a migliorare la sicurezza aerea?"

Con il previsto raddoppio del traffico aereo entro il 2050, la comprensione delle relazioni tra i fattori contribuenti è essenziale per ridurre il tasso di incidentalità e migliorare la sicurezza. Questa ricerca affronta le esigenze analitiche e quelle strategiche del settore, con l'obiettivo di garantire in definitiva cieli più sicuri per il futuro.

Dopo una revisione introduttiva della letteratura, con casi di studio che sottolineano la ricorrenza di incidenti aerei e la loro rilevanza regionale (Sezione 2), viene descritta la metodologia di studio e discussa la logica per l'impiego della correlazione di Pearson, poiché è particolarmente adatta per identificare relazioni lineari tra più variabili che influiscono sulla sicurezza della pista (Sezione 3). Quindi sono presentati i risultati (Sezione 4) concentrandosi su un'analisi dei fattori sia per le incursioni di pista che per le uscite di pista, costruendo scenari per calcolare i costi associati agli incidenti nel prossimo futuro (2025) e in un orizzonte più lontano (2050). Infine, viene presentata una discussione appoggiata dalla introduzione della Intelligenza Artificiale (IA) nella analisi di questo tipo di fenomeni e proposte alcune raccomandazioni per aiutare ad affrontare la crescente complessità della sicurezza delle piste (Sezione 5), insieme ad alcune osservazioni conclusive (Sezione 6).

over the next two decades, it is imperative that safety measures and technologies evolve concurrently with this development.

All of the above lead to the following research questions: "How can the Pearson correlation method illuminate the complex interplay between contributing factors to runway excursions and incursions, and what insights can be drawn to formulate strategic interventions aimed at enhancing aviation safety?"

With the projected doubling of air traffic by 2050, understanding the relationships among contributing factors is crucial to reducing incident rates and improving safety. This research addresses both the analytical and strategic needs of the industry, with the goal of ultimately ensuring safer skies for the future.

After an introductory literature review, with case studies stressing the recurrence of aircraft accidents and their regional relevance (Section 2), the methodology is described and the rationale for employing Pearson correlation is discussed, as it is particularly suited for identifying linear relationships between multiple variables that impact runway safety (Section 3). Then results are presented (Section 4) focusing on a factor analysis for both runway incursions and excursions, building scenarios to calculate costs associated with accidents in the near future (2025) and a farer horizon (2050). Lastly, a discussion on the potential of introducing IA support for this type of phenomena is presented and some recommendations to help address the increasing complexity of runway safety are proposed (Section 5), along with some concluding remarks (Section 6).

## 2. The literature review

The literature on runway incursions and excursions presents a thorough analysis of past scenarios, identifying similarities among them to establish relationships among the elements that contributed to them. To tackle the com-

## 2. Analisi bibliografica

La letteratura sulle incursioni e le uscite di pista presenta un'analisi approfondita degli scenari passati, individuando somiglianze tra di loro per stabilire relazioni tra i fattori contribuenti. Per affrontare le complesse questioni della sicurezza delle piste, questa raccolta di lavori propone informazioni appropriate ed esamina le preoccupazioni metodologiche.

Il menzionato incidente aeroportuale di Tenerife del 1977 (la Fig. 2 illustra il luogo dell'incidente), sebbene comunemente descritto come una collisione in pista dovuta a problemi di comunicazione durante il decollo e non all'ingresso non autorizzato in pista, ha comportato in realtà una occupazione di pista derivante da incomprensioni [5]. Questo incidente ha evidenziato la necessità critica di migliori metodi di comunicazione e una maggiore consapevolezza della situazione per evitare tali disastri. Tuttavia, eventi più recenti, come l'intrusione di pista nel JFK del gennaio 2023, illustrano la presenza continua di questi pericoli [5]. Le ultime incursioni, che hanno quasi portato a incidenti a decollo avvenuto, sottolineano i problemi attuali sugli errori dei piloti e sulle comunicazioni del controllo del traffico aereo.

Le incursioni sulle piste, sebbene non sempre causino incidenti, sono elencate tra gli eventi a più alto rischio dall'Organizzazione Internazionale dell'Aviazione Civile [8][9]. L'intrusione di pista dell'aeroporto internazionale di Austin-Bergstrom del 2023, ad esempio, ha illustrato come le condizioni meteorologiche avverse potrebbero aggravare gli errori di comunicazione tra i piloti e il controllo del traffico aereo, sottolineando ulteriormente la necessità di un approccio proattivo. Secondo la Relazione Annuale Fiscale 2022 sulla Mitigazione di Incursioni di Pista [10], gli sforzi di collaborazione tra le parti interessate come gli operatori aerei, i fornitori di servizi di navigazione aerea, gli aeroporti e le autorità di regolamentazione siano essenziali per mitigare tali rischi.

Le uscite di pista sono altrettanto importanti per comprendere la sicurezza aerea. Il database della Rete di Sicurezza Aerea (ASN) ha registrato cinque incidenti per uscite di pista che hanno coinvolto aerei di linea nel 2023, evidenziando una notevole riduzione rispetto al periodo 2018–2022, in cui le uscite di pista erano in media 18 all'anno [10]. Questa riduzione può essere attribuita alla diminuzione del traffico aereo durante la pandemia COVID-19, sottolineando la relazione tra il volume del traffico e la frequenza degli incidenti.

Nel 2010, all'aeroporto di Mangalore, il volo Air India Express IX-812 ha oltrepassato la pista durante l'atterraggio, causando 158 morti. La stanchezza e un approccio destabilizzato hanno contribuito all'incidente, sottolineando

plex issues of runway safety, this collection of work compiles appropriate information and examines methodological concerns.

The mentioned 1977 Tenerife airport accident (Fig. 2 illustrates the location of the incident), although commonly described as a runway collision due to miscommunication during takeoff and not unauthorized runway entry, resulted actually in a runway incursion stemming from misunderstanding [5]. This incident highlighted the critical need for better communication methods and enhanced situational awareness to avert such disasters. Yet, more recent occurrences, such as the JFK Runway Incursion in January 2023, illustrate the persistent presence of these hazards [5]. The latest incursions, which almost led to mid-air crashes, underscore ongoing issues about pilot mistakes and air traffic control communication.

Runway incursions, while not always resulting in accidents, are listed among the highest risk events by the International Civil Aviation Organization [8][9]. The 2023 Austin-Bergstrom International Airport Runway Incursion, for instance, illustrated how adverse weather conditions could exacerbate communication errors between pilots and air traffic control, further underlining the need for a proactive approach. According to the 2022 Runway Incursion Mitigation Fiscal Annual Summary Report [10], collaborative efforts between stakeholders such as aircraft operators, air navigation service providers, airports, and regulators are essential to mitigating these risks.

Runway excursions are equally critical to understanding aviation safety. The Aviation Safety Network (ASN) database recorded five runway excursion accidents involving airliners in 2023, a notable reduction compared to the 2018–2022 period, where excursions averaged 18 per year [10]. This reduction can be attributed to decreased air traffic during the COVID-19 pandemic, emphasizing the relationship between traffic volume and incident frequency.



Figura 2 - Posizione della collisione di due Boeing 747 all'aeroporto di Tenerife Nord, adattato da [8].

Figure 2 - Location of the collision of two Boeing 747 at Tenerife Airport, adapted from [8].

il ruolo critico dei fattori umani nella sicurezza della pista. Più recentemente, nel 2016, il volo LaMia 2933, che trasportava la squadra di calcio brasiliana Chapecoense, si è schiantato vicino all'aeroporto di Rionegro/Medellín in Colombia a causa di una pianificazione insufficiente rifornimento di carburante, causando 71 vittime [11]. Le carenze decisionali e operative dell'equipaggio hanno svolto un ruolo significativo in questo tragico incidente.

Nel 1996, all'aeroporto di Kinshasa-N' Dolo, un An-32B sovraccarico ha superato il termine della pista di decollo, schiantandosi contro una piazza del mercato e uccidendo tra 225 e 348 persone [9]. Questo incidente rimane il più mortale tra i disastri aerei in Africa e mette in evidenza le gravi conseguenze delle uscite di pista. Un altro evento significativo si è verificato nel 1996 quando un Il-76 della Kazakhstan Airlines si è scontrato con un Boeing 747 della Saudi Arabian Airlines a causa di una discesa non autorizzata, causando 312 morti. Le barriere linguistiche e le scarse capacità di gestione delle risorse dell'equipaggio (CRM) sono stati i principali fattori che hanno contribuito a questa tragedia [11]. Nel 2000, all'aeroporto di Chiang Kai Shek di Taipei, il volo Singapore Airlines 006 è decollato erroneamente da una pista chiusa, entrando in collisione con attrezzature da costruzione e uccidendo 83 persone. Questo incidente ha sottolineato l'importanza fondamentale di informazioni accurate sulla pista e il rispetto dei protocolli di sicurezza [6].

Dal 2018 al 2022, nove uscite di pista hanno causato 101 vittime, la maggior parte delle quali si è verificata durante l'atterraggio a causa di approcci in atterraggio instabili e della mancata ripresa di quota e conseguente virata di allontanamento. Ulteriori fattori concomitanti includono errori di gestione dell'equipaggio, piste contaminate, venti trasversali, rapporti imprecisi sulle condizioni della pista, guasti meccanici e cedimenti dei carrelli [10]. Tali risultati sottolineano la natura differenziata delle uscite di pista, che richiedono strategie di mitigazione complete le quali affrontino un'ampia gamma di fattori causali.

Il Rapporto FAA 2022 sulla sicurezza [12] analizza ulteriormente la distribuzione degli incidenti non mortali tra il 2017 e il 2022, evidenziando le aree ricorrenti (Fig. 3).

Questo rapporto è fondamentale per comprendere le ricostruttive nelle uscite di pista in contrasto con la Tab. 1, che mostra i dati sugli incidenti aerei dell'ASN [13], sottolineando la natura globale di queste sfide e le differenze regionali. Ad esempio, la maggiore frequenza di uscite di pista in Asia, Africa e Sud America, che hanno rappresentato il 49% di tali incidenti, nonostante assommino solo il 35% delle attività di aviazione [10], contrasta con le frequenze più basse riscontrate in Europa e Nord America, dove prevalgono solide pratiche di sicurezza.

*In 2010, at Mangalore Airport, Air India Express Flight IX-812 overshot the runway during landing, resulting in 158 fatalities. Fatigue and a destabilized approach contributed to the crash, emphasizing the critical role of human factors in runway safety. More recently, in 2016, LaMia Flight 2933, carrying the Brazilian Chapecoense football team, crashed near Rionegro/Medellín Airport in Colombia due to insufficient fuel planning, leading to 71 fatalities [11]. The crew's poor decision-making and operational lapses played significant roles in this tragic incident.*

*In 1996, at Kinshasa-N'Dolo Airport, an overloaded An-32B overshot the runway, crashing into a market square and killing between 225 and 348 people [9]. This incident remains the deadliest aviation disaster in Africa and highlights the severe consequences of runway excursions. Another significant event occurred in 1996 when a Kazakhstan Airlines Il-76 collided with a Saudi Arabian Airlines Boeing 747 due to an unauthorized descent, resulting in 312 fatalities. Language barriers and poor crew resource management (CRM) skills were major contributing factors to this tragedy [11]. In 2000, at Taipei's Chiang Kai Shek Airport, Singapore Airlines Flight 006 mistakenly took off from a closed runway, colliding with construction equipment and killing 83 people. This incident underscored the critical importance of accurate run-way information and adherence to safety protocols [6].*

*From 2018 to 2022, nine fatal runway excursions led to 101 fatalities, most occurring during landing due to unstable approaches and a failure to go around. Additional contributing factors include crew handling errors, contaminated runways, crosswinds, inaccurate runway condition reports, mechanical failures, and gear collapses [10]. Such findings emphasize the multifaceted nature of runway excursions, which require comprehensive mitigation strategies that address a broad range of causal factors.*

*The 2022 FAA Safety Report [12] further breaks down the distribution of non-fatal incidents between 2017 and 2022, highlighting recurring areas (Fig. 3).*

*This report is crucial to understanding patterns in run-*



Figura 3 - Regioni con incidenti ricorrenti, adattato da [2].  
Figure 3 - Regions with recurring accidents, adapted from [2].

2.1. Sfide e lacune nella ricerca attuale

Nonostante i progressi nella tecnologia e nei protocolli di sicurezza aerea, rimangono diverse lacune nella segnalazione degli eventi e nell'analisi delle cause principali. Negli Stati Uniti, tra ottobre 2010 e settembre 2011, 954 uscite di pista hanno messo in pericolo oltre 50 milioni di operazioni aeree [14]. Questa statistica allarmante sottolinea l'urgente necessità di strategie di prevenzione efficaci e mette in evidenza i limiti delle attuali misure di sicurezza. L'ICAO ha identificato le uscite di pista come una categoria ad alto rischio, rappresentando il 50% degli incidenti aerei mortali globali nel 2020 [15]. Allo stesso modo, l'Associazione Trasporti Aerei Internazionale (IATA) ha riferito che tra il 2005 e il 2019, le uscite di pista sono state il tipo di incidente più frequente, comprendenti globalmente il 23% degli incidenti aerei commerciali [16]. La maggior parte di questi incidenti si è verificata durante la fase di atterraggio, evidenziando questo momento come aspetto critico per gli interventi di sicurezza.

La FAA riferisce inoltre che ogni giorno negli Stati Uniti si verificano in media tre incursioni di pista, evidenziando i rischi in corso correlabili a un coordinamento insufficiente e la necessità di migliorare la formazione, alla consapevolezza della situazione [1]. Inoltre, l'ICAO raccomanda lo sviluppo di piani nazionali di sicurezza aerea che includano valutazioni basate sui dati di pericoli e carenze, come sottolineato anche nella letteratura [3][12].

Tuttavia, come riportato da [15], barriere come limitazioni culturali e giudiziarie continuano a ostacolare la segnalazione di eventi e a limitare l'efficacia delle misure di sicurezza. Questo divario è fondamentale perché limita la capacità del settore di eseguire analisi approfondite e di effettuare interventi di sicurezza informati e basati sulle evidenze. Le analisi regionali [2][12][13] rivelano disparità nelle prestazioni di sicurezza, con sfide specifiche più prevalenti nei mercati dell'aviazione in via di sviluppo. Ad esempio, l'uscita di pista all'Aeroporto di Mangalore del 2010 illustra il ruolo che la fatica e gli approcci destabilizzati possono svolgere, in particolare in ambienti con meno risorse da investire nella formazione continua e nel miglioramento delle infrastrutture.

La rassegna della letteratura illustra chiaramente che approcci stabili, comunicazione efficace e rigorosa ed aderenza alle procedure siano fondamentali per mitigare gli incidenti di sicurezza in pista. L'aumento del traffico aereo, combinato con la complessa interazione di fattori umani, tecnologia e condizioni ambientali, richiede una ricerca continua. Gli interventi di sicurezza efficaci devono adattarsi alle mutevoli dinamiche del panorama aeronautico.

Questa ricerca mira a colmare le lacune esistenti in letteratura, correlando fattori come la formazione, le condizioni ambientali, i protocolli di comunicazione e il processo decisionale del pilota, utilizzando l'analisi di correlazione di Pearson. I risultati consentiranno alle parti interessate di sviluppare strategie più personalizzate ed efficaci per ridurre le incursioni e le uscite di pista, miglio-

Tabella 1 – Table 1  
Incidenti aerei, 2017-2022 [12][13]  
Airline Accidents, 2017-2022 [12][13]

Tipo di evento <i>Event type</i>	Chiave conteggio della data <i>Count of date key</i>
<b>Uscite di pista</b> <i>Runway excursion</i>	109
<b>Meteo (turbolenza)</b> <i>Weather (turbulence)</i>	104
<b>Danni a terra</b> <i>Ground Damage</i>	101
<b>Altro/Sconosciuto</b> <i>Other/Unknown</i>	60
<b>Carrello d'atterraggio/Cedimento del carrello d'atterraggio</b> <i>Gear Up Landing/ Gear Collapse</i>	55
<b>Colpo di coda</b> <i>Tailstrike</i>	28
<b>Atterraggio fuori aeroporto/ ammaraggio d'emergenza</b> <i>Off Airport Landing/ Ditching</i>	23
<b>Atterraggio pesante</b> <i>Heavy Landing</i>	17
<b>Perdita del controllo</b> <i>Loss of control</i>	14
<b>CFIT</b> <i>CFIT</i>	13
<b>Atterraggio corto</b> <i>Undershoot</i>	10
<b>Collisione in pista</b> <i>Runway Collision</i>	2
<b>Collisione a mezz' aria</b> <i>Mid-air collision</i>	1

way excursions and draws a contrast with Tab. 1, that shows the airline accidents data from ASN [13], which emphasizes the global nature of these challenges and regional variances. For example, the higher frequency of excursions in Asia, Africa, and South America, which accounted for 49% of such accidents despite representing only 35% of aviation activities [10], contrasts with lower frequencies in Europe and North America, where robust safety practices prevail.

2.1. Challenges and Gaps in Current Research

Despite advancements in aviation safety technology and protocols, several gaps remain in both reporting and root cause analysis. In the United States, between October 2010 and September 2011, 954 runway excursions endangered over 50 million aircraft operations [14]. This alarming statistic underscores the urgent need for effective prevention strategies and highlights the limitations of current safety measures. The ICAO has identified runway excursions as a high-risk category, accounting for 50% of global fatal aircraft accidents in 2020 [15]. Similarly, the International Air Transport Association (IATA) reported that between 2005 and 2019, runway excursions were the most frequent type

rando la sicurezza complessiva delle operazioni di decollo e di atterraggio.

### 3. Metodologia adottata

La metodologia adottata (Fig. 4) mira a esplorare sistematicamente i fattori complessi che contribuiscono alle uscite e alle incursioni di pista nel settore dell'aviazione. L'obiettivo è utilizzare l'analisi statistica per scoprire correlazioni e modelli significativi, che possono guidare i miglioramenti della sicurezza.

L'approccio metodologico inizia con la raccolta completa dei dati, passa attraverso una rigorosa preparazione e codifica degli stessi e culmina nell'analisi statistica utilizzando la correlazione Pearson. La scelta della correlazione di Pearson è giustificata dalla sua capacità di determinare con precisione la intensità e la direzione delle relazioni tra fattori critici, come l'errore umano, le condizioni ambientali e i sistemi tecnologici, fornendo così intuizioni significative che possono determinare le strategie preventive. Ciò è supportato anche da un ulteriore passo: al di là della correlazione, la metodologia si è estesa alla modellazione economica, proiettando i costi futuri sulla base dei tassi di incidenti attuali e della crescita del traffico prevista. Questa modellazione dei costi di base ha ulteriormente convalidato l'urgenza dello studio e ha fondato i suoi risultati statistici sulle implicazioni del mondo reale.

#### 3.1. Giustificazione della correlazione di Pearson

A causa delle caratteristiche dei dati e degli argomenti di studio coinvolti, l'approccio mediante la correlazione di Pearson è stato scelto rispetto ad altri metodi statistici, quali il "rango di Spearman" o la "regressione logistica". La correlazione di Pearson è efficace per misurare l'entità delle relazioni lineari tra variabili continue, che è fondamentale per esaminare l'interazione di elementi, tra cui le condizioni ambientali, il processo decisionale umano e i guasti del sistema sulla sicurezza della pista. Questa metodologia facilita una comprensione inequivocabile della intensità e

of accident, comprising 23% of global commercial aircraft accidents [16]. Most of these incidents occurred during the landing phase, highlighting this critical moment as a focal point for safety interventions.

FAA also reports that an average of three runway incursions occur daily in the United States, highlighting the ongoing risks associated with insufficient coordination and the need for improved training and situational awareness [1]. Additionally, the ICAO recommends the development of national aviation safety plans that include data-driven evaluations of hazards and deficiencies, as also stressed in the literature [3][12].

However, as reported by [15] barriers such as cultural and judicial limitations continue to hinder comprehensive reporting and limit the effectiveness of safety measures. This gap is critical because it restricts the industry's ability to perform thorough analyses and make informed, evidence-based safety interventions. Regional analyses [2][12][13] reveal disparities in safety performance, with specific challenges more prevalent in developing aviation markets. For example, the 2010 Mangalore Airport excursion illustrates the role that fatigue and destabilized approaches can play, particularly in settings with fewer resources to invest in continuous training and infrastructure improvements.

The reviewed literature clearly illustrates that stable approaches, effective communication, and rigorous adherence to procedures are paramount in mitigating runway safety incidents. The increase in air traffic, combined with the complex interplay of human factors, technology, and environmental conditions, necessitates ongoing research. Effective safety interventions must adapt to the changing dynamics of the aviation landscape.

By correlating factors such as training, environmental conditions, communication protocols, and pilot decision-making using Pearson correlation analysis, this research aims to fill the existing gaps in literature. The findings will enable stakeholders to develop more tailored and effective strategies to reduce both incursions and excursions, enhancing overall runway safety.

### 3. The Adopted Methodology

The adopted methodology (Fig. 4) aims to systematically explore the complex factors contributing to runway excursions and incursions within the aviation industry. The goal is to utilize statistical analysis to uncover significant correlations and patterns that can guide safety improvements.

The methodological approach begins with comprehensive data collection, moves through rigorous data preparation and encoding, and culminates in statistical analysis using the Pearson correlation. The choice of Pear-

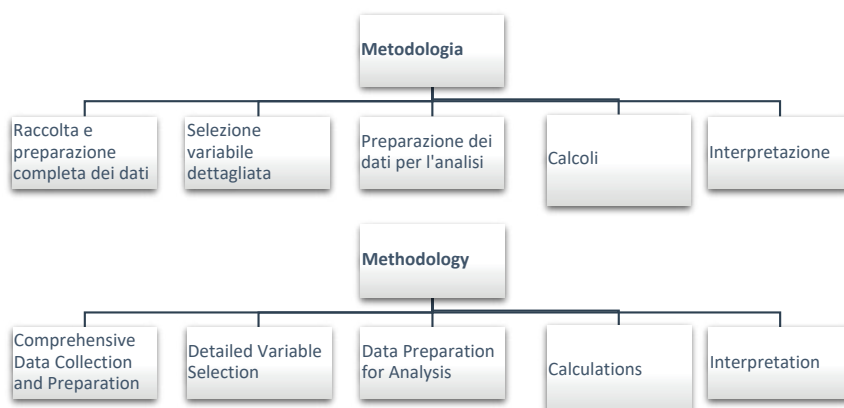


Figura 4 - Diagramma di flusso della metodologia.  
Figure 4 - The Methodology Flow Chart.

della direzione delle associazioni tra fattori critici, rendendola la tecnica ottimale per l'obiettivo del presente studio nel fornire raccomandazioni di sicurezza accurate e pratiche. A differenza di altri approcci, come la correlazione di Spearman, che è più appropriata per i dati non lineari o ordinali, la correlazione di Pearson offre un coefficiente diretto che quantifica l'effetto di un parametro su un altro. Questa caratteristica consente lo studio efficiente di connessioni complicate e multidimensionali. Tale strategia facilita miglioramenti mirati nelle normative sulla sicurezza aerea identificando i fattori, come la formazione, le misure di controllo o la visibilità, che influenzano in modo sostanziale gli eventi in pista. Inoltre, la correlazione di Pearson può gestire l'ampio insieme di dati utilizzato in questo studio (descritto a seguire), che include dati su quasi tre decenni. Tale approccio è efficiente dal punto di vista computazionale e adatto a insiemi di dati di tale entità, consentendo una valutazione approfondita delle fluttuazioni nel tempo e nelle consistenze. Di conseguenza, la correlazione di Pearson supporta l'analisi statistica di questa ricerca, consentendo l'identificazione di elementi critici di sicurezza e la loro influenza sugli incidenti di pista.

Tuttavia, negli studi aeronautici, l'uso della correlazione di Pearson per analizzare la sicurezza è già stato testato con successo in passato [16], in linea con la necessità di utilizzare metodi statistici, software e reti neurali artificiali avanzate, per convalidare ipotesi e confrontare dati e risultati, come in [17][18]. Più specificamente, uno studio sugli indicatori di sicurezza del trasporto aereo ha utilizzato la correlazione di Pearson per misurare le relazioni tra le operazioni di volo e i tassi di incidenti. Le elevate correlazioni (superiori a 0,5) sono state interpretate come segni di sistemi di sicurezza ben funzionanti che coinvolgono risorse umane, procedurali e tecniche, contribuendo a mantenere il rischio a livelli tollerabili [16][17].

Inoltre, ulteriori fonti nella letteratura grigia e scientifica supportano anche l'importanza della correlazione di Pearson nell'analisi delle uscite di pista e, più in generale, della sicurezza delle compagnie aeree, con dati che hanno mostrato una moderata correlazione positiva di Pearson ( $R = 0,47$ ) tra km settimanali di volo e numero di incidenti. Il processo ha evidenziato come l'esposizione (attività di volo) si riferisca alla probabilità di incidenti, con l'obiettivo di dimostrare che il tipo di correlazione aiuta a identificare i fattori di rischio relativi al volume operativo [19]. Inoltre, la ricerca sulla valutazione del rischio aeroportuale ha combinato modelli probabilistici con l'analisi della sensibilità di fattori come la geometria della pista, il traffico e le condizioni meteorologiche [20]. Sebbene siano più complessi della semplice correlazione, questi studi enfatizzano la quantificazione delle relazioni tra variabili operative e probabilità di incidenti, dove la correlazione di Pearson spesso funge da primo passo per identificare associazioni lineari significative. Infine, una revisione sistematica della letteratura sulla complessità e la sicurezza del traffico aereo ha confermato elevati coefficienti di correlazione ( $R^2$  fino a 0,91) tra il carico di traffico e le metriche di sicurezza, come la perdita

*son correlation is justified by its ability to precisely determine the strength and direction of relationships between critical factors, such as human error, environmental conditions, and technological systems, thus providing meaningful insights that can inform preventive strategies. This is also supported by a further step: beyond correlation, the methodology extended into economic modeling, projecting future costs based on current incident rates and anticipated traffic growth. This basic cost modeling further validated the urgency of the study and grounded its statistical findings in real-world implications*

### 3.1. Justification for Pearson Correlation

*The Pearson correlation approach was chosen over other statistical methods, such as Spearman rank or logistic regression, because of the data characteristics and the study topics involved. The Pearson correlation is effective for measuring the extent of linear relationships between continuous variables, which is crucial for examining the interplay of elements including environmental conditions, human decision-making, and system failures on runway safety. This methodology facilitates an unambiguous understanding of the strength and direction of associations, making it the optimal technique for the present study's objective of delivering accurate and practical safety recommendations. In contrast to other approaches, such as Spearman correlation, which is more appropriate for non-linear or ordinal data, Pearson correlation offers a direct coefficient that quantifies the effect of one variable on another. This feature enables the efficient study of complicated, multidimensional connections. This strategy facilitates targeted enhancements in aviation safety regulations by identifying the factors—such as training, control measures, or visibility—that most substantially influence runway occurrences. Furthermore, Pearson correlation can manage the extensive dataset used in this study (further described), which includes data over almost three decades. This approach is computationally efficient and suitable for datasets of this magnitude, enabling a thorough evaluation of fluctuations in time and consistencies. Consequently, Pearson correlation supports the statistical analysis of this research, enabling the identification of critical safety elements and their influence on runway accidents.*

*In aviation studies, however, the use of Pearson correlation to analyze safety has been already successfully tested in past times [16] in line with the need to use statistical methods, software and advanced artificial neural networks to validate hypotheses and compare data and findings, as in [17] [18]. More specifically, a study on air transport safety indicators used Pearson correlation to measure relationships between flight operations and incident rates. Strong correlations (above 0.5) were interpreted as signs of well-functioning safety systems involving human, procedural, and technical resources, helping to maintain risk at tolerable levels [16][17].*

*Moreover, additional sources in the gray and scientific literature also support the importance of Pearson correlation*

di separazione e il rischio di conflitto", dimostrando come l'analisi di correlazione supporti la comprensione degli impatti sulla sicurezza della complessità operativa negli aeroporti [21]. Pertanto, quanto finora descritto mostra che la correlazione di Pearson è ampiamente utilizzata per quantificare e convalidare le relazioni tra fattori operativi (volume di traffico, condizioni meteorologiche, caratteristiche della pista) e risultati di sicurezza (uscite di pista, incidenti), fornendo una base scientifica per la valutazione del rischio e miglioramenti mirati della sicurezza.

### 3.2. Raccolta completa dei dati e preparazione

La prima fase ha comportato la raccolta di dati dall'ASN [13] che considera gli incidenti dal 1996 al 2023. Questo insieme di dati comprende migliaia di incursioni di pista e rapporti sulle uscite di pista, sottolineando incidenti mortali per ottenere informazioni su eventi di elevata gravità. Sono stati con attenzione estratti e classificati aspetti di dati specifici, tra cui fasi di volo, condizioni ambientali, protocolli operativi e fattori umani. Sono state codificate le caratteristiche qualitative utilizzando la notazione binaria (0 e 1) per facilitare la moderazione statistica. Tale processo di codifica ha consentito una perfetta integrazione nell'analisi di correlazione di Pearson, migliorando l'affidabilità delle segnalazioni tratte da queste variabili.

### 3.3. Selezione variabile dettagliata

La selezione delle variabili per questo studio è stata meticolosamente guidata da una revisione completa della letteratura esistente sulla sicurezza aerea, che ha esaminato vari fattori noti, per contribuire in modo significativo agli incidenti di pista. Inoltre, un'analisi approfondita dei temi ricorrenti all'interno dei rapporti sugli incidenti, ha ulteriormente informato la scelta di queste variabili. Tale approccio rigoroso ha assicurato che ogni variabile selezionata non fosse solo rilevante, ma anche ritenuta cruciale per raggiungere gli scopi e gli obiettivi specifici dello studio. Inoltre, ogni variabile è stata sottoposta a un meticoloso processo di definizione, volto a garantire chiarezza e coerenza in tutte le fasi successive di analisi. Questo passaggio è stato fondamentale per stabilire una solida base e per interpretare con precisione i dati raccolti traendo conclusioni significative dai risultati, evitando ambiguità e garantendo che tutti i punti dati fossero compresi e applicati in modo uniforme nel processo. La logica alla base dell'impiego della codifica binaria per queste variabili è stata duplice. In primo luogo, si mira a facilitare l'applicazione di metodi statistici come l'analisi del coefficiente di correlazione di Pearson. Questo metodo ha permesso ai ricercatori di valutare quantitativamente le relazioni tra diverse variabili e la gravità degli incidenti di pista. In secondo luogo, la codifica binaria ha fornito un approccio strutturato per trasformare i dati qualitativi in un formato adatto ad un'analisi quantitativa rigorosa. Tale approccio non solo ha migliorato il rigore metodologico dello studio, ma ha anche fornito un quadro sistematico, per esplorare

*in analyzing runway excursions and, more in general, airline safety, with data that showed a moderate positive Pearson correlation ( $R = 0.47$ ) between weekly km flown and number of accidents, highlighting how exposure (flight activity) relates to incident likelihood, with the goal to demonstrate that kind of correlation helps identify risk factors related to operational volume [19]. Also, research on airport risk assessment combined probabilistic models with sensitivity analysis of factors like runway geometry, traffic, and weather [20]. Although more complex than simple correlation, these studies emphasize quantifying relationships between operational variables and accident probabilities, where Pearson correlation often serves as a first step to identify significant linear associations. Last, a systematic literature review on air traffic complexity and safety confirmed strong correlations ( $R^2$  up to 0.91) between traffic load and safety metrics such as "loss of separation and conflict risk", demonstrating how correlation analysis supports understanding safety impacts of operational complexity at airports [21]. Thus, all the above collectively show that Pearson correlation is widely used to quantify and validate relationships between operational factors (traffic volume, weather, runway features) and safety outcomes (runway excursions, incidents), providing a scientific basis for risk assessment and targeted safety improvements.*

### 3.2. Comprehensive Data Collection and Preparation

*The first stage involved data collection from the ASN [13] covering incidents from 1996 to 2023. This dataset comprises thousands of runway incursions and excursions reports, emphasizing fatal incidents to gain insight into high-severity occurrences. Specific data points, including flight phases, environmental conditions, operational protocols, and human factors, were meticulously extracted and classified. To facilitate statistical modelling, qualitative characteristics were encoded using binary notation (0 and 1). This encoding process enabled seamless integration into the Pearson correlation analysis, enhancing the reliability of insights drawn from these variables.*

### 3.3. Detailed Variable Selection

*The selection of variables for this study was meticulously guided by a comprehensive review of the existing literature on aviation safety, which examined various factors known to contribute significantly to runway incidents. Additionally, an in-depth analysis of recurring themes within accident reports further informed the choice of these variables. This rigorous approach ensured that each variable selected was not only relevant but also deemed crucial to achieving the study's specific aims and objectives. Moreover, each variable underwent a meticulous definition process aimed at ensuring clarity and consistency throughout the subsequent phases of analysis. This step was vital in establishing a robust foundation for accurately interpreting the collected data and drawing meaningful conclusions from the findings, avoiding ambiguity and ensuring that all data points were uni-*

la complessa interazione tra i vari fattori che contribuiscono agli incidenti di sicurezza in pista, nel periodo studiato. Un riepilogo delle variabili utilizzate e della loro codifica è disponibile nella Tab. 2.

formly understood and applied in the process. The rationale behind employing binary encoding for these variables was twofold. First, it aimed to facilitate the application of statistical methods such as the Pearson correlation coefficient

Tabella 2 – Table 2

Variabili con codifica  
Variables with coding

Variabile Variable	Descrizione Description	Codifica Coding
<b>FATALE</b> <i>FATAL</i>	Indica un incidente mortale <i>Indicates a fatal accident</i>	1 - l'incidente è mortale, 0 - altro <i>1 - accident is fatal, 0 - otherwise</i>
<b>USCITA DI PISTA</b> <i>EXCURSION</i>	Indica il tipo di incidente <i>Indicates type of accident</i>	- l'uscita di pista è mortale, 0 - altro <i>1 - excursion is fatal, 0 - otherwise</i>
<b>INTRUSIONE</b> <i>INTRUSION</i>	Indica il tipo di incidente <i>Indicates type of accident</i>	- l'intrusione è mortale, 0 - altro <i>1 - intrusion is fatal, 0 - otherwise</i>
<b>CATEGORIA INCIDENTE</b> <i>ACCIDENT CATEGORY</i>	A1 Perdita fusoliera, A2 danni riparabili <i>A1 Hull loss, A2 repairable damage</i>	1 - perdita della fusoliera, 0 - danni riparabili <i>1 - hull loss, 0 - repairable damage</i>
<b>DANNO</b> <i>DAMAGE</i>	Livello del danno <i>Level of damage</i>	- irreparabile, 0 - altro <i>1 - beyond repair, 0 - otherwise</i>
<b>C, LDG (atterraggio)</b> <i>C, LDG (landing)</i>	Indica se l'incidente è avvenuto durante l'atterraggio <i>Indicates whether the accident happened during landing</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>B, ICL (salita)</b> <i>B, ICL (climb)</i>	Indica se l'incidente è avvenuto durante la salita iniziale <i>Indicates whether the accident happened during initial climb</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>A, TOF (decollo)</b> <i>A, TOF (take-off)</i>	Indica se l'incidente è avvenuto durante il decollo <i>Indicates whether the accident happened during take off</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>BASSA VISIBILITÀ, C<sub>7</sub></b> <i>LOW VISIBILITY, C<sub>7</sub></i>	Indica che la visibilità era bassa <i>Indicates that visibility was low</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>FORMAZIONE, C<sub>3</sub></b> <i>TRAINING, C<sub>3</sub></i>	Formazione adeguata <i>Have proper training</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>SOVRACCARICO, C<sub>2</sub></b> <i>OVERLOAD, C<sub>2</sub></i>	Peso dell'aeromobile <i>Aircraft weight</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>SITUAZIONALE CONSAPEVOLEZZA, C<sub>8</sub></b> <i>SITUATIONAL AWARENESS, C<sub>8</sub></i>	Avere una conoscenza preliminare di tale situazione <i>Have prior knowledge of such situation</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>VELOCITÀ, C<sub>5</sub></b> <i>SPEED, C<sub>5</sub></i>	Seguire i protocolli di velocità <i>Follow speed protocols</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>PROTOCOLLO DI COMUNICAZIONE, C<sub>1</sub></b> <i>COMMUNICATION PROTOCOL, C<sub>1</sub></i>	Seguire i protocolli <i>Follow the protocols</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>PERDITA DI CONTROLLO, C<sub>6</sub></b> <i>LOSS OF CONTROL, C<sub>6</sub></i>	Avere il controllo <i>Have control</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>ERRORE DI SISTEMA, C<sub>4</sub></b> <i>SYSTEM FAILURE, C<sub>4</sub></i>	Si è verificato un incidente a causa di un errore di sistema <i>Incident happed due to system failure</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>COLLISIONE CON UCCELLO, C<sub>10</sub></b> <i>BIRD STRIKE, C<sub>10</sub></i>	Ingresso forzato <i>Forced entrance</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>PISTA BAGNATA, C<sub>9</sub></b> <i>WET RUNWAY, C<sub>9</sub></i>	Si è verificato un incidente a causa di una pista bagnata <i>Accident happened due to wet runway</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>
<b>DECISIONE, C<sub>11</sub></b> <i>DECISION, C<sub>11</sub></i>	Decisione errata del pilota <i>Pilot's improper decision</i>	1- sì, 0 - altro <i>1- yes, 0 - otherwise</i>

3.4. Preparazione dei dati per l'analisi

Sono state implementate numerose misure preliminari per organizzare l'insieme di dati in modo efficiente, per garantire l'affidabilità e la precisione dell'analisi di correlazione di Pearson. La preparazione comprendeva i processi di "pulizia", di normalizzazione e di codifica dei dati, ognuno dei quali è stato essenziale per ottimizzare l'insieme di dati per un'analisi significativa.

