



EXPO Ferroviaria
30 set - 2 ott 2025
Milano

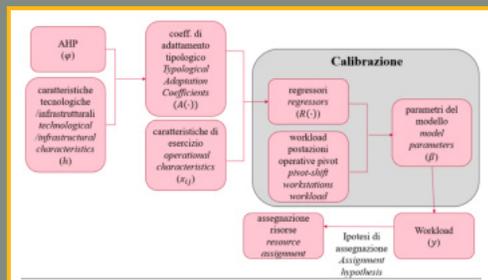
INGENIOUS BY DESIGN, VERSATILE IN ACTION



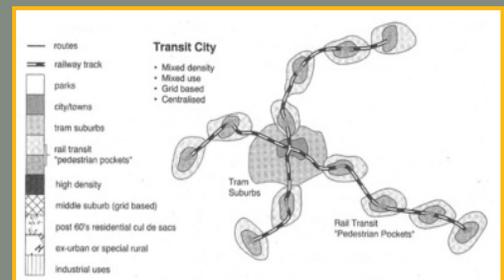
MATISA S.p.A
Via Ardeatina Km 21
IT-00071 Pomezia
Santa Palomba (RM)
Tel.: +39-06-918 291
Email: matisa@matisa.it

INGEGNERIA FERROVIARIA - Maggio 2025
Poste Italiane S.p.A. - Spedizione in abbonamento postale - d.l. 353/2003 (conv. in l. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1 - DCB Roma
ISSN: 0020 - 0956

In questo numero
In this issue



Ottimizzazione delle postazioni DCO
Traffic Control
Workstations Optimization



Le sette rivoluzioni dei trasporti e la struttura delle città
The seven transport revolutions and the structure of cities

PER SVILUPPARE LA CULTURA DEI TRASPORTI SCEGLI I CORSI SU



<https://www.ferrovie.academy/corsi/>
<https://www.cifi.it/cifi-servizi/acquisto-corsi/>



FORMAZIONE TECNICO AMMINISTRATIVA

- Codice appalti, gestione progetti e lavori di ferrovie
- Codice appalti 2023 gestione progetti e lavori ferrovie, strade e aeroporti
- Esperto tecnico gare d'appalto di ferrovie
- Gare d'appalto e criteri di aggiudicazione
- Direzione lavori negli appalti di ferrovie
- Subappalto ferroviario
- Computo metrico ferroviario e contabilità Lavori
- Modifiche e varianti, appalti di ferrovie e impianti fissi
- Riserve dell'appaltatore
- CCT Collegio Consultivo Tecnico
- Esperto collaudo tecnico amministrativo di ferrovie, strade e impianti fissi

FORMAZIONE SPECIALISTICA

- Fondamenti di tecnica ferroviaria
- Organizzazione, tecnica e sicurezza delle ferrovie
- Esperto in valutazione del rischio e verifica CE dei sottosistemi ferroviari
- Sicurezza nei cantieri temporanei o mobili di ferrovie
- Esperto sicurezza elettrica in ambito ferroviario
- IS-0 Installatori di impianti di sicurezza e segnalamento di tipo elettromeccanico
- IS-1 Progettisti, verificatori, validatori di impianti di sicurezza e segnalamento
- Progettista funzionale ERTMS
- Esperto ERTMS
- ACC-ACCM-ERTMS: come applicare le norme CENELEC
- Esperto telecomunicazioni ferroviarie
- Installatore TLC telecomunicazioni ferroviarie
- Esperto in trazione elettrica linea di contatto
- Tracciati e armamento ferroviario e impianti fissi: progettazione, costruzione e manutenzione
- Esperto Diagnostica del Binario
- Progettista tracciati ferroviari e stradali
- Ponti, viadotti e gallerie ferroviarie e stradali
- Esperto ponti e viadotti: progetto e costruzione
- Ingegnere del veicolo ferroviario

SCARICA IL
PROGRAMMA
COMPLETO
DEI CORSI



cifiservizi@cifi.it
segreteria.cifiservizi@cifi.it



06 4742987

I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.M.T. - GENOVA
 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
 ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. - SAVIGLIANO (CN)
 ALTEN ITALIA SPA - MILANO
 ANCEFERR - ROMA
 ANGELSTAR S.r.l. - MOLA DI BARI (BA)
 ANIAF - ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO - ROMA
 ANSFISA - FIRENZE
 ANTFERR - ASS.NE NAZIONALE TECNOLOG. DEL SETTORE FERROVIARIO - ROMA
 ARMAFER S.r.l. - LECCE
 ARST S.p.A. TRASPORTI REGIONALI DELLA SARDEGNA - CAGLIARI
 ASS.TRA - ASSOCIAZIONE TRASPORTI - ROMA
 ASSIFER - ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE - MILANO
 ASSIFIDI S.p.A. - ROMA
 ASTRAL S.p.A. - ROMA
 ATAC S.p.A. - ROMA
 AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE - TRIESTE
 B. & C. PROJECT S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 BITECNO S.r.l. - BOLOGNA
 BONOMI EUGENIO S.p.A. - MONTICHIARI (BS)
 BOSCH SECURITY SYSTEMS S.p.A. - MILANO
 BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. - BRESCIA
 BRUNO S.r.l. - BRESCIA
 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
 CAD CONNECT S.a.s. DI SIMONE SPINACI
 CAPTRAIN ITALIA S.r.l. - PIOSSASCO (TO)
 CAROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. - SALERNO
 CAVUTO INGEGNERIA DELLE STRUTTURE S.p.A. - NAPOLI
 CEMBRE S.p.A. - BRESCIA
 CEPRI NI COSTRUZIONI S.r.l. - ORVIETO (TR)
 CIRCET ITALIA S.p.A. - SAN GIOVANNI TEATINO (CH)
 COET S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 COGESIRM S.r.l. - NAPOLI
 COMESVIL S.p.A. - VILLARICCA (NA)
 COMMEL S.r.l. - ROMA
 CONSORZIO SATURNO - ROMA
 CONSTRUIRE ENERGIE S.r.l. - GUIDONIA MONTECELIO (RM)
 CZ LOKO ITALIA S.r.l. - PORTO MANTOVANO (MN)
 D&T S.r.l. - MILANO
 D'ADDETTA S.p.A. - BERCE TO (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
 EAGLE PROJECTS - PERUGIA
 ELEN MACHINES S.r.l. - ALBANO LAZIALE (RM)
 EMMEFER SRL - MONTEMILETTO (AV)
 ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. - NAPOLI
 EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. - NAPOLI
 ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI - VENEZIA
 ESIM S.r.l. - BARI
 ESPERIA S.r.l. - PAOLA (CS)
 ETS SRL SOCIETÀ DI INGEGNERIA - LATINA
 EUROS S.r.l. - NAPOLI
 FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. - PIOSSASCO (TO)
 FEDEP S.r.l. - NAPOLI
 FER S.r.l. - FERROVIE EMILIA ROMAGNA - FERRARA
 FERONE PIETRO & C. S.r.l. - NAPOLI
 FERRETTI PROGETTAZIONI - GENOVA
 FERROTRAMVIARIA S.p.A. - BARI
 FERROTRAMVIARIA ENGINEERING S.p.A. - NAPOLI
 FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. - BARI
 FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. - BARI
 FERROVIE DEL SUD EST - BARI
 FERROVIE DELLO STATO S.p.A. - ROMA
 FERROVIENORD S.p.A. - MILANO
 FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA
 FOR.FER S.r.l. - ROMA
 G.C.F. GEN.LE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A. - ROMA
 G.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)
 GEOSIC S.r.l. - PARMA
 GEOSINTESI S.p.A. - GOZZANO (NO)
 GESTIONE GOVERNATIVA FERROVIA CIRCUMETNEA - ROMA
 GETZNER WERKSTOFFE GmbH - BURS - AUSTRIA
 GILARDONI S.p.A. - MANDELLO DEL LARIO (LC)
 GRANDI STAZIONI RAIL S.p.A. - ROMA
 GROUND TRANSPORTATION SYSTEMS ITALIA S.r.l. - SESTO FIORENTINO (FI)
 HARPACEAS S.r.l. - MILANO
 HILTI ITALIA S.r.l. - SESTO SAN GIOVANNI (MI)
 HIMA ITALIA - MILANO
 HITACHI RAIL STS S.p.A. - NAPOLI
 HUPAC S.p.A. - BUSTO ARSIZIO (VA)
 IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. - MILANO
 IMAF S.r.l. - NAPOLI
 IMPRESA LUIGI NOTARI S.p.A. - MILANO
 IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. - BELLUNO
 IMPRESA SIMEONE E FIGLI SRL - (NA)
 INFRARAIL FIRENZE S.r.l. - FIRENZE
 INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. - PIOVE DI SACCO (PD)
 INRAIL S.p.A. - GENOVA
 INTECS S.p.A. - ROMA
 ISALAB S.r.l. - GENOVA
 ITALCERTIFER S.p.A. - FIRENZE
 ITALFERR S.p.A. - ROMA
 ITALO - N.T.V. S.p.A. - MILANO
 IVECOS S.p.A. - COLLE UMBERTO (TV)
 KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. - CAMPI BISENZIO (FI)
 KNOUX GmbH - MONACO DI BAVIERA
 KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG - TITTMONING (GERMANIA)
 LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. - AREZZO
 LATERLITE S.p.A. - MILANO
 LEF S.r.l. - FIRENZE
 LOTRAS S.r.l. - FOGGIA
 LUCCHINI RS S.p.A. - LOVERE (BG)
 M2 RAILTECH S.r.l. - LA VALLE - BOLZANO
 M. PAVANI SEGNALE FERROVIARIO S.r.l. - CONCORDIA SULLA SECCHIA (MO)
 MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. - PONTE SAN GIOVANNI (PG)
 MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. - CISTERNA DI LATINA (LT)
 MATISA S.p.A. - SANTA PALOMBA (RM)
 MB PROGETTI S.r.l. - ROMA
 MER MEC S.p.A. - MONOPOLI (BA)
 MERCITALIA SHUNTING & TERMINAL S.r.l. - GENOVA
 MICOS S.p.A. - LATINA
 MM METROPOLITANA MILANESE S.p.A. - MILANO
 MONT-ELE S.r.l. - GIUSSANO (MI)
 MOSDORFER RAIL S.r.l. - RHO (MI)
 NET ENGINEERING S.r.l. - VERONA
 NICCHERI TITO S.r.l. - AREZZO
 NIER INGEGNERIA S.p.A. SOCIETÀ BENEFIT - CASTEL MAGGIORE (BO)
 NORD-ING S.r.l. - MILANO
 OPTOTEC S.p.A. - GARBAGNATE MILANESE (MI)
 PLASSER ITALIANA S.r.l. - VELLETRI (RM)
 POLISTUDIO S.p.A. - MOSCHETTO (VE)
 PRATI ARMATI S.r.l. - OPERA (MI)
 PROGETTO BR S.r.l. - COSTA DI MEZZATE (BG)
 PROGRESS RAIL SIGNALING S.p.A. - SERRAVALLE PISTOIESE (PT)
 PROJECT AUTOMATION S.p.A. - MONZA (MI)
 PTF S.r.l. - CARINI (PA)
 RAIL TRACTION COMPANY - VERONA
 RAILWAY ENTERPRISE S.r.l. - ROMA
 RAVA - REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA - POLLEIN (AO)
 R.F.I. S.p.A. - RETE FERROVIARIA ITALIANA - ROMA
 RINA CONSULTING S.p.A. - GENOVA
 S.I.C.E. - CHIUSI (PI)
 S.I.I.P. S.r.l. - NAPOLI
 S.T.A. S.p.A. - STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE - BOLZANO
 SADEL S.p.A. - CASTEL MAGGIORE (BO)
 SAFECERTIFIEDSTRUCTURE INGEGNERIA s.r.l. - ROMA
 SAGA S.r.l. - RAVENNA (RA)
 SALCEF GROUP S.p.A. - ROMA
 SATFERR S.r.l. - FIDENZA (PR)
 SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.A. - MONTEVARCHI (AR)
 SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. - NOVARA
 SENAF S.r.l. - SAIE - GLE - MEC SPE - CASTEL MAGGIORE (BO)
 SICURFERR S.r.l. - CASORIA (NA)
 SIE-FER S.r.l. - MILITELLO IN VAL DI CATANIA (CT)
 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)
 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)
 T&T S.r.l. - NAPOLI
 T.M.C. S.r.l. - TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT - POMPEI (NA)
 TE.SI.FER S.r.l. - FIRENZE
 TEAM ENGINEERING S.p.A. - ROMA
 TECNOLOGIE MECCANICHE S.r.l. - ARICCIA (RM)
 TECNOSISTEM S.p.A. - NAPOLI
 TECNOTEAM ITALIA S.r.l.s. - MERCATALE DI OZZANO DELL'EMILIA (BO)
 TEKFER S.r.l. - BEINASCO (TO)
 TEKNO KONS INNOVATION S.r.l. - AVERSA (CE)
 TELEFIN S.p.A. - VERONA
 TERMINALI ITALIA - VERONA
 TESMEC S.p.A. - GRASSOBBIO (BG)
 THERMIT ITALIANA S.r.l. - RHO (MI)
 TITAGARH FIREMA S.p.A. - CASERTA
 TPER S.p.A. - TRASP. PASS.RI EMILIA ROMAGNA - BOLOGNA
 TRAINING S.r.l. - VERONA
 TRENITALIA S.p.A. - ROMA
 TRENITALIA TPER - BOLOGNA
 TRENORD S.r.l. - MILANO
 TRENTINO TRASPORTI S.p.A. - TRENTO
 TUA - SOCIETÀ UNICA ABRUZZESE DI TRASPORTO S.p.A. - CHIETI
 TX LOGISTIK TRANSALPINE GMBH - BOLZANO
 ULIXES S.r.l. UNIPERSONALE - FROSINONE
 URETEK ITALIA S.p.A. - BOSCO CHIESANUOVA (VR)
 VALTELLINA S.p.A. - GORLE (BE)
 VERICERT S.r.l. - FORNACE ZARATTINI (RA)
 VI.D.R. S.r.l. - CATENANUOVA (EN)
 VOITH TURBO S.r.l. - REGGIO EMILIA
 VOSSLOH SISTEMI S.r.l. - CESENA
 VTG RAIL EUROPE GmbH - SARONNO (VA)
 Z LAB S.r.l. - VERONA

INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

MATISA S.p.A. – Santa Palomba – Pomezia (RM)	I copertina
CIFI Servizi S.r.l. – Roma	II copertina
CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	pagina 400
SALCEF GROUP S.p.A. – Roma	pagina 440
ISOIL S.p.A. - Cinisello Balsamo (MI)	pagina 470
KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. – Tittmoning (Germania)	pagina 454
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	III copertina
"Architettura ferroviaria" - Massimo Gerlini - Paolo Mori - Raffaello Paiella	IV copertina

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2025

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Contatti - Contacts

Tel. 06.4742987

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

Servizio Pubblicità - Advertising Service

Roma: 06.47307819 - areasoci@cifi.it

Milano: 02.63712002 - 339.1220777 - segreteria@cifimilano.it

Direttore - Editor in Chief

Stefano RICCI

Vice Direttore - Deputy Editor in Chief

Valerio GIOVINE

Comitato di Redazione - Editorial Board

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

Consulenti - Consultants

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

Redazione - Editorial Staff

Massimiliano BRUNER
Ivan CUFARI
Francesca PISANO



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 LXXX | **Maggio 2025** | 5**Condizioni di Associazione al CIFI****361**

**OTTIMIZZAZIONE DELLE RISORSE PER LE POSTAZIONI DCO
TRAMITE REGRESSIONE LINEARE MULTIPLA E AHP:
UN APPROCCIO DATA-DRIVEN
MULTIPLE LINEAR REGRESSION AND AHP FOR RAILWAY
TRAFFIC CONTROL WORKSTATIONS RESOURCE OPTIMIZATION:
A DATA-DRIVEN APPROACH**

Luigi ELIA
Roberto STUFANO
Mario TARTAGLIA

365

**LE SETTE RIVOLUZIONI DEI TRASPORTI E LA STRUTTURA
DELLE CITTÀ: FRA STORIA E FUTURI POSSIBILI
THE SEVEN TRANSPORT REVOLUTIONS AND THE STRUCTURE
OF CITIES: BETWEEN HISTORY AND POSSIBLE FUTURES**

Ennio CASCETTA
Marilisa BOTTE
Anna LIMMATOLA

401

**Vita del CIFI - Visita della sezione CIFI Milano
all'impianto di manutenzione di Ferrovienord
per i treni ad idrogeno di Rovato (BS)**

441**Notizie dall'interno****445****Notizie dall'estero****News from foreign countries****455****IF Biblio****471****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria****Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria****472****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****474****Fornitori di prodotti e servizi****478**

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

LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

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

La collaborazione è aperta a tutti.

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

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

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

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

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

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

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

GUIDELINES FOR THE AUTHORS

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

The collaboration is open to everyone.

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

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

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

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

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

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



Ottimizzazione delle risorse per le postazioni DCO tramite regressione lineare multipla e AHP: un approccio data-driven

Multiple linear regression and AHP for Railway Traffic Control Workstations resource optimization: a data-driven approach

Luigi ELIA ^(*)

Roberto STUFANO ^(**)

Mario TARTAGLIA ^(***)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.05.2025.ART.1>)

Sommario - L'allocazione delle risorse per le postazioni di controllo del traffico ferroviario è frequentemente oggetto di controversie tra sindacati e management ferroviario. Tradizionalmente, la determinazione del personale da assegnare alle postazioni di Dirigente Centrale Operativo (DCO) è influenzata da fattori soggettivi anziché criteri oggettivi.

Questo studio propone una metodologia che trasforma tale processo in un problema tecnico, utilizzando un modello di regressione lineare multipla basato su fattori quantitativi (numero di treni nell'area di competenza, stazioni attraversate, frequenza delle interruzioni) e analizzando fattori qualitativi (sistemi di distanziamento, caratteristiche della linea, sistemi di telecomando) mediante il processo di analisi multicriterio AHP.

Integrando questi metodi, il modello fornisce un quadro completo per determinare l'allocazione ottimale delle risorse, riducendo l'influenza soggettiva e migliorando l'efficienza operativa nella gestione del traffico ferroviario.

1. Introduzione

Una gestione efficace del traffico è fondamentale per garantire operazioni ferroviarie efficienti e sicure. Con l'aumentare della complessità delle reti, sta crescendo la domanda di un controllo del traffico preciso, reattivo e sicuro. Il ruolo tradizionale del capostazione in loco sta cedendo il passo a gestori del traffico centralizzati che operano da specifiche sale di comando e controllo. In questo scenario in evoluzione, le postazioni di lavoro svolgono un

Summary - The allocation of resources for railway traffic control workstations is frequently a subject of controversy between trade unions and railway management. Traditionally, the determination of personnel to be assigned to Centralize Rail Traffic Controller workstations has been influenced by subjective factors rather than objective criteria.

This study proposes a methodology that transforms this process into a technical problem, utilizing a multiple linear regression model based on quantitative factors (number of trains in the area of competence, stations traversed, frequency of interruptions) and analyzing qualitative factors (spacing systems, line characteristics, remote control systems) through the AHP multi-criteria analysis process.

By integrating these methods, the model provides a comprehensive framework for determining optimal resource allocation, reducing subjective influence and improving operational efficiency in railway traffic management.

1. Introduction

Effective rail traffic management is essential for ensuring efficient and safe railway operations. As rail networks become increasingly complex, the need for precise, responsive, and secure traffic control grows. The traditional role of on-site station masters is being replaced by centralized traffic controllers operating from remote control rooms. In this evolving landscape, workstations play a crucial role in regulating train movements, maintaining punctuality, and preventing accidents. However, determining the optimal allocation of human resources—specifically, the number of

^(*) Rete Ferroviaria Italiana S.p.A – Direzione Circolazione e Orario, Circolazione e Orario Area Roma.

^(**) Rete Ferroviaria Italiana S.p.A – Direzione Circolazione e Orario, Ingegneria dei Processi di Circolazione.

^(***) Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A. – Corporate Affairs – Leader of FS Research Centre.

^(*) Rete Ferroviaria Italiana S.p.A – Direzione Circolazione e Orario, Circolazione e Orario Area Roma.

^(**) Rete Ferroviaria Italiana S.p.A – Direzione Circolazione e Orario, Ingegneria dei Processi di Circolazione.

^(***) Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A. – Corporate Affairs – Leader of FS Research Centre.

ruolo vitale nella regolazione dei movimenti dei treni, nel mantenimento della puntualità e nella prevenzione degli incidenti. Tuttavia, definire l'allocazione ottimale delle risorse umane - in particolare, il numero di DCO necessari per turno in una determinata workstation - rimane una sfida significativa.

Il problema di allocazione delle risorse è inoltre enfatizzato da molteplici fattori quali:

- **Estensione dell'area di competenza:** Le postazioni di lavoro spesso coprono vaste aree geografiche con volumi di traffico variabili, rendendo difficile definire requisiti standardizzati.
- **Problemi di integrazione dei dati:** I dati operativi critici non sono sempre accessibili in formati adeguati, ostacolando una analisi efficace e il relativo processo decisionale.
- **Dinamiche operative complesse:** Lo sviluppo di un modello funzionale accurato richiede un'attenta selezione e calibrazione di parametri significativi, come il volume dei treni, le interruzioni e i movimenti del materiale rotabile.
- **Variazioni dei turni:** Le diverse pratiche di turnazione tra le varie giurisdizioni territoriali aggiungono un ulteriore livello di complessità.

Questo studio mira a sviluppare uno strumento di supporto decisionale per determinare il numero ottimale di operatori da assegnare a una postazione di controllo del traffico ferroviario. L'approccio proposto si basa su una metodologia razionale, indipendente da puntuali preferenze gestionali soggettive o pressioni esterne. Attraverso la progettazione di un modello di calibrazione che considera l'area di competenza, le caratteristiche operative e il carico di lavoro della postazione, questa ricerca, tramite un approccio data-driven cerca di determinare il workload e successivamente individuare la giusta allocazione delle risorse al fine di garantire il funzionamento efficiente delle postazioni di controllo.

Questo studio introduce una metodologia di calcolo unificata che consente un approccio standardizzato nella determinazione dei requisiti di personale nelle varie sale di comando e controllo gestite da Rete Ferroviaria Italiana. Questa metrica comune garantisce coerenza e comparabilità nelle decisioni di allocazione delle risorse, migliorando l'efficienza operativa complessiva di tutti i posti centrali della rete.

2. Letteratura tecnica di riferimento

2.1. Caratteristiche dell'indicatore di workload

Secondo HART [1], il carico di lavoro (*workload*) è un termine generale utilizzato per descrivere il costo necessario, per l'elemento umano dei sistemi uomo-macchina, al fine di rispettare i requisiti di un compito. Questo "costo" può riflettersi nell'esaurimento dell'attenzione, delle risorse

operators required per shift at a given workstation—remains a significant challenge.

This resource allocation problem is multifaceted and complicated by several factors:

- *Extensive territories: Workstations often cover vast areas with varying traffic loads, making it challenging to establish standardized requirements.*
- *Data integration issues: Critical operational data are not always available in suitable formats, hindering effective analysis and decision-making.*
- *Complex operational dynamics: Developing an accurate functional model requires careful selection and calibration of key parameters, such as train volume, service interruptions, and rolling stock movements.*
- *Shift variations: Different scheduling practices across various areas of competence introduce an additional layer of complexity.*

Our study aims to develop a decision-support tool for determining the optimal number of operators to assign to a traffic control workstation. The proposed approach follows a rational methodology, independent of subjective management preferences or external pressures. By designing a validation model that accounts for the area of competence, operational characteristics, and workstation workload, this research seeks to provide an evidence-based framework for assessing workload and subsequently allocating resources to ensure the efficient functioning of rail traffic control workstations.

Crucially, this study introduces a unified calculation methodology that enables a standardized approach to determining staffing requirements across the various control rooms managed by Rete Ferroviaria Italiana. This common metric ensures consistency and comparability in resource allocation decisions, enhancing overall operational efficiency across the network.

2. Literature Review

2.1. Characteristics of Workload index

According to HART [1], workload is a general term used to describe the cost of accomplishing task requirements for the human element in man-machine systems. This "cost" may manifest as the depletion of attentional, cognitive, or response resources, an inability to perform additional activities, emotional stress, fatigue, or performance declines. In summary, workload can be defined as the effort invested by a human operator in task performance.

The characteristics of effective workload indicators have been extensively studied in cognitive ergonomics and work psychology. The scientific literature has identified several key attributes that define reliable workload measurements.

According to CAIN [2], comprehensive review of mental workload literature, an effective workload indicator should exhibit five fundamental properties:

se cognitive o di risposta, nell'incapacità di svolgere attività aggiuntive, nello stress emotivo, nella fatica o nel deterioramento delle prestazioni. In sintesi, il carico di lavoro è lo sforzo investito dall'operatore umano nell'esecuzione del proprio compito.

Le caratteristiche degli indicatori efficaci del carico di lavoro sono state ampiamente studiate nell'ergonomia cognitiva e nella psicologia del lavoro. La letteratura scientifica ha identificato diversi attributi chiave che definiscono misurazioni affidabili del carico di lavoro.

Secondo CAIN [2], un indicatore efficace di *workload* dovrebbe dimostrare cinque proprietà fondamentali:

- sensibilità nel rilevare variazioni significative del carico.
- capacità diagnostica per identificare sia il tipo che la causa di suddette variazioni.
- selettività nel rispondere solo ai cambiamenti rilevanti.
- non intrusività per evitare interferenze con l'esecuzione del compito primario.
- affidabilità nel fornire misurazioni coerenti nel tempo.

REID e NYGREN [5] hanno ampliato questo quadro enfatizzando gli aspetti pratici degli indicatori del carico di lavoro quali:

- implementabilità - la facilità di misurazione e raccolta dati.
- accettabilità - la comprensibilità e l'accettazione da parte degli operatori.

Ulteriori contributi a questo campo sono venuti da WICKENS [4], che nel suo lavoro sulla progettazione e valutazione dei sistemi ha introdotto tre proprietà essenziali aggiuntive:

- validità - la misurazione accurata dei parametri previsti.
- tempestività - la fornitura di informazioni quando necessario.
- costo-efficacia - costi giustificabili di raccolta e analisi in relazione ai benefici.