La prima fase cruciale è stata la pulizia dei dati, che aveva lo scopo di garantire che l'insieme di dati fosse privo di errori, valori mancanti e incongruenze. Ciò ha incluso l'eliminazione o l'immissione di dati mancanti per preservare l'integrità dello stesso insieme di dati, la rettifica degli errori e la standardizzazione dei formati dei dati per garantire la coerenza. Tali metriche erano essenziali per creare una base solida per un'analisi precisa.

Successivamente, è stata condotta la normalizzazione sulle variabili con intervalli differenti per allinearle su una scala simile. La normalizzazione ha facilitato confronti comprensibili standardizzando i valori su una scala simile, preservando così l'integrità dei dati originali. Ciò è stato particolarmente significativo per variabili come la lunghezza della pista e le metriche meteorologiche, che inizialmente avevano unità di misura marcatamente eterogenee.

In definitiva, la codifica è stata utilizzata per trasformare i dati qualitativi in un formato binario, facilitando così la loro integrazione nell'analisi statistica. Ad esempio, caratteristiche come "bassa visibilità" e "pista bagnata" sono state rappresentate come 1 (mostrando l'esistenza) o 0 (indicando l'assenza). Questo metodo di codifica ha consentito la quantificazione delle caratteristiche qualitative e la valutazione diretta della loro influenza sulla gravità degli eventi di pista.

La pulizia, la normalizzazione e la codifica delle fasi di preparazione dei dati hanno assicurato che l'insieme di dati fosse organizzato e preparato per l'analisi di correlazione di Pearson tramite fogli di calcolo specifici (Fig. 5). Tale preparazione approfondita è stata fondamentale per

analysis. This method enabled researchers to quantitatively assess the relationships between different variables and the severity of runway incidents. Second, binary encoding provided a structured approach to transforming qualitative data into a format suitable for rigorous quantitative analysis. This approach not only enhanced the study's methodological rigor but also provided a systematic framework for exploring the complex interplay among various factors contributing to runway safety incidents over the studied period. A summary of the variables used, and their coding can be found in Tab. 2.

3.4. Data Preparation for Analysis

To guarantee the reliability and precision of the Pearson correlation analysis, many preliminary measures were implemented to organize the dataset efficiently. This preparation included data "cleaning", normalization, and encoding, each of which was essential for optimizing the dataset for significant analysis.

The first crucial phase was data cleaning, which was intended to ensure the dataset was devoid of mistakes, missing values, and inconsistencies. This included eliminating or inputting absent data to preserve dataset integrity, rectifying mistakes, and standardizing data formats to guarantee consistency. These metrics were essential for creating a solid basis for precise analysis.

Subsequently, normalization was conducted for variables with varying ranges to align them on a similar scale. Normalization facilitated understandable comparisons by standardizing values to a similar scale, thus preserving the integrity of the underlying data. This was particularly significant for variables like runway length and meteorological metrics, which initially had markedly disparate units of measurement.

Ultimately, encoding was used to transform qualitative data into a binary format, hence facilitating their integration into the statistical analysis. For example, characteristics like "low visibility" and "wet runway" were represented as 1 (showing existence) or 0 (indicating absence). This encod-

Date	fat.	Country	Category	TOF	ICL	LDG	COMMUNICATION			SYSTEM			LOW VISIBILITY	SITUATIONAL AWARENESS	WET RUNWAY	BIRD STRICK	DECISION
							PROTOCOL	OVERLOAD	TRAINING	FAILURE	SPEED	CONTROL					
08-Jan-96	237	D.R. Congo	A1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
28-Jan-96	0	Zimbabwe	A1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
04-Feb-96	0	Brazil	A1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
04-Feb-96	0	Angola	A1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
15-Feb-96	0	Mexico	A2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
25-Feb-96	0	Cambodia	A1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
10-Mar-96	0	Indonesia	A2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
26-Mar-96	0	Iran	A2	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
26-Mar-96	0	Indonesia	A2	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
07-Apr-96	0	B.V.I.	A1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
16-Apr-96	0	Indonesia	A2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
25-Apr-96	0	Nepal	A1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0
01-May-96	0	USA	A2	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
01-May-96	0	Ecuador	A1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0
06-Jun-96	10	D.R. Congo	A1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
13-Jun-96	3	Japan	A1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
30-Jun-96	0	Mali	A1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0

Figura 5 - Un esempio di fogli di calcolo per l'analisi dei dati.  
Figure 5 - An example of spreadsheets for the data analysis.

formare una solida base ed esaminare con precisione le correlazioni tra gli elementi contribuenti e la gravità degli incidenti in pista, migliorando così l'affidabilità e la validità delle conclusioni derivate dall'analisi statistica.

**3.5. Metodologia, calcoli e interpretazione della relazione di Pearson**

Il coefficiente di correlazione di Pearson, rappresentato da  $\gamma$ , quantifica la l'intensità e la direzione di una relazione lineare tra due variabili. Tale approccio aiuta a rivelare i modelli tra fattori, come le condizioni ambientali o l'errore umano, e il verificarsi di uscite o incursioni di pista. L'equazione è la seguente:

$$\gamma = \frac{n(\sum xy) - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (1)$$

in cui  $n$  è il numero di osservazioni,  $\sum xy$  è la somma dei prodotti di valori o punteggi accoppiati,  $\sum x$  e  $\sum y$  sono le somme dei valori  $x$  (variabili indipendenti) e  $y$  (variabili dipendenti), rispettivamente, e  $\sum x^2$  e  $\sum y^2$  sono le somme dei loro quadrati.

Pertanto, l'equazione (1) costituisce la base matematica per calcolare il coefficiente di correlazione, che determinerà la misura in cui due variabili si muovono insieme.

**4. Risultati e constatazioni**

È stata condotta un'approfondita analisi di correlazione di Pearson delle uscite e delle incursioni di pista attraverso un esame dettagliato di 1.070 incidenti in pista, nel periodo sopra menzionato (1996-2024) caratterizzato da notevoli progressi nella tecnologia degli aeromobili e nelle misure di sicurezza. Ogni rapporto di indagine sugli incidenti è stato analizzato meticolosamente per identificare le principali cause e le variabili che hanno costituito fattori contribuenti, ottenendo un insieme di dati completo per discernere le tendenze prevalenti e le difficoltà nascoste che portano alle uscite di pista.

La Fig. 6 illustra la distribuzione temporale degli incidenti in pista, comprese le uscite di pista e le incursioni durante il periodo di ricerca. I dati mostrano un conteggio annuale costante delle uscite di pista, con picchi notevoli intorno al 2005 e al 2020, forse attribuibili all'accresciuta attività degli aeromobili o alle difficoltà operative in quei periodi. Al contrario, le invasioni, caratterizzate da un tasso di incidenza leggermente inferiore, hanno mostrato una relativa stabilità, ma con lievi variazioni. Tale considerazione indica che mentre le incursioni si verificano meno spesso delle uscite di pista, continuano a presentare un rischio costante per la sicurezza che richiede una gestione mirata.

Contemporaneamente a questi dati, è stata condotta un'indagine indirizzata alla analisi delle intrusioni di pista, esaminando 38 incidenti nello stesso periodo. Questa duplice metodologia ha offerto una panoramica completa dei problemi di sicurezza della pista, consentendo anche

*ing method enabled the quantification of qualitative features and the direct evaluation of their influence on the severity of runway occurrences.*

*The data preparation steps cleaning, normalization, and encoding, ensured the dataset was organized and prepared for Pearson correlation analysis via specific spreadsheets (Fig. 5). This thorough preparation was crucial in forming a robust foundation for precisely examining the correlations between contributing elements and the severity of runway accidents, hence improving the reliability and validity of the conclusions derived from the statistical analysis.*

**3.5. Pearson Correlation Methodology, Calculations and Interpretation**

*The Pearson correlation coefficient, represented by  $\gamma$ , quantifies the strength and direction of a linear relationship between two variables. This approach helps reveal patterns between factors, such as environmental conditions or human error, and the occurrence of runway excursions or incursions. The equation is expressed as:*

$$\gamma = \frac{n(\sum xy) - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (1)$$

*where  $n$  is the number of observations,  $\sum xy$  is the sum of the products of paired values or scores,  $\sum x$  and  $\sum y$  are the sums of  $x$  (independent variables) and  $y$  (dependent variables) values, respectively., and  $\sum x^2$  and  $\sum y^2$  are the sums of their squares.*

*Thus, equation (1) serves as the mathematical foundation for calculating the correlation coefficient, which will determine the extent to which two variables move together.*

**4. Results and findings**

*A thorough Pearson correlation analysis of runway excursions and incursions was conducted via a detailed examination of 1,070 runway accidents, over the above mentioned timeframe (1996-2024) characterized by notable progress in aircraft technology and safety measures. Every accident report was meticulously analyzed to identify the principal causes and contributing variables of these accidents, yielding a comprehensive dataset for discerning prevalent trends and underlying difficulties that lead to runway excursions.*

*Fig. 6 illustrates the temporal distribution of runway accidents, including both excursions and incursions during the research period. The data shows a steady annual count of excursions, with notable peaks around 2005 and 2020, perhaps attributable to heightened aircraft activity or operational difficulties during those periods. Conversely, invasions, characterized by a somewhat lower incidence rate, have shown relative stability, but with slight variations. This indicates that while incursions occur less often than excursions, they continue to provide a consistent safety hazard necessitating targeted management.*

un'analisi approfondita degli elementi distinti e intersecanti che portano a uscite e incursioni di pista. La ricerca ha cercato di identificare le tendenze che potrebbero indicare misure di sicurezza più efficaci esaminando contemporaneamente queste due categorie di incidenti. L'analisi di correlazione di Pearson è stata essenziale in questo studio, consentendo la misurazione delle correlazioni tra diversi elementi contribuenti e la gravità degli incidenti di pista. Sono stati analizzati i protocolli di comunicazione, il rispetto delle restrizioni di velocità, la consapevolezza della situazione e la formazione per valutare la loro influenza sugli esiti di questi incidenti. Il coefficiente di correlazione di Pearson ha fornito un metodo definitivo e misurabile per valutare queste associazioni, chiarendo l'entità dell'impatto di ciascun fattore sulla gravità dell'incidente. La Fig. 7 mostra i risultati dello studio di correlazione, con variazioni in colore che illustra chiaramente l'intensità e la direzione delle connessioni tra i componenti significativi e la gravità dell'incidente. I protocolli di comunicazione hanno registrato il legame più forte con la gravità degli incidenti, sottolineando la necessità essenziale di una comunicazione chiara ed efficiente nel ridurre sia le uscite di pista che le invasioni. Al contrario, le restrizioni di velocità e la consapevolezza della situazione hanno mostrato relazioni forti, anche se in misura minore, indicando che, sebbene questi parametri siano cruciali, possono interagire in modo più dinamico con altre variabili nell'influenzare il rischio totale.

È stato inoltre sviluppato un confronto delle caratteristiche nascoste ma evidenziate tra uscite di pista e intrusioni, come si vede nella Fig. 8. Questo grafico illustra i valori medi di elementi, tra cui comunicazione, limiti di velocità, consapevolezza situazionale e formazione per entrambe le categorie di eventi. I risultati dimostrano che, mentre le restrizioni di velocità e la consapevolezza della situazione sono fondamentali per le intrusioni, la formazione ha un effetto molto più sostanziale sull'evitare le uscite di pista. Questa distinzione evidenzia la necessità di strategie personalizzate nella gestione di questi eventi: i trattamenti specifici dovrebbero dare la priorità all'aumento della consapevolezza della situazione per evitare incursioni mentre si perfeziona la formazione per attenuare le uscite di pista.

Questa procedura analitica, approfondita e sopra descritta, ha rivelato

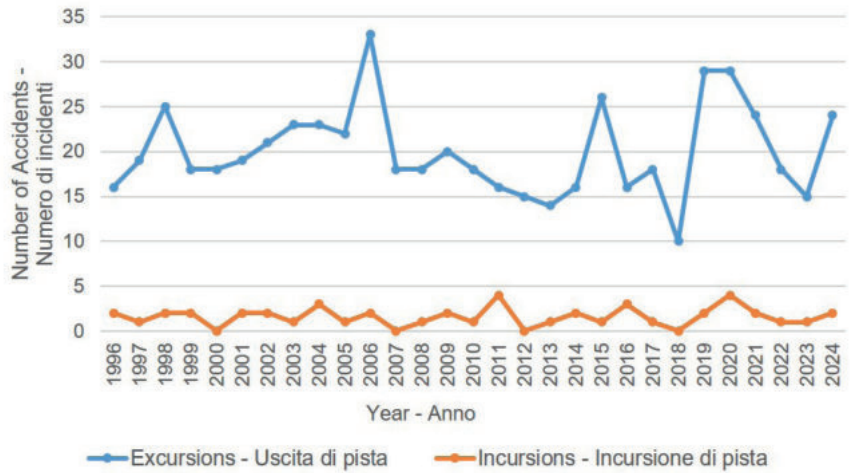


Figura 6 - Distribuzione degli incidenti di pista nel tempo (1996-2024).  
 Figure 6 - Distribution of Runway Accident Over Time (1996-2024).

Concurrently with this data, a targeted investigation of runway intrusions was conducted, examining 38 incidents during the same period. This dual methodology offered a comprehensive overview of runway safety concerns while also allowing an in-depth analysis of the distinct and intersecting elements that lead to excursions and incursions. The research sought to identify trends that might indicate more effective safety measures by concurrently examining these two categories of accidents. The Pearson correlation analysis was essential in this study, enabling the measurement of correlations between different contributing elements and the severity of runway accidents. Communication protocols, compliance with speed restrictions, situational awareness, and training were analyzed to assess their influence on the outcomes of these accidents. The Pearson correlation coefficient provided a definitive and measurable method for evaluating these associations, elucidating the

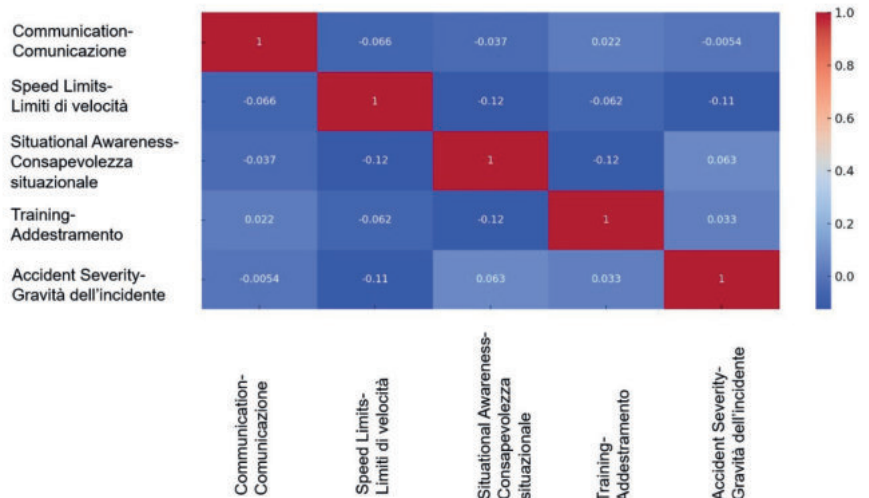


Figura 7 - Mappa di calore di correlazione dei fattori chiave e della gravità degli incidenti.  
 Figure 7 - Correlation Heatmap of Key Factors and Accident Severity.

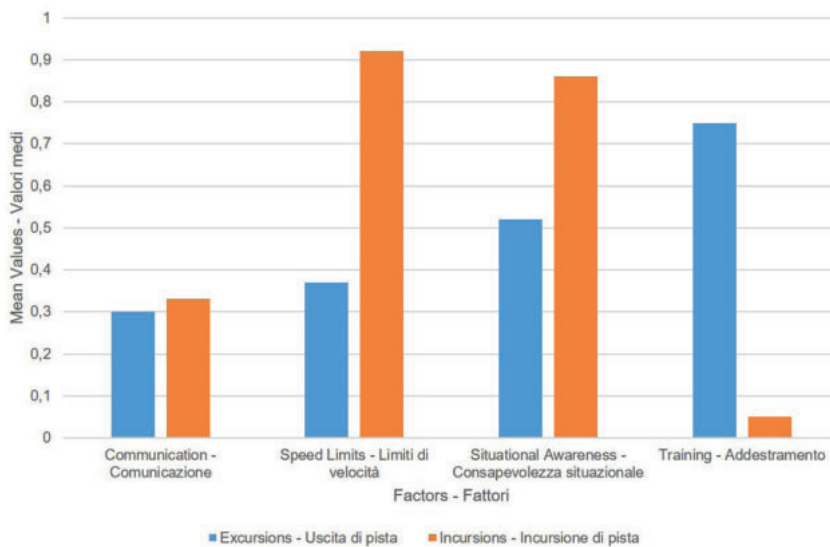


Figura 8 - Confronto dei fattori nelle uscite di pista rispetto alle incursioni.  
 Figure 8 - Comparison of Factors in Runway Excursions vs. Incursions.

sostanziali somiglianze tra gli elementi prevalenti che portano a incidenti di pista, producendo infine spunti vitali per potenziali miglioramenti. Comprendere la misura in cui ogni elemento influisce sulla gravità dell'incidente può consentire l'attribuzione di una priorità più efficiente dei miglioramenti della sicurezza, nel campo della comunicazione, della consapevolezza della situazione e del controllo della velocità. Tuttavia, aspetti specifici (elaborati nelle prossime sottosezioni) richiedono commenti adeguati.

Richiamando le basi metodologiche stabilite nella Sezione 3, la seguente sottosezione avvia l'analisi esaminando i fattori più influenti associati alle incursioni di pista, dove l'errore umano e le lacune procedurali pongono sfide critiche per la sicurezza.

**4.1. Analisi delle incursioni di pista**

Per comprendere i rischi associati alla presenza non autorizzata sulla pista, in questa parte della analisi sono identificate ed interpretate le variabili più influenti che contribuiscono alle incursioni di pista utilizzando l'analisi di correlazione. Le incursioni di pista includono la presenza illegale di aerei, veicoli o esseri umani sulla pista, che presentano notevoli rischi di collisione e gravi pericoli per l'efficienza operativa e la sicurezza [22][23]. Tali situazioni possono causare incidenti gravi, evidenziando la necessità di una conoscenza completa dei componenti che contribuiscono a tali eventi. L'analisi dei dati 1996-2024 ha sottolineato la continua bassa incidenza di intrusioni di pista rispetto alle uscite di pista; tuttavia, è essenziale riconoscere che anche un solo evento di questo tipo presenta un pericolo potenzialmente catastrofico. L'analisi dei fattori contribuenti ha identificato le variabili chiave che influenzano le incursioni di pista e i risultati sono presentati e interpretati nella Tab. 3.

extent of each factor's impact on accident severity. Fig. 7 displays the results of the correlation study, with a heatmap that clearly illustrates the intensity and direction of connections between significant components and accident severity. Communication had the strongest link with accident severity, underscoring the essential necessity of clear and efficient communication in reducing both excursions and invasions. Conversely, speed restrictions and situational awareness exhibited strong relationships, although to a lower extent, indicating that while these parameters are crucial, they may interact more dynamically with other variables in influencing total risk.

A comparison of the characteristics discovered between runway excursions and intrusions, as seen in Fig. 8, was also developed. This chart illustrates the average values of elements including communication, speed restrictions, situational awareness, and training for both categories of events. The results demonstrate that while speed restrictions and situational awareness are crucial for intrusions, training has a far more substantial effect on averting excursions. This distinction highlights the need for customized strategies in managing these occurrences—specific treatments should prioritize augmenting situational awareness to avert incursions while refining training to alleviate excursions.

This thorough analytical procedure, above described, uncovered substantial similarities among the prevalent elements leading to runway accidents, finally yielding vital insights for prospective enhancements. Comprehending the extent to which each element affects accident severity can enable a more efficient prioritization of safety enhancements, in the field of communication, situational awareness, and speed control. Yet, specific aspects (elaborated in the next subsections) call for specific comments.

Building upon the methodological foundation laid in Section 3, the following subsection initiates the analysis by examining the most influential factors associated with runway incursions, where human error and procedural lapses pose critical safety challenges.

**4.1. Analysis of Runway Incursions**

To understand the risks associated with unauthorized presence on runway, this subsection identifies and interprets the most influential variables contributing to runway incursions using correlation analysis. Runway incursions include the presence of illegal aircraft, vehicles, or humans on the runway, presenting considerable collision risks and grave dangers to operating efficiency and safety [22][23]. These situations may result in serious accidents, highlighting the need for a comprehensive knowledge of the components that con-

Risultati dell'analisi dei fattori per le incursioni di pista  
*Factor Analysis Results for Runway Incursions*

Fattore <i>Factor</i>	Coefficiente di correlazione	Interpretazione <i>Interpretation</i>
<b>Formazione</b> <i>Training</i>	0,389	L'analisi indica che la mancanza di formazione ha la più forte associazione con decessi più elevati nelle incursioni di pista. Programmi di formazione avanzati incentrati su simulazioni ed esercitazioni di emergenza possono mitigare i rischi <i>The analysis indicates that a lack of training has the strongest association with higher fatalities in runway incursions. Enhanced training programs focusing on simulations and emergency drills can mitigate risks</i>
<b>Controllo</b> <i>Control</i>	0,147	La perdita del controllo durante le operazioni porta a gravi esiti. Un'applicazione più rigorosa delle linee guida e dei sistemi di monitoraggio avanzati può aiutare a mantenere il controllo <i>Loss of control during operations leads to severe outcomes. Stricter enforcement of guidelines and advanced monitoring systems can help maintain control</i>
<b>Consapevolezza situazionale</b> <i>Situational Awareness</i>	0,135	La scarsa consapevolezza della situazione aumenta la gravità dell'incidente. Una migliore sorveglianza e formazione possono aiutare a mitigare i rischi <i>Low situational awareness increases incident severity. Improved surveillance and training can help mitigate risks</i>
<b>Controllo velocità</b> <i>Speed Control</i>	0,135	Il mancato rispetto dei protocolli di velocità è correlato all'aumento della gravità dell'incidente. Il monitoraggio automatizzato della velocità e l'applicazione rigorosa sono essenziali <i>Not adhering to speed protocols correlates with increased accident severity. Automated speed monitoring and strict enforcement are essential</i>
<b>Comunicazione</b> <i>Communication</i>	0,065	Mentre le mancate comunicazioni contribuiscono agli incidenti, hanno un'associazione moderata con i decessi. I protocolli di comunicazione standardizzati possono ridurre i rischi di errori di comunicazione <i>While communication failures contribute to accidents, they have a moderate association with fatalities. Standardized communication protocols can reduce miscommunication risks</i>
<b>Processo decisionale</b> <i>Decision Making</i>	0,037	Uno scarso processo decisionale ha un ruolo minore ma notevole nella gravità degli incidenti. Si raccomanda di migliorare le capacità decisionali attraverso la formazione basata su scenari e tecniche di gestione dello stress <i>Poor decision-making has a lesser but notable role in accident severity. Enhancing decision-making capabilities through scenario-based training and stress management techniques is recommended</i>
<b>Conoscenza dell'inglese</b> <i>Knowledge of English</i>	0,028	La competenza linguistica influenza le incursioni di pista. La formazione standardizzata in inglese per il personale dell'aviazione può mitigare i rischi di problemi di comunicazione <i>Language proficiency influences runway incursions. Standardized English training for aviation personnel can mitigate miscommunication risks</i>
<b>Visibilità</b> <i>Visibility</i>	0,015	La visibilità limitata ha la correlazione più bassa con la gravità dell'incidente, ma rimane un fattore importante. Una migliore illuminazione e il monitoraggio meteorologico possono migliorare la sicurezza <i>Limited visibility has the lowest correlation with accident severity but remains an important factor. Improved lighting and weather monitoring can enhance safety</i>

**4.2. Analisi delle uscite di pista**

Questa sottosezione analizza i fattori chiave che contribuiscono alle uscite di pista, spiegando come variabili come la comunicazione, la consapevolezza della situazione e la velocità influenzano la gravità degli incidenti. Le uscite di pista si verificano quando un aeromobile devia o supera l'estensione della pista durante l'atterraggio, il decollo o la sollevamento iniziale [24][25]. Per quanto riguarda le incursioni di pista, tali eventi possono causare danni considerevoli e persino decessi, richiedendo allo stesso modo una conoscenza completa delle variabili fon-

tribute to such events. The 1996-2024 data analysis stressed the continuously low incidence of runway intrusions relative to excursions; yet it is essential to acknowledge that even one incursion presents a potentially catastrophic danger. The factor analysis identified key variables influencing runway incursions and results are presented and interpreted in Tab. 3.

**4.2. Analysis of Runway Excursions**

This subsection analyzes the key contributing factors to runway excursions, explaining how variables such as com-

damentali [26]. Allo stesso modo, anche in questo caso i dati raccolti dal 1996 al 2024 hanno permesso di sviluppare l'analisi dei fattori contribuenti, elaborata nella Tab. 4.

Per ampliare la prospettiva analitica, a seguire è confrontato l'impatto degli incidenti in diverse fasi di volo evidenziando come la tempistica influenzi l'entità del danno e la gravità dei risultati.

### 4.3. Entità della perdita durante diverse fasi di volo

Per completare l'analisi, è altresì importante confrontare l'entità del danno subito durante le varie fasi di volo, focalizzando sull'identificazione di quale fase è più suscettibile a esiti gravi. L'esame delle uscite di pista durante le diverse fasi di volo indica una differenza significativa nell'entità del danno correlato, evidenziando l'aumentata dipendenza durante la fase di atterraggio. La Fig. 9 illustra la distribuzione dell'analisi degli incidenti e delle proporzioni dei danni, rivelando che la maggior parte delle uscite di pista si svolge durante la fase di atterraggio, portando ai più alti livelli di danno. Il grafico dell'analisi degli incidenti della fase di atterraggio (LDG) mostra che circa il 78,2% degli incidenti durante l'atterraggio porta alla perdita della fusoliera, in contrasto con le proporzioni di danno inferiori osservate durante le fasi di decollo (TOF) e salita iniziale (ICL), dove il danno riparabile è notevolmente più diffuso. L'elevata occorrenza di perdita della fusoliera durante l'atterraggio, in contrasto con il 21,1% osservato nella fase di decollo e il minimo 0,7% durante la salita iniziale, sottolinea le notevoli difficoltà che gli aeromobili incontrano al momento dell'atterraggio. La maggiore complessità e il ridotto margine di errore durante le varie fasi di preparazione al decollo, ad ini-

munication, situational awareness, and speed affect the severity of incidents. Runway excursions occur when an aircraft veers off or overruns the limits of the runway during landing, take-off, or initial climb [24][25]. As for runway incursions, such occurrences may result in considerable damage and even fatalities, similarly requiring a comprehensive knowledge of the underlying variables [26]. Similarly, also in this case data gathered from 1996 to 2024 enabled to develop factor analysis, elaborated in Tab. 4.

To expand the analytical perspective, this next subsection compares the impact of incidents across different flight phases highlighting how timing influences the extent of damage and severity of outcomes.

### 4.3. Magnitude of Loss During Different Flight Phases

To complete the analysis, it is also important to compare the extent of damage sustained during various flight phases, with a focus on identifying which phase is most susceptible to severe outcomes. The examination of runway excursions during different flight phases indicates a significant difference in the extent of related damage, highlighting the increased susceptibility during the landing phase. Fig. 9 illustrates the distribution of incident analysis and damage proportions, revealing that most runway excursions take place during the landing phase, leading to the highest levels of damage. The landing phase (LDG) Incident Analysis chart shows that approximately 78.2% of incidents during landing lead to hull loss, in contrast to the lower damage proportions observed during take-off (TOF) and initial climb (ICL) phases, where repairable damage is notably more prevalent. The elevated occurrence of hull loss during landing, in contrast to the 21.1% noted in the

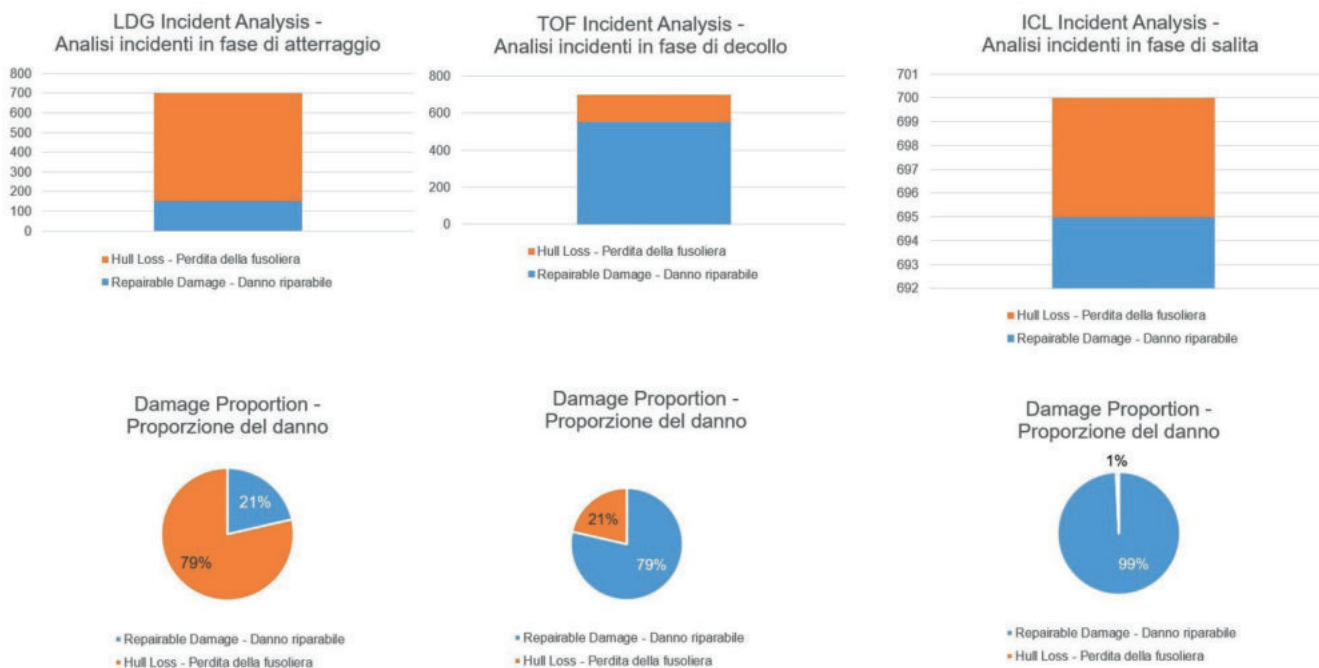


Figura 9 - Analisi degli incidenti e proporzione dei danni.  
Figure 9 - Incident Analysis and Damage Proportion.

Risultati dell'analisi dei fattori per le uscite di pista  
Factor Analysis Results for Runway Excursions

Fattore Factor	Coefficiente di correlazione Correlation Coefficient	Interpretazione Interpretation
<b>Protocollo di Comunicazione</b> <i>Communication Protocol</i>	0,2429	Protocolli di comunicazione chiari e strutturati sono fondamentali per prevenire le uscite di pista. La cattiva comunicazione comporta maggiori rischi di errori operativi <i>Clear and structured communication protocols are critical in preventing runway excursions. Miscommunication leads to higher risks of operational errors</i>
<b>Consapevolezza situazionale</b> <i>Situational Awareness</i>	0,2229	La mancanza di consapevolezza delle condizioni circostanti aumenta significativamente la gravità dell'incidente. La formazione e i sistemi di monitoraggio in tempo reale sono essenziali <i>A lack of awareness of surrounding conditions significantly increases accident severity. Training and real-time monitoring systems are essential</i>
<b>Controllo della velocità</b> <i>Speed Control</i>	0,2045	Una corretta gestione della velocità è fondamentale per atterraggi e decolli sicuri. Il mancato rispetto dei limiti di velocità è associato a una maggiore probabilità di incidenti gravi <i>A lack of awareness of surrounding conditions significantly increases accident severity. Training and real-time monitoring systems are essential</i>
<b>Processo decisionale</b> <i>Decision Making</i>	0,0799	Uno scarso processo decisionale è legato a decessi più elevati, sottolineando l'importanza di solide capacità decisionali nel ridurre la gravità delle uscite di pista <i>Poor decision making is linked to higher fatalities, underlining the importance of sound decision-making skills in reducing the severity of runway excursions</i>
<b>Controllo</b> <i>Control</i>	0,0417	Esiste un certo livello di associazione tra la perdita di controllo e la gravità degli incidenti, evidenziando l'importanza di mantenere il controllo durante le fasi critiche del volo <i>There is some level of association between loss of control and the severity of incidents, highlighting the importance of maintaining control during critical phases of flight</i>
<b>Guasto del sistema</b> <i>System Failure</i>	0,0346	Sebbene i guasti del sistema siano meno correlati alla gravità degli incidenti, è necessario implementare sistemi di manutenzione e ridondanza regolari per ridurre al minimo il loro impatto <i>Although system failures are less correlated with accident severity, regular maintenance and redundancy systems should be implemented to minimize their impact</i>
<b>Pista bagnata</b> <i>Wet Runway</i>	0,0261	Le condizioni di pista bagnata possono contribuire alla perdita di controllo. Un migliore drenaggio e superfici antiscivolo possono ridurre questi rischi <i>Wet runway conditions can contribute to loss of control. Improved drainage and skid-resistant surfaces can reduce these risks</i>
<b>Collisione con volatili</b> <i>Bird Strikes</i>	0,0118	Le collisioni con uccelli hanno una correlazione minima con la gravità, ma rimangono un fattore importante da monitorare attraverso le misure di controllo della fauna selvatica negli aeroporti <i>Bird strikes have a minimal correlation with severity but remain an important factor to monitor through airport wildlife control measures</i>
<b>Bassa visibilità</b> <i>Low Visibility</i>	0,0075	Le condizioni di visibilità limitata hanno un impatto minimo sulla gravità, ma dovrebbero essere mitigate con una migliore illuminazione e sistemi di guida della pista <i>Limited visibility conditions have a minimal impact on severity but should be mitigated with improved lighting and runway guidance systems</i>
<b>Sovraccarico</b> <i>Overload</i>	0,0023	Le condizioni di sovraccarico degli aeromobili hanno una correlazione trascurabile con la gravità, ma i controlli di peso e bilanciamento rimangono cruciali per la sicurezza del volo <i>Aircraft overload conditions have negligible correlation with severity, but weight and balance checks remain crucial for flight safety</i>
<b>Formazione</b> <i>Training</i>	0,000074	La formazione ha una correlazione quasi trascurabile con la gravità dell'incidente, suggerendo che il suo impatto è mitigato una volta che i piloti soddisfano gli standard di competenza di base <i>Training has an almost negligible correlation with accident severity, suggesting that its impact is mitigated once pilots meet basic competency standards</i>

ziare dall'approccio alle operazioni a terra negli aeromobili, possono essere attribuiti a condizioni variabili e imprevedibili. I dati, quindi, indicano che sebbene ogni fase del volo comporti rischi distinti, l'atterraggio è identificato come la fase del volo più vulnerabile, considerando sia la frequenza degli incidenti che la gravità dei loro esiti, dando così la priorità a migliori interventi di sicurezza che si concentrano proprio sulle operazioni di atterraggio. Questa considerazione richiede una maggiore formazione dei piloti per quanto riguarda la stabilità di avvicinamento, valutazioni più approfondite delle condizioni della pista e l'implementazione di ausili tecnologici avanzati per facilitare la navigazione e la decelerazione. Dopo aver esplorato individualmente le dinamiche di incursioni ed uscite di pista, nel prossimo paragrafo è delineata disegna una visione comparativa per identificare modelli contrastanti e raccomandare strategie di sicurezza mirate per ciascun tipo di evento.