In conclusione, HART e STAVELAND [3] attraverso il loro sviluppo del NASA Task Load Index (NASA-TLX) hanno enfatizzato come caratteristiche critiche degli indicatori di *workload*:

- la multidimensionalità - la considerazione di vari aspetti del carico di lavoro (mentale, fisico, temporale).
- generalizzabilità - l'applicabilità in diversi contesti e situazioni.

Queste caratteristiche formano un quadro completo per la valutazione e lo sviluppo di indicatori del carico di lavoro in vari contesti professionali.

2.2. Lavori correlati

- *Sensitivity: the ability to detect significant variations in workload.*
- *Diagnostic capability: the capacity to identify both the type and cause of variations.*
- *Selectivity: responsiveness only to relevant changes.*
- *Non-intrusiveness: avoidance of interference with primary task execution.*
- *Reliability: consistency in measurements over time.*

REID and NYGREN [5] expanded this framework by emphasizing the practical aspects of workload indicators, such as:

- *Implementability: ease of measurement and data collection.*
- *Acceptability: comprehensibility and acceptance by operators, considered crucial for practical application.*

Further contributions to this field came from WICKENS [4], who, in his work on system design and evaluation, introduced three additional essential properties:

- *Validity: accurate measurement of intended parameters.*
- *Timeliness: provision of information when needed.*
- *Cost-effectiveness: justification of data collection and analysis costs relative to benefits.*

A significant advancement in understanding workload indicators came from HART and STAVELAND [3] through their development of the NASA Task Load Index (NASA-TLX). Their research emphasized two critical characteristics:

- *Multidimensionality: consideration of various workload aspects (mental, physical, temporal).*
- *Generalizability: applicability across different contexts and situations.*

Together, these characteristics form a comprehensive framework for evaluating and developing workload indicators in various professional settings.

2.2. Related works

The application of regression models, particularly linear regression, has long been a cornerstone of workload estimation across various sectors. This approach quantifies workload by examining the relationship between different variables and the amount of work an operator can realistically handle.

In the healthcare sector, GATTA et al. [6] explored the use of machine learning to predict healthcare professionals' workload, highlighting the broader relevance of regression models in dynamic and cognitively demanding environments. Similarly, KEUNECKE et al. [7] applied multiple linear regression to investigate factors influencing workload in non-emergency medical transfers. Their research identified key variables such as task urgency and patient condition as primary workload drivers, measured using the NASA Task Load Index (NASA-TLX).

Workload estimation for human operators, particularly in transportation field, has been the focus of numerous ac-

L'applicazione dei modelli di regressione è da tempo un elemento fondamentale nella stima del carico di lavoro in vari settori. Questo approccio facilita la quantificazione dello stesso esaminando la relazione tra diverse variabili e la quantità di lavoro che un operatore può realisticamente gestire.

Nel settore sanitario, GATTA *et al.* [6] hanno esplorato l'uso del machine learning per prevedere il carico di lavoro dei professionisti sanitari, sottolineando la rilevanza più ampia dei modelli di regressione per stimare il carico di lavoro in ambienti dinamici e cognitivamente impegnativi. In parallelo, KEUNECKE *et al.* [7] hanno utilizzato la regressione lineare multipla per indagare i fattori che influenzano il carico di lavoro nei trasferimenti medici non di emergenza. Questa ricerca ha identificato variabili come l'urgenza del compito e le condizioni del paziente come fattori chiave del carico di lavoro, misurato attraverso il NASA Task Load Index (NASA-TLX).

La stima del carico di lavoro nel campo dei trasporti è stata oggetto di vari studi accademici. Quest'area di ricerca è fondamentale per garantire l'efficienza operativa, ottimizzare l'allocazione delle risorse e mantenere la sicurezza.

Nel dominio della gestione del traffico aereo, SMITH [8] ha confrontato diverse tecniche di regressione con altri modelli di apprendimento automatico per prevedere il carico di lavoro degli operatori. Egli ha riscontrato che i dati fisiologici, incluse le misurazioni elettroencefalografiche, potevano essere utilizzati per stimare il carico di lavoro attraverso compiti in condizioni variabili. Inoltre, i suoi risultati hanno sottolineato la robustezza dei modelli di regressione lineare nel catturare le fluttuazioni del carico di lavoro basate su diverse condizioni operative.

In un contesto urbano, ISMAEEL *et al.* [12] hanno analizzato l'autoregolazione dei conducenti nell'esecuzione di compiti secondari agli incroci, definendo il carico di lavoro attraverso variabili contestuali come lo stato di movimento e la complessità dell'incrocio. Utilizzando modelli di regressione multipla, sono stati identificati predittori significativi (es. età, condizioni meteorologiche, priorità). I risultati supportano strategie di sicurezza legate alla gestione delle distrazioni in base alle richieste di carico di lavoro.

HUANG *et al.* [13] hanno presentato un'analisi preliminare basata sulla simulazione del carico di lavoro dei regolatori della circolazione. Basandosi sui dati raccolti, i ricercatori hanno sviluppato il *Railroad Dispatcher Workload Simulation* (RDWS), un modello di simulazione a eventi discreti del flusso di lavoro degli operatori che stima la percentuale di tempo speso nelle attività durante un turno di lavoro. Lo studio sottolinea l'importanza di un approccio incentrato sul lavoratore nell'introduzione di nuove tecnologie nel settore ferroviario e fornisce una base per ulteriori ricerche sul carico cognitivo dei regolatori ferroviari e l'ottimizzazione dei loro strumenti di lavoro.

In uno studio che combina misurazioni fisiologiche

ademic studies. This research is crucial for ensuring operational efficiency, optimizing resource allocation, and maintaining safety.

In air traffic management, SMITH [8] compared multiple regression techniques with other machine learning models to predict operator workload. His findings revealed that physiological data, including electroencephalographic measurements, could be used to estimate workload across different operational conditions. Additionally, his study underscored the robustness of linear regression models in capturing workload fluctuations.

*In the broader transportation domain, ISMAEEL *et al.* [12] investigated drivers' self-regulation of secondary tasks at intersections, defining workload through contextual variables such as motion status and intersection complexity. Using multiple regression models, they identified significant predictors (e.g., age, weather conditions, and priority rules). Their findings contribute to safety strategies by linking workload demands to distraction management.*

*Focusing on the railway sector, HUANG *et al.* [13] conducted a preliminary analysis of railway dispatcher workload using simulation-based approaches. They developed the Railroad Dispatcher Workload Simulation (RDWS), a discrete-event simulation model that estimates the percentage of time dispatchers spend on various activities during a work shift. Their study highlights the importance of a human-centered approach in introducing new railway technologies and provides a basis for further research on cognitive load and work tool optimization.*

*DORRIAN *et al.* [14] combined physiological measurements with mathematical modeling to develop a fatigue prediction model for rail operators. Their model incorporates factors such as shift patterns, time of day, and cumulative sleep debt to estimate operator alertness and potential workload capacity.*

In the context of automation, NAWEED [15] developed a model predicting changes in train driver workload as automation levels increase. His model integrates both quantitative metrics and qualitative factors, offering a holistic view of workload transitions.

*ZOER *et al.* [16] proposed a comprehensive workload assessment model for train dispatchers, integrating physical, cognitive, and organizational factors. Their approach provides a multidimensional perspective on workload by considering both task demands and individual characteristics.*

*Focusing on railway signallers, PICKUP *et al.* [10] applied linear regression techniques to model the relationship between workload and various task characteristics. Their research identified key predictors of signaller workload, including the number of train movements, track layout complexity, and communication frequency. Their findings have implications for the design of signalling systems and workstation layouts.*

BONICA and GIOVINE [11] introduced a methodology for

con modellazione matematica, DORRIAN *et al.* [14] hanno sviluppato un modello di previsione della fatica per gli operatori ferroviari. Il loro modello incorpora fattori come i turni di lavoro, l'ora del giorno e il debito di sonno cumulativo per stimare l'attenzione degli operatori e la capacità di carico di lavoro potenziale.

Esplorando l'impatto dell'automazione, NAWEED [15] ha sviluppato un modello per prevedere i cambiamenti nel carico di lavoro dei macchinisti con l'aumento dei livelli di automazione nelle operazioni ferroviarie. Il modello incorpora sia metriche quantitative che fattori qualitativi per fornire una visione olistica delle transizioni del carico di lavoro.

ZOER *et al.* [16] hanno proposto un modello di valutazione del carico di lavoro completo per gli operatori ferroviari, integrando fattori fisici, cognitivi e organizzativi. Il loro approccio fornisce una visione multidimensionale del carico di lavoro, considerando sia le richieste delle attività che le caratteristiche individuali.

In uno studio focalizzato sul segnalamento ferroviario, PICKUP *et al.* [10] hanno impiegato tecniche di regressione lineare per modellare la relazione tra carico di lavoro e varie caratteristiche delle mansioni. La loro ricerca ha identificato fattori predittivi chiave del carico di lavoro dei regolatori della circolazione, includendo il numero di movimenti dei treni, la complessità della disposizione dei binari e la frequenza degli eventi comunicativi. Questo lavoro ha implicazioni per la progettazione dei sistemi di segnalamento e per la disposizione delle postazioni di lavoro.

BONICA e GIOVINE [11] hanno proposto un metodo di valutazione del carico di lavoro delle postazioni di DCO, che combina, mediante analisi multicriteria, alcuni dei principali elementi che concorrono al carico di lavoro (estensione della tratta, quantità di località comandate, tecnologia dei sistemi di comando e controllo etc.). Il modello rappresenta un primo approccio strutturato alla quantificazione del *workload* degli operatori del posto centrale incentrato sulla realtà italiana.

In merito all'utilizzo di tecniche di analisi multicriterio, in SAATY *et al.* [9] viene esplorato l'utilizzo del metodo AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e della Programmazione Lineare (PL) per l'allocazione ottimale delle risorse umane all'interno di un'organizzazione. Lo studio dimostra come l'approccio combinato AHP-PL possa fornire uno strumento efficace e potente per la risoluzione di problematiche inerenti all'allocazione delle risorse umane, consentendo di affrontare in modo integrato e ottimizzato sia fattori tangibili che intangibili.

3. Quadro di riferimento

In questo paragrafo vengono sintetizzati alcuni elementi relativi alla gestione del traffico ferroviario e rilevanti ai fini della modellazione. Gran parte delle informazioni riportate di seguito sono contenute in forma compiuta e dettagliata nei testi normativi di RFI (Rete Ferroviaria Ita-

evaluating the workload of centralize rail traffic controller workstations. Their approach employs multicriteria analysis to integrate multiple workload-contributing elements, such as line extension, number of controlled locations, and command-and-control system technology. Their model represents a significant structured approach to quantifying central operator workload, particularly in the Italian railway context.

Finally, SAATY et al. [9] explored the use of the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Linear Programming (LP) for the optimal allocation of human resources within an organization. Their study demonstrates how the combined AHP-LP approach can serve as a powerful tool for solving human resource allocation problems, effectively integrating both tangible and intangible factors.

3. Background

In this paragraph, key elements related to railway traffic management, relevant for modeling purposes, are synthesized. Most of the information presented below is comprehensively and meticulously detailed in RFI's (Rete Ferroviaria Italiana) regulatory texts, particularly in the manual "Regolamento per la Circolazione dei Treni" [17].

RFI as the primary infrastructure manager of Italy's railway network, is responsible for ensuring the safety and regularity of rail traffic in collaboration with railway companies. The network consists of three fundamental elements:

- *Lines (single or multiple tracks).*
- *Service locations.*
- *Characteristic points along the lines.*

3.1. Lines

Single-track lines are designed for train circulation in both directions on a single available track. In the case of double-track lines, if each track allows train circulation in both directions, they are referred to as banalized double-track lines; otherwise, they are non-banalized.

On line train spacing is managed through spacing system also known as block systems, which divide lines into sections to prevent multiple trains from occupying the same segment simultaneously. The main spacing systems used in the Italian railway network include:

- *Electric Axle Counter Block (ACB).*
- *Automatic Electric Block (AB).*
- *Radio Block System (RB).*

The ACB operates by counting the vehicle axles entering and exiting a block section. In the AB system, track circuit technology is used to monitor the occupation of each block section. The RB ensures train spacing through radio-transmitted information to specially equipped trains, guaranteeing that each section is occupied by only one train at a time.

liana), in particolar modo nel manuale “Regolamento per la Circolazione dei Treni” [17].

RFI, in qualità di principale Gestore dell’Infrastruttura Ferroviaria Italiana, è responsabile con le imprese ferroviarie di garantire la sicurezza e la regolarità del traffico ferroviario. La rete è costituita principalmente da:

- Linee a uno o più binari.
- Località di Servizio (LDS).
- Altri punti caratteristici ubicati in linea.

3.1. Le Linee

Le linee a semplice binario sono attrezzate per la circolazione dei treni nei due sensi di marcia sull’unico binario disponibile. Nel caso di linee a doppio binario, se ciascun binario è attrezzato per la circolazione dei treni in entrambi i sensi di marcia si parla di linee a doppio binario banalizzate, altrimenti si dicono non banalizzate.