#### 4.4. Analisi comparativa

Le variabili che influenzano le incursioni e le uscite di pista differiscono, con fattori distinti predominanti in ciascun caso, richiedono strategie di sicurezza su misura. Il confronto delle Tab. 3 e Tab. 4 (in Tab. 5) rivela una divergenza fondamentale nella natura dei loro fattori contribuenti. I coefficienti di correlazione evidenziano che queste due categorie di incidenti, sebbene entrambe si verifichino nello spazio operativo critico della pista, sono influenzate da dinamiche distinte. È dimostrato che le incursioni di pista sono fortemente associate a elementi umani e procedurali, in particolare la formazione, che presenta un elevato coefficiente di correlazione di 0,389. Ciò sottolinea il ruolo centrale della formazione strutturata, in ambito di simulazione e dell'aderenza al protocollo di mitigare le incursioni. In questi scenari, la capacità dei piloti, del personale di terra e dei controllori del traffico aereo di operare in linea con le procedure stabilite è fon-

*take-off phase and the minimal 0.7% during the initial climb, underscores the considerable difficulties aircraft encounter at the moment of touchdown. The increased complexity and reduced margin for error during the transition from approach to ground operations in aircraft can be attributed to variable and unpredictable conditions. The data, therefore, indicate that although each phase of flight carries distinct risks, landing is identified as the most vulnerable, considering both the frequency of incidents and the severity of their outcomes, thus prioritizing improved safety interventions that concentrate on landing operations. This includes enhanced pilot training regarding approach stability, more thorough assessments of runway conditions, and the implementation of advanced technological aids to facilitate navigation and deceleration. Having individually explored the dynamics of incursions and excursions; this following subsection draws a comparative view to identify contrasting patterns and recommend targeted safety strategies for each event type.*

#### 4.4. Comparative Analysis

*Variables influencing incursions and excursions differ, with distinct factors predominating in each case, necessitating tailored safety strategies. The comparison of Tab. 3 and Tab. 4 (in Tab. 5) reveals a fundamental divergence in the nature of their contributing factors. The correlation coefficients highlight that these two categories of incidents, though both occurring in the critical operational space of the runway, are influenced by distinct dynamics. Runway incursions are shown to be strongly associated with human and procedural elements, most notably training, which exhibits a high correlation coefficient of 0.389. This underscores the central role of structured education, simulation, and protocol adherence in mitigating incursions. In these scenarios, the ability of pilots, ground personnel, and air traffic controllers to operate in alignment with established procedures is critical to safety outcomes. Conversely, excursions are more profoundly*

Tabella 5 – Table 5

Analisi comparativa  
Comparative Analysis

<b>Variabili chiave</b> <i>Key Variables</i>		
	<b>Coefficienti di correlazione delle uscite di pista</b> <i>Excursions Correlation Coefficient</i>	<b>Coefficiente di correlazione delle incursioni di pista</b> <i>Incursions Correlation Coefficient</i>
<b>Formazione</b> <i>Training</i>	0,000074	0,389
<b>Consapevolezza situazionale</b> <i>Situational Awareness</i>	0,2229	0,135
<b>Controllo velocità</b> <i>Speed Control</i>	0,2045	0,135
<b>Protocollo di Comunicazione</b> <i>Communication Protocol</i>	0,2429	0,065
<b>Processo decisionale</b> <i>Decision Making</i>	0,0799	0,037
<b>Visibilità</b> <i>Visibility</i>	0,0075	0,015

damentale per i risultati di sicurezza. Al contrario, le uscite di pista sono modellate più profondamente da variabili di prestazioni operative come il protocollo di comunicazione, la consapevolezza situazionale e il controllo della velocità. Tali fattori mostrano i livelli di correlazione più elevata con la gravità dell'uscita di pista, suggerendo che le uscite di pista spesso derivano da un processo decisionale a repentina immediatezza sotto stress, in cui le azioni in tempo reale hanno conseguenze di gran lunga maggiori della sola preparazione procedurale. L'elevata correlazione tra comunicazione ed uscite di pista (0,2429) evidenzia che gli errori nel coordinamento, nella tempistica o nella distanza della pista durante le fasi di avvicinamento e atterraggio possono degenerare rapidamente in eventi gravi. Emerge chiaramente da questa analisi che mentre le incursioni possono essere significativamente ridotte attraverso miglioramenti nella formazione, nel controllo e nella disciplina organizzativa; le uscite di pista richiedono un approccio più dinamico, che enfatizzi il giudizio del pilota, la comunicazione in cabina e le risposte adattive alla complessità della situazione. È interessante notare che variabili come visibilità e sovraccarico, spesso considerate fattori chiave per gli incidenti di pista, mostrano una correlazione minima in entrambe le categorie. Ciò suggerisce che questi fattori possono funzionare più come fattori contribuenti indiretti (cause indirette) che come cause dirette.

L'intuizione chiave è che mentre le incursioni sono principalmente prevenibili attraverso meccanismi di formazione e controllo strutturati, le uscite di pista richiedono soluzioni più dinamiche e consapevoli del contesto, incentrate su prestazioni, comunicazione e giudizio in tempo reale. Pertanto, i risultati indirizzano a strategie di sicurezza differenziate: la prima è radicata nella coerenza procedurale e nell'istruzione standardizzata per le incursioni e la seconda è incentrata sul miglioramento della reattività situazionale, dell'affidabilità della comunicazione e dell'agilità decisionale per le uscite di pista. Riconoscere e affrontare queste differenze è essenziale per progettare interventi mirati che migliorino efficacemente i risultati di sicurezza delle piste in entrambi i settori. Il paragrafo successivo 4.5 espone l'impatto finanziario stimato per accadimento degli incidenti di pista in diversi scenari di crescita del traffico, integrando gli approfondimenti sulla sicurezza con previsioni economiche.

#### 4.5. Analisi dei costi delle uscite e incursioni di pista

Le argomentazioni fin qui espone conducono a stimare l'onere economico degli incidenti di pista in tre scenari, collegando i tassi di incidente con i potenziali impatti sui costi per giustificare investimenti preventivi per la sicurezza. Nel 2024, si stima che l'intero settore di trasporto aeronautico effettuerà circa 40,1 milioni di voli commerciali ogni anno, equivalente a circa 110.000 voli al giorno [4]. Il dato attuale ha superato i livelli pre-pandemia, indicando una ripresa e un'espansione in corso nel settore dell'aviazione all'indomani del COVID-19. L'aumento della domanda di viaggi aerei porge la chiara indicazione della

*shaped by operational performance variables such as communication protocol, situational awareness, and speed control. These factors exhibit the strongest correlations with excursion severity, suggesting that excursions often stem from high-tempo decision-making under stress, where real-time actions carry far greater consequence than procedural preparation alone. The elevated correlation between communication and excursions (0.2429) highlights that breakdowns in runway coordination, timing, or clearance during approach and landing phases can rapidly escalate into severe events. What emerges clearly from this analysis is that while incursions can be significantly reduced through improvements in training, control, and organizational discipline, excursions require a more dynamic approach that emphasizes pilot judgment, cockpit communication, and adaptive responses to situational complexity. Interestingly, variables like visibility and overload, often assumed to be key contributors to runway accidents, show minimal correlation in both categories. This suggests that these factors may function more as aggravating conditions than root causes.*

*The key insight is that while incursions are primarily preventable through structured training and control mechanisms, excursions require more dynamic, context-aware solutions focused on real-time performance, communication, and judgment. Thus, the findings advocate for differentiated safety strategies: one rooted in procedural consistency and standardized instruction for incursions, and another focused on enhancing situational responsiveness, communication reliability, and decision-making agility for excursions. Recognizing and addressing these differences is essential for designing targeted interventions that effectively improve runway safety outcomes across both domains. To complement the safety insights with economic foresights, the final subsection 4.5 estimates the projected financial impact of runway incidents under different traffic growth scenarios.*

#### 4.5. Cost Analysis of Runway Excursions and Incursions

*All of the above lead to estimate the economic burden of runway incidents across three future scenarios, connecting incident rates with potential cost impacts to justify preventive safety investments. In 2024, the global aviation industry is projected to conduct roughly 40.1 million commercial flights each year, translating to about 110,000 flights per day [4]. The current figure has exceeded pre-pandemic levels, indicating a recovery and ongoing expansion within the aviation sector in the aftermath of COVID-19. The increase in air travel demand serves as a clear indication of the industry's ability to adapt and respond strategically to the challenges presented by the pandemic.*

*By the mid-2030s, projections indicate that the daily volume of commercial flights will approximate 200,000, thereby doubling the existing traffic levels. The increase indicates a rising demand for air travel and underscores the necessity for strategic modifications to accommodate the anticipated surge in flights and passenger numbers.*

capacità del settore ad adattarsi e rispondere strategicamente alle sfide presentate dalla pandemia.

Entro la metà degli anni '30, le proiezioni indicano che il volume giornaliero dei voli commerciali si avvicinerà a 200.000, raddoppiando così i livelli di traffico esistenti. L'aumento propone una crescente domanda di viaggi aerei e sottolinea la necessità di modifiche strategiche per far fronte all'incremento previsto dei voli e del numero di passeggeri.

Entro il 2050, si prevede che il numero annuale di passeggeri raggiungerà i 10 miliardi, rendendo necessario un aumento dei voli giornalieri per soddisfare questa domanda. Questa proiezione indica un sostanziale miglioramento delle infrastrutture, della capacità e dei protocolli di sicurezza dell'aviazione per soddisfare il crescente volume di viaggiatori [27]. L'industria aeronautica globale nel 2024 opera circa 40,1 milioni di voli commerciali ogni anno, il che si traduce in 110.000 voli al giorno. Questi dati segnalano una piena ripresa ed espansione oltre i livelli pre-pandemia, mostrando la resilienza e l'adattabilità strategica del settore. La Tab. 6 presenta il tasso di incidenti stimato sulla base dei dati storici dal 1996 al 2024. Il tasso di incidenti per volo è derivato dividendo gli incidenti annuali totali per il numero di voli annuali.

Gli incidenti aerei possono essere classificati in due tipi principali: incidenti con perdita della fusoliera e incidenti con danni riparabili. La stima presuppone che il 50% degli incidenti provochi la perdita della fusoliera, mentre il restante 50% porti a danni riparabili. Il costo della perdita della fusoliera per un nuovo velivolo commerciale a fusoliera larga può raggiungere \$150 milioni per incidente e oltre, rappresentando così una perdita completa dell'aeromobile [28]. Il costo varia in base al modello e all'età dell'aeromobile, mentre i costi dei danni riparabili possono rappresentare fino a \$10 milioni per incidente, coprendo diversi danni strutturali, riparazioni del carrello di atterraggio e altri danni parziali [29]. Utilizzando questi valori, i costi annuali totali stimati per il 2024 sono presentati nella Tab. 7.

Costruendo uno scenario per il 2035, si prevede che le operazioni di volo giornaliere raddoppieranno a 200.000

By 2050, it is anticipated that the annual passenger count will reach 10 billion, necessitating an increase in daily flights to accommodate this demand. This projection indicates a substantial improvement of aviation infrastructure, capacity, and safety protocols to meet the increasing volume of travelers [27]. The global aviation industry in 2024 operates approximately 40.1 million commercial flights annually, translating to 110,000 flights per day. This marks a full recovery and expansion beyond pre-pandemic levels, showcasing the industry's resilience and strategic adaptability. Table 6 presents the estimated incident rate based on historical data from 1996 to 2024. The incident rate per flight is derived from dividing the total annual incidents by the number of annual flights.

Aviation incidents can be categorized into two main types: hull loss incidents and repairable damage incidents. The estimation assumes that 50% of incidents result in hull loss, while the remaining 50% lead to repairable damage. Hull loss cost for a new wide-body commercial jet can reach \$150 million per incident and more, thus representing a complete aircraft loss [28]. The cost varies based on aircraft model and age. Whereas, repairable damage costs can account up to \$10 million per incident, covering different structural damage, landing gear repairs, and other partial damages [29]. Using these values, the estimated total annual costs for 2024 are presented in Tab. 7.

By building a scenario for 2035, daily flight operations are projected to double to 200,000 flights, resulting in an

Tabella 6 – Table 6  
Percentuale di incidenti e statistiche di volo, scenario di base 2024  
Incident Rate and Flight Statistics, Baseline Scenario 2024

Parametro Parameter	Valore Value
<b>Voli annuali totali</b> Total Annual Flights	40,1 milioni 40.1 million
<b>Incidenti annuali di pista (dati storici)</b> Annual Runway Incidents (Historical data)	38,2
<b>Percentuale di incidenti per volo</b> Incident Rate per Flight	0,0001047

Tabella 7 – Table 7

Costo stimato per tipo di incidente, scenario di base 2024  
Estimated Cost per Incident Type, Baseline Scenario 2024

Tipo di incidente Incident Type	Casi per anno Annual Cases	Costo stimato per incidente (USD) Estimated Cost per Incident (USD)	Costo Totale (miliardi di dollari) Total Cost (USD Billion)
<b>Perdita della fusoliera</b> Hull Loss	19,1	150 milioni	2,87
<b>Danni Riparabili</b> Repairable Damage	19,1	10 milioni	0,19
<b>Costo stimato totale</b> Total Estimated Cost	-	-	3,06

voli, con una stima di 73 milioni di voli all'anno. Ipotizzato il presupposto che i tassi di incidenti rimangano coerenti, anche il numero di incidenti annuali dovrebbe raddoppiare e raggiungere circa 76 eventi. L'aumento previsto dei costi totali è calcolato nella Tab. 8 utilizzando lo stesso costo del 2024. La Tab. 9 riporta i costi risultanti, costruendo uno scenario aggiuntivo entro il 2050, con un totale di voli annui pari a 109,5 milioni, corrispondenti a circa 115 incidenti annuali.

## 5. Discussione

I risultati dello studio sopra riportati evidenziano che una scarsa comunicazione tra il controllo del traffico aereo e i piloti è un fattore importante negli incidenti di pista, mentre una formazione efficace può aiutare il personale a prendere decisioni migliori in situazioni di imminente evento pericoloso. Il miglioramento della comunicazione e della formazione potrebbe ridurre la gravità degli incidenti. Il ruolo dell'intelligenza artificiale nella sicurezza aerea è anche esplorato in letteratura, dimostrando che le tecnologie di intelligenza artificiale come l'elaborazione del linguaggio naturale (NLP), i sistemi di consapevolezza della situazione e la formazione sulla simulazione possono potenzialmente ridurre gli incidenti fino al 50%. Queste innovazioni offrono dati in tempo reale, analisi predittiva e simulazioni avanzate per prevenire gli incidenti. Inoltre,

*estimated 73 million flights annually. Given the assumption that incident rates remain consistent, the number of annual incidents is expected to double as well and reach around 76 events. Using the same cost as 2024, the projected increase in total costs is calculated in Tab. 8. Building an additional scenario by 2050, with a total annual flights equating to 109.5 million, corresponding to around 115 annual incidents, the resulting costs are reported in Tab. 9.*

## 5. Discussion

*The study findings above reported highlights that poor communication between air traffic control and pilots is a major factor in runway incidents, while effective training can help personnel make better decisions in high-pressure situations. Improving both communication and training could reduce accident severity. The role of AI in aviation safety is also explored in the literature, showing that AI technologies like Natural Language Processing (NLP), situational awareness systems, and simulation training can potentially cut accidents by up to 50%. These innovations offer real-time data, predictive analytics, and advanced simulations to prevent accidents. Additionally, integrating AI into aviation could save billions annually by reducing accident-related costs. With air traffic expected to surge by 2035 and 2050, AI and other technologies will be crucial to maintaining safety amid growing traffic volumes [30][31].*

Tabella 8 – Table 8

Costo stimato per tipo di incidente, scenario 2035  
*Estimated Cost per Incident Type, 2035 Scenario*

Tipo di incidente <i>Incident Type</i>	Casi per anno <i>Annual Cases</i>	Costo Stimato per incidente (USD) <i>Estimated Cost per Incident (USD)</i>	Costo Totale (miliardi di dollari) <i>Total Cost (USD Billion)</i>
Perdita della fusoliera <i>Hull Loss</i>	38,2	150 milioni	5,73
Danni Riparabili <i>Repairable Damage</i>	38,2	10 milioni	0,38
Costo stimato totale <i>Total Estimated Cost</i>	-	-	6,11

Tabella 9 – Table 9

Costo stimato per tipo di incidente, scenario 2050  
*Estimated Cost per Incident Type, 2050 Scenario*

Tipo di incidente <i>Incident Type</i>	Casi per anno <i>Annual Cases</i>	Costo Stimato per incidente (USD) <i>Estimated Cost per Incident (USD)</i>	Costo Totale (miliardi di dollari) <i>Total Cost (USD Billion)</i>
Perdita della fusoliera <i>Hull Loss</i>	57,3	150 milioni	8,60
Danni Riparabili <i>Repairable Damage</i>	57,3	10 milioni	0,57
Costo stimato totale <i>Total Estimated Cost</i>	-	-	9,17

l'integrazione dell'IA nell'aviazione potrebbe far risparmiare miliardi all'anno, riducendo i costi relativi agli incidenti. Con il traffico aereo che dovrebbe aumentare entro il 2035 e il 2050, l'intelligenza artificiale e altre tecnologie saranno fondamentali per mantenere la sicurezza con i volumi di traffico in crescita [30][31].

Sulla base dei dati reali raccolti dalle fonti bibliografiche e reportistiche, l'intelligenza artificiale può ridurre gli incidenti legati all'errore umano del 20-50%, a seconda della tecnologia implementata e della sua portata. Nella Fig. 10 e Fig. 11 sono mostrati i confronti statistici per gli scenari attuali di incidenti e costi.

Gli errori di comunicazione rimangono una delle principali cause di incidenti di pista. La tecnologia NLP (elaborazione del linguaggio naturale) dell'IA può mitigare significativamente tali errori in tempo reale analizzando le conversazioni del pilota e del controllo del traffico aereo (ATC), identificando ambiguità o protocolli mancati e avvisando il personale competente quando si verificano errori di comunicazione [32].

Pertanto, l'implementazione di sistemi di NLP garantisce chiarezza e aderenza ai protocolli di comunicazione, soprattutto in situazioni di alta pressione. Con una corretta implementazione, la NLP può ridurre gli incidenti relativi alla comunicazione del 15-30%, in particolare durante i periodi di maggiore traffico, quando sono più probabili interruzioni della comunicazione [33].

I sistemi basati sull'intelligenza artificiale possono anche migliorare la consapevolezza della situazione analizzando vasti flussi di dati in tempo reale. Tali sistemi possono prevedere e avvisare i piloti e l'ATC di potenziali pericoli, comprese le condizioni meteorologiche, la scarsa visibilità e le condizioni della pista. La consapevolezza della situazione svolge un ruolo cruciale nel prevenire le uscite e le incursioni di pista, soprattutto in ambienti complessi con più aeromobili che operano contemporaneamente. L'introduzione dell'intelligenza artificiale, per aumentare la consapevolezza della situazione, potrebbe portare a una riduzione del 20-40% degli incidenti relativi a scarsa visibilità, errore umano o improvvisi cambiamenti ambientali.

Le simulazioni basate sull'intelligenza artificiale possono anche fornire un ambiente di formazione più realistico, adattivo e personalizzato per i piloti. Gli attuali sistemi di formazione hanno un ambito limitato e offrono scenari preimpostati [34]. L'intelligenza artificiale, tuttavia, può creare sessioni di formazione dinamiche che si adattano al livello di abilità di un pilota, proporre ai piloti scenari di emergenza rari ma critici, come uscite di pista in condizioni meteorologiche estreme, monitorare le prestazioni del pilota in tempo reale e regolare di conseguenza l'intensità e la complessità della formazione. Queste simulazioni potenziate dall'intelligenza artificiale aiuterebbero anche i piloti a prepararsi per scenari di volo reale in modo più efficace. Pertanto, la letteratura suggerisce che l'uso della formazione basata sull'intelligenza artificiale potrebbe ri-

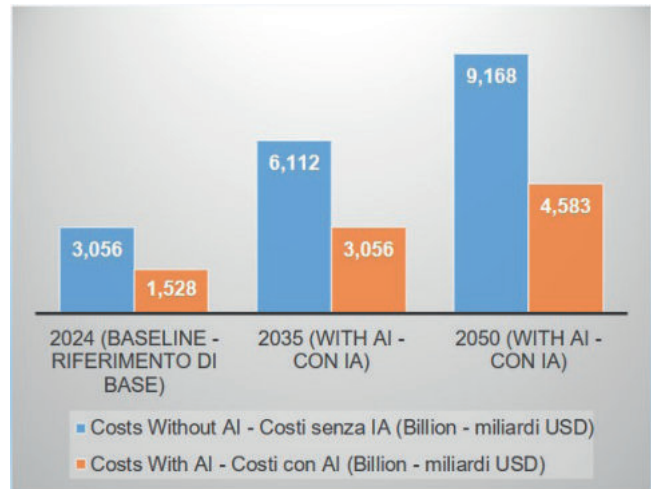


Figura 10 - Impatto dell'IA sui costi.  
Figure 10 - Impact of AI on Cost.

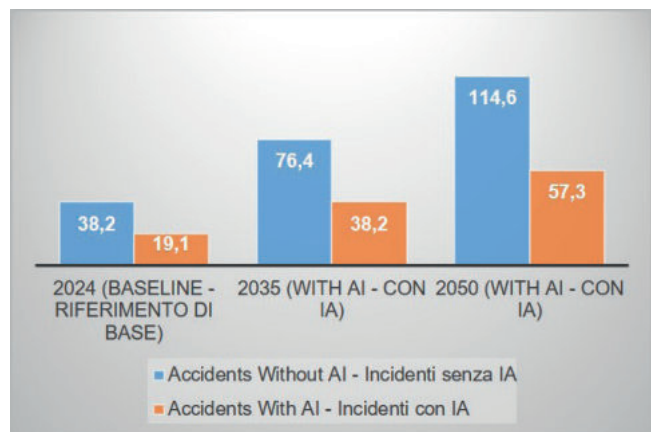


Figura 11 - Impatto dell'IA sugli incidenti.  
Figure 11 - Impact of AI on Accidents.

Based on the real-world data collected from the reports, AI can reduce human-error-related accidents by 20-50%, depending on the technology implemented and its scope. Statistical comparisons for current scenarios of accidents and costs are shown in Fig. 10 and Fig. 11.

Communication errors remain a leading cause of runway incidents. AI's NLP technology can significantly mitigate such errors in real time by analyzing pilot and air traffic control (ATC) conversations, identifying ambiguities or missed protocols and alerting the relevant personnel when communication errors arise [32].

Therefore, implementing NLP systems ensures clarity and adherence to communication protocols, especially in high-pressure situations. With proper deployment, NLP can reduce communication-related accidents by 15-30%, particularly during busy periods when communication breakdowns are more likely [33].

AI-based systems can also enhance situational awareness by analyzing vast data streams in real time. Such systems can

durre gli incidenti relativi agli errori umani, in particolare durante il decollo e l'atterraggio, [9][35].

Gli attuali sistemi di controllo del traffico aereo dipendono ampiamente dal coordinamento umano, che può essere soggetto a errori, soprattutto in condizioni di carico di lavoro elevato. L'intelligenza artificiale può anche offrire funzionalità avanzate di analisi predittiva per gestire la congestione del traffico, anticipare i modelli meteorologici e ottimizzare le traiettorie di volo. Integrando l'intelligenza artificiale nella gestione delle traiettorie di volo, gli aeroporti possono migliorare l'utilizzo delle piste, mitigare la congestione e migliorare il coordinamento dei decolli e degli atterraggi, contribuendo così alla riduzione dei rischi di collisione. La ricerca indica che i sistemi ATC guidati dall'intelligenza artificiale hanno il potenziale per rilevare i conflitti della traiettoria di volo prima dei controllori umani e possono raccomandare azioni correttive tempestive, il che può portare a un minor numero di incidenti di pista [36][37].

La fatica è ampiamente riconosciuta come un contributo significativo all'errore umano nelle operazioni di aviazione [38]. I sistemi di intelligenza artificiale in grado di monitorare indicatori biometrici, come la variabilità della frequenza cardiaca e il movimento degli occhi, possono identificare i primi segni di affaticamento nei piloti e nel personale ATC. Questi sistemi possono fornire raccomandazioni per il riposo o per un supporto sostitutivo, migliorando la sicurezza durante i voli a lungo raggio e gli ambienti operativi ad elevata condizione di tensione psico-tecnica. stress [39][40]. Tali strumenti di gestione predittiva della fatica sono sempre più considerati componenti preziosi per ridurre gli incidenti legati alla fatica.

Infine, le barriere comunicative, in particolare per i piloti non madrelingua inglese, pongono ulteriori sfide alla sicurezza. La traduzione della comunicazione in tempo reale basata sull'intelligenza artificiale integrata con i sistemi di comunicazione di volo può facilitare una comprensione più chiara traducendo istantaneamente comandi e avvisi critici nella lingua madre del pilota. Questa tecnologia supporta una comunicazione più fluida tra piloti e agenti ATC, specialmente negli aeroporti internazionali con personale diversificato, ed è stata proposta come misura efficace per mitigare gli errori relativi alla comunicazione [41].

E' necessario comunque sottolineare che le proiezioni future relative ai costi degli incidenti e ai benefici dell'integrazione dell'IA, sebbene utili per la pianificazione degli scenari, si basano su ipotesi statiche e non su implementazioni nel mondo reale, che limitano la loro accuratezza predittiva. Al momento, mentre l'IA si posiziona come una soluzione promettente, la sua efficacia rimane teorica senza una convalida empirica diffusa.

Riconoscendo che i risultati sono interpretati con adeguata cautela ed evidenziano opportunità per ricerche future, più dinamiche e consapevoli del contesto, sembra appropriato suggerire l'uso dell'IA per aiutare ad affrontare la crescente complessità della sicurezza delle piste, in quanto può aiutare a creare:

*predict and alert pilots and ATC of potential hazards including weather conditions, low visibility and runway conditions. Situational awareness plays a crucial role in preventing runway excursions and incursions, especially in complex environments with multiple aircraft operating simultaneously. Introducing AI to boost situational awareness could lead to a 20-40% reduction in accidents related to low visibility, human error, or sudden environmental changes.*

*AI-driven simulations can also provide a more realistic, adaptive, and personalized training environment for pilots. Current training systems are limited in their scope, offering preset scenarios [34]. AI, however, can create dynamic training sessions that adapt to a pilot's skill level, expose pilots to rare but critical emergency scenarios, such as runway excursions under extreme weather, track pilot performance in real time and adjust training intensity and complexity accordingly. These AI-enhanced simulations would also help pilots prepare for real-life scenarios more effectively. Therefore, the literature suggests that using AI-driven training could decrease human error-related accidents, particularly during take-off and landing, which are the most accident-prone phases [9][35].*

*Current air traffic control systems depend extensively on human coordination, which can be prone to errors, especially under high workload conditions. AI can also offer advanced predictive analytics capabilities for managing traffic congestion, anticipating weather patterns, and optimizing flight paths. By integrating AI into flight path management, airports can enhance runway utilization, mitigate overcrowding, and improve the coordination of takeoffs and landings, thereby contributing to the reduction of collision risks. Research indicates that AI-driven ATC systems have the potential to detect flight path conflicts earlier than human controllers and can recommend timely corrective actions, which may lead to fewer runway incidents [36][37].*

*Fatigue is widely recognized as a significant contributor to human error in aviation operations [38]. AI systems capable of monitoring biometric indicators such as heart rate variability and eye movement can identify early signs of fatigue in pilots and ATC personnel. These systems can provide recommendations for rest or additional support, enhancing safety during long-haul flights and high-stress operational environments [39][40]. Such predictive fatigue management tools are increasingly viewed as valuable components in reducing fatigue-related incidents.*

*Last to consider, communication barriers, particularly for non-native English-speaking pilots, pose additional safety challenges. AI-based real-time communication translation integrated with flight communication systems can facilitate clearer understanding by instantly translating critical commands and warnings into the pilot's native language. This technology supports smoother communication between pilots and ATC officers, especially in international airports with diverse personnel, and has been proposed as an effective measure to mitigate communication-related errors [41].*

*The future projections regarding incident costs and the benefits of AI integration, while useful for scenario planning,*

- Standardizzazione dei protocolli di comunicazione: stabilire standard di comunicazione globali per il controllo del traffico aereo e i piloti per prevenire errori di comunicazione che portano a incidenti.
- Programmi di formazione avanzati per l'intelligenza artificiale: investire in simulazioni basate sull'intelligenza artificiale e sistemi di monitoraggio della fatica per migliorare la preparazione dei piloti e garantire operazioni sicure in situazioni di stress elevato.
- Sistemi di consapevolezza situazionale: implementare sistemi di monitoraggio in tempo reale basati sull'intelligenza artificiale per avvisare gli equipaggi e il personale di terra di potenziali pericoli come scarsa visibilità, guasti del sistema e condizioni della pista.
- Aggiornamenti delle politiche: le autorità di regolamentazione dovrebbero prendere in considerazione l'integrazione delle tecnologie di intelligenza artificiale negli aeroporti per garantire miglioramenti coerenti della sicurezza in tutto il mondo.

## 6. Conclusioni

In conclusione, questo documento fornisce un'ampia analisi delle problematiche correlate alle incursioni e delle uscite di pista, esaminando la loro frequenza, i fattori contribuenti, cause dirette ed indirette, e l'impatto economico all'interno dell'aviazione commerciale. Sfruttando l'analisi di correlazione di Pearson, questa ricerca identifica i determinanti parametri "chiave" come l'errore umano, le condizioni ambientali, le carenze nella formazione e le interruzioni della comunicazione che aggravano la gravità di questi incidenti.

Lo studio conferma che una migliore formazione dei piloti e protocolli di comunicazione, tecnologicamente avanzata, riducono significativamente la probabilità di incidenti legati alla pista. Inoltre, l'integrazione dell'analisi predittiva e dei sistemi di monitoraggio basati sull'intelligenza artificiale è identificata come un passo cruciale nella gestione proattiva dei rischi insiti nel sistema di trasporto aereo. Tali progressi tecnologici, insieme a misure normative migliorate, hanno un enorme potenziale per ridurre i tassi di incidenti e garantire operazioni economicamente vantaggiose nel lungo periodo.

In adempimento degli obiettivi di ricerca, questo studio ha analizzato i dati storici, proiettato le tendenze future della sicurezza aerea e proposto strategie di mitigazione. Il lavoro di ricerca proposto trova allineamento con gli obiettivi dello studio offrendo raccomandazioni basate sui dati, che enfatizzano le misure politiche adattive, gli investimenti nelle infrastrutture e gli interventi tecnologici, necessari per mantenere elevati standard di sicurezza nel settore dell'aviazione in continua. Entro il 2050, data la previsione del triplo del traffico aereo globale, gli investimenti strategici nelle infrastrutture di sicurezza e nei quadri normativi saranno imperativi.

Mentre questo studio fornisce informazioni significative da diversi punti di vista e soprattutto in termini di rilevanza della sicurezza di fronte alla concorrenza ferro-

*are based on static assumptions and not real-world deployments, which limits their predictive accuracy. Lastly, while AI is positioned as a promising solution, its effectiveness remains theoretical without widespread empirical validation.*

*By acknowledging that the findings are interpreted with appropriate caution and highlights opportunities for future, more dynamic and context-aware research, it seems appropriate to recommend the use of AI to help address the increasing complexity of runway safety, as it can help create the following:*

- *Standardization of Communication Protocols: Establish global communication standards for air traffic control and pilots to prevent miscommunications that lead to accidents.*
- *AI-Enhanced Training Programs: Invest in AI-driven simulations and fatigue-monitoring systems to improve pilot preparedness and ensure safe operations during high-stress situations.*
- *Situational Awareness Systems: Deploy AI-based real-time monitoring systems to alert crews and ground staff about potential hazards like low visibility, system failures, and runway conditions.*
- *Policy Updates: Regulators should consider mandating the integration of AI technologies across airports to ensure consistent safety improvements worldwide.*

## 6. Conclusions

*In conclusion, this paper provides a comprehensive analysis of runway incursions and excursions, examining their frequency, contributing factors, and economic impact within commercial aviation. By leveraging Pearson correlation analysis, this research identifies key determinants such as human error, environmental conditions, deficiencies in training, and communication breakdowns that exacerbate the severity of these incidents.*

*The study confirms that improved pilot training and enhanced communication protocols significantly reduce the likelihood of runway-related accidents. Additionally, the integration of predictive analytics and AI-driven monitoring systems is identified as a crucial step in proactively managing aviation risks. These technological advancements, coupled with improved regulatory measures, hold immense potential for reducing incident rates and ensuring cost-effective operations in the long run.*

*In fulfillment of the research objectives, this study has analyzed historical data, projected future aviation safety trends, and proposed mitigation strategies. The research finds aligning with the study's goals by offering data-driven recommendations that emphasize adaptive policy measures, infrastructure investment, and technological interventions necessary to maintain high safety standards in an expanding aviation industry. By 2050, given the projected triple of global air traffic, strategic investments in safety infrastructure and regulatory frameworks will be imperative.*

viaria-aerea [42], la ricerca futura dovrebbe concentrarsi sull'utilizzo estensivo di analisi IA in tempo reale, sul perfezionamento dei modelli dinamici di controllo del traffico aereo e sul miglioramento dei quadri decisionali dei piloti. Man mano che il settore dell'aviazione si evolve, la continua innovazione nei protocolli di sicurezza e nelle strategie di gestione proattiva sarà essenziale per sostenere l'integrità del trasporto aereo globale.

Tuttavia, in questo studio dovrebbero essere riconosciute alcune limitazioni. Mentre la correlazione di Pearson è efficace nella identificazione delle relazioni lineari, l'uso della codifica binaria per variabili qualitative, come la formazione o la consapevolezza situazionale, può semplificare eccessivamente le condizioni operative non efficacemente delineate, limitando potenzialmente la profondità analitica. Inoltre, lo studio dipende dagli incidenti segnalati, che possono soffrire di sottostima o di documentazione incoerente, in particolare nelle regioni con supervisione limitata o mancanza di piena trasparenza.

- Dichiarazione di disponibilità dei dati: i dati possono essere resi disponibili contattando il primo autore.

*While this study contributes significant insights from several points of view and especially in terms of relevance of safety in the face of rail-air competition [42], future research should focus on incorporating real-time AI analytics, refining dynamic air traffic control models, and enhancing pilot decision-making frameworks. As the aviation industry evolves, continuous innovation in safety protocols and proactive management strategies will be essential to upholding global air transportation integrity.*

*However, some limitations should be acknowledged in this study. While Pearson correlation is effective for identifying linear relationships, the use of binary encoding for qualitative variables—such as training or situational awareness—can oversimplify nuanced operational conditions, potentially limiting the analytical depth. Moreover, the study depends on reported incidents, which may suffer from underreporting or inconsistent documentation, particularly in regions with limited oversight or lack of full transparency.*


- *Data Availability Statement: Data can be made available through contacting the first author.*

## BIBLIOGRAFIA – REFERENCES


- [1] AKINYEMI, O.O., ADEBIYI K.A. (2019), "Development of Dynamics-Based Simulation Models for Runway Safety Planning". *Int. J. Ind. Eng. Prod. Res.* 2019, 30, 381-403. <https://doi.org/10.22068/ijiepr.30.4.381>.
- [2] AYRA E.S., INSUA D.R., CANO J. (2019), "Bayesian Network for Managing Runway Overruns in Aviation Safety". *J. Aerosp. Inf. Syst.* 2019, 16, 546-558. <https://doi.org/10.2514/1.I010726>.
- [3] Barnett A., Yamauchi K., Leighton T., (2015), "Collision Course? The North Airfield Safety Study at Los Angeles International Airport (LAX)". *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2015, 77, 14-34. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.03.003>.
- [4] BEKASOV D. (2020), "Artificial Neural Networks for Airport Runway Safety Systems". *Ann. Disaster Risk Sci.* 2020, 3, <https://doi.org/10.51381/adrs.v3i1.49>.
- [5] BENEDETTO A., D'AMICO F., TOSTI F. (2014), "Improving Safety of Runway Overrun through the Correct Numerical Evaluation of Rutting in Cleared and Graded Areas". *Saf. Sci.* 2014, 62, 326-338. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.09.008>.
- [6] BRASSARD J.D. et al. (2022), "Assessment of Runway Surface Conditions by British Pendulum Testing under the Global Reporting Format Winter Conditions". *Applied Sciences.* 2022, 12, 9646. <https://doi.org/10.3390/app12199646>.
- [7] BHATTACHARYA S. et al. (2023), "Correlation between Visuo-Cognitive Tests and Simulator Performance of Commercial Drivers in the United States". *Accid. Anal. Prev.* 2023, 184, 106994. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.106994>.
- [8] CHANG Y.H., WONG K.M. (2012), "Human Risk Factors Associated with Runway Incursions". *J. Air Transp. Manag.* 2012, 24, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2012.05.004>.
- [9] WANG C., HUBBARD S., ZAKHAROV W. (2018), "Utilizing the Systematic Literature Review in Aviation: A Case Study for Runway Incursions". *Coll. Aviat. Rev. Int.* 2018, 36, 2. <https://doi.org/10.22488/okstate.18.100489>.
- [10] VITAGLIANO L., DEBBAN S., BLEACH K., LIU C. (2024), "Runway Incursion Mitigation Fiscal Year 2022 Annual Summary Report". Available online: <https://www.airporttech.tc.faa.gov/Products/Airport-Safety-Papers-Publications/Airport-Safety-Detail/runway-incursion-mitigation-fiscal-year-2022-annual-summary-report> (accessed on 13 June 2024).
- [11] CHANG Y.H., YANG H.H., HSIAO Y.J. (2016), "Human Risk Factors Associated with Pilots in Runway Excursions". *Accid. Anal. Prev.* 2016, 94, 264-270. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.06.007>.
- [12] Federal Aviation Administration – FAA, Fiscal Year 2022 Safety Incident Report. Available online: <https://www.faa.gov/about/plansreports/congress/fiscal-year-2022-safety-incident-report> (accessed on 13 June 2024).
- [13] Aviation Safety Network – ASN, ASN Safety Database, Available online: [asn.flightsafety.org/database/](https://asn.flightsafety.org/database/) (accessed on 23 June 2024).

- [14] DISTEFANO N., LEONARDI S. (2020). “*Apriori Algorithm for Association Rules Mining in Aircraft Runway Excursions*”. *Civil Engineering and Architecture*. 2020, 8, 206–217. <https://doi.org/10.13189/cea.2020.080303>.
- [15] DI MASCIÒ P. *et al.* (2020), “*Runway Veer-Off Risk Analysis: An International Airport Case Study*”. *Sustainability (Switzerland)* 2020, 12, 9360. <https://doi.org/10.3390/su12229360>.
- [16] COZZA B.G., YOUNG, J.P. (2013), “*Runway Incursions: A Case Study Analysis*”, Purdue University, West Lafayette, USA, 2013, Available online: <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1020&context=atgrads> (accessed on 5 May 2025).
- [17] KOBASZYŃSKA-TWARDOWSKA A., GILL A. (2025), “*Analysis of safety indicators in air transport*”. *Combustion Engines*. 2025, 200, 128-135. <https://doi.org/10.19206/CE-200436>.
- [18] CHEN Z.H., JUANG J.C. (2019), “*Mitigation of Runway Incursions by Using a Convolutional Neural Network to Detect and Identify Airport Signs and Markings*”. *Sensors and Materials*. 2019, 31, 3617–3629. <https://doi.org/10.18494/SAM.2019.2303>.
- [19] Eurocontrol. A Study of Runway Excursions from a European Perspective 2010. Available online: [https://www.ukfsc.co.uk/wp-content/uploads/public\\_pdfs/13-1.pdf](https://www.ukfsc.co.uk/wp-content/uploads/public_pdfs/13-1.pdf) (accessed on 5 May 2025).
- [20] Anon. Airline Safety. Available online: <https://dh101airlinesafety.humspace.ucla.edu/> (accessed on 5 May 2025).
- [21] KETABDARI M., GIUSTOZZI F., CRISPINO M. (2018), “*Sensitivity analysis of influencing factors in probabilistic risk assessment for airports*”, *Saf. Sci.* 2018, 107, 173-187, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.07.005>.
- [22] PETER P., UMAP, V.S. (2021), “*A Review—Risk Assessment of Runway Overrun Incursion*”. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology* 2021, 8, 455-458, <https://doi.org/10.32628/ijrsr-set2183196>.
- [23] MRÁZOVÁ M. (2014), “*Runway incursions – clear and constant danger*”. *INCAS Bulletin*. 2014, 6, 3. <https://doi.org/10.13111/2066-8201.2014.6.3.7>.
- [24] FÖRSTER S., FRICKE, H. A (2024), “*Systematic Literature Review on Complexity-Safety Correlation Models Towards Safety-Conscious Arrival Management*”, *Proceedings of the 11th International Conference on Research in Air Transportation – ICRAAT 2024*, Singapore, 1-4 July 2024, pp. 1-8.
- [25] MORETTI L. *et al.* (2017), “*Airport veer-off risk assessment: an Italian case study*”. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* 2017, 12(3), pp. 900-912.
- [26] FRICKE H. *et al.* (2019), “*Embedding Aircraft System Modeling to ATM Safety Assessment Techniques: The Runway Excursion Safety Case for Runway Strips with Reduced Strength*”. *Transp. Res. Inter. Persp.* 2019, 3, 100026. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100026>.
- [27] IATA, 20 Year Passenger Forecast 2024, (document available upon request to IATA, accessed on 5 May 2025).
- [28] Statista, Airline insurance costs in worldwide commercial aviation between 2007 and 2018, by type. Available online: <https://www.statista.com/statistics/416214/hull-loss-fata-accident-rate-worldwide-commercial-aviation/> (accessed on 15 May 2025).
- [29] Federal Aviation Administration – FAA, Unit Replacement and Restoration Costs of Damaged Aircraft. Available online: [https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/policy\\_guidance/benefit\\_cost/econ-value-section-5-resto.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/policy_guidance/benefit_cost/econ-value-section-5-resto.pdf) (accessed on 15 May 2025).
- [30] PERBOLI G., GAJETTI M. FEDOROV S., LO GIUDICE S. (2021), “*Natural Language Processing for the identification of Human factors in aviation accidents causes: An application to the SHEL methodology*”. *Expert Systems with Applications*. 2021, 186, 115694, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115694>.
- [31] Shi, K.; Goto, Y.; Zhu, Z.; Cheng, J. Anticipatory runway incursion prevention systems. *IEICE Transactions on Information and Systems*. 2013, E96-D, 11. <https://doi.org/10.1587/transinf.E96.D.2385>.
- [32] YANG C, HUANG C. (2023), “*Natural Language Processing (NLP) in Aviation Safety: Systematic Review of Research and Outlook into the Future*”. *Aerospace*. 2023; 10,600. <https://doi.org/10.3390/aerospace10070600>.
- [33] NANYONGA A., JOINER K., TURHAN U., WILD G. (2025), “*Natural Language Processing for Aviation Safety: Predicting Injury Levels from Incident Reports in Australia*”. *Modelling* 2025, 6, 40. <https://doi.org/10.3390/modelling6020040>.
- [34] YANG K., GE X., JU P., BAI J. (2018), “*Evaluation on Pilot Performance of Detecting Runway Incursion Based on Visual Simulation*”. *Xitong Fangzhen Xuebao / Journal of System Simulation*. 2018, 30, 5. <https://doi.org/10.16182/j.issn1004731x.joss.201805044>.
- [35] MOURA LOPES N., APARICIO M., TRINDADE NEVES F. (2024), “*Challenges and Prospects of Artificial Intelligence in Aviation:*

- Bibliometric Study*”, *Data Science and Management*, 2024, in press, <https://doi.org/10.1016/j.dsm.2024.11.001>.
- [36] Wang J. *et al.* (2021). “*AI-Based Conflict Detection and Resolution in Air Traffic Management*”. *J. Air Transp. Manag.* 2021, 94, 102045.
- [37] International Civil Aviation Organization – ICAO. *Manual on Air Traffic Management Systems Requirements*. 2020. Available online: <https://www.icao.int/airnavigation/imp/documents/doc%209882%20-%20manual%20on%20atm%20requirements.pdf> (accessed on 2 May 2025).
- [38] CALDWELL J.A. *et al.* (2009), “*Fatigues Countermeasures in Aviation: A Review of the Literature*”. *Aviat. Space Environ. Med.* 2009, 80, 29-36. <https://doi.org/10.3357/ASEM.2435.2009>.
- [39] DORRIAN J. *et al.* (2011), “*Fatigue Management in Aviation: Current Practices and Future Directions*”. *Saf. Sci.*- 2011, 49, 704-711.
- [40] Federal Aviation Administration – FAA. *Fatigue Risk Management Systems in Aviation*. 2018. Available online: [https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory\\_Circular/AC\\_120-103A.pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_120-103A.pdf) (accessed on 2 May 2025).
- [41] BAJAJ B., ARNAB M. (2021), “*Aviation Safety: An Initial Exploration of the Feasibility of Using Language Engineering Technologies for Reducing Pilot-Air Traffic Control Miscommunications*”. In: NEVILLE STANTON N., LANDRY S., DI BUCCHIANICO G., VALLICELLI A. (eds) *Advances in Human Aspects of Transportation: Part I*. AHFE Open Access, vol 15. AHFE 2021 International Conference, USA., New York, July 25-29, 2021 pp.13, <http://doi.org/10.54941/ahfe100608>.
- [42] WUO LOPES M., DEFLORIO F. (2010). “*La rete ferroviaria ad alta velocità in alternativa al trasporto aereo su scala continentale Europea*”, *Ingegneria Ferroviaria*, 11, 2010, pp. 985-1000.



**PLASTIROMA S.r.l.**  
Stampi & stampaggio  
di materie termoplastici


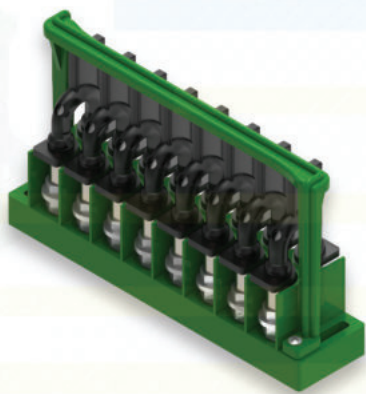


Member of CRIS Publications  
**RINA**  
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM  
ISO 9001

**60 Anni**  
nel settore  
1966 | 2026


## Morsettiera Mini-mini

Morsettiera sezionabile mini-mini 8 poli passo 11 mm,  
con spina passo 12 mm.

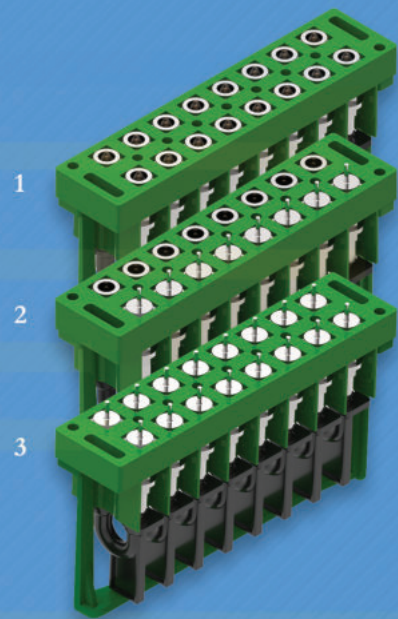
**Materiali:**  
Il corpo morsettiera è realizzato in PC + G.F, di colore verde;  
mentre la parte isolante della spina in PPO+G.F, di colore nero.

Dimensioni di ingombro: 24 x 104 x 60 mm.



La morsettiera mini-mini viene fornita in tre versioni:

1. Con 16 morsetti
2. Con 8 morsetti + 8 morsetti saldabili
3. Con 16 morsetti saldabili




PLA.23.M8M.311.A

PLA.23.M8S.317.A

PLA.23.16S.318.A

Brevetto  
202019000003338  
del 26/09/2019



<https://www.plastiroma.it> | [info@plastiroma.it](mailto:info@plastiroma.it)

# NUOVA EDIZIONE DEL CIFI UN NUOVO CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLE FERROVIE

**Valter Guadagno**

## **Economia e ferrovie preunitarie fra “Ante-storia” e Primo Periodo (1839-1848)**

È stato pubblicato dal CIFI un nuovo lavoro di uno dei più noti studiosi delle ferrovie, Valter Guadagno.

Il libro ha per titolo: “Economia e ferrovie preunitarie fra “ante-storia” e primo periodo (1839-1848)”.

Esso dà l’idea della densità del volume, del suo scopo di dare un quadro organico di questo mondo all’interno di un determinato periodo storico, con un approccio rigorosamente scientifico. Ma è scorrendo già l’indice che si vede questa organicità, si vede l’obiettivo di inquadrare la cronistoria, le tappe delle costruzioni ferroviarie in Italia in un più ampio contesto geografico, economico, storico e soprattutto di sviluppo tecnologico.

La parte prima – la “Ante storia” ferroviaria italiana – comincia con una rapida ma necessaria panoramica dalla Preistoria (non sembra ma serve!) al Medio Evo, all’età moderna, da cui ben si comprende come si sia arrivati gradualmente alla “strada con rotaie”. La successiva carrellata dei momenti fondamentali della nascita e affermazione di questa modalità di trasporto sono un intrecciarsi di cronaca storica e di progressi tecnici relativi alla infrastruttura ferroviaria e alle locomotive. Dalla lettura di tali capitoli di questa prima parte si capisce – perfettamente descritta con approccio divulgativo ma rigoroso – come si sia potuto gradualmente – con tentativi ed errori, come sempre accade – progredire nel far maturare questa complessa tecnica di trasporto.

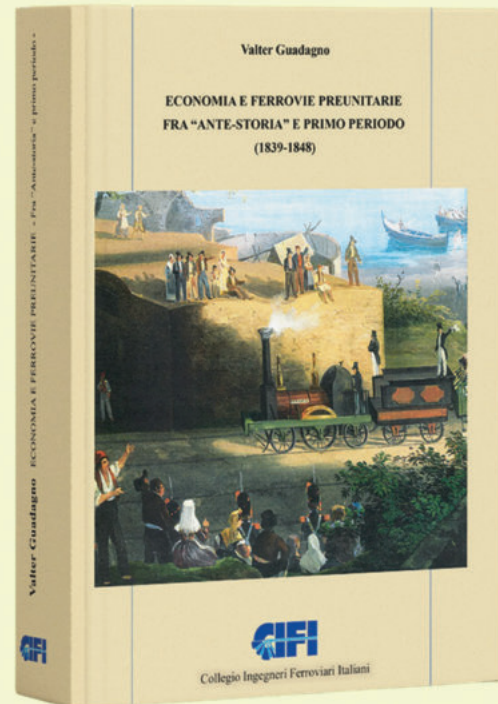
Si parte dalla culla della ferrovia – la Gran Bretagna – per dare uno sguardo all’Oltreoceano americano strettamente legato alla ex madrepatria britannica anche su questo fronte e ritornare poi in Europa, con rassegne relative alla Francia, al Belgio, Olanda, Germania, Austria e Russia.

La parte seconda è tutta italiana, il vero obiettivo del libro (ma non si comprenderebbe questa seconda parte senza la doviziosa prima parte). E qui si comincia ovviamente dalla nota prima ferrovia Napoli-Portici per poi dare un compiuto quadro della progressiva adozione di questa tecnica di trasporto in tutta Italia. Ci si ferma al 1848, coerentemente con lo scopo del libro (Prima Parte della storia delle “ferrovie preunitarie”).

Il libro, come accennato, dà una visione completa della modalità e della tecnica di trasporto ferroviario, sempre inserito nel contesto storico ed economico-industriale del momento. Soprattutto, è illustrato con dovizia di dettagli il prioritario aspetto del finanziamento delle ferrovie. Fondamentale era lo strumento di raccolta sul mercato degli ingenti capitali occorrenti tramite titoli azionari. Che in Italia furono soprattutto capitali stranieri.

Il testo è piano e scorrevole. Si legge con facilità e anche con piacere. È come se si ascoltasse l’Autore mentre parla. La citazione testuale di alcuni passaggi delle fonti consultate rende più viva la narrazione. Come scrive Guadagno “lo 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).**

## Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

### TRASPORTI SU ROTAIA

#### **Piemonte: asse ferroviario Torino-Lione, al via conferenza dei servizi progetto definitivo Avigliana-Orbassano**

Rete Ferroviaria Italiana (Gruppo FS), d'intesa con il Commissario straordinario, C. MAUCERI, ha convocato oggi la Conferenza di Servizi per l'approvazione del progetto definitivo della "Tratta Avigliana - Orbassano dell'asse ferroviario Torino-Lione".

Alla Conferenza sono stati invitati i sindaci degli 11 comuni interessati dall'opera, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, il Ministero della Cultura, il Ministero della Difesa, la Regione Piemonte, la Città Metropolitana e gli Enti gestori delle interferenze.

All'incontro hanno partecipato anche la Vicepresidente della Regione Piemonte, E. CHIORINO, l'Assessore alle Infrastrutture Strategiche della Regione Piemonte, E. BUSSALINO, il Vicesindaco della Città Metropolitana, J. SUPPO, oltre a RFI e FS Engineering (Gruppo FS).

L'obiettivo dei lavori è il completamento e il funzionamento dell'intero Corridoio Europeo Mediterraneo della rete TEN-T, il conseguimento dello shift modale del trasporto merci dalla strada alla ferrovia e lo spostamento dei treni merci dalla linea storica alla nuova tratta ferroviaria con conseguenti vantaggi anche per il Servizio Ferroviario Metropolitano torinese.

Il Progetto definitivo della tratta nazionale Avigliana-Orbassano bivio Pronda prevede, infatti, la realizzazione di una nuova linea in variante, lunga complessivamente 24 km, fino allo

scalo merci di Orbassano. È previsto un tracciato di attraversamento in galleria naturale, lunga 8 km al di sotto della Collina Morenica, che prosegue poi attraverso una galleria artificiale di circa 4 km. La linea termina con un tratto allo scoperto di ingresso e attraversamento dello scalo di Orbassano per poi congiungersi alla linea esistente di accesso al nodo di Torino.

Il costo aggiornato dell'intera opera è di circa 3 miliardi di euro di cui finanziati 827 milioni di euro.

Nell'ambito della Conferenza dei Servizi, tutti i soggetti interessati e coinvolti potranno esprimere il proprio parere, segnalare criticità, formulare prescrizioni e proporre eventuali adeguamenti progettuali.

La progettazione ha ricevuto il parere positivo del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ed è in fase di approvazione la Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale; a conclusione dell'iter approvativo, RFI proseguirà con le necessarie attività ai fini dell'avvio delle procedure negoziali una volta garantita la completa copertura economica (Da: *Comunicato Stampa RFI, Gruppo FS*, 11 febbraio 2026).

#### **Nazionale: Italo, nuova certificazione in ambito ESG**

Nuova certificazione internazionale per Italo. La società ferroviaria ottiene la PAS 24000, riconoscimento che attesta l'impegno dell'azienda nel garantire pratiche etiche, sostenibili e socialmente responsabili (sia internamente che lungo tutta la filiera dell'indotto).

La certificazione, sviluppata dal *British Standards Institution (BSI)*, è uno standard globale che definisce i requisiti per valutare e migliorare le per-

formance sociali di un'organizzazione, con particolare attenzione al rispetto dei diritti umani, alle condizioni di lavoro e alla trasparenza nelle relazioni con stakeholder e comunità locali.

Un attestato frutto di un percorso duraturo e costante, certificato da un ente esterno che ha valutato accuratamente la conformità dei processi e dei sistemi aziendali ai più rigorosi criteri etici e sociali che coprono diversi aspetti fondamentali della responsabilità sociale. Italo, da sempre attenta a temi quali etica, inclusione, sicurezza e tutela dei lavoratori, ha superato tutti gli step propedeutici all'ottenimento di questa ambiziosa certificazione, confermando la propria strategia di sostenibilità, affiancando alle performance economiche l'impegno in ambito ESG, un pilastro fondante della strategia societaria.

"La certificazione è stata ottenuta al termine di un approfondito processo di valutazione del sistema di gestione per la responsabilità sociale da noi implementato. Questo traguardo conferma e valorizza un impegno che la nostra organizzazione porta avanti da tempo, attraverso politiche di pari opportunità e valorizzazione delle differenze, e che nel corso degli anni si è tradotto in un ambiente di lavoro paritario, basato sul rispetto e sulla tutela da ogni forma di discriminazione" dichiara M. MARMOTTA, Responsabile sviluppo organizzativo e comunicazione interna, nonché a capo del sistema di gestione sociale di Italo.

"La PAS 24000 è un riconoscimento che ci spinge a continuare su questa strada, con l'obiettivo di costruire un clima aziendale sempre più equo, aperto e partecipativo" afferma G. CERRATTI, Direttore Human Resources & Organization di Italo (Da: *Comunicato Stampa Italo NTV*, 17 dicembre 2025).

#### **Lazio: Stazione di Frosinone, nuovo sovrappasso per la ricucitura urbana e il miglioramento dell'accessibilità**

Un nuovo sovrappasso che migliora in modo significativo l'accessibilità

della stazione e la ricucitura urbana tra i due fronti della città è stato varato a Frosinone (Fig. 1). La struttura, lunga 65 m, collegherà piazzale Kambo con il fronte lato via Pergolesi, a beneficio dell'utenza ferroviaria e dell'intera cittadinanza. Erano presenti R. MASTRANGELI, sindaco di Frosinone; A. MARTINO, responsabile ingegneria e investimenti stazione direzione stazioni RFI; F. GHERA, assessore regionale ai Trasporti; N. OTTAVIANI, deputato e delegato alla giornata per il varo del sovrappasso dal Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti.

L'operazione è stata realizzata mediante l'impiego di un sistema di gru abbinato e con il supporto di controlli topografici di precisione, che hanno consentito il corretto posizionamento della struttura reticolare. In via preliminare sono stati effettuati i test sui materiali e sulla struttura del sovrappasso, nonché le verifiche sulle fondazioni e sulle spalle in cemento armato.

Nei prossimi mesi proseguiranno le opere di impiantistica e di finitura, comprese l'installazione dei pannelli fotovoltaici sulla copertura, che saranno eseguite durante le interruzioni notturne dell'esercizio ferroviario.

Durante questa fase restano ope-

rativi i locali provvisori ad uso dei servizi di stazione – sala d'attesa, Polfer, biglietteria e bar – così da garantire la piena fruibilità per i viaggiatori. Sono infatti in corso gli interventi sul fabbricato viaggiatori, che prevedono la realizzazione di un nuovo atrio al piano terra, coperto da una struttura in alluminio e vetro, nuovi spazi pubblici al piano primo e il restyling delle due aree laterali destinate a locali tecnici e servizi.

Sul secondo fronte di stazione è già stata realizzata la porzione interrata del sottopasso, sopra la quale sorgerà una nuova struttura in alluminio e vetro su due livelli, dotata di ascensori e scale per la connessione tra il sovrappasso, il piano strada e il sottopasso ferroviario, in integrazione con il parcheggio di scambio intermodale.

A fine lavori lo scalo ferroviario sarà completamente accessibile, nel rispetto dei più elevati standard di sostenibilità ambientale. La fase di design ha ottenuto la certificazione Envision ed è attualmente in corso il processo di certificazione LEED v4 for Transit.

L'intervento complessivo restituisce alla città un accesso ampliato e ripensato in termini di sicurezza, fruibilità e qualità dei servizi, con

particolare attenzione alle persone a ridotta mobilità, e prevede un investimento complessivo di circa 20 milioni di euro da parte di Rete Ferroviaria Italiana.

Il sovrappasso sarà fruibile nei primi mesi del 2027; mentre nel secondo semestre dello stesso anno verranno riattivati i servizi all'interno del nuovo fabbricato viaggiatori. Il completamento degli interventi di miglioramento dell'accessibilità è previsto nel 2028, in coerenza con i fattori produttivi legati agli investimenti sull'infrastruttura ferroviaria (Da: *Comunicato Stampa RFI, Gruppo FSI*, 6 febbraio 2026)

### TRASPORTI URBANI

#### **Piemonte: intelligenza artificiale a supporto della Centrale Operativa SIS, al via una nuova sperimentazione**

Prende avvio una nuova sperimentazione basata sull'intelligenza artificiale come strumento di supporto per la Centrale Operativa SIS, con l'obiettivo di migliorare la gestione delle anomalie ai veicoli fermi in linea e ridurre l'impatto delle interruzioni sulla rete di Trasporto Pubblico Locale.

L'iniziativa prevede l'introduzione di uno strumento innovativo, sviluppato in collaborazione con Almoviva, progettato per affiancare gli operatori SIS nel supportare il conducente o l'autoradio durante le operazioni necessarie al rapido ripristino del veicolo. Il sistema utilizza tecnologie di IA per ottimizzare e velocizzare la ricerca delle informazioni, analizzando le segnalazioni di anomalia, consultando in tempo reale la documentazione di riferimento e i report di interventi pregressi, ed elaborando come output le indicazioni operative più efficaci e tempestive, consentendo di individuare rapidamente la soluzione migliore per la risoluzione dell'anomalia.

Il progetto pilota di sperimentazione riguarda i tram Hitachi serie 8000. La piattaforma è costituita da



(Fonte: RFI, Gruppo FSI)

Figura 1 – RFI vara il nuovo sovrappasso per la ricucitura urbana e il miglioramento dell'accessibilità alla Stazione di Frosinone.

una web application di interfaccia per gli operatori della Centrale SIS e da un modulo di intelligenza artificiale dedicato alla ricerca guidata delle informazioni, alla gestione dell'interazione in linguaggio naturale e alla restituzione di risposte sintetiche e contestualizzate.

L'interfaccia si presenta come una chat che consente agli operatori di porre domande in linguaggio naturale, analogamente a un confronto con un collega esperto. Il sistema individua automaticamente i passaggi più pertinenti del manuale, li ordina per rilevanza e fornisce con un accesso diretto alla pagina o al paragrafo di riferimento del documento originale. In questo modo l'operatore può verificare immediatamente la fonte, senza dover consultare manualmente l'intera documentazione, mantenendo sempre il pieno controllo della decisione operativa.

L'adozione di questo strumento può produrre benefici significativi, tra cui la riduzione dei tempi di ricerca delle informazioni, una maggiore standardizzazione delle procedure operative e un concreto supporto alla formazione dei nuovi operatori. L'assistente virtuale non sostituisce l'esperienza e la competenza dei tecnici, ma le valorizza, fungendo da strumento di supporto decisionale orientato all'efficienza e alla rapidità di intervento.

Al termine della fase di test verrà effettuata una valutazione complessiva sulle funzionalità e sull'uso generale della piattaforma, grazie anche ad una raccolta strutturata di dati e feedback interni. Questa sperimentazione rappresenta un passo concreto verso l'innovazione digitale dei processi operativi e il miglioramento continuo dell'efficienza del servizio (Da: *Comunicato Stampa GTT*, 12 gennaio 2026).

### **Campania: arriva il quarto treno Stadler e continuano le prove dei treni già a Napoli**

Prevista la consegna a Napoli del quarto treno in arrivo dagli stabilimenti Stadler di Valencia.

Intanto prosegue a ritmi serrati il programma di prove necessarie per mettere in esercizio i nuovi veicoli denominati Stadler ET300.

È importante accelerare i tempi per concludere le prove entro febbraio in modo che Stadler possa inviare tutta la documentazione ad ANSFISA e rispettare così le scadenze del PNRR, da cui deriva parte del finanziamento, in particolare quello relativo ai primi sei treni della commessa complessiva.

Le prove sui primi treni, esemplari prototipo, sono particolarmente complesse e lunghe.

Molti test, infatti, saranno effettuati soltanto sui primi due treni, non andranno ripetuti sugli altri 54 già contrattualizzati.

Si evidenzia che i nuovi treni saranno compatibili sia sul vecchio segnalamento ferroviario attualmente in uso che sul nuovo segnalamento, di ultima generazione, ERTMS (quello dell'alta velocità) in fase di costruzione per la prima volta in Europa su linee ferroviarie isolate.

È stato quindi creato uno specifico Trial Site con il nuovo segnalamento attivo per consentire le prove di compatibilità anche con questo segnalamento.

Per ridurre al minimo l'impatto delle prove in linea, realizzabili esclusivamente sulle tratte di circumvesuviana a scartamento ridotto e con specifiche condizioni di prova, i test vengono eseguiti ininterrottamente, a partire dal via libera di ANSFISA con il rilascio dell'APL (autorizzazione prove in linea), sulla linea interrotta Pomigliano – Acerra ed obbligatoriamente, a seconda delle caratteristiche e degli scenari di prova normativi, sulle altre linee di Circumvesuviana.

EAV, Stadler, Certifer Italia, Cetest, Hitachi, Rina, Alstom, Mermec sono le società impegnate continuamente nei test che prevedono la simulazione di tutte le condizioni di esercizio commerciale e la misurazione di tutti i parametri di sicurezza, nel rispetto delle moderne normative europee.

- 2,5 km di cavi di collegamento installati per ogni veicolo;
- sensoristica a bordo e in tutte le principali apparecchiature, che consente di misurare e registrare in tempo reale tutti i parametri di sicurezza, di fatica e di comportamento dinamico;
- 30 tonnellate di zavorra caricata e scaricata secondo le condizioni di prova imposte;
- numerosi km alla velocità massima consentita dalle linee, con maggiorazione del 10%;
- test prestazionali dinamici di trazione e del freno in molteplici condizioni ambientali

sono solo alcuni dei protocolli di prova fino ad ora condotti e conclusi che permetteranno il raggiungimento dell'obiettivo previsto di ottenere l'autorizzazione alla messa in servizio dei modernissimi "Taylor made" di EAV per le linee di Circumvesuviana.

I prossimi test riguarderanno le misure di rumore ambientale prodotto e di intelligibilità dei sistemi di avviso in galleria e all'aperto, di Compatibilità Elettromagnetica dei sistemi elettrici e del sottosistema di protezione della marcia del treno con l'uso di postazioni e di registrazione a terra in grado di monitorare l'impatto dei veicoli nell'ambiente circostante. Tutte queste prove devono essere effettuate nelle ore diurne e con le altre linee in esercizio per riprodurre le reali condizioni di funzionamento.

L'effettuazione delle prove, che proseguiranno quindi nei prossimi giorni, richiederà la sospensione programmata del servizio, in determinate fasce orarie, sulle diverse linee interessate dai test, avendo cura di impattare il meno possibile con il servizio al pubblico, compatibilmente con le esigenze tecniche.

Al fine di consentire lo svolgimento delle corse prova sulla tratta Volla – Pomigliano della linea Volla – Baiano nei giorni 29 e 30 gennaio, dalle ore 15:00 alle ore 21:00 la circolazione ferroviaria è sospesa tra Volla e Vittorio Veneto.

Il programma delle prove è in continuo aggiornamento. Sarà cura di EAV assicurare la corretta informazione sulle eventuali ulteriori variazioni del servizio che si renderanno necessarie. Nei giorni di sospensione della circolazione ferroviaria sarà istituito il servizio di autobus sostitutivi. (Da: *Comunicato Stampa EAV*, 27 gennaio 2026).

### TRASPORTI INTERMODALI

#### Nazionale: completata la consegna di 40 locomotive Vectron a TX Logistik

TX Logistik, società di FS Logistik, ha messo in servizio l'ultima delle sue 40 moderne locomotive Vectron. Le locomotive erano state ordinate a Siemens Mobility nel 2023. L'investimento, il cui obiettivo è eliminare gradualmente alcune unità a noleggio, consentirà a TX Logistik di operare sul mercato in modo più flessibile con una propria flotta. Dalla consegna della prima Vectron nel settembre 2024, TX Logistik ha percorso oltre cinque milioni di km nel trasporto intermodale con le nuove locomotive. TX Logistik possiede e noleggia un totale di 90 locomotive (Fig. 2), che coprono circa 13,5 milioni di km.



(Fonte: Logistik, Gruppo FSI)

Figura 2 – TX Logistik, Rafforzata la flessibilità operativa con una flotta moderna e di proprietà.

TX Logistik fa parte di FS Logistik, operatore multimodale europeo del Gruppo FS Italiane. L'azienda è responsabile del trasporto merci su rotaia all'interno della rete intermodale europea. La costruzione di una propria flotta di veicoli costituisce un passo importante per rafforzare ulteriormente la rete. Allo stesso tempo, le moderne locomotive Vectron rendono il trasporto ancora più sostenibile. Saranno utilizzate principalmente sugli assi nord-sud in Europa attraverso il Brennero e la Svizzera. Questi corridoi, noti per il loro utilizzo intensivo, impongono requisiti elevati alle locomotive messe in servizio, dalla potenza di trazione alla stabilità, fino alla compatibilità con i sistemi transfrontalieri.

TX Logistik ha ordinato le locomotive con diversi pacchetti nazionali. Le prime 20 locomotive Vectron, in grado di operare in Germania, Austria, Svizzera, Italia e Paesi Bassi (D-A-CH-I-NL), sono state consegnate all'inizio del 2025. La consegna di 20 unità equipaggiate per l'esercizio sul corridoio tedesco-austro-italiano (D-A-I) è stata completata con la messa in servizio dell'ultima Vectron ordinata.

La flessibilità e le prestazioni delle nuove locomotive offrono le condi-

zioni tecniche ideali per soddisfare le crescenti esigenze del trasporto merci in Europa. A medio termine, grazie alla moderna flotta Vectron, l'azienda sarà in grado di aumentare la capacità sui corridoi del Brennero e della Svizzera e di migliorare ulteriormente l'efficienza e l'affidabilità del trasporto merci su rotaia. (Da: *Comunicato Stampa Logistik, Gruppo FSI*, 9 febbraio 2026).

### INDUSTRIA

#### Campania: Alstom inaugura un nuovo hub a Napoli per rafforzare la presenza e accelerare la modernizzazione delle infrastrutture ferroviarie

Alstom annuncia l'apertura del nuovo hub di Napoli, situato nel cuore del Centro Direzionale. Il nuovo spazio dispone di circa 50 posti con ambienti modulari progettati per favorire la collaborazione tra i team impegnati nei principali progetti di modernizzazione delle infrastrutture ferroviarie della Regione.

L'iniziativa si inserisce nel piano strategico di crescita e consolidamento di Alstom in Italia e nei territori in cui opera, con l'obiettivo di favorire il benessere dei dipendenti attraverso la riduzione degli spostamenti tra le sedi, la promozione del lavoro agile e lo sviluppo dei talenti e delle competenze locali.