In linea i treni sono distanziati mediante opportuni sistemi di distanziamento, detti anche regimi di circolazione o sistemi di blocco, che dividono la linea in sezioni ed impediscono la simultanea occupazione della stessa sezione da parte di più treni. Sulla rete italiana, i sistemi di distanziamento sono:

- Blocco elettrico conta assi (ACB).
- Blocco elettrico automatico (AB).
- Blocco radio (RB).

Il ACB funziona sul principio del conteggio degli assi dei veicoli che impegnano una sezione di blocco in ingresso e in uscita. Nel AB il controllo di occupazione di una sezione di blocco è effettuato mediante la tecnologia dei circuiti di binario. Il RB assicura il distanziamento dei treni per mezzo di informazioni trasmesse via radio a bordo dei treni appositamente attrezzati, garantendo che ciascuna sezione sia impegnata da un treno per volta.

3.2. Le Località di Servizio

Le LDS ubicate lungo le linee svolgono principalmente funzioni di regolazione della circolazione ferroviaria. Un’utile classificazione prevede di distinguere le stazioni in stazioni di testa o di transito e stazioni di diramazione o non di diramazione.

Le fermate, per quanto rappresentino punti caratteristici della linea adibiti al servizio pubblico, non intervengono nel distanziamento dei treni e non sono utilizzate per effettuare incroci e/o precedenza. Esse possono essere ubicate anche nell’ambito di una stazione.

3.3. I Treni

Viene definito convoglio un complesso di uno o più veicoli ferroviari, con almeno una unità di trazione, dotato di

3.2. The Service Locations

The service locations (SL) located along railway lines primarily perform functions related to the regulation of railway traffic. A useful classification distinguishes between head or transit stations and branching/non-branching stations.

Stops, although they represent characteristic point of the line designed for public service, do not intervene in the spacing of trains and are not used to perform crossing and/or precedencies. They may also be located within the area of a station.

3.3. The Trains

A convoy is defined as a complex of one or more railway vehicles, with at least one traction unit, equipped with a braking system and driver’s cab, suitable for performing a specific railway service.

A train is a convoy that:

- *Moves with a maximum permitted speed.*
- *Is uniquely identified by an alphanumeric code.*
- *Has a scheduled date of operation.*

Within SL, convoy can move either as trains or as rolling stock (shunting movement). Shunting is a movement performed by rolling stock to carry out operations such as train marshalling, vehicle storage on yard tracks, etc..

Depending on line characteristics and rolling stock specifications, trains can operate at different speeds. The degree of heterotachicity is a key parameter in defining an operator’s workload, as an increase in this factor can escalate the complexity of reprogramming traffic in the event of anomalies. Moreover, multiple types of rail services can coexist on the same line, including passenger services, universal services, high-speed trains, and freight trains. Each service type, depending on time of day and specific traffic conditions, may be subject to different priority rules in traffic management.

3.4. Management Railway System (MRS)

A railway line operation system is a framework comprising operators, technological facilities, and procedures aimed at ensuring the safe management of train circulation within SL and, with the assistance of train spacing systems, along the line sections between them.

In general terms, operation systems are based on one of the following two functional logics:

- *Remote command and control of safety entities within SL—and, under certain technological conditions, also along line sections—by a Centralized Rail Traffic Controller (CRTC). The CRTC, physically located in a central control facility or another SL, issues remote commands and monitors the position status of safety equipment. This configuration is referred to as the “remote control operation system”.*
- *On-site supervision of SL along the line by local station*

sistema di frenatura e cabina di guida e atto a svolgere un determinato servizio ferroviario.

Un treno è un convoglio che:

- si muove con una velocità massima ammessa.
- è identificato univocamente da un codice alfanumerico.
- ha una data di effettuazione.

All'interno di una LDS un convoglio può muoversi come treno o come manovra. La manovra è un movimento effettuato da rotabili nell'ambito di una LDS per compiere le operazioni di formazione treni, ricovero di veicoli nei binari di scalo, ecc.

A seconda delle caratteristiche della linea e del materiale rotabile, i treni possono circolare a diverse velocità. Il grado di eterotachicità è un parametro da valutare nella definizione del carico di lavoro di un operatore, in quanto un aumento di questo fattore potrebbe aumentare le difficoltà di riprogrammazione del traffico in caso di anomalie. Inoltre, sulla stessa linea possono coesistere contemporaneamente più tipologie di servizi ferroviari: servizi passeggeri, servizi universali, treni ad alta velocità, treni merci, ecc. Ogni tipologia di servizio, a seconda dell'ora del giorno e delle specifiche condizioni di traffico, può essere soggetta a diverse regole di priorità nella gestione della circolazione.

3.4. Il sistema di esercizio

Un "sistema di esercizio" di una linea ferroviaria è un insieme costituito da operatori, impianti tecnologici e procedure finalizzato alla gestione in sicurezza della circolazione nelle LDS e, con l'ausilio dei sistemi di distanziamento, nei tratti di linea fra le LDS.

In termini generali, i sistemi di esercizio si basano su una delle seguenti due logiche funzionali:

- comando e controllo a distanza degli enti di sicurezza delle LDS e, sotto certe condizioni tecnologiche, anche dei tratti di linea, da parte di un Regolatore della Circolazione (DCO), ubicato fisicamente in un posto centrale o in un'altra LDS, che impartisce i comandi a distanza e rileva i controlli di posizione degli enti di sicurezza (sistema di esercizio del "comando a distanza").
- presenziamento sul posto delle LDS della linea, da parte di Regolatori della Circolazione (Dirigenti Movimento - DM) che presenziano il passaggio dei treni, comandano e controllano, ciascuno in loco, gli enti della LDS e garantiscono la funzione di distanziamento dei treni in linea tramite i sistemi di blocco (sistema di esercizio della "dirigenza locale").

Alcune stazioni delle linee esercitate in comando a distanza possono essere, permanentemente o temporaneamente, presenziate da un DM: esse si dicono "stazioni porta". In tal caso, la giurisdizione del DM è limitata ai soli

master (SM), who oversee train passage, operate and monitor safety equipment locally, and ensure train spacing along the line via block systems. This configuration is known as the "local supervision operation system".

Some stations on remotely controlled lines may be permanently or temporarily manned by a SM; these are referred to as "gateway stations". In such cases, the SM's jurisdiction is limited to train movements and shunting operations within the station itself.

With few exceptions, on locally supervised lines, the activities of SMs must be coordinated for service regularity by a qualified operator known as the Central Dispatcher (CD).

CDs are responsible for service regularity but do not intervene in the control of train routes within SL. In many control rooms, hybrid workstations exist, where a single operator, within their jurisdiction, may act as a CRTC for one portion of the network and as a CD for another.

3.5. Centralize Rail Traffic Controller (CRTC)

The CRTC occurs in the settlement of routes in SL within his area of competence equipped with specific facilities. He operates on an interlocking system linked to a remote control system (RCS).

The centralized traffic control system consists of a central control office and peripheral locations connected through a transmission channel, enabling the execution of operations that allow commands to be sent from the central control office to the periphery and the reception of feedback in the reverse direction.

The Italian railway infrastructure employs three types of RCS: CTC, SCC, and ACC-M, each offering varying degrees of automation and safety levels.

At present, the ACC-M remote control system represents the latest generation of remote command and control technology. In contrast, SCC and CTC systems exhibit certain limitations that increase their operational complexity, particularly in scenarios involving operation in degraded mode.

Peripheral locations are defined as all SL falling under the jurisdiction of the CRTC, including stations, junctions, crossover points, and other facilities.

Peripheral locations within an ACC-M remote control system are classified into three categories:

- *Multistation Peripheral Posts (PPM): these locations are not equipped with local devices, and their operational logic is allocated in the central control office.*
- *Computer-Based Interlocking Peripheral Posts (PP-ACC): these locations are equipped with Computer-Based Interlocking systems. Unlike PPMs, in case of remote control disconnection, these locations can be operated by a local SM.*
- *Relay-Based Interlocking Peripheral Posts (PP-ACEI): these peripheral locations are equipped with relay-based interlocking systems. Through a specific intermediate*

movimenti di treni o manovre nell'ambito della stazione stessa.

Salvo eccezioni, sulle linee esercitate in dirigenza locale l'attività dei DM deve essere coordinata, ai fini della regolarità dell'esercizio, da un operatore qualificato, denominato Dirigente Centrale (DC).

I DC sono responsabili della regolarità del servizio e non intervengono nel comando degli itinerari nella LDS. In molte sale di comando e controllo, ci sono postazioni di lavoro ibride in cui uno stesso operatore, nell'ambito della propria giurisdizione, ricopre il ruolo di DCO per una porzione della rete e di DC per un'altra.

3.5. Il Dirigente Centrale Operativo (DCO)

Su determinate linee o tratti di linea, provvisti di apposite attrezzature, il DCO, da un posto centrale, interviene nella formazione degli itinerari nelle LDS situate nella sua area di competenza.

Il comando centralizzato del traffico è costituito da un posto centrale e da posti periferici collegati da un canale di trasmissione per le effettuazioni di operazioni che consentono l'invio di comandi dal posto centrale verso la periferia e la ricezione di controlli in senso inverso.

Sull'infrastruttura ferroviaria nazionale sussistono principalmente tre tipi di telecomandi CTC, SCC e ACC-M che si distinguono per un crescente grado di automazione e una differente quota parte di sicurezza garantita dal telecomando stesso.

Allo stato attuale il telecomando di tipo ACC-M rappresenta l'ultima generazione di comando a distanza. A differenza di questo, i sistemi SCC e CTC presentano alcune limitazioni che ne aumentano la difficoltà di utilizzo soprattutto nei contesti di degrado tecnologico.

Si definiscono posti periferici tutte quelle LDS ricadenti sotto la giurisdizione del DCO (stazioni, bivi, posti di comunicazione, etc). All'interno di un telecomando di tipo ACC-M si distinguono tre tipologie di posti periferici:

- PPM: tali posti non sono dotati di apparati in loco e la logica di funzionamento è allocata presso il posto centrale.
- PPACC: tali posti sono dotati di apparati in loco di tipo ACC (a logica computerizzata). Nel caso di disconnessione del telecomando, queste località, a differenza delle precedenti, possono essere abilitate da un DM sul posto.
- PPACEI: questi posti periferici sono dotati di apparato di tipo ACEI (a logica cablata). Tali PP mediante un apposito apparato statico intermedio ricevono i comandi impartiti dal posto centrale e inviano i controlli rilevati sul posto dall'apparato.

Mentre PPM e PPACC hanno modalità di gestione simili, i PPACEI presentano alcune limitazioni che li differenziano dai primi.

static interface, these locations receive commands from the central control office and send back the locally detected feedback.

While PPMs and PP-ACCs have similar management modes, PP-ACEIs present certain limitations that differentiate them from the former types.

CRTC as the traffic regulator who enables a service location, not only safely provides train movement authorizations through the signalling system or recorded communications but can also authorize yard shunting movements and grant track possessions for maintenance activities.

3.6. Shunting movements

In certain locations equipped with specific interlocking systems and integrated into a particular type of remote control, the CRTC can, in addition to authorizing shunting operations, directly command route setting. This allows the CRTC to remotely operate centralized switches, ensuring a safe path for rolling stock.

Some remotely controlled locations, managed by SCC or ACC-M, are equipped with special devices called "shunting zones" (SZ). When activated, these devices prevent the command of routes within a designated yard area. In such locations, shunting movements can only take place after the establishment of a SZ corresponding to the section of the yard where the shunting operations must occur.

3.7. Interruptions

To ensure the regular operation of railway lines and service locations, periodic maintenance activities must be conducted. Maintenance or repair work involving safety and signalling systems that could compromise operational safety is typically carried out under an interruption.

Interruptions can be either planned or unplanned, the latter occurring in response to accidental events or operational requirements. They may affect an entire section of the railway line or, in the case of double-track lines, only a single track. Generally we refer to "line interruptions" or "track interruption".

The implementation of an interruption requires a formal request from the Interruption Owner (IO) and subsequent approval by the Rail Traffic Controller (CRTC or SM). No train may proceed through an interrupted section of track until the interruption has been lifted.

In certain contexts, track interruptions are managed using the so-called "out-of-service" devices, which expedite the granting process and ensure higher safety standards.

An interruption is considered concluded only after the IO grants clearance for the resumption of traffic, followed by the CRTC/SM's reactivation of the affected line or track.

On locally controlled lines, the central dispatcher who supervises those lines, authorizes the initiation of an interruption, while SMs oversee and manage the entire procedure.

Il DCO, in quanto regolatore della circolazione che abilita una LDS, oltre che fornire in sicurezza, le autorizzazioni al movimento dei treni mediante il sistema di segnalamento o tramite comunicazione registrate, può autorizzare i movimenti di manovra sul piazzale e concedere le interruzioni.

3.6. Le Manovre

In alcune LDS attrezzate con un determinato tipo di apparato e sotto un certo tipo di telecomando, il DCO oltre che autorizzare le manovre, può materialmente comandare gli istradamenti per i convogli.