L'hub si configura come centro operativo per progetti strategici di mobilità regionale già avviati, tra cui A168 EAV, che prevede l'installazione sulle linee vesuviane di un sistema di segnalamento avanzato basato sulle soluzioni ACCM1 ed ERTMS su più di 140 km, oltre a rinnovi infrastrutturali delle sottostazioni e della trazione elettrica, ed ERTMS AQ2, che comprende l'implementazione di sistemi di segnalamento, telecomunicazioni e dei conseguenti rinnovi dell'infrastruttura elettrica e civile. Parallelamente, Alstom punta a rafforzare le competenze locali con l'inserimento di nuovi professionisti nel corso dell'anno in ruoli chiave quali

Ingegneri elettrici, elettronici, delle telecomunicazioni, di cybersecurity e di sistema, Manutentori, Troubleshooter. A supporto di questa crescita, proseguono le collaborazioni con ITS Maddaloni e le Università di Napoli “Federico II” e “Parthenope”, attraverso programmi di stage e percorsi formativi dedicati ai giovani talenti per affrontare le sfide della mobilità del futuro.

“Con l’apertura dell’hub di Napoli rafforziamo la nostra presenza in una Regione chiave per la mobilità ferroviaria italiana», afferma M. DE ROSA, HR Director Alstom Italia. «Abbiamo creato un ambiente di lavoro moderno e flessibile, vicino ai progetti che stanno trasformando la mobilità del Paese, promuovendo collaborazione, innovazione e benessere, in linea con i valori del Gruppo e con la volontà di attrarre e sviluppare nuovi talenti nei territori in cui operiamo”.

Alstom conta oltre 270 professionisti in Campania, distribuiti tra il sito di Nola (NA) dedicato alla manutenzione della flotta Italo per il cliente NTV, i depositi di Napoli Campi Flegrei e Napoli Gianturco specializzati nella manutenzione dei treni regionali e dei sistemi di segnalamento, oltre a numerosi cantieri impegnati nell’implementazione di nuove tecnologie di segnalamento e opere infrastrutturali (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 4 febbraio 2026).

## **Nazionale: OICE, aggiornamento sulle gare pubbliche di ingegneria e architettura**

L’aggiornamento dell’Osservatorio OICE/Informatel sul mercato dei servizi tecnici, torna a mostrare a inizio anno un calo del valore delle gare: a gennaio il valore dei bandi, ottenuto sommando l’importo delle gare per servizi di ingegneria (53,0 mln) al valore della progettazione esecutiva compresa negli appalti integrati (11,7 mln), raggiunge l’importo complessivo di 64,7 mln, evidenziando non solo un crollo nel confronto con dicembre (-91,0%), ma anche un forte calo su gennaio 2025 (-69,5%).

Osservando il mercato da una prospettiva più ampia, anche sulla base dei dati raccolti nel periodo 2018-2024, si evidenzia un quadro che pare anticipare una tendenza nuovamente negativa. Infatti, confrontando il valore dei bandi in tutti i mesi di gennaio (dal 2018 al 2026), il primo mese del 2026 risulta quello che riporta il valore di bandi tra i più bassi, così come, confrontando il valore dei bandi di ogni mese del 2025 con quello di gennaio 2026, quest’ultimo emerge come il mese che rileva il valore di bandi minore.

Così commenta i dati di gennaio il Presidente OICE, G. LUPOLI: “Il dato di questo primo mese dell’anno non ci sorprende più di tanto anche se occorrerà monitorare con attenzione cosa accadrà da qui all’estate. Eravamo rimasti piacevolmente sorpresi dal boom di dicembre, ben oltre le nostre aspettative: le amministrazioni hanno, come si suol dire, svuotato i cassetti con gare anche molto importanti; la pausa, quindi, è un po’ nell’ordine delle cose.

In prospettiva siamo invece preoccupati dagli effetti che potrà produrre la recentissima sentenza della Corte di giustizia europea che ha bocciato il diritto di prelazione contenuto nel codice appalto italiano. Si trattava di una misura in vigore dal 1998 a garanzia del promotore che ha cercato di fare decollare un mercato, rimasto comunque asfittico e relegato ad operazioni spesso di limitato valore e rilievo, sul quale anche i nostri associati operano a supporto degli investitori.

Non vogliamo immaginare cosa accadrà adesso se non si riuscirà a trovare una soluzione giuridica adeguata. Rimangono poi sullo sfondo, sia nel PPP, sia in generale, i problemi legati alla certezza del diritto: il cambio continuo di regole, le clausole vessatorie dei contratti a corpo, gli squilibri contrattuali e le interpretazioni difformi e “creative” dei parametri ministeriali per la stima dei corrispettivi professionali non aiutano a migliorare il quadro generale”.

A gennaio, in un contesto generale di flessione nel numero delle gare

UE (-39,7% in confronto a dicembre; -17,0% su gennaio 2025), l’Italia, con 40 bandi, registra un crollo dell’80,8% sul mese precedente, scendendo dal quinto all’undicesimo posto per gare pubblicate. Il confronto con gennaio 2025 mostra, tuttavia, un dato timidamente positivo (+5,3%).

Le gare per soli servizi di ingegneria e architettura (esclusi gli appalti integrati) rilevate a gennaio sono state 115 e hanno raggiunto un importo di 53,0 mln, evidenziando un andamento nel complesso negativo. Infatti, sia su gennaio che su dicembre 2025 si registra un calo in valore con, rispettivamente, un -2,5% e un -60,8%.

Anche per quanto riguarda le gare di sola progettazione, nel mese di gennaio il mercato evidenzia un andamento nel complesso negativo, più nel breve che nel lungo periodo, con un crollo del 91,9% sul mese precedente e un +0,5% su gennaio 2025.

I bandi per accordo quadro rilevati a gennaio sono stati 6, pari al 5,2% del totale dei bandi per servizi di ingegneria e architettura pubblicati, di cui hanno costituito il 19,5% in termini di valore, con 10,3 mln. Rispetto a dicembre 2025, si rileva un crollo sia nel numero (-94,7%), che in valore, con un -98,2%. Decisamente negativo anche il confronto su gennaio 2025, con un calo di gran lunga più moderato nel numero (-14,3%), ma un crollo nel valore, con un -94,3%.

A gennaio 2026, le gare rilevate per appalto integrato sono state 37, con un importo della progettazione esecutiva compresa stimato in 11,7 mln. Rispetto al mese di dicembre, si evidenzia una flessione del 9,8% del valore dei servizi, a fronte di un importante calo del 53,2% nel numero delle gare. Il confronto con il mese di gennaio 2025, tuttavia, vede, a fronte di un moderato calo del numero delle gare (-14,0%), un’impennata sia nel valore dei lavori (+704,5%), che nel valore dei servizi di progettazione compresi stimato (+460,3%).

Per quanto riguarda gli interventi

in PPP (sia avvisi per sollecitare proposte da parte di promotori, sia avvisi di gara su PFTE di concessioni), che nel 2025 hanno raggiunto un valore complessivo di 8,9 mld., a gennaio valgono 476,3 mln (Da: *Comunicato Stampa OICE*, 9 febbraio 2026).

### **Nazionale: ANIE Confindustria, il Libro Bianco del MIMIT, visione strategica per rafforzare la leadership tecnologica italiana**

È stato presentato a Roma il Libro Bianco “Made in Italy 2030” realizzato dal Ministero delle Imprese e del Made in Italy. Il documento delinea una visione industriale di lungo periodo e rappresenta un riferimento strategico per definire una politica industriale nazionale moderna, coerente con le priorità europee e capace di affrontare le sfide del contesto internazionale.

ANIE Confindustria, che ha preso parte al percorso di consultazione, esprime apprezzamento per l’approccio sistemico del Libro Bianco, riconoscendo il valore di una strategia che mette al centro la manifattura avanzata, l’autonomia tecnologica e la resilienza delle catene del valore.

“Il Libro Bianco rappresenta un segnale di visione e responsabilità istituzionale” – dichiara V. DE MARTINO, Presidente di ANIE Confindustria. “In una fase storica di profonde trasformazioni tecnologiche, energetiche e geopolitiche, l’Italia ha bisogno di una politica industriale stabile, orientata al futuro e capace di coniugare competitività e sicurezza economica. Il rafforzamento delle filiere tecnologiche italiane deve essere una priorità strategica per il nostro Paese”.

Con un fatturato aggregato superiore ai 100 miliardi di euro, le imprese dell’elettrotecnica ed elettronica rappresentate da ANIE costituiscono uno dei pilastri della manifattura italiana ed europea. Operano in settori chiave come l’elettrificazione dei consumi, le infrastrutture energetiche e digitali, l’automazione, l’efficienza energetica e la cybersecurity, contri-

buendo in modo decisivo alle grandi transizioni in corso.

“Le imprese ANIE offrono le tecnologie e le soluzioni che abilitano la competitività e l’efficienza dell’industria italiana” – prosegue DE MARTINO. “Il riconoscimento della neutralità tecnologica, della centralità dell’innovazione e del capitale umano come pilastri per la crescita rappresenta un elemento di grande rilievo contenuto nel Libro Bianco”.

ANIE Confindustria conferma il proprio impegno a collaborare con il MIMIT e con le istituzioni, nazionali ed europee, per tradurre questa visione strategica in politiche concrete: sostenere gli investimenti, rafforzare le competenze e accompagnare le imprese lungo i processi di trasformazione industriale. Obiettivo: costruire un’Italia più competitiva e protagonista nello scenario industriale globale (Da: *Comunicato Stampa ANIE*, 29 gennaio 2026).

### **Nazionale: MIT, 141.980 immatricolazioni a gennaio**

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti comunica che a gennaio 2026 sono state immatricolate 141.980 autovetture a fronte delle 133.721 iscrizioni registrate nello stesso mese dell’anno precedente, pari ad un aumento del 6,18%.

I trasferimenti di proprietà sono stati 451.266 a fronte di 474.480 passaggi registrati a gennaio 2025, con una diminuzione del 4,89%.

Il volume globale delle vendite mensili, pari a 593.246, ha interessato per il 23,93% vetture nuove e per il 76,07% vetture usate.

Le immatricolazioni rappresentano le risultanze dell’Archivio Nazionale dei Veicoli al 31.01.2026,

mentre i dati relativi ai trasferimenti di proprietà si riferiscono alle certificazioni rilasciate dagli Uffici della Motorizzazione nel mese di gennaio 2026 (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 2 febbraio 2026)

### **Nazionale: da Italferr a FS Engineering**

Nuovo capitolo dell’evoluzione industriale e strategica del Gruppo FS: nasce FS Engineering per promuovere a livello mondiale l’ingegneria integrata, hi-tech e digitale (Fig. 3).

Il giorno 5 febbraio 2026, l’Amministratore Delegato e Direttore Generale della Società D. Lo Bosco, ha presentato ufficialmente il nuovo progetto di rebranding.

All’evento hanno preso parte il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti e Vicepremier M. SALVINI, l’Amministratore Delegato del Gruppo FS S. A. DONNARUMMA, il Presidente del Gruppo FS T. TANZILLI e la Presidente di FS Engineering L. MARTINIELLO.

La nuova denominazione sociale che caratterizzerà il futuro di Italferr rappresenta il punto di arrivo di un percorso di crescita virtuoso che l’ha vista affermarsi, in oltre 40 anni di attività, come driver dell’ingegneria italiana hi-tech nel mondo. Un centro di eccellenza presente in 15 Paesi e 5 continenti, capace di ampliare progressivamente il proprio perimetro ben oltre il settore ferroviario nazionale e della mobilità sostenibile.



(Fonte: Italferr, Gruppo FSI)  
Figura 3 – L’eccellenza dell’ingegneria italiana diventa una tech-company globale.

FS Engineering intende porsi, con le proprie piattaforme BIM 4D, 5D e le successive evoluzioni di cui è leader, come motore ingegneristico altamente specializzato, assumendo il ruolo di hub tecnico trasversale all'interno Gruppo e al servizio del Paese e, in ambito internazionale, di progettista di grandi opere di edilizia civile e di innovazione nel mondo.

Il nome FS Engineering evidenzia in modo immediato l'orgoglio di appartenenza al Gruppo FS e valorizza l'unicità del know-how oggi sviluppato nell'ingegnerizzazione digitale dei cantieri, nell'adozione avanzata di sistemi smart e di tecnologie frutto del lavoro dei gruppi di ricerca e delle partnership accademiche, raccogliendo il testimone multidisciplinare di Italferr, già affermata nei settori dei trasporti, dell'energia, dell'acqua, dell'edilizia, dell'urbanistica e dell'integrazione fra nodi di mobilità, logistica e ambiente.

FS Engineering intende posizionarsi come tech-company delle infrastrutture, in cui l'ingegneria tradizionale si integra con Big Data, IoT e criteri ESG, ponendo al centro la sostenibilità, la sicurezza intrinseca delle opere e la manutenzione programmata per l'intero ciclo di vita, valorizzando per le opere di grande pregio storico-architettonico l'esperienza unica del Digital Twins che l'hanno già vista protagonista del monitoraggio della Basilica di S. Pietro, con tecniche di prevenzione dei rischi.

Il passaggio a FS Engineering consente di allineare l'identità del brand a quella dei principali player internazionali dell'ingegneria per competere sui mercati globali delle infrastrutture complesse e dei cantieri digitali, con particolare riferimento alla sicurezza sul lavoro, facendo ricorso all'intelligenza artificiale, in coerenza con la mission aziendale e per rafforzare la cooperazione internazionale, secondo le strategie del Gruppo FS e degli indirizzi del MIT e del Governo.

Un'evoluzione già riconosciuta a livello internazionale, come dimostrano i prestigiosi premi ricevuti nel 2025: dal riconoscimento ad Amsterdam per il "Digital Going Year in In-

frastructure", al Premio Innovazione SMAU 2025, fino al Premio OICE per la Sostenibilità, che ha visto la nostra realtà prima tra le società di ingegneria e architettura italiana.

Con questo cambio di nome, FS Engineering si propone come Global Engineering Firm capace di gestire la complessità infrastrutturale a 360 gradi, massimizzando il contributo ingegneristico alle politiche green e alla mobilità sostenibile del futuro, portando nel mondo l'eccellenza, l'innovazione e l'orgoglio dell'ingegneria italiana e della ricerca tecnologica di settore, grazie anche a dei brevetti innovativi di FS (Da: *Comunicato Stampa Italferr, Gruppo FS*, 5 febbraio 2026).

## VARIE

### **Nazionale: MIT e Mobilità, pubblicato il Rapporto trimestrale dell'Osservatorio (III - 2025)**

Pubblicato il Report del terzo trimestre 2025 sulle tendenze della mobilità degli italiani, predisposto dalla Struttura Tecnica di Missione (STM) del MIT.

Con riferimento alle abitudini di mobilità degli italiani, si rileva che, a settembre 2025, si sono spostati ogni giorno circa 36,9 milioni (circa il 71,7% della popolazione di riferimento), ciascuno dei quali ha effettuato mediamente 2,56 spostamenti al giorno per un totale di quasi 95 milioni di spostamenti, pari a oltre 2,3 miliardi di spostamenti x km/giorno.

Il documento sottolinea la tendenza positiva della domanda di mobilità per quasi tutte le modalità di trasporto, che nel secondo trimestre registra una crescita rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente, in particolare con aumenti sino al +6% nel settore degli spostamenti autostradali.

Nel dettaglio, nei giorni feriali ci si sposta di più di quelli festivi e con un maggior numero di spostamenti medi pro-capite, con la maggior parte degli spostamenti è di natura locale, con una percentuale di utenti medi/

giorno che si sposta entro i 50 km di oltre il 65% del totale.

Tra i dati raccolti, emerge che negli spostamenti regionali circa il 6% della mobilità di un giorno feriale medio è extraregionale, con il 78% tra questi movimenti che effettua una percorrenza fino a 250 km.

Il Report è realizzato sulla base dei dati raccolti dall'Osservatorio sulla mobilità di passeggeri e merci, messi a disposizione dagli operatori multimodali nazionali e dalle Direzioni Generali del MIT, oltre che da prestigiosi Centri studi e di ricerca e società di promozione e pianificazione dei trasporti (Fig. 4).

Le analisi sono realizzate al fine di monitorare l'evoluzione e le esigenze del settore dei trasporti e della logistica, anche per meglio pianificare e programmare gli investimenti nelle infrastrutture e nei servizi di trasporto (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 5 febbraio 2026).

### **Sardegna: ITA Airways e VOLOTEa in partnership per connettere i propri network e servire alcune destinazioni nell'isola**

Volotea e ITA Airways presentano un'offerta congiunta per la partecipazione alle procedure di gara della continuità territoriale in Sardegna sulle rotte Cagliari-Roma Fiumicino e v.v. e Olbia-Milano Linate e v.v., con impegno a costituire un Raggruppamento Temporaneo di Imprese (RTI) in caso di aggiudicazione di una o di entrambe le rotte. Una decisione che nasce dalla volontà comune di garantire ai cittadini sardi collegamenti aerei efficienti, regolari e di qualità, con un servizio affidabile e un'offerta di voli pensata per rispondere concretamente alle esigenze di mobilità dell'Isola.

Questa collaborazione riunisce due aziende altamente complementari e sostiene il successo del programma di continuità territoriale. Inoltre, attraverso un accordo di distribuzione interline incentrato su Roma Fiumicino, Volotea e ITA Airways offriranno ai passeggeri più opzioni di collegamento.



(Fonte: MIT)

Figura 4 – Mare, cielo, strada e ferrovia: all'interno del documento sono raccolti i dati delle tendenze per il terzo trimestre del 2025.

Grazie all'esperienza pluriennale di Volotea nella gestione di rotte in regime di continuità territoriale – di cui una operata in Italia e tre in Francia – e alla capillarità della rete di ITA Airways dal suo hub di Roma Fiumicino e dall'aeroporto di Milano Linate, in caso di aggiudicazione i passeggeri potranno beneficiare di un servizio integrato che punta sull'affidabilità operativa e sull'accessibilità delle tariffe. L'obiettivo della partnership è offrire una soluzione concreta alle necessità di mobilità dei passeggeri residenti in Sardegna, assicurando continuità nei collegamenti con la Penisola durante tutto l'anno, anche nei periodi di bassa stagione, con orari funzionali e servizi pensati per facilitare gli spostamenti per motivi di salute, lavoro, studio e turismo.

“Questa partnership strategica con ITA Airways segna una giornata cruciale per lo sviluppo di Volotea in Italia, non solo in Sardegna, un mercato importante per noi da molti anni, ma anche a livello globale –

ha dichiarato C. MUÑOZ, fondatore e CEO di Volotea –. Unendo la nostra offerta con quella di ITA Airways, la compagnia italiana di riferimento, e creando sinergie con loro per servire meglio la Sardegna, vogliamo offrire ai consumatori italiani più opzioni e, in particolare, una soluzione più solida per la continuità territoriale. Scendiamo in pista per la prima volta insieme a ITA Airways con l'obiettivo comune di mettere in campo una proposta forte, sinergica e sostenibile per garantire un servizio puntuale, efficiente e alla portata di tutti.”

“Siamo particolarmente orgogliosi della partnership con Volotea, un vettore agile e innovativo che, come noi, sta vivendo una crescita importante soprattutto negli ultimi anni – ha dichiarato J. EBERHART, Amministratore Delegato e Direttore Generale di ITA Airways –. Ritengo sia il partner ideale per dar vita ad un percorso virtuoso che ci consentirà di ampliare ulteriormente la nostra rete sfruttando il network di Volotea a livello continentale e, con l'auspicio

di un positivo esito delle procedure di gara a cui abbiamo partecipato insieme, di garantire ai cittadini sardi un servizio all'altezza delle loro esigenze di mobilità, efficiente e affidabile. Vogliamo così confermare il nostro ruolo di Compagnia di riferimento per la mobilità del Paese, impegnata ogni giorno a fornire servizi di qualità e rispondere alle necessità di tutte le comunità che collega.”

- Un progetto comune rafforzato da un accordo di interline

La decisione di partecipare congiuntamente a selezionate procedure di gara, attraverso due costituendi RTI, si inserisce in un contesto più ampio che include anche l'accordo di interline bilaterale, recentemente sottoscritto dalle due compagnie aeree e già operativo. Il progetto comune consente ai vettori di offrire una rete combinata ancora più capillare, generando 118 nuove opportunità di collegamento che si aprono dall'hub di Roma Fiumicino, il tutto con una singola prenotazione e il trasferimento diretto dei bagagli fino alla meta

finale, senza necessità di ritiro allo scalo romano.

- Nota per il lettore: VOLOTEA

Volotea è stata fondata nel 2011 da C. MUÑOZ e L. Ros, precedentemente fondatori di Vueling. È una delle compagnie indipendenti che, negli ultimi 10 anni, sta crescendo più velocemente in Europa. Anno dopo anno, ha visto crescere la sua flotta, il numero di rotte operate e l'offerta di posti in vendita. A fine 2025 la compagnia ha raggiunto il traguardo degli 80 milioni di passeggeri trasportati su tutta la sua rete.

Volotea vola verso più di 110 aeroporti e ha base in 19 città europee di medie dimensioni: Asturie, Bari, Bilbao, Bordeaux, Brest, Firenze, Lille, Lione, Lourdes, Marsiglia, Nantes, Napoli, Olbia, Palermo, Rodez, Strasbur-

go, Tolosa, Venezia e Verona. Nel 2025 Volotea ha operato più di 420 rotte (di cui oltre la metà in esclusiva), con un'offerta di 12,7 milioni di posti (+1% rispetto al 2024), e ha effettuato circa 75.000 voli. La compagnia opera con una flotta di 41 Airbus A319 e A320.

Volotea sta lavorando per raggiungere un futuro più sostenibile nel settore dell'aviazione. Alla fine del 2024, la compagnia aerea ha ridotto del 51% le proprie emissioni dirette di CO<sub>2</sub> per passeggero-km rispetto al 2012, raggiungendo questo traguardo con sei anni di anticipo rispetto alle previsioni. Ora si è posta un nuovo obiettivo: ridurre tra il 55% e il 60% entro il 2030.

Volotea, con una forza lavoro di oltre 2.000 dipendenti, promuove attivamente la connettività all'inter-

no dei territori in cui opera, contribuendo al loro sviluppo economico e arricchendo il paesaggio culturale attraverso progetti di sponsorizzazione di grande impatto. Volotea ha ottenuto una valutazione di quattro stelle nel 2024 ed è stata riconosciuta da Skytrax nel suo sondaggio globale sulla soddisfazione dei passeggeri come la "Migliore Compagnia Aerea Low-Cost d'Europa" ai World Airline Awards 2023 e 2024, definiti dai media di tutto il mondo "gli Oscar dell'industria aeronautica". La compagnia aerea aggiunge questi riconoscimenti al suo crescente elenco di successi, che comprende le vittorie consecutive come "Compagnia aerea low-cost leader in Europa" ai *World Travel Awards* nel 2021, 2022, 2024 e 2025 (Da: *Comunicato Stampa ITA Airways*, 15 dicembre 2025).

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



## Notizie dall'estero

### *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

#### **TRASPORTI SU ROTAIA** **RAILWAY TRANSPORTATION**

##### **Regno Unito: svelato il primo treno CrossCountry Voyager ristrutturato**

Alstom ha svelato il primo treno ristrutturato della flotta Voyager di CrossCountry, nell'ambito del suo contratto da 60 milioni di sterline per offrire un'esperienza più luminosa e confortevole ai passeggeri in tutta la Gran Bretagna.

Durante la presentazione del nuovo treno presso lo storico stabilimento Alstom di Litchurch Lane a Derby (Fig. 1), gli ospiti invitati hanno potuto visitare il treno e sperimentare in prima persona i miglioramenti. Il treno rinnovato, Classe 220 n. 220033, tornerà presto sui binari. Infatti, dalla sua prima introduzione, il n. 220033 ha percorso 9.311.605 miglia, ovvero ha viaggiato sulla Luna e ritorno più di 12 volte.

I Voyager sono sottoposti a manutenzione, assistenza e revisione da Alstom presso il suo deposito di Central Rivers nello Staffordshire, mentre il rinnovamento è stato eseguito da circa 130 dipendenti presso lo stabilimento di Derby Litchurch Lane. Treni storici Alstom, i Voyager, sono gestiti da CrossCountry e di proprietà della società di materiale rotabile Beacon.

- Fornitore leader di servizi ferroviari

Nell'ambito del suo 150° anniversario nel 2026, Derby Litchurch Lane Works è la più grande e antica fabbrica di treni in funzione nel Regno Unito. È anche l'unica struttura del paese in grado di progettare, ingegnerizzare, costruire e collaudare

treni per il mercato britannico e per l'esportazione, attività che affianca all'ammodernamento e al rinnovamento dei veicoli.

Alstom è il principale fornitore di nuovi treni e servizi ferroviari del Regno Unito, con il 63% della flotta ferroviaria installata nel paese supportata dall'azienda 24 ore su 24, grazie a circa 3.000 dipendenti in 30 depositi.

“Questo traguardo riflette la forza delle capacità di rinnovamento di Alstom nel Regno Unito e la competenza del nostro team a Derby. Aggiornare una flotta utilizzata intensamente come i Voyager richiede precisione, innovazione e una profonda conoscenza tecnica, e il nostro personale ha fornito esattamente questo. Lavorando a stretto contatto con CrossCountry e Beacon, stiamo garantendo che questa flotta affidabile sia equipaggiata per molti altri anni di servizio affidabile e confortevole per i passeggeri in tutta la Gran Bretagna”,



(Fonte - Source: Alstom)  
Figura 1 – Il primo CrossCountry Voyager ristrutturato (n. 220033) all'esterno dello stabilimento Alstom di Derby Litchurch Lane.

Figure 1 – First Refurbished CrossCountry Voyager (No. 220033) outside Alstom's Derby Litchurch Lane Works.

ha dichiarato S. HARVEY, Direttore Servizi di Alstom per Regno Unito e Irlanda.

Ha aggiunto: “Sono orgoglioso della qualità e della dedizione che il nostro team ha dedicato al primo Voyager a lasciare Litchurch Lane e so che lo stesso impegno caratterizzerà ogni treno che consegneremo durante questo programma”.

Nei prossimi due anni, un totale di 136 carrozze Voyager (Classe 220) e 176 Super Voyager (Classe 221) saranno rinnovate da Alstom a Derby, inclusi altri 12 treni aggiunti alla flotta CrossCountry dopo il loro rilascio da Avanti West Coast.

La flotta Voyager a lunga percorrenza è stata un pilastro delle ferrovie britanniche per oltre due decenni, operando sulla rete CrossCountry, da Aberdeen, in Scozia, a Penzance, in Inghilterra. Costruiti originariamente nel 2000, i treni hanno sostituito i precedenti treni British Rail e hanno stabilito nuovi standard di comfort e affidabilità.

Caratteristiche moderne come l'aria condizionata e le prenotazioni elettroniche hanno contribuito a trasformare i viaggi a lunga percorrenza, raddoppiando il numero di passeggeri da 12 milioni nel 1997 a 24 milioni nel 2007. Nel 2025, CrossCountry ha effettuato un totale di 39,6 milioni di viaggi, con fermate in oltre 100 stazioni in tutto il paese.

- Nota per il lettore: treni dal nuovo look

Il programma di rinnovamento dei Voyager di Alstom offre interni ed esterni completamente rinnovati, creando un look moderno e coerente in tutta la flotta, sia in classe standard che in prima classe. I lavori garantiranno ai Voyager di CrossCountry viaggi confortevoli e di alta qualità per gli anni a venire.

Nei prossimi due anni, tutti i 70 treni della flotta a lunga percorrenza di CrossCountry saranno dotati di:

- Nuovi sedili con maggiore spazio per le gambe, vani portaoggetti sotto i sedili migliorati e prese di corrente integrate (a tre poli, USB-A e USB-C).
- Tavolini ristrutturati in tutti i posti.
- Nuova moquette in tutti i treni e decorazioni interne ed esterne rinnovate.
- Nuova illuminazione a LED più efficiente in tutti i treni.
- Servizi igienici e vestiboli ristrutturati in tutti i treni.
- Nuovi e potenziati sistemi di videosorveglianza a bordo, telecamere frontali e contapassi automatici.

In linea con la politica di Alstom di non inviare rifiuti in discarica, i potenziali materiali di scarto derivanti dal processo di ristrutturazione saranno riciclati, e si stanno valutando opzioni su come sfruttarli al meglio man mano che il programma prosegue.

“Questo treno segna un passo importante nel nostro impegno per migliorare l’esperienza di viaggio di tutti coloro che viaggiano con noi. La flotta Voyager ha servito i passeggeri con eccellenza per oltre due decenni e questi aggiornamenti garantiranno che continui a soddisfare le moderne aspettative in termini di comfort, sostenibilità e sicurezza”, ha dichiarato S. ROLFE, AD di CrossCountry.

Ha aggiunto: “Siamo orgogliosi di investire nel futuro dei viaggi

ferroviari a lunga percorrenza e non vediamo l’ora di accogliere i passeggeri a bordo dei nostri treni rinnovati”.

Beacon noleggia la flotta Voyager a CrossCountry, con un investimento complessivo di 75,1 milioni di sterline da parte della società di materiale rotabile nel rinnovamento della flotta. “Beacon è orgogliosa di supportare CrossCountry nella realizzazione di questo sostanziale ammodernamento della flotta Voyager. Questi treni hanno sostenuto i viaggi ferroviari a lunga percorrenza in Gran Bretagna per oltre due decenni e questo investimento ne garantisce l’affidabilità, il comfort e la sostenibilità. Grazie alla nostra stretta collaborazione con CrossCountry e Alstom, continuiamo a impegnarci a fornire materiale rotabile sostenibile e di alta qualità che migliori l’esperienza dei passeggeri”, ha dichiarato A. CUNLIFFE, AD di Beacon Rail (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 10 febbraio 2026).

### **UK: revealed the first refurbished CrossCountry Voyager train**

*Alstom has unveiled the first refurbished train in CrossCountry’s Voyager fleet, as part of its £60 million contract to deliver a brighter, more comfortable experience for passengers across Great Britain.*

*Revealing the new-look train at Alstom’s historic Litchurch Lane Works in Derby invited guests were invited to tour the train and experience the improvements first-hand (Fig. 1). The refreshed train – Class 220 No. 220033 – is set to be back on the tracks soon. In fact, since it was first introduced, No. 220033 has clocked up 5,811,605 miles of travel – or travelled to the moon and back more than 12 times.*

*The Voyagers are maintained, serviced and overhauled by Alstom at its Central Rivers Depot in Staffordshire, while the refurbishment has been carried out by around 130 staff at its Derby Litchurch Lane facility. Legacy Alstom trains, the Voyagers are operat-*

*ed by CrossCountry and owned by rolling stock company Beacon.*

- *Leading rail provider*

*Celebrating its 150th birthday in 2026, Derby Litchurch Lane Works is the UK’s largest and oldest operating train factory. It is also the only facility in the country able to design, engineer, build and test trains for UK and export markets, which is offers alongside vehicle modernisation and refurbishment capabilities.*

*Alstom is the UK’s leading supplier of new trains and train services, with 63% of the country’s installed train fleet supported by the company around the clock – and made possible by around 3,000 colleagues across 30 depots.*

*“This milestone reflects the strength of Alstom’s refurbishment capabilities in the UK and the expertise of our team in Derby. Upgrading a fleet as intensively used as the Voyagers demands precision, innovation and deep technical knowledge – and our people have delivered exactly that. Working closely with CrossCountry and Beacon, we’re ensuring this trusted fleet is equipped for many more years of reliable and comfortable service for passengers across Great Britain,” said S. HARVEY, Alstom’s Services Director UK and Ireland.*

*He added: “I’m proud of the quality and dedication our team has brought to the first Voyager to leave Litchurch Lane and I know that same commitment will define every train we deliver throughout this programme.”*

*Over the next two years, a total of 136 Voyager (Class 220) and 176 Super Voyager (Class 221) cars are being refurbished by Alstom in Derby, including an additional 12 trains added to the CrossCountry fleet following their release from Avanti West Coast.*

*The long-distance Voyager fleet has been a cornerstone of Britain’s railways for over two decades, operating across the CrossCountry network, from Aberdeen, Scotland, to Penzance, England. Originally built in 2000, the trains replaced former British Rail stock and set new standards for comfort and reliability.*

Modern features like air conditioning and electronic reservations helped transform long-distance travel, doubling passenger numbers from 12 million in 1997 to 24 million by 2007. In 2025, CrossCountry delivered a total of 39.6 million journeys, calling at more than 100 stations across the country.

• Note for the reader: New-look trains

Alstom's Voyager refurbishment programme delivers a fully refreshed interior and exterior, creating a modern and consistent look throughout the fleet, across both standard and first class. The work will ensure CrossCountry's Voyagers deliver comfortable, elevated journeys for years to come.

Over the next two years, all 70 trains in CrossCountry's long-distance fleet will see:

- New seating with increased legroom, improved under-seat storage and integrated power sockets (three-pin, USB-A and USB-C).
- Upgraded tables at all seats.
- New carpets throughout and refreshed interior and exterior artwork.
- New, more efficient LED lighting throughout.
- Refurbished toilets and vestibules throughout the trains.
- New and upgraded onboard CCTV, forward-facing cameras and automatic passenger counters.

In line with Alstom's policy of sending no waste to landfill, would-be waste material from the refurbishment process is set to be recycled, with options being explored on how to make the most of these as the programme continues.

"This train marks an important step in our commitment to improving the experience for everyone who travels with us. The Voyager fleet has served passengers well for more than two decades, and these upgrades will ensure it continues to meet modern expectations for comfort, sustainability and security," said S. ROLFE, MD at CrossCountry.

She added: "We're proud to be investing in the future of long-distance rail travel and look forward to welcom-

ing passengers on board our refreshed trains."

Beacon leases Voyager fleet to CrossCountry, with the rolling stock company investing a total of £75.1 million in the fleet refurbishment.

"Beacon is proud to support CrossCountry in delivering this substantial upgrade to the Voyager fleet. These trains have underpinned long-distance rail travel in Britain for more than two decades, and this investment ensures they remain reliable, comfortable and fit for the future. Through our close partnership with CrossCountry and Alstom, we remain committed to providing sustainable, high-quality rolling stock that enhances the passenger experience," said A. CUNLIFFE, Chief Executive Officer at Beacon Rail (From: Alstom Press Release, February 10<sup>th</sup>, 2026).

## **TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION**

### **Internazionale: lancio di Firehorse e potenziamento dei servizi intra-asiatici**

MSC è lieta di presentare Firehorse, un nuovo servizio indipendente che offre collegamenti diretti e veloci tra Cina, Singapore e Indonesia (Fig. 2).

Oltre a questo lancio, MSC sta potenziando diversi servizi intra-asiatici esistenti, per offrire un accesso più competitivo e completo ai principali hub commerciali della regione. Questi miglioramenti strategici garantiranno un transito fluido e una connettività più forte in tutta l'Asia, aiutando le aziende a prosperare in un mercato dinamico.

Progettate per offrire servizi di spedizione più efficienti e affidabili, le prime partenze saranno le seguenti:

- Firehorse: MSC PALATIUM III HC610A – ETA Shanghai 5 marzo 2026.
- Seagull: MSC JAPAN III HU610A – ETA Shanghai 3 marzo 2026.
- Seahorse: MSC ALDI III HO610A – ETA Shanghai 4 marzo 2026.

- Saola: MSC SHIRLEY II HS610A – ETA Shanghai 4 marzo 2026.
- Bengal: MSC EMILY II SX611R – ETA Chattogram 10 marzo 2026.
- Pertiwi: MSC BERN V HW610R – ETA Panjang 7 marzo 2026.
- Bayan Ko: MSC IDA II HK610A – ETA Hong Kong 1 marzo 2026.
- Kouprey: SEA STAR 1 HJ609A – ETA Kampong Saom 27 febbraio 2026.
- Thai: MSC REN V HN608A – ETA a Laem Chabang 18 febbraio 2026.

Per qualsiasi domanda, contattate i rappresentanti MSC nella nostra rete globale di oltre 675 uffici (Da: Comunicato Stampa MSC, 9 febbraio 2026).

### **International: launch of Firehorse and strengthens Intra-Asia services**

MSC is pleased to unveil Firehorse, a new standalone service offering direct and fast connections between China, Singapore and Indonesia (Fig. 2).

In addition to this launch, MSC is upgrading several existing Intra-Asia services, to provide more competitive and comprehensive access to the region's key trade hubs. These strategic enhancements will deliver seamless transit and stronger connectivity across Asia, helping businesses to thrive in a dynamic market.

Designed to provide more efficient and reliable shipping services, the first sailings will be as follows:

- Firehorse: MSC PALATIUM III HC610A – ETA Shanghai 5 March 2026.
- Seagull: MSC JAPAN III HU610A – ETA Shanghai 3 March 2026.
- Seahorse: MSC ALDI III HO610A – ETA Shanghai 4 March 2026.
- Saola: MSC SHIRLEY II HS610A – ETA Shanghai 4 March 2026.
- Bengal: MSC EMILY II SX611R – ETA Chattogram 10 March 2026.
- Pertiwi: MSC BERN V HW610R – ETA Panjang 7 March 2026.

- *Bayan Ko: MSC IDA II HK610A – ETA Hong Kong 1 March 2026.*
- *Kouprey: SEA STAR 1 HJ609A – ETA Kampong Saom 27 February 2026.*
- *Thai: MSC REN V HN608A – ETA at Laem Chabang 18 February 2026.*

*Should you have any questions, please contact MSC representatives in our global network of more than 675 offices (From: MSC Press Release, February 9<sup>th</sup>, 2026).*

### TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

#### **Danimarca: consorzio fornirà treni completamente automatizzati per S-Bane Copenhagen**

- Il più grande sistema ferroviario aperto al mondo con treni automatizzati (GoA4) per un valore di circa tre miliardi di euro.
- 226 convogli a 4 casse con possibilità di aggiungere fino a 100 convogli aggiuntivi.
- I nuovi treni sono privi di barriere architettoniche, hanno un design iconico e offrono un elevato livello di comfort con interni aperti e spazi flessibili.
- Concetto di assistenza e manutenzione TRailigent X per oltre 30 anni di disponibilità.
- Obiettivo: aggiungere il 35% di partenze in più rispetto a oggi, creando una capacità per circa dieci milioni di viaggi aggiuntivi all'anno.

Le Ferrovie dello Stato Danesi (DSB) hanno firmato un contratto quadro con il consorzio Siemens Mobility e Stadler per la fornitura di 226 convogli a 4 casse completamente automatizzati dal design iconico, con possibilità di aggiungere fino a 100 convogli aggiuntivi. La flotta crea il più grande sistema ferroviario aperto al mondo con treni automatizzati (ATO), con un volume di lavoro del consorzio stimato in circa tre miliardi di euro.

Siemens Mobility, in qualità di leader del consorzio, sarà responsabile dell'equipaggiamento elettrico, inclusi i sistemi di propulsione e frenatura, il sistema di alimentazione di bordo, i sistemi di controllo del veicolo e del treno, il sistema informativo per i passeggeri e i carrelli. Stadler fornisce le casse, gli accoppiamenti, tutti gli allestimenti interni e i sedili, l'aria condizionata e le porte. Stadler si occupa anche dell'assemblaggio finale dei treni.

Siemens Mobility offre inoltre un Contratto di Supporto Tecnico e Fornitura di Ricambi (TSSSA+) che include Railigent X, un servizio di assistenza e manutenzione personalizzato, per garantire affidabilità e disponibilità per almeno 30 anni, nonché la fornitura di tutti i requisiti IT. I primi veicoli saranno pronti per entrare in servizio a partire dal 2032. Successivamente, tutti i veicoli rimanenti saranno consegnati ininterrottamente a DSB fino al 2040.

“Questo è il più grande investimento nei 90 anni di storia della S-Bane. Con questo investimento, DSB compie un altro passo importante verso la sicurezza futura del trasporto pubblico della capitale. L'aumento della frequenza e della capacità garantirà che la S-Bane tenga il passo con la crescente domanda e mantenga il suo ruolo di spina dorsale della rete di trasporto di Copenhagen”, afferma F. JENSEN, CEO di DSB.

“Insieme a Stadler, siamo orgogliosi di essere stati selezionati per la costruzione e la manutenzione di 226 nuovi treni S per Copenhagen. Questo ordine creerà il più grande sistema ferroviario aperto al mondo con funzionamento automatizzato dei treni. Non stiamo solo consegnando treni, ma soluzioni di mobilità intelligenti, tra cui Railigent X e il nostro innovativo sistema frenante senza aria, per mantenere il trasporto pubblico di Copenhagen efficiente e sostenibile”, ha dichiarato M. PETER, CEO di Siemens Mobility. “La nostra partnership con Copenhagen è di lunga data. Stiamo già potenziando la rete S-Bane con un sistema di segnalamento avanzato per la completa au-

tomazione entro il 2033 per conto di Banedanmark e DSB, proseguendo il nostro lavoro precedente per aumentare la capacità e l'affidabilità.”

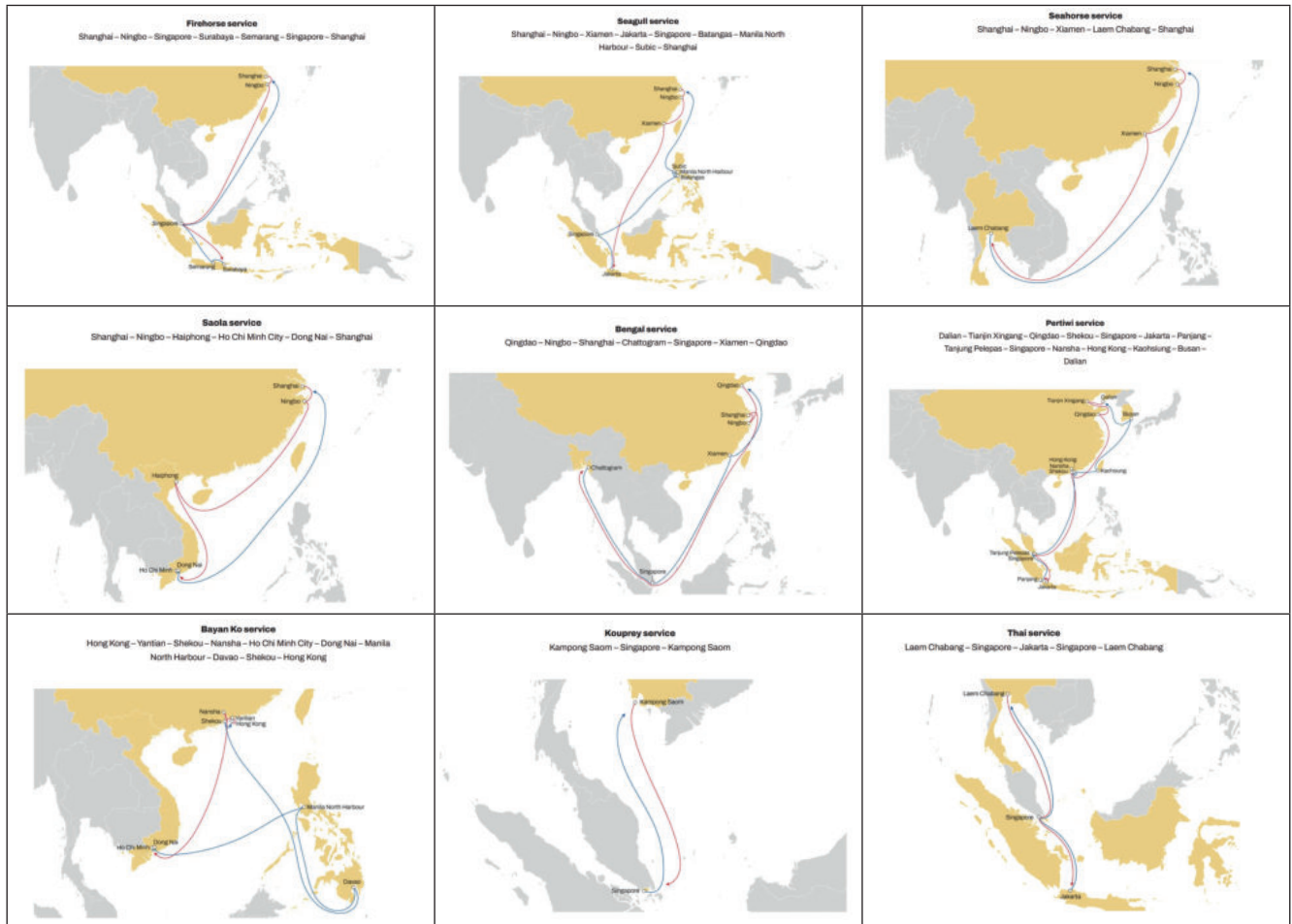
“Con questi nuovi treni, continuiamo l'iconica tradizione del design del treno S-Bane di Copenhagen. I veicoli sono un ottimo esempio di come il design vada di pari passo con il comfort e la tecnologia all'avanguardia. Progettati per un funzionamento completamente automatizzato, i passeggeri possono aspettarsi treni che miglioreranno significativamente la loro esperienza di viaggio. L'ordine è di grande importanza strategica e ci aiuterà a espandere ulteriormente la nostra presenza nel Nord Europa. Ringraziamo DSB per l'ordine e non vediamo l'ora di costruire i treni nel nostro consolidato consorzio con Siemens”, afferma A. BROCKMEYER, Responsabile della Divisione Marketing e Vendite e Vice AD del Gruppo Stadler.

- La più grande trasformazione nei 90 anni di storia della S-Bane

Con il passaggio a un sistema ferroviario completamente automatizzato, DSB mira a migliorare significativamente la frequenza del servizio della S-Bahn di Copenhagen. Nelle ore di punta, i treni viaggeranno con un intervallo massimo di sette minuti e mezzo su ciascuna linea e di appena un minuto e mezzo tra un treno e l'altro nel centro di Copenhagen. Su diverse tratte, questo si tradurrà in un aumento delle partenze fino al 35% rispetto a oggi, creando una capacità per circa dieci milioni di viaggi aggiuntivi all'anno. Nel 2025, circa 111 milioni di passeggeri hanno viaggiato sulla S-Bane e DSB prevede che questo numero continuerà a crescere nei prossimi anni, preparando così la S-Bane per il futuro.

- Design innovativo, ampio spazio, tecnologia all'avanguardia

Il design dei nuovi treni S-Bane è innovativo e si distingue volutamente dagli altri treni suburbani, pur mantenendo il noto design DSB con cui i passeggeri sono già familiari. Ciò garantisce un senso di continuità e comfort per gli utenti abituali. Gli



(Fonte - Source: MSC)

Figura 2 - Le rotazioni complete sono: servizio Firehorse per Shanghai – Ningbo – Singapore – Surabaya – Semarang – Singapore – Shanghai. Con il lancio di Firehorse e l'aggiornamento della rete intra-asiatica, MSC rafforza il suo impegno nel fornire servizi di spedizione efficienti, affidabili e incentrati sul cliente.

Figure 2 - The full rotations are: Firehorse service for Shanghai – Ningbo – Singapore – Surabaya – Semarang – Singapore – Shanghai. With the launch of Firehorse alongside these Intra-Asia network upgrades, MSC reinforces its commitment to delivering efficient, reliable, and customer-focused shipping services.

ampi finestrini laterali, e in particolare quelli anteriori, aumentano la sensazione di luminosità e apertura e offrono ai passeggeri un'ottima visuale frontale. I veicoli sono privi di barriere architettoniche e aumentano significativamente il comfort dei passeggeri. I treni, lunghi 56 m, dispongono di 120 posti a sedere, 36 sedili ribaltabili e circa 300 posti in piedi. Ciò garantisce loro una capacità sufficiente per l'intenso servizio S-Bane. Ampi corridoi e spaziose aree di ingresso garantiscono un flusso di passeggeri fluido anche nelle ore di punta. L'ingresso a livello del suolo con gradini scorrevoli garantisce un accesso senza gradi-

ni. Aree polifunzionali flessibili con sedili ribaltabili offrono spazio per biciclette, sedie a rotelle e passeggini. Un display esterno ottimizzato delle informazioni sul percorso all'esterno dei treni, moderni sistemi di informazione per i passeggeri, caratteristiche di marcia fluide e bassi livelli di rumorosità aumentano ulteriormente il comfort per i passeggeri.

I futuri treni S-Bane offriranno anche una maggiore flessibilità nell'arredamento degli interni rispetto ai treni odierni o a sistemi ferroviari urbani simili in Europa. Le caratteristiche includeranno configurazioni di posti a sedere 2+2, aria condizio-

nata, postazioni di lavoro con tavoli per i pendolari e spazi integrati per gli utenti su sedia a rotelle. Grazie a questi miglioramenti, il futuro S-Bane offrirà molti degli stessi vantaggi che i passeggeri associano ai treni a lunga percorrenza, garantendo un'esperienza di viaggio più confortevole, efficiente e inclusiva per tutti.

Componenti ingegnerizzati innovativi, come il sistema frenante senza aria di Siemens Mobility, stabiliranno nuovi standard per le prestazioni operative. Questo sistema rivoluzionario consente una significativa riduzione del peso e riduce le emissioni di CO<sub>2</sub> di oltre il 50% grazie al suo design

innovativo, che sostituisce complessi sistemi pneumatici e il relativo consumo energetico. Abbinato a un sistema di propulsione all'avanguardia, offre prestazioni e precisione ottimali, generando al contempo notevoli risparmi operativi. Insieme, questi progressi contribuiscono in modo significativo a operazioni ferroviarie più sostenibili ed efficienti.

- Contratto di servizio completo per il Copenhagen S-Bane

È stato inoltre firmato un contratto di servizio trentennale con DSB, che include opzioni per due ulteriori proroghe quinquennali. Questo accordo di supporto tecnico e fornitura di pezzi di ricambio (TSSSA+) offre una soluzione completa, che copre tutto, dalla fornitura di pezzi di ricambio al supporto all'utilizzo del personale di manutenzione DSB, fino ai servizi di sicurezza informatica all'avanguardia. Il consorzio avrà la responsabilità complessiva della manutenzione, mentre i dipendenti DSB si occuperanno della manutenzione vera e propria. Il fulcro è un sistema avanzato di gestione della manutenzione, potenziato da strumenti digitali innovativi come CORMAP, Railigent X e una piattaforma di reporting FRACAS/RAM, progettato per ottimizzare la pianificazione e il monitoraggio della manutenzione, aumentando al contempo l'affidabilità della flotta. L'accordo garantisce un'eccezionale disponibilità della rete S-Bane di Copenaghen. Grazie a un supporto completo su chiamata e a attrezzature d'officina all'avanguardia, Siemens e DSB garantiranno un servizio ferroviario sicuro, efficiente e puntuale.

- S-Bane completamente automatizzato per aumentare capacità, affidabilità e comfort

Siemens Mobility sta inoltre aggiornando l'intera rete S-Bane di Copenaghen, lunga 170 km, al massimo livello di automazione (GoA4), consentendo operazioni completamente senza conducente con la soluzione CBTC Trainguard MT. Annunciati nel 2024, i contratti firmati riguardano

la fornitura di tutta la tecnologia di segnalamento a bordo treno e lungo i binari, comprese le apparecchiature di bordo per 226 nuovi convogli. La migrazione a GoA4 sarà effettuata in cinque fasi, con le prime operazioni automatizzate previste per il 2030 e l'automazione completa prevista entro il 2033. Con l'introduzione della tecnologia GoA4, l'operatore sarà in grado di aumentare la capacità della rete, migliorare l'esperienza dei passeggeri, mantenendo al contempo i massimi livelli di sicurezza e gli elevati livelli di puntualità di Copenaghen, e garantire la resilienza a lungo termine della rete (Da: *Siemens Mobility*, 6 febbraio 2026).

### **Denmark: consortium to deliver fully automated trains for S-Bane Copenhagen**

- *World's largest open railway system with automated train operation (GoA4) in the order of around three billion euros.*
- *226 4-car trainsets with option for up to 100 further trainsets.*
- *The new trains are barrier-free, have an iconic design and offer a high level of comfort with open interior and flexible space.*
- *TRailigent X service and maintenance concept for 30+ years of availability.*
- *Aim to add 35 percent more departures compared to today, creating capacity for approximately ten million additional journeys annually.*

*The Danish State Railways (DSB) has signed a framework contract with the consortium of Siemens Mobility and Stadler for the delivery of 226 fully automated 4-car trainsets in an iconic design with an option for up to 100 further trains. The fleet creates the world's largest open railway system with automated train operation (ATO), with the consortium volume valued in the region of three billion euros.*

*Siemens Mobility, as a consortium leader, will be responsible for the electrical equipment, including the propulsion and braking systems, on-board power supply system, vehicle and train*

*control systems, passenger information system and vehicle bogies. Stadler provides the carbodies, couplings, all interior fittings and seats, air conditioning and doors. Stadler also handles the final assembly of the trains.*

*Siemens Mobility also delivers a Technical Support & Spares Supply Agreement (TSSSA+) including Railigent X, a tailored service and maintenance concept, to ensure reliability and availability for at least 30 years as well as provision of complete IT requirements. The first vehicles will be ready to enter service as of 2032. Subsequently, all remaining vehicles will be delivered continuously to DSB until 2040.*

*"This is the largest investment in the 90-year history of the S-Bane. With this investment, DSB takes another important step toward future proofing the capital's public transport. Increased frequency and capacity will ensure that the S-Bane keeps up with growing demand and maintains its role as the backbone of Copenhagen's transport network," says F. JENSEN, CEO at DSB.*

*"Together with Stadler, we are proud to have been selected to build and maintain 226 new S-trains for Copenhagen. This order will create the world's largest open railway system with automated train operation. We're not just delivering trains, but intelligent mobility solutions, including Railigent X and our innovative Air-free Brake System, to keep Copenhagen's public transport efficient and sustainable," said M. PETER, CEO of Siemens Mobility. "Our partnership with Copenhagen is long-standing. We are already upgrading the S-bane network with advanced signaling for full automation by 2033 on behalf of Banedanmark and DSB, building on our previous work to increase capacity and reliability."*

*"With these new trains, we are continuing the iconic design tradition of the Copenhagen S-Bane S-train. The vehicles are a good example of how design goes hand in hand with comfort and pioneering technology. Designed for fully automated operation, passengers can look forward to trains that will significantly enhance their travel*

experience. The order is of great strategic importance and will help us to further expand our presence in Northern Europe. We thank DSB for the order and look forward to building the trains in our proven consortium with Siemens,” says A. BROCKMEYER, Head of Marketing & Sales Division and Deputy Group CEO of Stadler.

- The biggest transformation in the 90-year history of the S-Bane

With the transition to fully automated train operations, DSB aims to significantly enhance service frequency of the Copenhagen S-bahn. During peak hours, trains will run with a maximum interval of seven and a half minutes on each line and as little as one and a half minutes between trains in central Copenhagen. On several routes, this will translate to up to 35 percent more departures compared to today, creating capacity for approximately ten million additional journeys annually. In 2025, around 111 million passengers traveled on the S-Bane, and DSB expects this number to continue growing in the coming years, thus preparing the S-Bane for the future.

- Innovative design, plenty of space, forward-looking technology

The design of the new S-Bane trains is innovative and deliberately stands out from other suburban trains while remaining the well-known DSB design passengers are already familiar with. This ensures a sense of continuity and comfort for regular users. The large side- and especially front-windows enhance a bright and open feeling and offer passengers a good view to the front. The vehicles are barrier-free and significantly increase passenger comfort. The 56 m long trains have 120 seats, 36 folding seats and around 300 standing places. This gives them sufficient capacity for the busy S-Bane service. Wide aisles and spacious entrance areas ensure smooth passenger flow even during rush hour. The ground-level entrance with sliding steps provides step-free access. Flexible multi-purpose areas with folding seats offer space for bicycles, wheelchairs and prams. An optimised exterior display of route information outside the trains, modern passenger information

systems, smooth running characteristics and low noise levels further increase comfort for passengers.

The future S-Bane trains will also offer greater flexibility in interior design compared to today's trains or similar urban rail systems in Europe. Features will include 2+2 seating configurations, air conditioning, workspaces with tables for commuters, and integrated spaces for wheelchair users. By introducing these enhancements, the future S-Bane will deliver many of the same benefits passengers associate with long-distance trains, ensuring a more comfortable, efficient, and inclusive travel experience for all.

Innovative engineered components like the Air-free Brake System from Siemens Mobility will set new standards for operational performance. This groundbreaking system achieves a significant weight reduction and reduces the associated CO<sub>2</sub> footprint by over 50 percent through its innovative design, which replaces complex pneumatic systems and their associated energy consumption. Coupled with a state-of-the-art propulsion system, it delivers optimal performance and precision while generating substantial operational savings. Together, these advancements make a significant contribution to more sustainable and efficient railway operations.

- Comprehensive service agreement for Copenhagen S-Bane

A 30-year service agreement with DSB, including options for two additional five-year extensions, has also been signed. This Technical Support & Spares Supply Agreement (TSSSA+) delivers an all-inclusive solution, covering everything from spare parts supply, and utilization support of DSB maintenance staff to cutting-edge cybersecurity services. The consortium will have overall responsibility for maintenance, while DSB employees will carry out the actual maintenance work. At its core is an advanced maintenance management system enhanced by innovative digital tools such as CORMAP, Railigent X, and a FRACAS/RAM reporting platform, designed to optimize maintenance planning and monitoring while boosting

fleet reliability. The agreement ensures outstanding availability of Copenhagen's S-Bane network. With comprehensive on-call support and state-of-the-art workshop equipment, Siemens and DSB will ensure safe, efficient, and punctual train operations.

- Fully automated S-Bane to boost capacity, reliability, and comfort

Siemens Mobility is also upgrading the entire 170 km S-bane network in Copenhagen to the highest Grade of Automation (GoA4), enabling fully driverless operations with the CBTC solution, Trainguard MT. Announced in 2024, the signed contracts cover the delivery of all required trainborne and wayside signaling technology, including onboard equipment for 226 new trainsets. The migration to GoA4 will be carried out in five phases, with the first automated operations planned for 2030 and full automation targeted by 2033. By introducing GoA4 technology, the operator will be able to increase network capacity, improve the passenger experience, while maintaining highest level of security and Copenhagen's strong punctuality levels, and ensure long-term resilience of the network (From: Siemen Mobility, February 6<sup>th</sup>, 2026).

## INDUSTRIA MANUFACTURES

### ANFIA: il mercato auto europeo chiude il 2025 al di sotto degli 11 milioni di immatricolazioni

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 dicembre le immatricolazioni di auto ammontano a 963.319 unità, il 5,8% in più rispetto a dicembre 2024.

Nell'intero 2025, i volumi immatricolati raggiungono 10.822.831 unità, con una variazione positiva dell'1,8% rispetto a gennaio-dicembre 2024.

R. VAVASSORI, Presidente di ANFIA commenta. "In linea con le previsio-

ni, l'Europa dell'auto chiude il 2025 al di sotto degli 11 milioni di unità (+1,8%). Il mese di dicembre prosegue il trend di lieve crescita (+5,8%) evidenziato nel secondo semestre dell'anno.

Nota positiva per le vetture elettriche, la cui quota nel 2025 sale al 17,4% contro il 13,6% del 2024 – pur restando al di sotto del target di CO<sub>2</sub> previsto al 2025. Grazie anche al contributo delle ibride plug-in (9,4% di quota), le auto ricaricabili rappresentano nell'anno oltre un quarto delle immatricolazioni (26,8% di quota).

In questo contesto, ribadiamo che la proposta di revisione del Regolamento CO<sub>2</sub> per gli autoveicoli leggeri presentata dalla Commissione europea lo scorso dicembre risulta inefficace rispetto alle reali esigenze che la transizione del settore automotive ha messo in evidenza in questi anni.

Tra le nostre richieste, l'estensione della flessibilità sulle sanzioni a 5 anni, l'abbassamento dei target affinché restino ambiziosi ma realistici, maggiore spazio alla neutralità tecnologica prima del 2035 e l'introduzione di un *carbon correction factor* (CCF).

Infine, considerata la complessità del processo di decarbonizzazione del trasporto su strada, è impensabile realizzarlo soltanto attraverso l'imposizione di target all'industria. Occorre agire anche sul parco circolante europeo incentivandone in maniera strutturale il rinnovo."

Guardando invece al complesso dei Paesi dell'Unione europea allargata all'EFTA e al Regno Unito, a dicembre le immatricolazioni di auto ammontano a 1.173.205 unità, (+7,6% su dicembre 2024). Nell'intero 2025, i volumi immatricolati raggiungono 13.271.270 unità (+2,4% rispetto a gennaio-dicembre 2024).

A dicembre, tre dei cinque major market (incluso UK) registrano una variazione positiva: +9,7% la Germania, +3,9% il Regno Unito e +2,3% l'Italia. In flessione invece la Francia (-5,8%) e la Spagna (-2,2%).

Nell'area UE, dal punto di vista delle alimentazioni, a dicembre risultano in crescita sia le auto BEV

(+51%, con il 22,6% di quota), sia le ibride plug-in (PHEV), a +36,7% con il 10,7% di quota, sia le ibride tradizionali (+5,8%, con il 33,7% di quota). Nel complesso, sono state immatricolate 645.611 vetture elettrificate, che rappresentano, insieme, il 67% del mercato. Le auto ricaricabili (BEV e PHEV) raggiungono insieme il 33,3% di quota. Se consideriamo i soli 5 major market, le vendite di auto ricaricabili ammontano invece a 254.339 unità a dicembre, in aumento del 35,3% e con una quota del 32,7% sull'immatricolato totale dei cinque Paesi.

In Italia, i volumi totalizzati a dicembre 2025 si attestano a 108.075 unità (+2,3%). Nel 2025, le immatricolazioni complessive ammontano a 1.524.843 unità, con un calo del 2,1% rispetto ai volumi del 2024.

Secondo i dati ISTAT, a dicembre l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un aumento dello 0,2% su base mensile e dell'1,2% su base annua (da +1,1% del mese precedente). La lieve accelerazione dell'inflazione è dovuta principalmente alla crescita dei prezzi dei Servizi relativi ai trasporti (da +0,9% a +2,6%), degli Alimentari non lavorati (da +1,1% a +2,3%) e dei Servizi Vari (da +2,0% a +2,2%). Rallentano, invece, i prezzi dei Beni non durevoli (da +1% a +0,6%) e dei Servizi ricreativi, culturali e per la cura della persona (da +3% a +2,7%), mentre si accentua il calo di quelli degli Energetici regolamentati (da -3,2% a -5,2%). Nel settore dei Beni energetici non regolamentati il calo tendenziale dei prezzi si amplia in maniera modesta (da -4,3% a -4,4%). In particolare, rallentamenti si registrano per i prezzi del Gasolio per riscaldamento (da -0,3% a -2,5%), degli Altri carburanti (da -3,5% a -5,0%; -0,2% su novembre), del Gasolio per mezzi di trasporto (da +2,1% a +1,0%; -0,1% su novembre) e della Benzina (da -2,2% a -2,5%; -0,3% su novembre).

Analizzando le immatricolazioni per alimentazione, le autovetture a benzina chiudono dicembre in calo del 30%, con una quota di mercato del 19,4%. In flessione anche le au-

tovetture diesel (-27,9% su dicembre 2025), con una market share del 9,2%. Nel cumulato, le immatricolazioni di autovetture a benzina sono in calo del 18,2% (24,4% di quota) e continua il trend negativo delle auto diesel (-31,5% e 9,7% di quota). Le autovetture elettrificate rappresentano il 62,9% del mercato di dicembre, mentre nel cumulato sono il 56,7%, con volumi in crescita nel mese (+30,4%) e nel cumulato (+16,7%). Tra queste, le ibride mild e full incrementano dell'8,1% nel mese, con una quota di mercato del 42,6%, e nel cumulato crescono del 7,9%, con una market share del 44,1%. Le immatricolazioni di autovetture ricaricabili incrementano del 130,3% nel mese (quota di mercato: 20,3%) e del 63,1% nel cumulato (con una market share al 12,7%). Nel dettaglio, le auto elettriche hanno una quota dell'11,2% e crescono del 107,9% nel mese. In aumento, in modo consistente, le ibride plug-in: +165,4%, con il 9,1% di quota del mercato del mese. Nel cumulato annuo, sia le BEV che le PHEV risultano in aumento, rispettivamente +44,2% (quota: 6,2%) e +86,6% (quota: 6,4%). Infine, le autovetture a gas rappresentano l'8,5% dell'immatricolato di dicembre, interamente composto da autovetture Gpl (-4,3% su dicembre 2025). Nel cumulato, le autovetture Gpl risultano in calo del 3,4% (quota: 9,2%) e, considerando la totalità delle alimentate a gas, si registra un calo del 4,2%.

La Spagna totalizza 103.012 immatricolazioni a dicembre 2025, il 2,2% in meno rispetto allo stesso mese dello scorso anno. Nel 2025, il mercato risulta in crescita del 12,9%, con 1.148.650 unità immatricolate.

L'Associazione spagnola dell'automotive ANFAC sottolinea che il 2025 si è chiuso con un rialzo a doppia cifra, con quasi 1,15 milioni di autovetture vendute. È stato un anno molto positivo grazie al ruolo trainante di privati e aziende nella domanda di autovetture nuove. Il mercato è ancora lontano dagli 1,259 milioni di unità vendute nel 2019, ma si sta gradualmente riprendendo e l'auspicio è che nel 2026 si avvicini

ai livelli raggiunti prima della pandemia. ANFAC spera quindi che il trend di crescita delle vendite prosegua nell'anno in corso parallelamente al rinnovo del parco auto, la cui età media ha superato i 15 anni a fine 2025. I veicoli vetusti e non correttamente mantenuti non solo sono decisamente più inquinanti di quelli nuovi, ma la maggior parte non è nemmeno dotata dei più recenti sistemi di assistenza alla guida, che consentono di mitigare se non addirittura di evitare gli incidenti stradali.

Le autovetture ibride non ricaricabili rappresentano il 43,9% del mercato di dicembre (+0,2% rispetto allo stesso mese dello scorso anno). A seguire, le vetture a benzina sono il 23,2% del mercato (-30% rispetto a dicembre 2024). Le autovetture diesel sono il 4,8% del mercato mensile (ma diminuiscono del 34,5% rispetto all'ultimo mese del 2024), mentre le elettriche aumentano (10,9% nel mese e una variazione di +26,8% rispetto a dicembre 2024), insieme alle ibride plug-in (12,3% la quota del mese e +101,1% sullo scorso anno). Crescono anche le auto a gas, +49,1% (5% di quota di mercato). Nel cumulato calano le vetture a benzina, del 16% (con una quota del 27,7%) e anche le diesel, del 35%. Crescono invece le PHEV, +111,7%, con quota del 10,8%. Anche tutte le altre alimentazioni risultano in aumento: le BEV, che registrano +77,1%, rappresentano l'8,9% del mercato, che è per il 42% formato da ibride non ricaricabili (+23,1%), e, infine, per il 5,1% da vetture a gas (+76,9%).

Le emissioni medie di CO<sub>2</sub> nel mese di dicembre scendono a 100,1 g/km (-10,8%). Nel cumulato, si attestano in media a 103,8 g/km e rispetto al 2024 calano del 10,8%.

In Francia, a dicembre 2025, si registrano 172.927 nuove immatricolazioni, in calo del 5,8% rispetto a dicembre 2024. Nell'intero 2025, le immatricolazioni si attestano a 1.632.152, con una flessione tendenziale del 5%.

A dicembre 2025, rispetto allo stesso mese dello scorso anno, calano ancora le autovetture diesel (-34,1%)

e si annullano le vendite di autovetture a bioetanolo (-100%). In flessione anche le auto a benzina, del 31,1%. Le PHEV calano del 30,1%, mentre le ibride aumentano del 2,3%. Le vetture elettriche (BEV) hanno una quota di mercato nel mese del 24,4%, mentre 12 mesi fa detenevano il 16,1%. Nel cumulato da inizio anno, le diesel calano del 36,5% e detengono una quota del 4,9%, mentre le elettriche (quota del 20%) crescono del 12,4% e le PHEV (quota del 6,7%) diminuiscono del 25,8%.

Nel mercato tedesco sono state immatricolate a dicembre 246.439 unità, in crescita del 9,7%. Nel 2025, le immatricolazioni si attestano a 2.857.591, con una variazione positiva dell'1,4% rispetto a gennaio-dicembre 2024 (ma a -21% rispetto al 2019, pre-pandemia).

Rispetto allo stesso mese dell'anno precedente, a dicembre 2025 gli ordini domestici sono risultati in calo dell'11%.

Dal punto di vista delle alimentazioni, a dicembre, le auto ibride rappresentano il 41,2% del mercato; di queste, il 12,3% sono ibride plug-in. Con una quota del 22,2%, le auto elettriche (BEV) registrano una crescita del 63,2%.

Le emissioni medie di CO<sub>2</sub> per le nuove immatricolazioni sono diminuite dell'11,7% a dicembre 2025 rispetto allo stesso mese dello scorso anno, attestandosi a 105,8 g/km.

Il mercato inglese, infine, a dicembre totalizza 146.249 nuove autovetture immatricolate, con un rialzo del 3,9% rispetto allo stesso mese dello scorso anno.

Nell'intero anno, le immatricolazioni si attestano a 2.020.523 unità, il 3,5% in più rispetto al 2024.

L'Associazione inglese dell'automotive SMMT sottolinea che il mercato delle auto nuove ha finalmente raggiunto i due milioni di immatricolazioni per la prima volta in questo decennio, un risultato ragionevolmente solido nonostante le difficili condizioni economiche e geopolitiche. La crescente diffusione dei veicoli elettrici è senza dubbio un fattore positivo, ma

il ritmo è ancora troppo lento e i costi per l'industria troppo elevati. Il governo è intervenuto con l'Electric Car Grant, ma una nuova tassa sui veicoli elettrici, costi aggiuntivi per i conducenti di veicoli elettrici a Londra e costose ricariche pubbliche inviano segnali contrastanti. Considerati gli sviluppi all'estero, il governo dovrebbe procedere con l'annunciata revisione dei target di vendita dei veicoli elettrici e agire con urgenza per garantire un mercato dinamico, un'industria sostenibile e una proposta di investimento che mantenga il Regno Unito all'avanguardia nella concorrenza globale.

Nel mese, le immatricolazioni delle flotte sono calate del 2,4% e quelle intestate ad aziende sono salite del 15,3%. Le immatricolazioni intestate a privati, invece, hanno registrato una variazione positiva del 16%.

Prosegue il trend positivo per i veicoli elettrici (+8% e una quota del 32,2%) nel mese di dicembre. Anche le auto ibride plug-in (PHEV) hanno segnato una crescita (+32,9%), con una quota dell'11,6%. Nel cumulato dei dodici mesi, le BEV sono cresciute del 23,9% e le vetture PHEV del 34,7%. Le vetture diesel calano nel mese (-12,5%, con la market share al 4,2%), mentre le auto a benzina registrano il 3,1% in meno di volumi rispetto allo scorso dicembre, attestandosi su una quota di mercato del 39,4%. Nel cumulato dei dodici mesi, le diesel calano del 15,6% (quota del 5,1%) e le auto a benzina dell'8% (quota del 46,4%) (Da: *Comunicato Stampa ANFIA*, 27 gennaio 2026)

### ***ANFIA: the European car market closes 2025 with fewer than 11 million registrations***

*According to data released by ACEA, across the European Union (EU 27: the United Kingdom is no longer part of the European Union as of February 1, 2020), car registrations totaled 963,319 units in December, a 5.8% increase compared to December 2024.*

*For the full year 2025, registration volumes will reach 10,822,831 units,*

a 1.8% increase compared to January-December 2024.

R. VAVASSORI, President of ANFIA, comments. In line with forecasts, the European automotive sector closed 2025 with less than 11 million units sold (+1.8%). December continued the slight growth trend (+5.8%) seen in the second half of the year.

Electric vehicles enjoyed a positive performance, with their share rising to 17.4% in 2025, up from 13.6% in 2024 – though still below the 2025 CO<sub>2</sub> target. Thanks in part to the contribution of plug-in hybrids (9.4% share), plug-in vehicles accounted for over a quarter of registrations this year (26.8%).

In this context, we reiterate that the proposal to revise the CO<sub>2</sub> Regulation for light-duty motor vehicles presented by the European Commission last December is ineffective in meeting the real needs highlighted by the automotive sector's transition in recent years.

Among our requests are the extension of the flexibility on penalties to 5 years and the lowering of targets. To ensure they remain ambitious yet realistic, greater focus on technological neutrality before 2035 and the introduction of a carbon correction factor (CCF) is needed.