In alcune LDS, gestite con tecnologia ACCM o SCC possono essere attivate, mediante apposita funzione, le cosiddette “zone di manovra” (ZM). Tali misure preventive costruiscono una sorta di “recinto virtuale” intorno alla zona di movimentazione dei convogli, tale da isolare funzionalmente la zona dal resto del piazzale e dalle linee afferenti.

3.7. Interruzioni

Per garantire il regolare esercizio delle linee e degli impianti ferroviari, è necessario effettuare interventi periodici di manutenzione. Le attività manutentive sull'infrastruttura e su apparati di sicurezza e segnalamento, che potrebbero compromettere la sicurezza dell'esercizio, vengono eseguite in regime di interruzione.

Le interruzioni possono essere programmate o non programmate, qualora si rendano necessarie a causa di eventi accidentali o esigenze di circolazione. Le interruzioni possono interessare un'intera tratta della linea o, nel caso di linee a doppio binario, solamente uno dei binari: in generale, si parla rispettivamente di interruzioni di linea o di binario.

L'attuazione di un'interruzione si concretizza mediante una richiesta da parte dell'agente titolare dell'interruzione (ATI) e la relativa concessione da parte del regolatore della circolazione. Nessun treno può essere instradato su un tratto di binario interrotto.

In alcuni contesti l'interruzione di un binario viene realizzata mediante l'impiego dei cosiddetti dispositivi di “fuori servizio”.

L'interruzione può considerarsi conclusa solo a seguito del nullaosta dell'ATI per la ripresa della circolazione, cui consegue la riattivazione della linea (o del binario) da parte del regolatore.

Sulle linee in dirigenza locale, il DC autorizza l'avvio di un'interruzione, mentre i DM interessati gestiscono l'intera procedura.

3.8. Il Posto Centrale

RFI gestisce 15 sale di comando e controllo sul terri-

3.8. The operation control centres

RFI operates a network of 15 regional control rooms and one central operation control centre, each comprising multiple workstations. These workstations, when operated by CRTCs, manage extensive sections of the network and multiple service locations.

The operation of control rooms is a 24/7 endeavour, necessitating a well-structured shift system:

- *Workstation shifts typically range from 6 to 9 hours, with variations across different control rooms to accommodate local needs and traffic patterns.*
- *During night shifts, when traffic volume is generally lower, some workstations may be suspended or merged to optimize resource allocation.*
- *Auxiliary operators are present in each control room to support CRTCs and temporarily enable workstations as needed, providing operational flexibility.*

This shift management approach ensures continuous coverage while adapting to fluctuating workloads throughout the day.

This study aims to optimize the allocation of CRTCs to workstations by quantifying the workload necessary to manage them. While the research focuses primarily on CRTCs allocation, the findings may also provide valuable insights for dimensioning the number of auxiliary operators in control rooms, thereby contributing to the overall efficiency of railway management system.

4. Methodology

The functional form (Tab. 1) of the linear multiple regression model [25][26]. can be summarized as follows:

$$f(R(A(\varphi; h_{ij}); x_{ij}); \beta) = y_{ij}$$

The logical procedure for the quantification of parameters β is reported in the following diagram (Fig. 1):

Starting from the AHP analysis of expert opinions related to the impacts of certain qualitative characteristics (es. type of spacing system, type of remote control type of track possession, etc.) on workload and combining these judgments with the infrastructural and technological characteristics of the workstations (and the network sections they manage), expressed through weighting variables, the typological adaptation coefficients (TAC) are determined. The TACs are workload amplification coefficients, functions of the qualitative characteristics of the generic workstation and the network section that it manages. Subsequently, the entire range of regressors is defined as a combination of TACs and operational characteristics of the system (number of trains in circulation, number of shunting movements, etc.). Based on the regressors and the known workload values of certain 'special' workstations (hereinafter referred to as pivot-shift workstations), the calibration process identifies the values of the model parameters, which are selected based on statistical considerations. At this point, having hypothesized the

torio ed una sala operativa nazionale, ciascuna comprendente molteplici postazioni operative. Tali postazioni, quando presidiate da DCO, gestiscono estese sezioni della rete ferroviaria e molteplici LDS.

L'operatività delle sale di comando e controllo è garantita h24, 7 giorni su 7, richiedendo pertanto un sistema di turnazione ben strutturato. In particolare:

- I turni delle postazioni operative hanno generalmente una durata compresa tra le 6 e le 9 ore, con variazioni tra le diverse sale di controllo per adattarsi alle esigenze locali e ai pattern di traffico.
- Durante i turni notturni, quando il volume di traffico è generalmente inferiore, alcune postazioni possono essere sospese o accorpate per ottimizzare l'allocazione delle risorse.
- In ogni sala di controllo sono presenti regolatori della circolazione che operano in sussidio ai DC/DCO garantendo flessibilità operativa e/o supporto al carico di lavoro.

Questo approccio alla gestione dei turni assicura una copertura continua adattandosi al contempo alle fluttuazioni dei carichi di lavoro durante l'arco della giornata.

Il presente studio si propone di ottimizzare l'allocazione degli operatori DCO sulle postazioni operative attraverso la quantificazione del carico di lavoro necessario per gestirle. Sebbene la ricerca si concentri principalmente sull'allocazione dei DCO, i risultati potrebbero fornire preziose indicazioni anche per il dimensionamento del numero di sussidi nelle sale di controllo, contribuendo così all'efficienza complessiva del sistema di gestione della circolazione.

4. Metodologia

La forma funzionale del modello (Tab. 1) di regressione lineare multipla utilizzato [25][26] può essere così sintetizzata:

$$f(R(A(\varphi; h_{ij}); x_{ij}); \beta) = y_{ij}$$

Il procedimento logico per la quantificazione dei parametri β è riportato nel seguente schema in Fig. 1:

A partire dall'analisi AHP sulle opinioni degli esperti in merito all'impatto di una data caratteristica qualitativa (es. tipo di distanziamento, tipo di telecomando, natura dell'interruzione, etc) sul carico di lavoro e combinando tali giudizi con le caratteristiche infrastrutturali e tecnologiche delle postazioni (e dei tratti di rete che gestiscono), esplicitate dalle variabili di ponderazione, vengono determinati i

functional form of the workload, it becomes straightforward to calculate the associated workload value for each workstation-shift and assign the related resources. The following paragraphs will explain the procedure in detail.

4.1. Workload function

It is defined on the main activities which can fit into CRTC tasks. With refer to *i*-th shift and *j*-th workstation, we define workload as:

$$y = \text{Train circulation load} + \text{Maintenance load} + \text{Shunting movement load}$$

For each workload, various formulations were considered and subsequently selected based on the significance values of the model parameters β and the R-squared value (goodness of fit) indicator derived from the calibration process.

Regarding the relation between workload and the number of operators per workstation, we refer to the hypothesis that 100 ± 50 units of workload represent 1 operator (allocation hypothesis).

Based on this hypothesis, and considering the relationship between workload and assigned resources to be linear, 1 operator can cover workstations with a workload value between 50 and 150 units, 2 operators can cover workstations with workload values between 100 and 300 units, and so on.

For calibration purposes, we introduce the concept of

Tabella 1 – Table 1

Elementi costitutivi del modello
Constituent elements of the model

<i>i</i>	i-esimo turno (mattina, pomeriggio, notte) <i>i</i> -th shift (morning, afternoon, night)
<i>j</i>	<i>j</i> -esima postazione di lavoro <i>j</i> -th workstation
<i>y_{ij}</i>	Carico di lavoro della postazione <i>j</i> nel turno <i>i</i> Workload of workstation <i>j</i> in shift <i>i</i>
<i>f</i> (·)	Forma funzionale del modello Model functional form
<i>R</i> (·)	Forma funzionale dei regressori Regressor function
<i>A</i> (·)	Forma funzionale dei coefficienti di adattamento tipologico Function of typological adaptation coefficients
φ	Coefficiente di magnitudo Magnitude Coefficients
<i>h_{ij}</i>	Variabile di ponderazione Weighting variables
<i>x_{ij}</i>	Variabile quantitativa Quantitative variables
β	Parametri del modello di regressione Regression model parameters

coefficienti di adattamento tipologico (TAC). I TAC sono coefficienti amplificativi del carico, funzioni delle caratteristiche qualitative della generica postazione e del tratto di rete che essa gestisce. Successivamente viene definita l'intera gamma di regressori come combinazione di TAC e caratteristiche di esercizio del sistema (numero di treni circolanti, numero di movimenti di manovra, etc). A partire dai regressori e dai valori di *workload* noti di alcune "speciali" postazioni (nel seguito nominate Postazioni Operative Pivot), mediante il processo di calibrazione vengono individuati i valori dei parametri del modello a loro volta selezionati sulla base di considerazioni statistiche. A questo punto, ipotizzata quella che è la forma funzionale del *workload* risulta agevole calcolare per ogni postazione-turno il valore di *workload* associato e assegnare le relative risorse. I paragrafi successivi esplicheranno nel dettaglio il procedimento.

4.1. Funzione di Workload

Il carico di lavoro è definito in base alle principali attività che rientrano nelle mansioni del DCO. Con riferimento alla generica postazione *j* e al generico turno *i*, definiamo il *workload* come:

$$y = \text{Carico da circolazione treni} + \text{Carico da manutenzione} + \text{Carico da manovre}$$

Per ciascun carico di lavoro, sono state considerate diverse formulazioni, successivamente selezionate sulla base dei valori di significatività dei parametri del modello e dell'indicatore R-quadro derivante dal processo di calibrazione.

Per quanto concerne la relazione tra carico di lavoro e numero di operatori per postazione, si fa riferimento all'ipotesi secondo cui 100 ± 50 unità di carico di lavoro possono essere coperte da un operatore (ipotesi di assegnazione).

Sulla base di tale ipotesi e considerando lineare la relazione tra *workload* e risorse assegnate, un operatore può presidiare postazioni con un valore di carico di lavoro compreso tra 50 e 150 unità, 2 operatori possono presidiare postazioni con valori di carico di lavoro compresi tra 100 e 300 unità, e così via.

Ai fini della calibrazione, si introduce il concetto di "Postazioni Operative Pivot" (POP). Una POP è una postazione operativa ritenuta "correttamente dimensionata" da un pool di esperti del settore. Per le POP, la relazione 1 Operatore = 100 unità di carico di lavoro consente di definire un vettore di termini noti necessario per calcolare i parametri del modello di regressione. Ogni elemento del

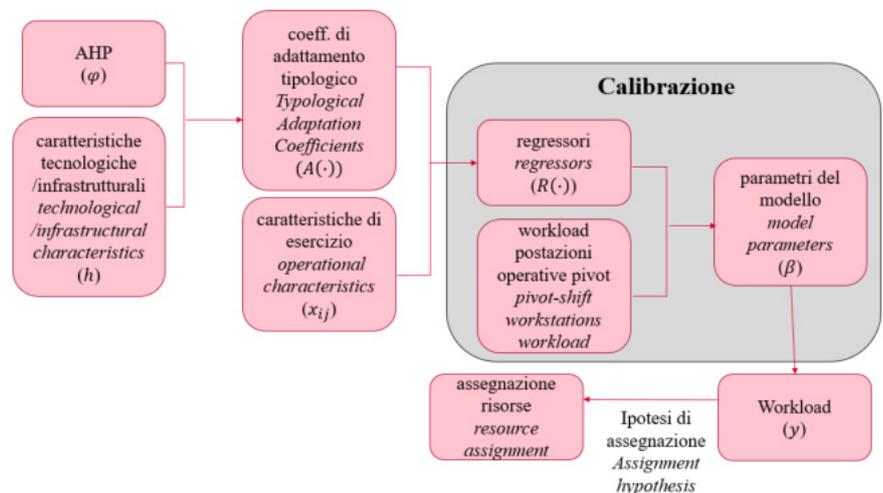


Figura 1 – Fasi del processo per la determinazione del carico di lavoro. Figure 1 – Method phases for workload evaluation.

"pivot-shift workstations" (PSW). A PSW is a workstation deemed by a pool of experts "correctly sized" in a given work shift. For PSW, the relationship 1 Operator = 100 units of workload allow us to define a vector of known terms necessary to calculate the regression model parameters. Each element of the vector therefore represents the number of workload units assigned a priori by experts to a PWS. The model 'pivots' on these values to determine the number of resources to be allocated to the other workstations.

Experts were selected based on their experience. In many cases, these individuals were the control room manager themselves or other operators with at least 10 years of experience in the field of rail traffic management.

4.1.1. Train circulation load (TCL)

The train circulation workload is determined by the number of trains operating within the CRTC area of competence. For each train, the CRTC must grant specific movement authorization at every entry and exit point of the managed service locations. The CRTC remains responsible for monitoring the progress of all trains operating within his jurisdiction.

This workload category encompasses several sub-workloads, schematized as follows:

$$TCL = \text{In line transit load} + \text{On station transit load} + \text{Interference interruptions load}$$

Limited to the *j*-th workstation and the *i*-th shift, in defining this workload type, the following variables were used:

- nTr = Number of trains in circulation.
- Ht_{vel} = Average degree of heterotachicity.
- Ht_{cat} = Degree of service heterogeneity.
- nSL_{CRTC} = Average number of service locations, within CRTC's area of competence and enabled by the CRTC, crossed by trains.

vettore rappresenta quindi il numero di unità di *workload*, assegnato a priori dagli esperti, ad una POP. Su tali valori il modello “fa perno” per la determinazione del numero di risorse da assegnare alle altre postazioni.

Gli “esperti” sono stati selezionati in base alla loro esperienza: in molti casi essi erano gli stessi responsabili di sala o altri operatori con almeno 10 anni di esperienza in ambito di gestione della circolazione ferroviaria.

4.1.1. Carico da circolazione treni (TCL)

Il carico di lavoro relativo alla circolazione dei treni è determinato dal numero di treni circolanti nell’area di competenza del DCO: per ciascun treno, il DCO deve concedere specifiche autorizzazioni al movimento in ingresso e in uscita dalle LDS gestite. Egli mantiene inoltre la responsabilità del monitoraggio della circolazione di tutti i treni nella propria giurisdizione.

Questa categoria di carico di lavoro comprende diversi sotto-carichi, schematizzati come segue:

$$TCL = \text{Carico in linea} + \text{Carico in stazione} + \text{Carico da interferenza interruzioni}$$

Con riferimento alla generica postazione *j* e al generico turno *i*, nella definizione di questa tipologia di carico di lavoro sono state utilizzate le seguenti variabili:

- nTr = Numero di treni in circolazione.
- H_{vel} = Grado medio di eterotachicità
- H_{cat} = Grado di eterogeneità del servizio.
- nSL_{CRTC} = Numero medio di impianti di servizio abilitati dal DCO attraversati dai treni.
- nSL_{DISP} = Numero medio di impianti di servizio non abilitati dal DCO (ma ricadenti nella propria giurisdizione) attraversati dai treni.
- $nSL = nSL_{CRTC} + nSL_{DISP}$. Numero medio di impianti di servizio attraversati dai treni.
- $IntDuration$ = Durata media delle interruzioni.

Per quanto concerne il grado medio di eterotachicità, questo è stato calcolato come media ponderata, rispetto al numero di treni in circolazione, dei gradi di eterotachicità delle singole tratte ricadenti nella giurisdizione. Definiamo tratta una porzione della linea, all’interno della giurisdizione del DCO, delimitata da due LDS (fermate escluse).

$$HT_{vel} = \frac{\sum_{t=1}^k HT_{vel,t} \cdot nTr_t}{\sum_{t=1}^k nTr_t}$$

Con:

- t = generica tratta.
- k = numero di tratte.
- $HT_{vel,t}$ = grado medio di eterotachicità su ciascuna tratta t .
- nTr_t = numero di treni su ciascuna tratta t .

Il grado medio di eterotachicità su ciascuna tratta è

- nSL_{DISP} = Average number of service locations, within CRTC’s area of competence but NOT enabled by the CRTC, crossed by trains.
- $nSL = nSL_{CRTC} + nSL_{DISP}$. Average number of service locations, within CRTC’s area of competence, crossed by trains.
- $IntDuration$ = Average duration of track possessions.

Regarding the average degree of heterotachicity, this was calculated as a weighted average, with respect to the number of trains in circulation, of the degrees of heterotachicity of the individual sections falling within the jurisdiction. We define a section as a portion of the line, within the CRTC’s jurisdiction, bounded by two service location (stops excluded)

$$HT_{vel} = \frac{\sum_{t=1}^k HT_{vel,t} \cdot nTr_t}{\sum_{t=1}^k nTr_t}$$

With:

- t = generic section.
- k = number of sections.
- $HT_{vel,t}$ = average degree of heterotachicity on each section t .
- nTr_t = number of trains on each section t .

The average degree of heterotachicity on each section is calculated as the normalized mean of the differences in travel times of all trains running on the section in the reference shift.

$$HT_{vel,t} = 1 - \frac{1}{2\mu_x} \left[\frac{\sum_{ti=1}^{nTr_t} \sum_{tj=1}^{nTr_t} |x_{ti} - x_{tj}|}{nTr_t(nTr_t - 1)} \right]$$

With:

- ti, tj = generic train.
- μ_x = mean of the train travel times.
- x_i = travel time of the i -th train on the t -th section.
- x_j = travel time of the j -th train on the t -th section.

Regarding the average degree of service heterogeneity, it was calculated as the weighted average, with respect to the number of circulating trains, of the degrees of service heterogeneity of the individual sections t falling within jurisdiction j .

$$HT_{cat} = \frac{\sum_{t=1}^k HT_{cat,t} \cdot nTr_t}{\sum_{t=1}^k nTr_t}$$

With:

- $HT_{cat,t}$ = average degree of service heterogeneity of the individual section t .

The degree of service heterogeneity of single section was calculated thanks to Gini’s formula [27].

$$HT_{cat,t} = 1 - \left[\frac{c}{c-1} \left[1 - \sum_{r=1}^c f_r^2 \right] \right]$$

With:

- r = generic service class
- c = number of service classes (commuters, universal service, high-speed service, freight, service trains).

calcolato come media normalizzata delle differenze nei tempi di percorrenza di tutti i treni circolanti sulla sezione nel turno di riferimento.

$$HT_{vel,t} = 1 - \frac{1}{2\mu_x} \left[\frac{\sum_{ti=1}^{nTr_t} \sum_{tj=1}^{nTr_t} |x_{ti} - x_{tj}|}{nTr_t(nTr_t - 1)} \right]$$

Con:

- ti, tj = generico treno.
- μ_x = media dei tempi di percorrenza.
- x_i = tempo di percorrenza dell'i-esimo treno sulla -esima tratta.
- x_j = tempo di percorrenza del j-esimo treno sulla -esima tratta.

Relativamente al grado medio di eterogeneità del servizio, esso è stato calcolato come media ponderata, rispetto al numero di treni circolanti, dei gradi di eterogeneità del servizio delle singole tratte ricadenti nella giurisdizione.

$$HT_{cat} = \frac{\sum_{t=1}^k HT_{cat,t} \cdot nTr_t}{\sum_{t=1}^k nTr_t}$$

Con:

- $HT_{cat,t}$ = grado di eterogeneità del servizio della singola tratta t .

Il grado di eterogeneità del servizio della singola tratta è stato calcolato mediante la formula di Gini [27].

$$HT_{cat,t} = 1 - \left[\frac{c}{c-1} \left[1 - \sum_{r=1}^c f_r^2 \right] \right]$$

Con:

- r = generica classe di servizio.
- c = numero di classi di servizio (regionali, servizio universale, alta velocità, merci, treni di servizio).
- f_r = frequenza relativa delle occorrenze delle classi.

Per costruzione, questi coefficienti sono compresi tra 0 e 1, dove 1 rappresenta il massimo grado di eterotachicità/eterogeneità.

4.1.1.1. Carico in linea

Questo carico è influenzato dal numero di treni circolanti nell'intera area di competenza del DCO. Può dipendere dal grado medio di eterotachicità e/o dal livello di eterogeneità del servizio.

4.1.1.2. Carico in stazione

Questo carico è correlato al transito dei treni nelle LDS nell'area di competenza del DCO.

4.1.1.3. Carico da interferenza interruzioni

Al netto della pianificazione a lungo termine, tale carico, proporzionale alla durata delle interruzioni, può ulteriormente mettere a dura prova il DCO nell'esercizio delle sue funzioni nel breve periodo.

4.1.2. Carico da manutenzione (ML)

Il carico da manutenzione è correlato alla concessione

- f_r = relative frequency of the occurrences of the classes.

By construction, these coefficients are limited between 0 and 1, where 1 represents the maximum degree of heterotachicity/heterogeneity.

4.1.1.1. In line transit load

This load is influenced by the number of trains circulating in the entire CRTC's area of competence. It can depend on the average degree of heterotachicity and/or the level of service heterogeneity.

4.1.1.2. On station transit load

This load is related to the transit of trains through the service locations in CRTC's area of competence.

4.1.1.3. Interference interruptions load

This load includes the duration of track possessions, which, net of long-term planning, can further stress the CRTC in the short term in the exercise of its functions.

4.1.2. Maintenance load (ML)

The maintenance workload is directly associated with the granting of interruptions. The implementation of advanced technological systems can mitigate the impact of maintenance activities on the overall operational workload. For the quantification of this workload, the number of granted and concluded interruptions ($nIntTic$) has been utilized as a key parameter.

4.1.3. Shunting movement load (SML)

In quantifying this type of workload, the number of scheduled shunting movements within CRTC-enabled service locations (nSM) was assessed.

4.2. Typological adaptation coefficients

A certain type of spacing system can influence the circulation workload to a greater extent than another type of block system. Similarly, the different nature of an interruption (scheduled or unscheduled) can alter the CRTC's workload.

These and other effects were taken into account through appropriate typological adaptation coefficients (TAC), which, by incorporating a series of qualitative characteristics, modulate the above-mentioned workloads accordingly.

For the quantification of TACs, a formulation is proposed in the following paragraphs that models them as factors that increase a workload, and they are a function of:

- **Representative Variables X:** Variables that represent a specific qualitative aspect and are themselves functions of appropriate weighting variables and upper-level magnitude coefficients. These variables have a value greater than or equal to 1 by construction. The value is 1 when the variable does not admit further modulation. In summary, by representative variable in this work, we mean the quantification of a certain qualitative aspect related

di interruzioni. La presenza di dispositivi tecnologici può ridurre l'impatto del carico da manutenzione sul *workload* totale. Nella definizione di questo tipo di carico è stato utilizzato il numero di concessioni e cessazioni di interruzioni effettuate dall'operatore (*nIntTic*).

4.1.3. Carico da manovre (*SML*)

Nel definire questo tipo di carico è stato valutato il numero di movimenti di manovra programmati nelle LDS abilitate da DCO (*nSM*).

4.2. Coefficienti di adattamento tipologico

Un certo tipo di sistema di distanziamento può influenzare il carico di lavoro da circolazione in misura maggiore rispetto a un altro tipo di regime di circolazione. Analogamente, la diversa natura di un'interruzione (programmata o non programmata) può influire diversamente sul carico di lavoro del DCO.

Questi e altri effetti sono stati presi in considerazione tramite opportuni coefficienti di adattamento tipologico (TAC) che, incorporando una serie di caratteristiche qualitative, modulano di conseguenza i carichi di lavoro sopra menzionati.

Per la quantificazione dei TAC, viene proposta, nei paragrafi successivi, una formulazione che li modella come fattori accrescitivi di un carico, e sono funzione di:

- Variabili rappresentative *X*: variabili che rappresentano uno specifico aspetto qualitativo e sono esse stesse funzioni di appropriate variabili di ponderazione e coefficienti di magnitudo di livello superiore. Queste variabili hanno un valore maggiore o uguale a 1 per costruzione; il valore è 1 quando per la variabile non viene prevista un'ulteriore modulazione. In sintesi per variabile rappresentativa si intende, in questo lavoro, la quantificazione di un determinato aspetto qualitativo legato ad una specifica postazione di lavoro, che può influenzare la determinazione del *workload*.
- Coefficienti di magnitudo φ : coefficienti che rappresentano il giudizio degli esperti in merito all'impatto di un certo fattore qualitativo sull'aumento del carico di lavoro. Il valore medio di questi coefficienti è stato quantificato tramite una specifica analisi AHP (Analytic Hierarchy Process).

Per modulazione intendiamo le caratterizzazioni di una determinata variabile rappresentativa. Ed esempio, ma si vedrà meglio nei paragrafi successivi, la variabile rappresentativa "Regime di Circolazione-Blocco automatico" prevede due modulazioni ovvero: Blocco Automatico su doppio binario e Blocco automatico su semplice binario. Conseguentemente la variabile rappresentativa "Regime di Circolazione-Blocco automatico-Doppio binario" prevede a sua volta due modulazioni: binario banalizzato e binario non banalizzato. In contrasto, la variabile rappresentativa "Regime di Circolazione-Blocco automati-

to a specific workstation, which can influence the determination of the workload.

- Magnitude Coefficients φ : Coefficients that represent the experts' judgment regarding the impact of a certain qualitative factor on the increase in workload. The average value of these coefficients was quantified through a specific Analytical Hierarchy Process (AHP) survey.

By modulation, we mean the characterizations of a certain representative variable. For example, as will be better explained in the following paragraphs, the representative variable 'Spacing system-Automatic Block' provides for two modulazioni, namely: Automatic Block on double track and Automatic Block on single track. Consequently, the representative variable 'Spacing system-Automatic Block-Double track' in turn provides for two modulazioni: banalized track and non-banalized track. In contrast, the representative variable 'Spacing system-Automatic Block-Single track' does not allow for modulazioni as the single track is always banalized.

In general, the functional form of a TAC, at a given level proposed in this work is as follows:"

$$A_q = \frac{\sum_{p=1}^r \varphi_{q+1,p} \cdot X_{q+1,p} \cdot h_{q+1,p}}{\text{MIN}(\varphi_{q+1,p}) \cdot \sum_{p=1}^r h_{q+1,p}}$$

Where:

- q = generic level of hierarchy.
- A_q = value of the TAC at level q .
- p = generic qualitative characteristic considered relevant to the determination of the TAC.
- r = number of qualitative characteristics considered relevant to the determination of the TAC.
- $X_{q+1,p}$ = value of the generic qualitative characteristic p at $q+1$ level, considered relevant to the determination of the TAC (representative variable).
- $\varphi_{q+1,p}$ = value of the generic magnitude coefficient associated with $X_{q+1,p}$.
- $h_{q+1,p}$ = value of the generic weighting variables associated with $X_{q+1,p}$.