Finally, given the complexity of the road transport decarbonization process, it is unthinkable to achieve it solely by imposing targets on the industry. Action is also needed on the European vehicle fleet, structurally incentivizing its renewal.”

Looking at the enlarged European Union (EFTA) and the United Kingdom as a whole, car registrations totaled 1,173,205 units in December (+7.6% over December 2024). For the full year 2025, registration volumes reached 13,271,270 units (+2.4% compared to January-December 2024).

In December, three of the five major markets (including the UK) recorded positive growth: Germany +9.7%, the United Kingdom +3.9%, and Italy +2.3%. France, on the other hand,

(-5.8%) and Spain (-2.2%) experienced a decline.

In the EU area, in terms of fuel types, both BEVs (up 51%, with a 22.6% share), plug-in hybrids (PHEVs), up 36.7% with a 10.7% share, and traditional hybrids (up 5.8%, with a 33.7% share) showed growth in December. Overall, 645,611 electrified vehicles were registered, representing a combined 67% of the market. Plug-in vehicles (BEVs and PHEVs) together accounted for a 33.3% share. Considering just the five major markets, plug-in vehicle sales amounted to 254,339 units in December, up 35.3% and accounting for a 32.7% share of the total registrations in the five major markets. Countries.

In Italy, total volumes in December 2025 stood at 108,075 units (+2.3%). In 2025, total registrations amounted to 1,524,843 units, a 2.1% decrease compared to 2024.

According to ISTAT data, in December the national consumer price index increased by 0.2% month-on-month and 1.2% year-on-year (from +1.1% the previous month). The slight acceleration in inflation is mainly due to rising prices for transport-related services (from +0.9% to +2.6%), unprocessed food (from +1.1% to +2.3%), and miscellaneous services (from +2.0% to +2.2%). Prices for non-durable goods (from +1% to +0.6%) and recreational, cultural, and personal care services (from +3% to +2.7%) slowed, while the decline in regulated energy products worsened (from -3.2% to -5.2%). In the non-regulated energy goods sector, the year-on-year price decline widened modestly (from -4.3% to -4.4%). In particular, slowdowns were recorded in the prices of heating diesel (from -0.3% to -2.5%), other fuels (from -3.5% to -5.0%; -0.2% compared to November), diesel for transport vehicles (from +2.1% to +1.0%; -0.1% compared to November), and gasoline (from -2.2% to -2.5%; -0.3% compared to November).

Analyzing registrations by fuel type, gasoline-powered cars closed December down 30%, with a market share of 19.4%. Diesel cars also declined (-27.9% compared to December 2025), with a market share of 9.2%. Overall, gasoline-powered car registrations fell

by 18.2% (24.4% share), while diesel vehicles continued to decline (-31.5% and 9.7% share). Electrified cars accounted for 62.9% of the December market, while overall they accounted for 56.7%, with volumes up 30.4% and 16.7% respectively. Among these, mild and full hybrids increased by 8.1% in the month, with a market share of 42.6%, and by 7.9% overall, with a market share of 44.1%. Registrations of plug-in vehicles increased by 130.3% in the month (20.3% market share) and by 63.1% overall (12.7% market share). Specifically, electric cars have an 11.2% share and grew by 107.9% in the month. Plug-in hybrids are also growing significantly, up 165.4%, with a 9.1% market share for the month. In the cumulative annual data, both BEVs and PHEVs are up, up 44.2% (6.2% share) and 86.6% (6.4% share), respectively. Finally, gas-powered vehicles account for 8.5% of December registrations, entirely composed of LPG vehicles (-4.3% compared to December 2025). In the cumulative data, LPG vehicles are down 3.4% (9.2% share), and considering all gas-powered vehicles, the decline is 4.2%.

Spain recorded 103,012 registrations in December 2025, a 2.2% decrease compared to the same month last year. In 2025, the market is expected to grow by 12.9%, with 1,148,650 units registered.

The Spanish automotive association (ANFAC) emphasizes that 2025 closed with a double-digit increase, with nearly 1.15 million cars sold. It was a very positive year, thanks to the driving role of private individuals and companies in the demand for new cars. The market is still far from the 1.259 million units sold in 2019, but it is gradually recovering, and the hope is that in 2026 it will approach the levels reached before the pandemic. ANFAC therefore hopes that the sales growth trend will continue this year, in parallel with the renewal of the vehicle fleet, whose average age exceeded 15 years at the end of 2025. Not only are older and poorly maintained vehicles significantly more polluting than new ones, but most are not even equipped with the latest driver assistance systems, which

can mitigate or even prevent road accidents.

Non-plug-in hybrid vehicles accounted for 43.9% of the December market (+0.2% compared to the same month last year). Gasoline vehicles followed, accounting for 23.2% of the market (-30% compared to December 2024). Diesel cars account for 4.8% of the monthly market (but have decreased by 34.5% compared to the last month of 2024), while electric vehicles are increasing (10.9% in the month and a +26.8% increase compared to December 2024), along with plug-in hybrids (12.3% share for the month and +101.1% compared to last year). Gas-powered cars are also growing, +49.1% (5% market share). Overall, gasoline vehicles are decreasing by 16% (with a 27.7% share), as are diesel vehicles, by 35%. PHEVs are growing, +111.7%, with a 10.8% share. All other fuels are also increasing: BEVs, which recorded a 77.1% increase, represent 8.9% of the market, which is made up of 42% non-plug-in hybrids (+23.1%), and, finally, 5.1% gas-powered vehicles (+76.9%).

Average CO<sub>2</sub> emissions in December dropped to 100.1 g/km (-10.8%). Cumulatively, they averaged 103.8 g/km, a decrease of 10.8% compared to 2024.

In France, in December 2025, there were 172,927 new registrations, a 5.8% decrease compared to December 2024. For the full year 2025, registrations stood at 1,632,152, a 5% decrease year-on-year.

In December 2025, compared to the same month last year, diesel cars continued to decline (-34.1%), and sales of bioethanol cars were zero (-100%). Gasoline cars also declined, dropping by 31.1%. PHEVs dropped by 30.1%, while hybrids increased by 2.3%. Electric vehicles (BEVs) had a market share of 24.4% in the month, compared to 16.1% 12 months ago. Year-to-date, diesel vehicles have declined by 36.5% and hold a 4.9% share, while electric vehicles (20% share) have grown by 12.4% and PHEVs (6.7% share) have decreased by 25.8%.

In the German market, 246,439

units were registered in December, up 9.7%. In 2025, registrations are projected to reach 2,857,591, a 1.4% increase compared to January-December 2024 (but a 21% decrease compared to 2019, pre-pandemic).

Compared to the same month of the previous year, domestic orders in December 2025 were down 11%.

From a fuel perspective, hybrid cars accounted for 41.2% of the market in December; Of these, 12.3% are plug-in hybrids. With a 22.2% share, electric vehicles (BEVs) recorded a 63.2% growth.

Average CO<sub>2</sub> emissions for new registrations decreased by 11.7% in December 2025 compared to the same month last year, reaching 105.8 g/km.

Finally, the UK market registered 146,249 new cars in December, an increase of 3.9% compared to the same month last year.

For the full year, registrations stood at 2,020,523 units, 3.5% higher than in 2024.

The British Automotive Association (SMMT) emphasizes that the new car market has finally reached two million registrations for the first time this decade, a reasonably solid result despite challenging economic and geopolitical conditions. The growing adoption of electric vehicles is undoubtedly a positive factor, but the pace is still too slow and the costs to the industry are too high. The government has intervened with the Electric Car Grant, but a new EV tax, additional costs for EV drivers in London, and expensive public charging stations send mixed signals. Given developments abroad, the government should proceed with its announced review of EV sales targets and act urgently to ensure a vibrant market, a sustainable industry, and an investment proposition that keeps the UK at the forefront of global competition.

During the month, fleet registrations decreased by 2.4%, while company registrations increased by 15.3%. Private registrations, however, increased by 16%.

The positive trend for electric ve-

hicles continued in December (+8%, with a 32.2% share). Plug-in hybrid vehicles (PHEVs) also recorded growth (+32.9%), with a share of 11.6%. Over the twelve months, BEVs grew by 23.9% and PHEVs by 34.7%. Diesel vehicles declined during the month (-12.5%, with a market share of 4.2%), while gasoline-powered vehicles recorded 3.1% fewer volumes than last December, reaching a market share of 39.4%. Over the twelve months, diesel vehicles dropped by 15.6% (5.1% share) and petrol vehicles by 8% (46.4% share) (From: ANFIA Press Release, January 27<sup>th</sup>, 2026)

## VARIE OTHERS

### USA: La NASA esegue riparazioni e analisi in vista del prossimo test di rifornimento di Artemis II

Il 3 febbraio, prima del test di Artemis II, i tecnici hanno sostituito due guarnizioni in un'area in cui gli operatori hanno rilevato concentrazioni di idrogeno superiori al limite consentito durante il test. Gli ingegneri stanno analizzando le guarnizioni rimosse e sviluppando piani per risolvere tutti i problemi in vista del prossimo test.

Una volta svuotati i serbatoi del razzo SLS (Space Launch System) del propellente criogenico dopo il test precedente, i tecnici hanno immediatamente iniziato a lavorare per accedere al cavo ombelicale dell'albero di servizio di coda del lanciatore mobile e staccare le piastre di interfaccia lato razzo e lato terra per ispezionare l'area con livelli di gas elevati e sostituire le guarnizioni attorno a due linee di rifornimento.

Due alberi di servizio di coda, alti circa tre piani ciascuno, forniscono linee di propellente criogenico e collegamenti elettrici allo stadio centrale dell'SLS. Gli alberi di servizio della coda si inclinano all'indietro prima del lancio e includono "disconnessioni rapide", meccanismi che si scollegano istantaneamente al

decollo per garantire una retrazione sicura e affidabile al momento del lancio.

Mentre i team continuano a valutare la causa della perdita, si prevede che la riconnessione delle interfacce sarà completata lunedì 9 febbraio. I test sono previsti presso lo Stennis Space Center della NASA a Bay St. Louis, Mississippi, per valutare ulteriori dinamiche delle piastre. Gli ingegneri stanno valutando le opzioni per testare i lavori di riparazione prima della prossima prova generale in acqua per garantire che le guarnizioni funzionino come previsto.

La NASA aggiornerà inoltre diverse operazioni per la prossima prova generale in acqua, concentrandosi sulle attività di rifornimento. Il portello del modulo equipaggio di Orion verrà chiuso prima del test e l'equipaggio di chiusura responsabile, il giorno del lancio, di assistere l'equipaggio di Artemis II nell'inserimento nei propri posti e di chiudere i due portelli di Orion non verrà schierato sulla rampa di lancio (Fig. 4). Il braccio di accesso dell'equipaggio non verrà retratto durante la prossima prova, dopo che gli ingegneri hanno dimostrato con successo che il sequenziatore di lancio da terra può ritrarlo durante la fase finale del conto alla rovescia.

Inoltre, la NASA ha aggiunto 30 minuti di tempo extra durante ciascuna delle due soste previste nel conto alla rovescia, prima e dopo le operazioni di rifornimento, per consentire più tempo per la risoluzione dei problemi, aumentando la durata totale del conto alla rovescia di un'ora. Il tempo aggiuntivo non influirà sulla tempistica dell'equipaggio il giorno del lancio.

Dopo essere usciti dalla quarantena, gli astronauti della NASA R. WISEMAN, V. GLOVER e C. KOCH, e l'astronauta della CSA (Agenzia Spaziale Canadese) J. HANSEN, hanno con-

tinuato le attività di addestramento, assicurandosi che la loro familiarità con i sistemi della navicella Orion fosse una seconda natura. Gli astronauti hanno anche ripassato i dettagli di ogni giorno di volo della missione, rafforzando la loro conoscenza degli obiettivi dei test pianificati durante il volo.

Mentre la NASA continua a considerare marzo come la prossima potenziale opportunità di lancio, l'agenzia non stabilirà una data di lancio prevista prima di aver completato con successo una prova generale in acqua e di aver esaminato i dati (Da: *Comunicato Stampa NASA*, 8 febbraio 2026).

### **USA: NASA Conducts Repairs, Analysis Ahead of Next Artemis II Fueling Test**

*On February 3<sup>rd</sup> ahead of Artemis II, technicians have replaced two seals in an area where operators saw higher than allowable hydrogen gas concentrations during the test. Engineers are analyzing the removed seals and developing plans to address all issues ahead of the next rehearsal.*

*Once the SLS (Space Launch System) rocket's tanks were drained of cryogenic propellant following the previous test, technicians immediately began work to access the tail service mast umbilical on the mobile launcher and detach rocket and ground-side interface plates to inspect the area of the elevated gas levels and replace seals around two fueling lines.*

*Two tail service masts, each about three stories tall, provide cryogenic propellant lines and electrical cable connections to the SLS core stage. The tail service masts tilt back before launch and include "quick disconnects," mechanisms that instantaneously disconnect at liftoff to ensure a safe and reliable retraction at launch.*

*While teams continue evaluating the cause of the leak, reconnecting the*

*interfaces is expected to be complete on Monday, Feb. 9<sup>th</sup>. Testing is planned to occur at NASA's Stennis Space Center in Bay St. Louis, Mississippi, to evaluate additional dynamics of the plates. Engineers are reviewing options to test the repair work prior to the next wet dress rehearsal to ensure the seals are performing as expected.*

*NASA also will update several operations for the next wet dress rehearsal to focus on fueling activities. The Orion crew module hatch will be closed prior to the test, and the closeout crew responsible on launch day for assisting the Artemis II crew into their seats and closing Orion's two hatches will not be deployed to the launch pad (Fig. 4). The crew access arm will not be retracted during the next rehearsal, after engineers successfully demonstrated the ground launch sequencer can retract it during the final phase of the countdown.*

*Additionally, NASA has added 30 minutes of extra time during each of two planned holds in the countdown before and after tanking operations to allow more time for troubleshooting, increasing the total time of the countdown by one hour. The additional time will not affect the crew's timeline on launch day.*

*Since emerging from quarantine, NASA astronauts R. WISEMAN, V. GLOVER, and C. KOCH, and CSA (Canadian Space Agency) astronaut J. HANSEN, have continued training activities, ensuring their familiarity with Orion spacecraft systems is second nature. The astronauts also have been reviewing the details of each flight day for the mission, bolstering their knowledge of test objectives planned during the flight.*

*While NASA continues to eye March as the next potential launch opportunity, the agency will not set a targeted launch date until after completing a successful wet dress rehearsal and reviewing the data (From: NASA Press Release, February 8<sup>th</sup>, 2026)*

## Una passione senza età “Genesi di un calendario” I treni e la ferrovia visti dai giovani

Riccardo GENOVA, Vice Presidente CIFI Area Nord  
Carola CODOGNOTTO, Event & Communication Assistant,  
Istituto Internazionale delle Comunicazioni (IIC)

Con il passare degli anni, il calendario del CIFI (Fig. 1) è diventato molto più di un semplice strumento di lavoro: è un'icona riconoscibile e, per molti, persino un oggetto da collezione, un filo discreto che accompagna lo scorrere del tempo, segna i nostri appuntamenti e dà ritmo alle giornate, ma che allo stesso tempo racconta qualcosa di noi. Posato sulla scrivania, il calendario CIFI non si limita a ricordarci date e scadenze: con la sua presenza silenziosa la arricchisce, la rende più viva, trasformandosi in un piccolo segno di bellezza quotidiana.

L'idea di avvicinare le nuove generazioni all'interesse per la ferrovia, coinvolgendole attivamente nel CIFI, è emersa come uno degli obiettivi principali per il 2026. In questo quadro si inserisce la scelta di dedicare il calendario CIFI 2026 alla ferrovia raccontata attraverso lo sguardo dei giovani, come progetto pensato per favorire una partecipazione sempre più significativa alla vita del Collegio. L'intento non è solo quello di assicurare continuità e rinnovamento alla vita associativa, ma soprattutto di continuare a coltivare e trasmettere la passione che ci accomuna tutti: quella per i treni e per le loro molteplici declinazioni. Il calendario CIFI è frutto del lavoro coordinato dalla Vice Presidenza Area Nord ed è uno strumento essenziale per l'organizzazione delle attività, oltre che espressione dell'identità del Collegio.

Ma facciamo un passo indietro. Il calendario CIFI nasce nel 2005, in un momento in cui prende forma l'idea di affiancare a uno strumento pratico un vero e proprio racconto visivo della nostra passione. Con quella

prima edizione prende avvio un percorso che oggi ha appena superato il traguardo del ventennale. Fin dall'esordio, il calendario si presenta quindi nel formato da scrivania, essenziale nelle linee ma ricco nei contenuti, pensato proprio per accompagnare il lavoro quotidiano senza rinunciare al piacere dello sguardo. Il tema scelto è subito forte e identitario: il vapore in Italia.

Le pagine si susseguono scandite da splendide immagini in bianco e nero, tutte firmate dai nostri Soci, capaci di restituire il fascino senza tempo delle locomotive a vapore, immortalate tanto sulla rete ordinaria quanto sulle linee a scartamento ridotto. Venivano così rievocati gli ultimi servizi a vapore, le grandi macchine come la “Regina” 685, le piccole 880, le onnipresenti 740 e le loro derivate 741 e 743 (Fig. 2) con l'applicazione, rispettivamente, di uno e due preriscaldatori tipo Franco-Crosti. Fotografie che non sono solo testimonianze storiche, ma frammenti di memoria condivisa, in grado di evocare atmosfere, rumori e suggestioni che ancora oggi parlano al cuore di chi ama la ferrovia.

I temi suggestivi si susseguono



Figura 1 – Calendari CIFI dal 2005 al 2026.

quasi naturalmente, seguendo il filo dell'evoluzione tecnica e della storia ferroviaria.

Nel 2006 (Fig. 3) e nel 2007 (Fig. 4) il calendario è dedicato alla trazione elettrica, raccontata in due capitoli distinti, ma complementari. In un primo momento vengono celebrate le grandi locomotive di un'epoca ormai consegnata alla memoria collettiva: dalle robuste E626 alle imponenti E428 (Fig. 3) e E326, fino ad arrivare alle E444R, che allora ancora rappresentavano una delle espressioni più moderne della trazione elettrica italiana.

L'anno successivo l'attenzione si sposta sul materiale leggero, offrendo uno sguardo più ampio e artico-

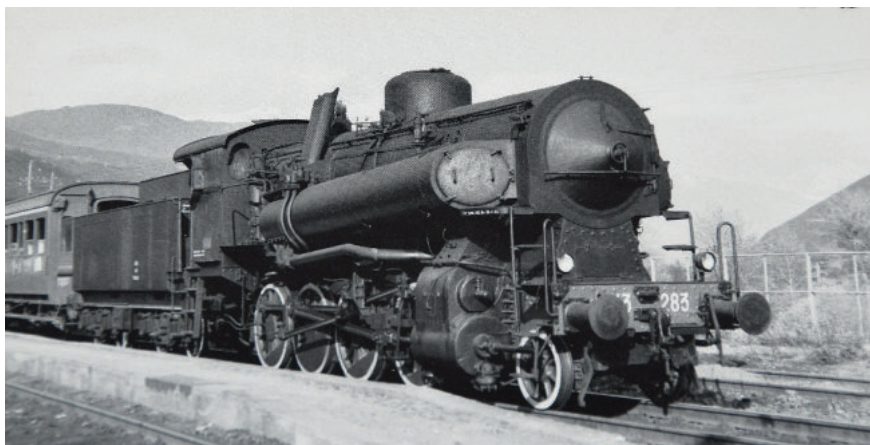


Figura 2 - Locomotiva a vapore 743 con preriscaldatori Franco-Crosti, calendario 2005 mese di novembre.

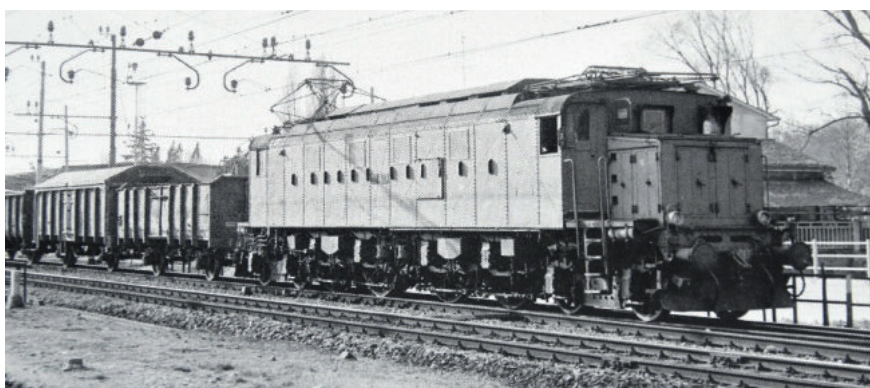


Figura 3 - E428 di prima serie con avancorpi, calendario 2006 mese di aprile.



Figura 4 - Ale 540 di terza serie precorritrici delle Ale 601, calendario 2007 mese di ottobre.

lato sulla varietà del parco rotabili. Il racconto prende avvio dalle storiche "Ocarine" Ale 880 e dalle celebri "Varesine" E623, simboli di una ferrovia

capillare e vicina ai territori, per arrivare progressivamente ai complessi di nuova generazione Ale 803 e Ale 804, testimonianza di un sistema fer-

roviario in continua trasformazione. Un percorso che unisce memoria e innovazione, restituendo attraverso le immagini l'evoluzione di mezzi, tecnologie e modi di viaggiare.

Il viaggio del calendario nel 2008 si apre su un capitolo dedicato alla rete secondaria, così come veniva allora denominata, che comprendeva sia linee a scartamento ordinario che a scartamento ridotto.

Le immagini raccolte in quell'edizione sono rarissime e preziose, frammenti di un passato ormai lontano, che oggi sembra appartenere a un'altra epoca, sospesa tra memoria e nostalgia. Tra le fotografie emergono protagonisti indimenticabili: la ALn 772 (Fig. 5) in livrea Ferrovie Padane, con il suo fascino discreto ma inconfondibile, e le automotrici M2 e M4 che solcavano la linea Cosenza-Catanzaro, portando con sé non solo passeggeri, ma storie di territori, di paesi, di persone che vivevano a ritmo di treno. Ogni immagine racconta un pezzo di storia ferroviaria, catturando attimi che oggi sembrano quasi sospesi nel tempo, come se il fischio della locomotiva e il rumore dei carrelli fossero ancora presenti, nascosti dietro il bianco e nero o lo sbiadito colore della pellicola. Questa edizione del calendario non si limita a documentare mezzi e linee: restituisce atmosfere, emozioni, suggestioni e ci parla di un'epoca in cui la ferrovia era molto più di un mezzo di trasporto ma il filo invisibile che collegava comunità, paesi e storie diverse, divenendo il respiro lento e cadenzato di un'Italia che oggi possiamo solo rivivere attraverso le immagini dei Soci che hanno saputo fermare quei momenti unici. Guardando queste pagine, il passato prende vita, e il treno diventa ponte tra ieri e oggi, memoria e passione condivisa.

Ma andiamo rapidamente avanti: il 2009 viene dedicato alle locomotive diesel da treno, un capitolo che mette in luce la varietà e l'evoluzione di questi mezzi, ormai consolidati nel panorama ferroviario italiano. Il calendario presenta tutte le principali tipologie, dalle D341, tra le prime locomotive diesel ad entrare in servizio su larga scala, ai prototipi D342, ai

gruppi che hanno garantito il servizio affidabile quasi fino ai giorni nostri, come le D345 e le D445. Ogni tipologia racconta una fase dell'evoluzione tecnica e operativa della trazione diesel e trasmissione elettrica, ma anche idraulica, mostrando come queste locomotive abbiano saputo adattarsi alle esigenze dei diversi servizi e territori. Non poteva mancare la RD142 a scartamento 950 mm, simbolo delle linee secondarie siciliane, che testimonia come la tecnologia diesel sia stata in grado di operare anche su reti particolari e più isolate. Le immagini selezionate non si limitano a documentare mezzi e numeri: restituiscono il ruolo concreto di queste locomotive nella vita ferroviaria, il loro servizio costante nel collegare città e comunità, e la passione che ancora oggi lega i Soci del CIFI alla storia dei treni. In queste pagine, la trazione diesel diventa così protagonista di un racconto che unisce tecnica, memoria e fascinazione, trasformando ogni locomotiva in simbolo di continuità, innovazione e dedizione.

I temi si susseguono negli anni: nel 2010 il calendario si concentra sull'infrastruttura ferroviaria, mentre nel 2011 l'attenzione si sposta su ruote e sale montate. L'edizione del 2011 è proprio dedicata a Lucchini RS, da sempre partner del CIFI nella produzione del calendario. Grazie a questa collaborazione, ogni pagina non si limita a illustrare dettagli tecnici, ma diventa un vero e proprio viaggio nel mondo della ferrovia, capace di unire rigore, precisione e fascino visivo.

Il 2012 riprende l'itinerario nel mondo del materiale rotabile, concentrandosi sulle automotrici leggere. Anche in questa edizione si tratta di un vero e proprio percorso nel tempo, che attraversa epoche diverse: dalle antichissime ALn 556 (Fig. 6) alle più moderne ALn 663, che rappresentano l'ultima generazione di questa tipologia ferroviaria, ormai estinta. Il racconto è arricchito dalla presenza delle ALn 772 e delle ALn 668, queste ultime in diverse serie che le hanno contraddistinte, che collegano passato e presente, mostrando l'evoluzione tecnica e stilistica di queste



Figura 5 - ALn 772 delle Ferrovie Padane, calendario 2008 mese di giugno.



Figura 6 - ALn 556 Breda, calendario 2012 mese di luglio.

macchine. A dominare la copertina è una ALn 668 serie 2400, immortalata mentre transita in prossimità di un segnale ad ala semaforico di avviso, anch'esso simbolo di un'epoca ormai passata.

Se il 2013 è un insieme di suggestioni legate al rinnovamento dei servizi e dei rotabili che caratterizzava quell'epoca, con la diffusione capillare delle E464 e l'introduzione di nuovi elettrotreni per i servizi regionali, il 2014 si concentra invece sulla rete ad alta velocità, che nello stesso periodo conosce uno sviluppo rapido ed eccezionale grazie all'immissione in servizio di nuove tipologie di treni. Il percorso parte dai primi ETR 450 ad assetto variabile "Pendolino", protagonisti dei primi esperimenti di trazione ad alta velocità in Italia, fino ad arrivare all'immagine della presen-

tazione ufficiale del primo ETR 400 "Frecciarossa 1000", simbolo di una nuova era ferroviaria.

È la bellezza e l'estetica, la fotografia intesa come vera e propria opera d'arte, a fare da filo conduttore all'edizione 2015: dal leggendario ETR 232 in copertina alle altre immagini raccolte, che sembrano sospese tra spazio e tempo. Ritroviamo la ferrovia elettrica del Mariazell a scartamento 760 mm con i reostati fumanti di una antica 1099 (Fig. 7), uno Schienenbus Macchi a Pisogne sulla Brescia-Iseo-Edolo e, ancora, una locomotiva a vapore Mallet a scartamento ridotto a Entrevaux sulla linea Nizza-Digne. Ogni scatto così racconta storie e atmosfere di mondi lontani, trasformando il calendario in una galleria di emozioni ferroviarie che va oltre la semplice documentazione tecnica.

Il calendario propone ancora stazioni e treni nel 2016 e 2017: le stazioni, ritratte attraverso antiche cartoline, raccontano questi luoghi di attesa, incontri e addii: accanto a loro, splendide fotografie ci conducono in scorci e angoli unici, che solo la ferrovia sa svelare. Nasce così un nuovo filone del calendario: la ferrovia e il territorio, dove i binari non sono più solo infrastruttura, ma vie che intrecciano paesaggi, comunità e memorie, trasformando ogni immagine in un piccolo viaggio tra storia, cultura e bellezza. Un calendario, quello del 2017, che chi ha la fortuna di possederlo potrà oggi sfogliare di nuovo, ritrovando suggestioni indimenticabili.

Tutto e tutti hanno bisogno di riposo, e nel 2018 anche il nostro calendario si è concesso una vacanza, forse anche lui viaggiando in treno, riducendosi a un umile segnalibro con mesi e giorni dell'anno. Essenziale, compatto, quasi minimalista, ma con lo sguardo già rivolto al futuro: perché dopo ogni pausa occorre ripartire e il filo della passione ferroviaria non può mai fermarsi.

Ancora treni e paesaggi troviamo nel calendario del 2019 (Fig. 8), in un susseguirsi di scorci che raccontano la ferrovia nel suo dialogo con il territorio. Il 2020, invece, viene dedicato ai treni merci, protagonisti silenziosi e instancabili del trasporto nazionale e internazionale. Italia ed Europa, ma anche luoghi più lontani: le immagini, come sempre, provengono dai nostri Soci e dai loro viaggi sparsi sui cinque continenti, catturando atmosfere, dettagli e momenti unici che testimoniano la passione e la curiosità e che animano chi vive la ferrovia non solo come lavoro, ma come vera esperienza di vita.

La ferrovia e le sue opere d'arte, intese come ponti e viadotti, sono protagoniste del calendario 2021, immortalate mentre vengono attraversate dai treni. Strutture imponenti in acciaio, muratura e cemento raccontano l'ingegno e la bellezza dell'ingegneria ferroviaria: dal monumentale Oberbaumbrücke sulla Sprea vicino a Warschauer Straße a Berlino, al



Figura 7 – Locomotiva elettrica 1099 a scartamento ridotto 760 mm sulla linea della Mariazell, calendario 2015 mese di marzo.



Figura 8 – Rowanzug con locomotiva trifase He 2/2 sulla ferrovia della Jungfrau, calendario 2019 mese di aprile.

suggestivo Victoria Falls Bridge nello Zimbabwe, ai più "domestici" viadotti italiani, come quello di Montalceto, vicino a Siena, percorso da un treno merci trainato da una D342.

Ci stiamo avvicinando ai giorni nostri. Nel 2022 il calendario celebra l'alta velocità in Italia e nel mondo, catturando con immagini straordinarie il fascino dei treni che hanno rivoluzionato il viaggio ferroviario. In

Italia, i servizi Frecciarossa dominano la scena, con l'immancabile "1000" in copertina (Fig. 9), simbolo di innovazione, potenza e design futuristico. Accanto a esso scorrono le immagini dei treni internazionali, dai moderni Railjet e Thalys, passando per gli ICE tedeschi e gli AVE spagnoli, fino al più esotico CRH2A, immortalato a Pechino, in Cina. Nel 2023 e nel 2024 treni, paesaggi e stazioni restano ancora

protagonisti, mentre il 2025 segna il tema dell'aderenza artificiale, con rarissime e suggestive immagini di arditi impianti a cremagliera, tra cui la ferrovia del Pilatus in Svizzera e altre fotografie ricche di storia e tecnica come la Ferrovia Paola-Cosenza, che fu l'ultima tratta a scartamento ordinario ad aderenza artificiale FS prima della sua conversione nel 1987 ad aderenza naturale mediante variante di tracciato.

Nel progettare il calendario CIFI per il 2026 (Fig. 10), il primo passo è stato quello di interrogarsi su quale direzione intraprendere: quale impostazione adottare, quali contenuti privilegiare, come rinnovare un progetto che negli anni è diventato riferimento e simbolo per il mondo ferroviario. Un momento di riflessione aperto è stato necessario per individuare un percorso in grado di coniugare continuità e innovazione, storia e modernità. Da questa fase di confronto è emersa proprio l'idea di affidarsi allo sguardo dei giovani, per raccontare la ferrovia italiana attraverso prospettive nuove e fresche, con immagini capaci di unire storia, tecnica e paesaggio.

Il progetto ha coinvolto appassionati tra i 18 e i 25 anni, che hanno accolto l'iniziativa con entusiasmo, partecipando attivamente e inviando gli scatti migliori per accompagnare tutto il 2026. Le pagine del calendario, stampato con il contributo di Lucchini RS, restituiscono l'emozione del passaggio dei treni in paesaggi suggestivi, la curiosità per i mezzi, siano essi storici o moderni, e l'attenzione alla composizione che trasforma ogni fotografia in un momento unico. I dodici mesi raccontano un vero e proprio viaggio lungo lo Stivale: ogni mese un luogo diverso, ogni stazione un nuovo mezzo con la sua storia e le sue peculiarità, binari fissati in attimi irripetibili ed eterni. Nel raccogliere le fotografie dagli autori, ci ha mosso la volontà di osservare la ferrovia attraverso gli occhi delle nuove generazioni, scoprendo come venisse percepita e raccontata. Le immagini inviate testimoniano quanto il fascino della storia ferroviaria resti vivo: convogli storici di Fondazione FS si stagliano in paesaggi di grande suggestione, immortalati con



Figura 9 – Frecciarossa “1000”, copertina del calendario 2022.

uno sguardo attento e curioso. Ogni scatto rivela cura e sensibilità, non solo per il soggetto principale – il treno – ma anche per la luce, i colori e i dettagli che rendono unica ogni fotografia. La capacità di scegliere il momento e l'inquadratura giusti nasce sempre dalla conoscenza e dalla passione per il mezzo. Dal lavoro emerge anche un quadro contemporaneo della rete ferroviaria italiana: moderna, tecnologica e interoperabile, animata da molteplici imprese che operano nei settori passeggeri e merci, e raccontata con precisione e autenticità dagli occhi dei giovani fotografi. Alcuni di loro hanno trasformato questa passione in un percorso professionale, oggi impegnati come macchinisti o in ruoli operativi all'interno del settore ferroviario.

In copertina, l'immagine di Giacomo Danni cattura un tranquillo pomeriggio a Scarperia, nella provincia di Firenze, con una fotografia che trasuda Toscana: il placido cielo si interrompe sulle dolci colline, adagiate su un campo dorato di fieno,

punteggiato da sue raccolte disposte con ordine. Spezza questo paesaggio bucolico, osservato dai passeggeri attraverso i finestrini, un ETR 600 rosso fiammante, che sembra scivolare tra i colori caldi della campagna.

La Fig. 11, rappresentativa del mese di gennaio, nasce con l'unico obiettivo di immortalare l'ultimo giorno di servizio delle ALe 582: è l'effimera stagione degli azionamenti a chopper. La foto è suggestiva, scattata ancora col cielo ombrato dalla nebbia mattutina che porta alla mente proprio i ricordi della stagione degli azionamenti elettronici a chopper. Il “capostipite” 001 è stato immortalato a Maleo, nei pressi di Codogno (LO), dal mattiniero Alessandro Rossi.



Figura 10 - ETR 600, copertina del calendario 2026.



Figura 11 - Ale 582 calendario 2026 foto di gennaioio.



Figura 12 – Doppia di 465 BLS, calendario 2026 mese di febbraioio.

È nuovamente Alessandro Rossi che, nello scatto di febbraio, ci accoglie con cime appena nivee, un cielo chiaro anch'esso appena tinto di bianco. Sembra quasi che possiamo percepire il freddo delle rotaie percorse dalla doppia di 465 di BLS (Fig. 12). Il cambio di trazione è fatto e il convoglio si appresta ad uscire dallo scalo intermodale di Domo 2: destinazione il Sempione ed il Lötschberg, già sotto catenaria 15 kV a frequenza ferroviaria.

I fanali automobilistici inconfondibili, il grigio perla e blu orientale che rivestono la locomotiva, non sono un abbaglio, ma un vero colpo di fortuna! La lunga attesa di Iacopo Grappiolo, appostato tra la sabbia e la salsedine di Sant'Alessio Siculo (ME), è stata premiata regalandoci lo scatto che ci accompagnerà nel mese marzo: la E 652 003 (Fig. 13) appartenente alle 5 unità di preserie. Il fotografo

ha già trasformato la sua passione in un lavoro: infatti oggi è un macchinista che possiamo incontrare durante i nostri viaggi in treno. La domanda sorge spontanea: chissà se ne approfitterà per fermare nel tempo altri scatti sulla strada ferrata? Domanda retorica dalla risposta scontata, fortunatamente per noi!