From the proposed functional form, we can observe that in the numerator there is a linear combination of representative variables, weighting variables and magnitude coefficients, with the latter "weighting" the representative variables, while in the denominator there is a supra-normalization factor that makes the TAC greater than 1, representing it as an actual amplifying coefficient of the workload related to qualitative aspects of the workstation and/or the portion of the network it manages.

We specify that the TACs, representing a synthesis of all representative variables positioned on the same branch of the hierarchy, are always placed at level $q = 0$ of the hierarchy itself.

When there is no dimensional homogeneity among the weighting variables associated with the representative variables, the TAC formula reduces to:

co-Semplice binario” non ammette modulazioni in quanto il semplice binario è sempre banalizzato.

In generale, la forma funzionale di un TAC, ad un dato livello q proposta in questo lavoro è la seguente:

$$A_q = \frac{\sum_{p=1}^r \varphi_{q+1,p} \cdot X_{q+1,p} \cdot h_{q+1,p}}{\text{MIN}(\varphi_{q+1,p}) \cdot \sum_{p=1}^r h_{q+1,p}}$$

Con:

- q = generico livello della gerarchia
- A_q = valore del TAC a livello q
- p = generica caratteristica qualitativa considerata rilevante alla determinazione del TAC
- r = numero di caratteristiche qualitative considerate rilevanti alla determinazione del TAC
- $X_{q+1,p}$ = valore della generica caratteristica qualitativa p a livello $q+1$ considerata rilevante alla determinazione del TAC (variabile rappresentativa).
- $\varphi_{q+1,p}$ = valore del generico coefficiente di magnitudo associato a $X_{q+1,p}$.
- $h_{q+1,p}$ = valore della generica variabile di ponderazione associata a $X_{q+1,p}$.

Dalla forma funzionale proposta, possiamo notare che a numeratore è presente una combinazione lineare di variabili rappresentative, variabili di ponderazione e coefficienti di magnitudo, con questi ultimi che “pesano” le variabili rappresentative, mentre a denominatore è presente un fattore di sovranormalizzazione che rende il TAC maggiore di 1 rappresentandolo come un effettivo coefficiente amplificativo del carico legato ad aspetti qualitativi della postazione e/o della porzione di rete che gestisce.

Si precisa che i TAC, rappresentando una sorta di sintesi di tutte le variabili rappresentative poste su uno stesso ramo della gerarchia, sono posti sempre a livello $q = 0$ della gerarchia stessa.

Quando tra le variabili di ponderazione associate alle variabili rappresentative non vi è omogeneità dimensionale, la formula del TAC si riduce a:

$$A_q = \frac{\sum_{p=1}^r \varphi_{q+1,p} \cdot X_{q+1,p}}{\text{MIN}(\varphi_{q+1,p})}$$

Come già accennato nei paragrafi precedenti i valori dei coefficienti di magnitudo derivano dall’analisi AHP, mentre per i valori delle variabili rappresentative viene proposta una formulazione analoga a quella utilizzata per i TAC:

$$X_{q+1,p} = \frac{\sum_{m=1}^c \varphi_{q+2,p,m} \cdot X_{q+2,p,m} \cdot h_{q+2,p,m}}{\text{MIN}(\varphi_{q+2,p,m}) \cdot \sum_{m=1}^c h_{q+2,p,m}}$$

Con:

- m = generica modulazione della variabile rappresentativa $X_{q+1,p}$
- c = numero delle modulazioni della variabile rappresentativa $X_{q+1,p}$

$$A_q = \frac{\sum_{p=1}^r \varphi_{q+1,p} \cdot X_{q+1,p}}{\text{MIN}(\varphi_{q+1,p})}$$

As mentioned in the previous paragraphs, the values of the magnitude coefficients derive from the AHP analysis, while for the values of the representative variables, a formulation similar to that used for the TACs is proposed:

$$X_{q+1,p} = \frac{\sum_{m=1}^c \varphi_{q+2,p,m} \cdot X_{q+2,p,m} \cdot h_{q+2,p,m}}{\text{MIN}(\varphi_{q+2,p,m}) \cdot \sum_{m=1}^c h_{q+2,p,m}}$$

with:

- m = generic modulation of representative variable $X_{q+1,p}$
- c = number of modulations of representative variable $X_{q+1,p}$
- $X_{q+2,p,m}$ = value of m modulation of representative variable $X_{q+1,p}$
- $\varphi_{q+2,p,m}$ = value of generic magnitude coefficient associated with m modulation of representative variable $X_{q+1,p}$
- $h_{q+2,p,m}$ = value of weighting variables associated with m modulation of representative variable $X_{q+1,p}$

4.3. Analytic Hierarchy Process (AHP) - Overview

The AHP is a structured technique for organizing and analyzing complex decisions, particularly in multi-criteria decision-making scenarios. Developed by T. L. SAATY in the 1970s [18][19] and the subject of further studies in the years to follow [20][21][22][23][24], AHP provides a comprehensive and rational framework for structuring a problem, representing and quantifying its elements, relating those elements to overall goals, and evaluating alternative solutions.

AHP decomposes a decision-making problem into a hierarchy of more easily comprehended sub-problems, each of which can be analysed independently. The elements of the hierarchy can relate to any aspect of the decision problem—tangible or intangible, carefully measured or roughly estimated, well or poorly understood—and anything at all that applies to the decision at hand.

Once the hierarchy is established, the experts systematically evaluate various elements through pairwise comparisons, assessing their impact on the element positioned above them in the hierarchy. In making these comparisons, the experts may rely on concrete data; however, they typically use their judgment to assess the relative significance and importance of the elements.

The AHP converts these evaluations to numerical values that can be processed and compared over the entire scope of the problem. A numerical weight or priority is derived for each element, enabling diverse and often incommensurable elements to be compared to one another in a rational and consistent manner.

4.3.1. AHP implementation

A structured AHP survey instrument was developed to quantify the relative weights of magnitude coefficients. At

- $X_{q+2,p,m}$ = valore della modulazione della variabile rappresentativa $X_{q+1,p}$
- $\varphi_{q+2,p,m}$ = valore del coefficiente di magnitudo associato alla modulazione m della variabile rappresentativa $X_{q+1,p}$
- $h_{q+2,p,m}$ = valore della generica variabile di ponderazione associata alla modulazione m della variabile rappresentativa $X_{q+1,p}$

4.3. Analytic Hierarchy Process (AHP) – Overview

La AHP è una tecnica strutturata per analizzare e organizzare decisioni complesse, in scenari decisionali multi-criteriali. Sviluppato da T. L. SAATY negli anni Settanta [18][19] ed oggetto di ulteriori studi negli anni a seguire [20][21][22][23][24], la AHP fornisce un quadro completo e razionale per strutturare un problema, rappresentare e quantificare i suoi elementi, relazionarli agli obiettivi generali e valutare soluzioni alternative.

La AHP scompone un problema decisionale in una gerarchia di sotto-problemi più facilmente comprensibili, ciascuno analizzabile indipendentemente. Gli elementi della gerarchia possono riferirsi a qualsiasi aspetto del problema decisionale - tangibile o intangibile, accuratamente misurato o grossolanamente stimato, ben compreso o poco chiaro - e qualsiasi elemento pertinente alla decisione in esame.

Una volta costruita la gerarchia, un pool di esperti valuta sistematicamente i vari elementi confrontandoli reciprocamente a coppie, in relazione al loro impatto su un elemento superiore nella gerarchia. Nell'effettuare i confronti, gli esperti possono utilizzare dati concreti sugli elementi, ma tipicamente si affidano ai loro giudizi circa il significato e l'importanza relativa degli stessi.

La AHP converte tali valutazioni in valori numerici processabili e comparabili nell'intero spettro del problema. Viene derivato un peso o una priorità numerica per ciascun elemento, permettendo il confronto di elementi diversi e spesso incommensurabili in modo razionale e coerente.

4.3.1. Implementazione dell'AHP

È stata progettata una specifica indagine AHP per valutare il valore dei coefficienti di magnitudo. Per ciascun livello della gerarchia, un panel di esperti è stato invitato a valutare l'impatto (in termini di carico di lavoro sulla postazione) di un elemento rispetto ad un altro.

Ogni quesito dell'indagine è stato strutturato secondo il seguente formato: "In che misura l'elemento A è più impattante sulla gestione del traffico rispetto all'elemento B?".

Agli esperti è stata offerta la possibilità di rispondere utilizzando nove giudizi comparativi, ai quali sono stati assegnati valori numerici come illustrato nella seguente Tab. 2:

Inoltre, agli esperti è stata concessa la facoltà di aste-

each hierarchical level, domain experts evaluated the pairwise relative impacts of elements on workstation operational load.

The survey employed standardized pairwise comparison questions formatted as: 'What is the relative impact of element A versus element B on traffic management workload?'

Respondents provided assessments using a nine-point comparative scale, with numerical values assigned according to the standardized AHP methodology as detailed in the following table.

Furthermore, the experts were also granted the option to abstain from expressing a preference if they deemed their knowledge and expertise insufficient to provide a consistent judgement (Tab. 2).

The final magnitude coefficients were obtained as average of corresponding magnitude coefficients derived from each expert's interviews.

The hierarchical layer, into which a specific qualitative element that is considered to influence the workload is decomposed, is called a "level". For instance, the train spacing system belongs to level 1 in the context of determining the TAC for in line transit load. Subsequently, the block system types (automatic, axle-counting, radio) belong to level 2 of the hierarchy, while the distinction between single and double track belongs to level 3, and so forth. At each level, it is possible to identify groups that represent aggregations of characteristics attributable to the same representative variable of lower levels.

4.3.2. Hierarchy

Experts were thus asked to express comparative judgments between elements within the same group and not between elements from different groups. For example, the question was posed: "How much do you consider that, under equal conditions, traffic management with SCC remote control technology is more demanding compared to ACC-M technology?" as the types of remote control are in the same group, but the question "How much do you consider that, under equal conditions, traffic management on a non-banalized double-track line with axle-counting block system is more demanding compared to equipment with CTC remote control?" was not posed, as these two properties do not belong to the same group.

For each group, $\frac{n(n-1)}{2}$ questions were asked, where n represents the number of elements in the group. The hierarchy upon which the AHP investigation is constructed, with indication of the levels and groups (rectangles), as well as the formulation of TAC for each level, constitute model assumptions and are presented below (Fig. 2).

4.3.2.1. Train circulation load

The following are the hierarchical diagrams relating to train circulation load.

4.3.2.1.1. In line transit load

The development of the hierarchical branch relating to the in-line load is shown below (cfr Fig. 2).

nersi dall'esprimere una preferenza qualora ritenessero insufficienti le proprie conoscenze e competenze per fornire un giudizio coerente.

I coefficienti di magnitudo finali sono stati ottenuti come media dei corrispondenti coefficienti di magnitudo derivati dalle interviste di ciascun esperto.

Per "livello" si intende il layer gerarchico in cui viene scomposto un determinato elemento qualitativo che si ritiene possa influenzare il carico. Ad esempio, il sistema di distanziamento appartiene al livello 1 nell'ambito della determinazione del TAC del carico da linea. A sua volta i tipi di blocco (automatico, conta-assi, radio) appartengono al livello 2 della gerarchia, mentre la distinzione in binario semplice o doppio appartiene al livello 3 e così via. Ad ogni livello è possibile trovare dei gruppi che rappresentano aggregazioni di caratteristiche ascrivibili ad una stessa variabile rappresentativa di livello inferiore.

4.3.2. Gerarchia

Agli esperti è stato richiesto di esprimere giudizi comparativi tra gli elementi all'interno dello stesso gruppo e non tra elementi di gruppi differenti. Ad esempio, è stata posta la domanda: "Quanto ritieni che, a parità di condizioni, la gestione della circolazione con tecnologia di telecomando SCC sia più impegnativa rispetto a tecnologia ACC-M ?" in quanto le tipologie di telecomando sono nello stesso gruppo, ma non è stata posta la domanda "Quanto ritieni che, a parità di condizioni, la gestione della circolazione su una linea a doppio binario Non banalizzato con blocco conta-assi sia più impegnativa rispetto ad un attrezzaggio con telecomando CTC?" in quanto il queste due proprietà non sono nello stesso gruppo.

Per ciascun gruppo, sono state formulate $\frac{n(n-1)}{2}$ domande, dove n rappresenta il numero di elementi nel gruppo. La gerarchia su cui è stata costruita l'indagine AHP, con indicazione dei livelli e dei gruppi (rettangoli) così come la formulazione dei TAC per ogni livello e delle variabili rappresentative, sono presentati in Fig. 2.

4.3.2.1. Carico da circolazione treni

Di seguito vengono riportati gli schemi delle gerarchie inerenti al carico da circolazione treni.