Non siamo tornati indietro nel tempo, magari a bordo della DeLo-rean di Ritorno al Futuro: è un'immagine dei giorni nostri, sospesa ma al tempo stesso profondamente contemporanea. Aprile ci accoglie con la fotografia di Alessandro Rossi: una strada provinciale deserta attraversa il borgo di Ponti, in provincia di Alessandria, mentre la ferrovia corre parallela, seguendo il percorso vuoto della carreggiata. Su quei binari isolati transita la D445 1001 (Fig. 14), ancora in livrea originale verde magnolia e isabella. Il gruppo D445

è diventato simbolo della trazione diesel-elettrica in Italia, locomotiva universale per eccellenza, capace di segnare il ritmo dei viaggi su rotaia lungo le nostre linee non elettrificate.

Non sempre è facile trovare la giusta angolazione o il giusto punto di osservazione per ottenere lo scatto perfetto, ma non è questo il caso. Andrea Platone è perfettamente riuscito ad immortalare nella sua intrezza ed eleganza il treno l'ETR 252 "Arlecchino" (Fig. 15) con i suoi inconfondibili salottini di estremità. Uno scatto suggestivo che rivela i sapori di inizio estate del mese di maggio, raccontandoci una cartolina di Bogliasco vicino a Genova e rendendo vivi i colori della Liguria.

Il mese di giugno ci conduce lungo la linea Savona-Torino, più precisamente a Cengio in provincia di Savona. Ci troviamo immersi nella



Figura 13 - E 652 di preserie, calendario 2026 mese di marzo.



Figura 14 - D445 isolata, calendario 2026 mese di aprile.



Figura 15 - ETR 252 "Arlecchino", calendario 2026 mese di maggio.



Figura 16 - E191, calendario 2026 mese di giugno.

campagna aperta, in cerca di sollievo dal caldo delle estati liguri, ma l'odore del mare arriva lo stesso, sospinto dal vento. Da lontano, si staglia all'orizzonte un treno merci proveniente dal porto di Genova Prà, segnando l'inizio di un lento ma potente passaggio sui binari. Iacopo Grappolo ci guida con la sua esperienza attraverso l'epoca delle piattaforme unificate: locomotive politensione, interoperabili, progettate anche nelle versioni in corrente continua per l'esercizio sulle linee nazionali, come nel caso della E191 immortalata in Fig. 16.

Ogni dettaglio del treno racconta una storia di tecnologia, ingegneria e trasporto, immersa nello scenario naturale che la ferrovia attraversa, ancora più suggestiva se a binario unico, come in questo caso.

Luglio, nello scatto di Giacomo Danni, ci ricorda come fin troppo

spesso non ci accorgiamo pienamente di quanto la ferrovia possa essere un tutt'uno col paesaggio, arricchendolo con la sua architettura e i treni che vi sfrecciano sopra. Nella località appenninica di Vado (BO), tra Firenze e Bologna, si può ammirare un suggestivo viadotto ad archi in curva, una fusione perfetta tra natura, architettura e ingegneria. A rendere ancora più interessante l'immagine il passaggio di un variopinto intermodale trainato da una E483 (Fig. 17).

Un'esplosione di verde accoglie il mese di agosto, nella fotografia scattata da Alessandro Rossi a Neive (CN). Davanti ai suoi occhi, una doppia di ALn 668 1900 (Fig. 18) percorre la linea Asti-Chivasso, protagonista proprio quel giorno della riapertura della tratta. Cogliere questo passaggio non è stato semplice: il fotografo ha atteso il momento giusto, studiando la luce, la compo-

sizione e l'inquadratura, per fermare in un istante perfetto il treno nel suo contesto. Il convoglio attraversa il Monferrato e le Langhe, tra vigneti rigogliosi, borghi pittoreschi e dolci colline: una scena che il fotografo ha saputo catturare con precisione e sensibilità, trasformando un momento fugace in un'immagine che racconta territorio, movimento e storia ferroviaria.

Settembre segna la fine dell'estate: le giornate si accorciano e gli ultimi bagni nel mare della Riviera Ligure hanno un sapore più nostalgico, quasi amaro. Turisti e studenti si godono gli ultimi istanti di libertà prima che la routine riprenda con l'autunno: forse anche i passeggeri del treno, trainato dalla locomotiva SNCF bicorrente BB 22294 (Fig. 19) in livrea "béton", immortalata da Iacopo Grappolo, percepivano la stessa sensazione. La locomotiva, sotto



Figura 17 - E483, calendario 2026 mese di luglio.



Figura 18 - ALn 668 1900, calendario 2026 mese di agosto.



Figura 19 – Locomotiva bicornente serie 22000 SNCF, calendario 2026 mese di settembre.



Figura 20 - RABe501 SBB, calendario 2026 mese di ottobre.

catenaria a 25 kV in alternata, traina sei vetture dell'Orient Express da Parigi a Roma, lungo la linea verso Ventimiglia, poco prima del cambio di tensione a 1,5 kV in corrente continua. La scena è catturata a Grimaldi (IM), in un punto elevato e panoramico, da cui il paesaggio ligure si apre in tutta la sua bellezza, mentre il convoglio scivola sui binari, elegante e imponente, come un ultimo respiro d'estate.

Siamo sempre in Liguria in questa foto di Andrea Catzeddu. L'estate è ormai passata, ma ottobre è ancora capace di regalarci giornate soleggiate, perfette per un ultimo coraggioso tuffo, per una passeggiata in maniche corte sul lungomare di Nervi, a Genova, o per fotografare il complesso svizzero RABe501 004 (Fig. 20): un vero colpo di genio, oltre che

di bravura. La lente in questa foto non appartiene ad una reflex o ad un telefono, bensì ad un drone! Infatti la Liguria, e non solo, offre numerosi punti di osservazione sulla ferrovia litoranea, spesso spettacolari ma difficilmente accessibili. Da qui è nata l'idea di acquistare un drone: uno strumento capace di raggiungere ogni tratto, anche il più impervio, e di immortalarlo con prospettive inedite, svelando angoli e scorci che altrimenti sarebbero rimasti nascosti. Che dire, siamo curiosi di vedere quali nuovi punti di vista potranno donarci le foto in vista aerea!

A novembre le foglie si tingono di giallo, la vita rallenta, la brezza diventa più pungente e nell'aria si mescolano gli odori di caldarroste e funghi. Siamo sulle rive dell'Adda, a Lecco, dove il celebre viadotto di Pescare-

nico sembra uscire dalle pagine dei Promessi Sposi, tra memorie manzoniane e scorci autentici del territorio. Qui Francesco Bochicchio ha saputo catturare con maestria una coppia di ALn 668 3100 (Fig. 21), già nel regno dalle consorelle della serie 1000, immortalando non solo il treno ma anche l'atmosfera unica di un paesaggio autunnale sospeso tra storia, letteratura e presente.

Una passione così forte che non teme la sveglia presto, la neve e il gelo, sono le caratteristiche del temerario fotografo Iacopo Grappiolo, protagonista dello scatto di dicembre, che immortala in una fredda e nevosa giornata di fine anno a Nucetto (CN), sulla linea Ceva Ormea, la 640 143 (Fig. 22) al traino di antiche carrozze Corbellini e Centoportre. Una foto che appare uscita da una fiaba, al punto



Figura 21 - ALn 668 3100 calendario 2026 mese di novembre.



Figura 22 – Locomotiva gruppo 640, calendario 2026 mese di dicembre.

che nessuno credo si stupirebbe se nella magia di questa atmosfera il macchinista ci proponesse di raggiungere la Lapponia e il laboratorio di Babbo Natale.

Il calendario 2026 si chiude, come da tradizione, con i crediti, una breve descrizione dei contributi e una suggestiva immagine a corredo, che accompagna l'ultima pagina come un piccolo epilogo visivo dell'intero viaggio tra ferrovie, paesaggi e storie immortalandone l'essenza. Tutti siamo stati "più giovani": per questo mi è sembrato naturale tornare con la memoria a come vedevo la ferrovia da ragazzo. Avevo dodici anni quando, durante un viaggio con i miei genitori verso Pieve di Cadore, e in attesa dell'incrocio a Montebelluna, non resistetti alla tentazione di scendere dal treno. Con la Voigtländer Vito BL dei miei genitori – che conservo ancora – mi posizionai lungo i binari, cercando il punto giusto per catturare quell'immagine che allora mi appariva semplicemente affascinante. Solo molti anni dopo compresi cosa avessi davvero immortalato: una doppia composizione di automotrici ALn 772 (Fig. 23) provenienti da Calalzo, sormontate da un segnale semaforico ad ala. All'epoca non conoscevo il significato di ciò che

osservavo, né potevo immaginare che quel momento avrebbe acceso la mia passione per le ferrovie. Rimaneva soltanto la meraviglia pura di un ragazzino davanti al ritmo dei binari, al suono dei treni e all'infinito movimento della ferrovia. Ecco, la ferrovia era così allora; oggi, sono i giovani a raccontarci come è cambiata, attraverso i loro occhi e le loro fotografie.

Non ci resta che ringraziare gli autori delle fotografie e tutti coloro che hanno reso possibile la realizzazione del calendario CIFI 2026. Oltre agli autori di questo articolo, Riccardo Genova, Vice Presidente CIFI Area Nord ed autore dello scatto a Montebelluna, e Carola Codognotto, Event & Communication Assistant presso l'Istituto Internazionale delle Comunicazioni (IIC), un sentito grazie per il loro impegno va a Marco Broglio e Enzo Rivoira della Sezione CIFI di



Figura 23 - ALn 772 calendario 2026 pagina finale.

Milano, al Preside della Sezione CIFI di Milano Giorgio Spadi, a Carolina Baria, Project & Event Manager presso l'Istituto Internazionale delle Comunicazioni (IIC), che ne ha curato la redazione e l'impaginazione, e ad Alessio Raffo, per il contributo nella selezione delle immagini. Un ringraziamento speciale va infine a Lucchini RS, che ha reso possibile la stampa del calendario.

E mentre ripercorriamo il percorso fino ad ora compiuto, lo sguardo è già rivolto al calendario 2027, perché la passione e la fantasia che animano questo progetto non si fermano mai.



COLLEGIO INGEGNERI  
FERROVIARI ITALIANI

# IL CIFI PRESENTA UNA NUOVA PUBBLICAZIONE



COSTO DELLA PUBBLICAZIONE



**Intero € 35,00**

**Soci CIFI € 28,00**

PER INFO E PRENOTAZIONI

info@cifi.it 

+39 - 064742986 - 064882129 



COLLEGIO INGEGNERI  
FERROVIARI ITALIANI

# 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 IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2026

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

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

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

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

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

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

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

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

### RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI ED ESTRATTI

#### Prezzi IVA inclusa

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

Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato € 9,50 compreso di spedizione; formato cartaceo compreso di spedizione; € 7,50 formato PDF.

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

## TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2026

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

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

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

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

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

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

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

### PURCHASE OF OLD ISSUES AND ARTICLES

#### Price including VAT

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

Single article (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.

	<b>IF Biblio</b>	<b><i>Impianti per servizio merci e loro esercizio</i></b>	<b>23</b>
25	Integrazione di impianti merci, rete e modelli di ottimizzazione per l'esercizio in tempo reale degli impianti (LICCIARDELLO – ADAMKO – DELEPLANQUE – HOSTEINS – LIU – PELLEGRINI – PETERSON – WAHLBORG – ZAT'KO) <i>Integrating yards, network and optimization</i>	<i>models towards real-time rail freight yard operations</i> <i>Ingegneria Ferroviaria, giugno 2020, pagg. 417-440, figg.10. Biblio 23 titoli.</i>	

	<b>IF Biblio</b>	<b><i>Protezione dell'ambiente</i></b>	<b>36</b>
176	Ecologia delle Infrastrutture Viarie a tutela dell'ambiente: concetti e criteri per una ricerca allargata alle discipline trasportistiche (CORAZZA) <i>Ecology of Transportation Infrastructure to protect the environment: concepts and crite-</i>	<i>ria for a research extended to the transportation studies</i> <i>Ingegneria Ferroviaria, ottobre 2022, figg. 6, tabb.4. Biblio 54 titoli.</i>	

### L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA

Il CIFI ha pubblicato L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA.

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

Volume in pregiata edizione, cartonato, formato A4, pagine 208 a colori ampiamente illustrate.

#### INDICE

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

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



**Nicola TILLI e Claudio SPALVIERI**

**COMPENDIO DI TRAZIONE ELETTRICA FERROVIARIA**  
**Elementi di Trazione Elettrica, impianti e sicurezza elettrica**

Il Compendio di Trazione Elettrica Ferroviaria affronta in modo organico:

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

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

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



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

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

# IL CIFI PRESENTA UNA NUOVA PUBBLICAZIONE

## La rivoluzione con il ferro

*Il tesoro nascosto per la rigenerazione delle città italiane*

Claudio Cipollini - Giovanni Costa



Intero € 40,00  
Sconto Soci CIFI 20%

PER INFO E PRENOTAZIONI

[info@cifi.it](mailto:info@cifi.it)



+39 - 064742986 - 064882129



**CIFI**  
COLLEGIO INGEGNERI  
FERROVIARI ITALIANI

## Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

### 1 – TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE

#### 1.1 – Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria

- 1.1.6 E. PRINCIPE – “Impianti di riscaldamento ad aria soffiata” (Vol. 1° e 2°) ..... € 20,00
- 1.1.10 A. MATRICARDI - A. TAGLIAFERRI – “Nozioni sul freno ferroviario” ..... € 15,00
- 1.1.11 V. MALARA – “Apparecchiature di sicurezza per il personale di condotta” ..... € 30,00
- 1.1.12 G. PIRO – “Cenni sui sistemi di trasporto terrestri a levitazione magnetica” ..... € 15,00

#### 1.2 – Cultura Professionale - Armamento ferroviario

- 1.2.3 L. CORVINO – “Riparazione delle rotaie ed apparecchi del binario mediante la saldatura elettrica ad arco” (Vol. 6°) ..... € 15,00
- 1.2.4 F. SCHINA “La Costruzione del Binario” ..... € 30,00
- 1.2.5 F. NATONI “Gli scambi ferroviari” ..... € 30,00

#### 1.3 – Cultura Professionale - Impianti Elettrici Ferroviari

- 1.3.16 A. FUMI – “La gestione degli impianti elettrici ferroviari” ..... € 35,00
- 1.3.17 U. ZEPPA – “Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione” ..... € 30,00
- 1.3.18 N. TILLI – C. SPALMIERI – “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	Tante Vite (Storie di ferrovia e resistenza)” .....	€ 16,00	
6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani” .....	€ 28,00	6.61.	M. MORZIELLO “Sistema Ferroviario Italiano Alta Velocità” .....	€ 34,00
6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia” .....	€ 35,00	6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) – “Un Mondo su rotaia” .....	€ 29,00
6.8.	E. PRINCIPE – “Treni italiani - ETR 500 Frecciarossa” .....	€ 25,00	6.65.	A. CARPIGNANO – “La Locomotiva a vapore (Viaggio tra tecnica e condotta di un Mezzo di ieri)” 2° Edizione - L'Artistica Editrice Savigliano (CN) .....	€ 70,00
6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia”. .....	€ 20,00	6.66.	P. MESSINA – “Ferrovie e Filobus nella Pubblicità” ...	€ 26,00
6.10.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Le carrozze dei nuovi treni di Trenitalia” .....	€ 24,00	6.67.	P. MESSINA – “Per Mare intorno all’Elba e verso il Continente – Traghetti, imbarcazioni e navi da crociera” .....	€ 23,00
6.11.	R. MARINI (ed. Plasser & Theurer - Plasser Italiana). “Treni nel Mondo” .....	€ 30,00	6.68.	P. MESSINA – “I Trasporti all’Elba” .....	€ 28,00
6.12.	A. BUSSI (ed. Luigi Pellegrini Editore) “Due Vite,				

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell'I.V.A. Gli acquisti delle pubblicazioni, con pagamento anticipato, possono essere effettuati mediante versamento sul conto corrente postale 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, Via Giolitti, 46 - 00185 Roma o tramite bonifico bancario: UNICREDIT - AGENZIA ROMA ORLANDO - VIA V. EMANUELE, 70 - 00185 ROMA - IBAN: IT29U0200805203000101180047. Nella causale del versamento si prega indicare: “Acquisto pubblicazioni”. La ricevuta del versamento dovrà essere inviata unitamente al modulo sottoindicato. Per spedizioni l'importo del versamento dovrà essere aumentato del 10% per spese postali.

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

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

**Sconto del 10% per gli abbonati alle riviste La Tecnica Professionale e Ingegneria Ferroviaria  
(Solo tramite bonifico bancario o conto corrente postale; per informazioni contattare info@cifi.it)**

### Modulo per la richiesta dei volumi

I volumi possono essere acquistati on line tramite il sito [www.cifi.it](http://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](mailto: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, HYPERLINK “mailto:info@mefa.it”info@mefa.it, HYPERLINK “http://www.mefa.it”www.mefa.it** Vendita e dimensionamento di elementi di supporto e fissaggio di impianti, sistemi modulari di sostegno anche antisismici, collari per tubazioni, giunti, raccordi, stazioni di allarme per impianti antincendio.

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

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

**BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030/9650304 – Fax 030/962349 – E-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità – Dispositivi di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, morsetteria e connettori, attrezzatura ed utensili meccanici ed oleodinamici (prodotti per linee da 1,5 kV a 25 kV).**

**BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. – Via M.A. Colonna, 35 – 20149 MILANO (MI) – Tel. 02/36961 – E-mail: it.securitysystems@bosch.com – Prodotti e soluzioni in ambito Security, Safety e Communication per applicazioni di: videosorveglianza e artificial intelligence, rilevazione intrusione, rivelazione incendio, audio evacuazione e controllo degli accessi. Tecnologie innovative per la protezio-**

ne dei beni e delle persone, e per l'efficiamento 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 deviatore 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](http://www.isoil.com) – Strumentazione del materiale rotabile: Pick-up ad effetto Hall per misure di velocità anche multicanale – Generatori di velocità – Sensori Radar ad effetto doppler per velocità e distanza – Indicatori di velocità standard e applicazioni di sicurezza (SIL 2) – Juridical Recorder – MMI: Multifunctional Display per ERTMS – Videocamere – Passenger Information – Switch e Fotocellule di Sicurezza per porte – Livelli carburante – Pressostati e Termostati – Agente esclusivo di: DEUTA WERKE / JAQUET / GEORGIN / KAMERA & SYSTEM TECHNIK.

**LA CELSIA SAS – Via A. Di Dio, 109 – 28877 ORNAVASSO (VB)** – Tel. 0323/837368 – Fax 0323/836182 – Dal 1974 progettazione, produzione e vendita di contatti elettrici sinterizzati ed affini, materiali sinterizzati da metallurgia delle polveri, connessioni flessibili e particolari vari, annessi per interruttori, commutatori, sezionatori per tutte le apparecchiature elettromeccaniche di potenza e trasmissione dell'energia.

**LUCCHINI RS S.p.A. – Via G. Paglia, 45 – 24065 LOVERE (BG)** – Tel. 035/963562 – Fax 035/963552 – E-mail: rollinstock@lucchini.it – [www.lucchini.it](http://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](http://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](http://www.mariniimpianti.it) – Registratori Cronologici di Eventi (RCE) – Monitoraggio della temperatura delle rotaie (UMTR) – Apparecchiature di diagnostica centralizzate degli impianti di Segnalamento di linea e di stazione (SDC) – Sistemi di supervisione – Strumenti di misura per sotto stazioni – Rilevatore differenziale per segnali luminosi alti a commutazione statica SDO – Generatore di alimentazione 83 Hz PSK – Progettazione ed installazione degli impianti.

**MATISA S.p.A. – Via Ardeatina, km. 21 – Loc. S. Palomba – 00040 POMEZIA (ROMA)** – Tel. 06/918291 – Telefax 06/91984574 – E-mail: matisa@matisa.it – Vagliatrici, rinalzatrici, profilatrici, veicoli di servizio per infrastruttura e catenaria, drasine di misura della geometria del binario, treni di costruzione nuovo binario, incavigliatrici, foratrasverse, forarotaie, apparecchiatura di controllo, segarotaie, gruppi rinalzatrici a lame vibranti.

**MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – Via Lucania, 2 – 20090 BUCCINASCO (MI)** – Tel. +39/02/575731 – E-mail: info.MIL@microelettrica.com – [www.microelettrica.com](http://www.microelettrica.com) – Applicazioni Bordo Veicolo ed Industriali di: – Contattori e Sezinatori fino a 4.000V ca/cc – Interruttori Extrarapidi in fino a 4.000V e 10.000A in cc – Relè di protezione ca/cc – Trasduttori e Sistema di Misura – Resistenze di frenatura, MAT del neutro, filtri e banchi di carico – Metering, Sistemi di misura in Tensione e Corrente, Misura dell'Energia a bordo veicolo secondo norma EN50463 – Unità Funzionali e Box integrati – Ventilatori Assiali e Ventilatori Centrifughi.

**MONT-ELE S.r.l. – Via Cavera, 21 – 20034 GIUSSANO (MI)** – Tel. 0362/850422 – Fax 0362/851555 – E-mail: mont-ele@mont-ele.it – [www.mont-ele.it](http://www.mont-ele.it) – Ingegneria di sottostazioni di conversione e di sottostazioni di alimentazione sistemi A.V. 25 kV – Produzione di quadri innovativi, alimentatori, raddrizzatori, sezionatori bipolari, quadri filtri, quadri misure – Produzione commutatori 3600 V 3000 A, sezionatori bipolari 3000 A, trasduttori di corrente, quadri di sezionamento 25 kV (52 kW) e sezionatori di alta tensione – Realizzazione di impianti, sottostazioni fisse e mobili lato alternata e continua.

**MOSDORFER RAIL S.r.l. – Sede operativa: Via Achille Grandi, 46 – 20017 RHO (MI)** – Tel. +39 02/64088142 – E-mail: inforail.it@mosdorfer.com – Sviluppo e produzione di componenti T.E. per la linea di contatto ferroviaria e tramviaria: TENSOREX C+, sospensioni in alluminio ed

acciaio, isolatori compositi, dispositivi di messa a terra, morsetti in CuNiSi, in bronzo/alluminio ed acciaio forgiato. MOSDORFER RAIL S.r.l. fa parte della Multinazionale austriaca KNILL GROUP, leader mondiale nella progettazione, produzione e fornitura di morsetteria per linee di trasmissione ad alta tensione.

**ORA ELETTRICA S.r.l. a socio unico – Sede legale: Corso XXII Marzo, 4 – 20135 MILANO – Sede operativa: Via Filanda, 12 – 20010 CORNAREDO (MI) – Tel. +39/02/93563308 – Fax +39/02/93560033 – E-mail: info@ora-elettrica.com – www.ora-elettrica.com –** Progettazione, produzione, commercializzazione, installazione e manutenzione di apparecchiature elettroniche specifiche per la gestione del tempo: centrali orarie controllate via DCF e GPS, NTP server, sistemi di supervisione, orologi analogici e digitali (per interni ed esterni), orologi da pensilina, orologi monumentali da facciata, RCE Registratori Cronologici di Eventi, sistemi integrati per il controllo degli accessi veicolari e pedonali, sistemi TVPL, TVCC, sistemi di rilevamento presenze certificati SAP.

**PANDROL S.r.l. – Via De Capitani, 14/16 – 20864 AGRATE BRIANZA (MB) – Tel. +39/039/9080007/ +39/039/9153752 – E-mail: info.it@pandrol.com – www.pandrol.com –** Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

**PISANI S.r.l. – Via Vilfredo Pareto, 20 – 27058 VOGHERA (PV) – Tel. +39/347/4318990 – E-mail: giorgio@pisani.eu –** Sistemi informatizzati, non invasivi di monitoraggio e certificazione dei processi di realizzazione e controllo in esercizio della lunga rotaia saldata e della posizione piano altimetrica del binario.

**PLASSER ITALIANA S.r.l. – Via del Fontanaccio, 1 – 00049 VELLETRI (ROMA) – Tel. 06/9610111 – Fax 06/9626155 – E-mail: info@plasser.it – www.plasser.it –** Commercializzazione, riparazione e manutenzione di macchine per la costruzione e la manutenzione del binario ferroviario – Risanatrici, rinalzatrici, profilatrici, stabilizzatrici dinamiche, vetture di rilevamento e sistemi per la diagnostica del binario e della linea di contatto, saldatrici mobili per rotaie, autocarrelli con gru e piattaforme, autocarrelli per tesatura frenata linee di contatto, carrelli portabobine, dispositivi per video-ispezione linee ferroviarie e binario, rappresentanza attrezzature Robel.

**POSEICO S.p.A. – Via Pillea, 42-44 – 16153 GENOVA – Tel. 010/8599400 – Fax 010/8682006-010/8681180 – E-mail: semicond@poseico.com – www.poseico.com –** Dispositivi a semiconduttori di potenza (Diodi, Tiristori, GTO's, IGBT Press-pack, ecc.) – Dissipatori ad acqua per il raffreddamento di dispositivi di potenza sia press-pack che moduli – Assiemati di potenza con raffreddamento in aria naturale, aria forzata ed acqua – Ponti raddrizzatori per applicazioni industriali e di trazione – Analisi di guasto e servizio di collaudo – Riparazioni di assiemati di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

**PROJECT AUTOMATION S.p.A. – Viale Elvezia, 42 – 20052 MONZA (MI) – Tel. 039/2806233 – Fax 039/2806434 – www.p-a.it –** Sistemi ed apparecchiature di segnalamento, controllo e supervisione del traffico per metrotranvie e tranvie – Radiocomando scambi, casse di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico – Priorità mezzi pubblici – Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

**RAND ELECTRIC S.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILANO – Tel. 02/26144204 – Fax 02/26146574 –** Canaline, fascette, sistemi di identificazione, guaine corrugate, guaine metalliche ricoperte, tutte con caratteristiche di reazione al fuoco e tossicità entro i parametri della specifica FS 304142 – Connettori elettrici di potenza standard o custom.

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

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

**SITE S.p.A. – Divisione Trasporti – Via della Chimica, 3 – 40064 OZZANO DELL'EMILIA (BO) – Tel. 051/794820 – E-mail: site@sitespa.it – www.sitespa.it/railways –** IMPIANTI DI SEGNALAMENTO FERROVIARIO: Progettazione e realizzazione di impianti di segnalamento per la sicurezza ferroviaria – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di segnalamento come il Blocco Automatico a Correnti Codificate, Sistemi di Controllo Marcia del Treno, Apparat Centrali Elettrici a Itinerari, etc. – Manutenzione, formazione e assistenza tecnica – RETI & SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI: Progettazione e realizzazione di reti Wireline e Wireless, di reti GSM-R e di sistemi SDH – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di: Informazione al Pubblico, Videosorveglianza, Supervisione per la sicurezza e la manutenzione, telefonia selettiva, Bigliettazione, etc. – Manutenzione, Formazione e assistenza tecnica – MESSA IN SICUREZZA GALLERIE: Progettazione layout impianti di Messa in Sicurezza delle Gallerie – Realizzazione di impianti per la copertura radio, il rilevamento e spegnimento incendi, la telefonia d'emergenza, diffusione sonora d'emergenza, illuminazione d'emergenza, etc.

**SPII S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA) – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spil.it – info@spil.it –** Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzione e digitali

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 Pollaiuolo, 14 – 50142 FIRENZE** – Tel. 055/717457 – Fax 055/7130576 – Forniture ferrotranviarie: filtri e pannelli filtranti, utensili, macchinari, strumenti di misurazione, rimozione graffiti, certificazioni CE e rimessa a norma macchinari, grassi e lubrificanti.

**TECNEL SYSTEM S.p.A. – Via Brunico, 15 – 20126 MILANO** – Tel. 02/2578803 r.a. – Fax 02/27001038 – E-mail: tecnel@tecnelsystem.it – www.tecnelsystem.it – Pulsanti – Interruttori – Selettori – Segnalatori serie SWT04 per banchi manovra – Segnalatori a LED serie SI 30 – Pulsanti apertura/chiusura porte serie 56 e 57 – Pulsanti mancorrente richiesta fermata serie SWT84 – Pulsanti ed interruttori antivandalo – Sistemi di comando e protezione porte – Avvisatori ottici ed acustici – Sirene – Temporizzatori – Sensori movimento/presenza apertura porte – Pressacavi AGRO in materiale sintetico, ottone nichelato, acciaio inox – Guaina aperta autoavvolgente AGROsnap.

**TEKFER S.r.l. – Via Gorizia, 43 – 10092 BEINASCO (TO)** – Tel. 011/0712426 – Fax 011/0620580 – E-mail: segreteria@tekfer.com – www.tekfer.com – Sistemi per impianti di sicurezza e segnalamento – Apparecchiature per il blocco automatico – INFILL – Codificatori statici – Relè elettronici (TR, HR, DR, relè a disco e altri) – Prodotti per 83,3 Hz (generatori di potenza fino a 15 kVA, filtri e rifasatori) – Telecomandi in sicurezza – Diagnostica impianti – Progettazione e installazione impianti.

**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 Sa-

fety Assessment, Supporto alla Progettazione e alla Configurazione di Impianti di Segnalamento Ferroviario, Commissioning & Maintenance.

**VAIA CAR S.p.A. – Via Isorella, 24 – 25012 CALVISANO (BS)** – Tel. 030/9686261 – Fax 030/9686700 – E-mail: vaiacar@vaiacar.it – Saldatrici mobili strada-rotaia per la saldatura elettrica a scintillio delle rotaie – Gru mobili/ Escavatori strada-rotaia completi di accessori intercambiabili – Macchine operatrici mobili strada-rotaia con equipaggiamenti specifici – Macchine operatrici mobili ferroviarie e/o strada-rotaia per la manutenzione delle linee ferroviarie e delle linee elettriche aeree – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi ferroviari, campate, traverse e rotaie – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi e campate tranviari e/o metropolitani – Treni completi di sistemi per la costruzione delle linee ferroviarie ad alta velocità – Treni di sostituzione delle rotaie con sistemi per il carico e lo scarico delle rotaie – Unità di rinalzata del binario e di compattamento della massicciata.

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

**E Impianti di aspirazione e di depurazione aria**

**F Prodotti chimici ed affini**

**G Articoli di gomma, plastica e vari**

**FLUORTEN S.r.l. – Via Cercone, 34 – 24060 CASTELLI CALEPIO (BG)** – Tel. 035/4425115 – Fax 035/848496 – E-mail: fluorten@fluorten.com – www.fluorten.com – Semilavorati e prodotti finiti in PTFE e RULON® per industria meccanica, chimica, elettrica ed elettronica – Progettazione, costruzione stampi e stampaggio tecnopolimeri – Esclusivista Du Pont per l'Italia di semilavorati e finiti in Du Pont™ VESPEL®. Produzione di piastre in PTFE Certificate dal Politecnico di Milano a norma EN 1337-2. Certificazione sistema di gestione qualità per il settore

aerospaziale EN 9100:2009 Certificate n. 5695/0. Certificazione sistema di gestione qualità ISO 9001:2008 Certificate n. 21. Certificazione sistema di gestione ambientale ISO 14001:2004 Certificate n. 27.

**KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG – Goellstrasse, 8 – D-84529 TITTMONING (Germania)** – Tel. +49(8683)701-151 – Fax +49(8683)701-45151 – [www.strail.com](http://www.strail.com) – STRAIL sistemi di attraversamenti a raso & STRAILastic sistemi di isolamento per rotaie – Goellstrasse, 8 – D 84529 TITTMONING – Tel. +39/392/9503894 – Fax +39/02/87151370 – E-mail: [tommaso.sa\\_vi@strail.it](mailto:tommaso.sa_vi@strail.it) – [www.strail.it](http://www.strail.it) – Sistemi modulari in gomma vulcanizzata per attraversamenti a raso STRAIL, innoSTRAIL, pedeSTRAIL, pontiSTRAIL – Moduli esterni per i carichi più pesanti – veloSTRAIL – Moduli interni che eliminano la gola – Per tutti i tipi di traffico, strade e armamento (anche per ponti, scambi, gallerie, curve, impianti industriali) – Dispositivi elastici per la riduzione del rumore, delle vibrazioni oltre che per l'isolamento elettrico del binario – STRAILastic\_P, STRAILastic\_S, STRAILastic\_R, STRAILastic\_K, STRAILastic\_DUO, STRAILastic\_USM ed infine STRAILastic\_A costituiscono la gamma completa di questa nuova linea.

**PANTECNICA S.p.A. – Via Magenta, 77/14A – 20017 RHO (MI)** – Tel. 02/93261020 – Fax 02/93261090 – E-mail: [info@pantecnica.it](mailto:info@pantecnica.it) – [www.pantecnica.it](http://www.pantecnica.it) – Sistemi antivibranti per materiale rotabile e per armamento ferrotorviario – 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](mailto:info@plastiroma.it) – [www.plastiroma.it](http://www.plastiroma.it) – Morsetterie, contropiastre, cassette per C.D.B., materiale isolante per C.D.B., segnali bassi di manovra, segnali alti di chiamata, shunt, componenti in materiale plastico per relè FS, progettazione di articoli tecnici.

## H Rilievi e progettazione opere pubbliche

**ABATE dott. ing. Giovanni – Via Piedicavallo, 14 – 10145 TORINO** – Tel./Fax 011/755161 – Cell. 335/6270915 – E-mail: [abateing@libero.it](mailto:abateing@libero.it) – Armamento ferrotorviario – Progettazione e direzione lavori di linee ferrotorviarie, metropolitane e tranviarie – Armamento ferrotorviario 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 ferrotorviari.

**ISiFer S.r.l. – Sede legale: Via Mazzini, 15 – 80053 CASTELLAMMARE DI STABIA (NA) – Sede operativa: Via Gorizia, 1 – CICCIANO (NA)** – Tel. 081/5741055 – Fax 081/5746835 – E-mail: [segreteria@isifer.com](mailto:segreteria@isifer.com) – [info@isifer.com](mailto:info@isifer.com).

com – [www.isifer.com](http://www.isifer.com) – Azienda di ingegneria specializzata nel settore ferrotorviario 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](mailto:nadia.barbagelata@prismaengineering.net) – [www.prismaengineering.net](http://www.prismaengineering.net) – Impianti di segnalamento ferrotorviario – Realizzazione Progetti di Fattibilità, Definitivi, Esecutivi e Costruttivi di impianti IS (ACEI-ACC-ACCM-SCMT-ERT-MS\_L2) – Realizzazioni di Verifiche e Validazioni dei progetti comprese prove di campo.

## I Trattamenti e depurazione delle acque

## L Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro

**SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. (SEIT) – Sede Centrale: Via Santa Croce, 1 – 20122 MILANO** – Tel. +39/02/89426332 – Fax +39/02/83242507 – E-mail: [franco.pedrinazzi@schweizer-electronic.com](mailto:franco.pedrinazzi@schweizer-electronic.com) – [www.schweizer-electronic.com](http://www.schweizer-electronic.com) – **Sede legale: Via Gustavo Modena, 24 – 20129 Milano** – Sistemi di Sicurezza Protezione Cantieri (SAPC) e può fornire servizio chiavi in mano, di protezione cantieri con SAPC "Sistema Minimel 95", comprensivo di: Progettazione, installazione, formazione del personale, disinstallazione, manutenzione ed a richiesta gestione del SAPC in cantiere con proprio personale – Sistemi di segnalamento fisso, Minimel, ISP, che integrano le parti mobili di SAPC Minimel 95 nel segnalamento esistente – Sistemi di comunicazione nell'ambito della sicurezza ad alto contenuto tecnologico.

## M Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari

## N Vetrofanie, targhette e decalcomanie

## O Formazione

**D&T srl – Largo Promessi Sposi - 20142 Milano – Tel. 3486979791 – E-mail: [dt.marketing@datatech.net](mailto:dt.marketing@datatech.net) – <http://www.datatech.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](http://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](mailto:info@interlanguage.it) – [www.interlanguage.it](http://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](mailto: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 fat-

tibilità 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](mailto:alessandroferrentino@gmail.com) – [www.ferrentinoconsulship.com](http://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](mailto: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 fidejussori 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 marzo 2026*  
*Printed in February 2026*



## Plasser **InfraSpector Truck**

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

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



MACHINE



Costruzioni  
Linee  
Ferroviarie



Promofer  
Safety Services



**dal 1945**  
il futuro viaggia  
su binari sicuri



Strukton  
Rail