Tabella 2 – Table 2

AHP: Giudizi comparativi
AHP: Comparative judgements

Giudizio Judgement	Valore Value
Estremamente meno impattante <i>Extremely less impactful</i>	1/9
Molto meno impattante <i>Much less impactful</i>	1/7
Meno impattante <i>Less impactful</i>	1/5
Leggermente meno impattante <i>Slightly less impactful</i>	1/3
Ugualmente impattante <i>Equally impactful</i>	1
Leggermente più impattante <i>Slightly more impactful</i>	3
Più impattante <i>More impactful</i>	5
Molto più impattante <i>Much more impactful</i>	7
Estremamente più impattante <i>Extremely more impactful</i>	9

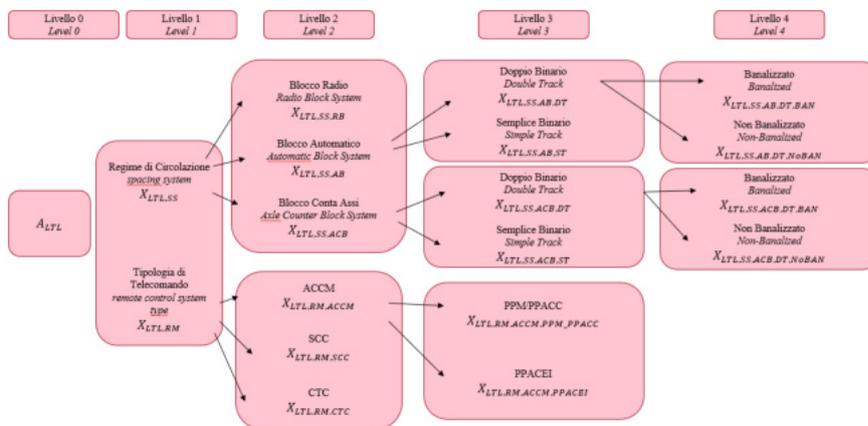


Figura 2 – AHP Carico da circolazione treni, Carico in linea.
Figure 2 – AHP Train circulation load, In line transit load.

The functional form of the TAC relating to the in-line load is shown in Tab. 3.

The functional form of the representative variables is shown in Tab. 4.

The functional form of the representative variables, and is shown in Tab. 5.

The functional form of the representative variables is shown In Tab. 6.

4.3.2.1.2. On station transit load

The development of the hierarchical branch relating to the load in station is shown in Fig. 3.

4.3.2.1.1. Carico in linea

Come evidenziato (cfr Fig. 2) viene riportato lo sviluppo del ramo gerarchico relativo al carico in linea.

Di seguito (Tab.3), viene riportata la forma funzionale del TAC relativo al carico in linea.

Quindi (Tab.4), viene riportata la forma funzionale delle variabili rappresentative $X_{LTL,SS}$ e $X_{LTL,RM}$.

Infine (Tab. 5), viene riportata la forma funzionale delle variabili rappresentative $X_{LTL,SS,AB}$, $X_{LTL,SS,ACB}$ e $X_{LTL,RM,ACCM}$.

The functional form of the TAC relating to the load in station is shown below (Tab. 7).

The functional form of the representative variables and is shown below (Tab. 8).

4.3.2.1.3. Interference interruptions load

The development of the hierarchical branch relating to the interruption interference load is shown below (Fig. 4).

The functional form of the TAC relating to the interruption interference load is shown below (Tab. 9).

Tabella 3 – Table 3

TAC – Carico in linea – Livello 0
Typological Adaptation Coefficients – In line transit load – Level 0

$$A_{LTL} = \frac{\varphi_{LTL,SS} \cdot X_{LTL,SS} + \varphi_{LTL,RM} \cdot X_{LTL,RM}}{MIN(\varphi_{LTL,SS}; \varphi_{LTL,RM})}$$

$A_{LTL} =$	TAC per carico in linea In line transit load TAC
$\varphi_{LTL,SS} =$	Coefficiente di magnitudo legato al regime di circolazione. Spacing system magnitude coefficients
$\varphi_{LTL,RM} =$	Coefficiente di magnitudo legato alla tipologia di telecomando. Remote control magnitude coefficients.
$X_{LTL,SS} =$	Variabile rappresentativa del regime di circolazione. Spacing system representative variables.
$X_{LTL,RM} =$	Variabile rappresentativa della tipologia di telecomando. Remote control representative variables.

Tabella 4 – Table 4

Variabili rappresentative – Carico in linea – Livello 1
Representative Variables – In line transit load – Level 1

$m =$	Modulazione del regime di circolazione = Blocco Automatico (AB), Blocco contaassi (ACB), Blocco Radio (RB). Modulation of spacing system = Automatic Block System (BA), Axle Counter Block System (ACB), Radio Block System (RB).
$\varphi_{LTL,ss,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato al regime di circolazione . Magnitude coefficient related to spacing system m.
$X_{LTL,ss,m} =$	Variabile rappresentativa del regime di circolazione . Representative variable of spacing system m.
$h_{LTL,ss,m} =$	Lunghezza dei tratti di rete organizzati con regime di circolazione . Length of network sections equipped with spacing system m.

$$X_{LTL,SS} = \frac{\sum_{m=1}^3 \varphi_{LTL,SS,m} \cdot X_{LTL,SS,m} \cdot h_{LTL,SS,m}}{MIN(\varphi_{LTL,SS,m}) \cdot \sum_{m=1}^3 h_{LTL,SS,m}}$$

$$X_{LTL,RM} = \frac{\sum_{m=1}^3 \varphi_{LTL,RM,m} \cdot X_{LTL,RM,m} \cdot h_{LTL,RM,m}}{MIN(\varphi_{LTL,RM,m}) \cdot \sum_{m=1}^3 h_{LTL,RM,m}}$$

$m =$	Modulazione della tipologia di telecomando =CTC, SCC, ACCM. Modulation of remote control system =CTC, SCC, ACCM.
$\varphi_{LTL,rm,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato alla tipologia di telecomando . Magnitude coefficient related to remote control system m
$X_{LTL,rm,m} =$	Variabile rappresentativa della tipologia di telecomando . Representative variable of remote control system m.
$h_{LTL,rm,m} =$	Lunghezza dei tratti di rete coperti dalla tipologia di telecomando . Length of network sections equipped with remote control system m.

Variabili rappresentative – Carico in linea – Livello 2
 Representative Variables – In line transit load – Level 2

$X_{LTL,SS,AB} =$	Variabile rappresentativa del regime di circolazione AB. <i>Representative variable of spacing system type Automatic Block System</i>
$m =$	Modulazione del regime di circolazione AB=Doppio binario (DT), semplice binario (ST). <i>Modulation of spacing system type Automatic Block System =double track (DT), simple track (ST).</i>
$\varphi_{SS,AB,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato al regime di circolazione AB su modulazione . <i>Magnitude coefficient related to spacing system type Automatic Block System with m-modulation</i>
$X_{LTL,SS,AB,m} =$	Variabile rappresentativa del regime di circolazione AB su modulazione . <i>Representative variable of spacing system type Automatic Block System with m-modulation</i>
$h_{LTL,SS,AB,m} =$	Lunghezza dei tratti di rete organizzati in regime di circolazione AB e modulazione <i>Length of network sections equipped with spacing system type Automatic Block System and m-modulation</i>

$$X_{LTL,SS,AB} = \frac{\sum_{m=1}^2 \varphi_{LTL,SS,AB,m} \cdot X_{LTL,SS,AB,m} \cdot h_{LTL,SS,AB,m}}{MIN(\varphi_{LTL,SS,AB,m}) \cdot \sum_{m=1}^2 h_{LTL,SS,AB,m}}$$

$$X_{LTL,SS,ACB} = \frac{\sum_{m=1}^2 \varphi_{LTL,SS,ACB,m} \cdot X_{LTL,SS,ACB,m} \cdot h_{LTL,SS,ACB,m}}{MIN(\varphi_{LTL,SS,ACB,m}) \cdot \sum_{m=1}^2 h_{LTL,SS,ACB,m}}$$

$X_{LTL,SS,ACB} =$	Variabile rappresentativa del regime di circolazione ACB. <i>Representative variable of spacing system type Axle Counter Block System</i>
$m =$	Modulazione del regime di circolazione ACB=Doppio binario (DT), semplice binario (ST). <i>Modulation of spacing system type Axle Counter Block System =double track (DT), simple track (ST).</i>
$\varphi_{SS,ACB,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato al regime di circolazione ACB su modulazione . <i>Magnitude coefficient related to spacing system type Axle Counter Block System with m-modulation.</i>
$X_{LTL,SS,ACB,m} =$	Variabile rappresentativa del regime di circolazione ACB su modulazione . <i>Representative variable of spacing system type Axle Counter Block System with m-modulation</i>
$h_{LTL,SS,ACB,m} =$	Lunghezza dei tratti di rete organizzati in regime di circolazione ACB e modulazione . <i>Length of network sections equipped with spacing system type Axle Counter Block System with m-modulation</i>

$$X_{LTL,RM,ACCM} = \frac{\sum_{m=1}^2 \varphi_{LTL,RM,ACCM,m} \cdot X_{LTL,RM,ACCM,m} \cdot h_{LTL,RM,ACCM,m}}{MIN(\varphi_{LTL,RM,ACCM,m}) \cdot \sum_{m=1}^2 h_{LTL,RM,ACCM,m}}$$

$X_{LTL,RM,ACCM} =$	Variabile rappresentativa della tipologia di telecomando ACCM. <i>Representative variable of remote control system type ACCM</i>
$m =$	Modulazione della tipologia di telecomando ACCM = posto periferico tipo PPM/PPACC, posto periferico tipo PPACEI. <i>Modulation of remote control system type ACCM = PPM/PPACC, PPACEI.</i>
$\varphi_{LTL,RM,ACCM,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato alla tipologia di telecomando ACCM su modulazione . <i>Magnitude coefficient related to remote control system type ACCM with m-modulation</i>
$X_{LTL,RM,ACCM,m} =$	Variabile rappresentativa della tipologia di telecomando ACCM su modulazione . <i>Representative variable of remote control system type ACCM with m-modulation</i>
$h_{LTL,RM,ACCM,m} =$	Numero di LDS, sotto telecomando ACCM, di tipo . <i>Number of m -type service locations equipped with remote control system type ACCM</i>

Si noti che in Tab. 6 viene è riportata la forma funzionale delle variabili rappresentative $X_{LTL,SS,AB,DT}$ e $X_{LTL,SS,ACB,DT}$.

The functional form of the representative variables and is shown below (Tab. 10).

4.3.2.1.2. Carico in stazione

Per coerenza (Fig. 3) viene riportato lo sviluppo del ramo gerarchico relativo al carico in stazione.

Quindi (Tab. 7) viene riportata la forma funzionale del TAC relativo al carico in stazione.

4.3.2.1.3. Interruption interference load

The development of the hierarchical branch relating to the interruption interference load is shown below (Fig. 4).

The functional form of the TAC relating to the interruption interference load is shown below (Tab. 9).

Variabili rappresentative – Carico in linea – Livello 3
 Representative Variables – In line transit load – Level 3

$$X_{LTL,SS,AB,DT} = \frac{\sum_{p=1}^2 \varphi_{LTL,SS,AB,DT,m} \cdot X_{LTL,SS,AB,DT,m} \cdot h_{LTL,SS,AB,DT,m}}{MIN(\varphi_{LTL,SS,AB,DT,m}) \cdot \sum_{m=1}^2 h_{LTL,SS,AB,DT,m}}$$

$X_{LTL,SS,AB,DT} =$	Variabile rappresentativa del regime di circolazione AB su doppio binario. <i>Representative variable of spacing system type Automatic Block System on double track</i>
$m =$	Modulazione del regime di circolazione AB su doppio binario (DT)= blocco banalizzato (BAN), blocco non banalizzato (NoBan). <i>Modulation of spacing system type Automatic Block System on double track =banalized block, non-banalized block</i>
$\varphi_{LTL,SS,AB,DT,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato al regime di circolazione AB su doppio binario con modulazione . <i>Magnitude coefficient related to spacing system type Automatic Block System on double track with m-modulation</i>
$X_{LTL,SS,AB,DT,m} =$	Variabile rappresentativa del regime di circolazione AB su doppio binario con modulazione <i>Representative variable of spacing system type Automatic Block System on double track with m-modulation</i>
$h_{LTL,SS,AB,DT,m} =$	Lunghezza dei tratti di rete organizzati con regime di circolazione AB su doppio binario con modulazione . <i>Length of network sections equipped with spacing system type Automatic Block System on double track with m-modulation</i>

$$X_{LTL,SS,ACB,DT} = \frac{\sum_{m=1}^2 \varphi_{LTL,SS,ACB,DT,m} \cdot X_{LTL,SS,ACB,DT,m} \cdot h_{LTL,SS,ACB,DT,m}}{MIN(\varphi_{LTL,SS,ACB,DT,m}) \cdot \sum_{m=1}^2 h_{LTL,SS,ACB,DT,m}}$$

$X_{LTL,SS,ACB,DT} =$	Variabile rappresentativa del regime di circolazione ACB su doppio binario. <i>Representative variable of spacing system type Axle Counter Block System on double track</i>
$m =$	Modulazione del regime di circolazione ACB su doppio binario (DT)= blocco banalizzato (BAN), blocco non banalizzato (NoBan). <i>Modulation of spacing system type Axle Counter Block System on double track =banalized block, non-banalized block</i>
$\varphi_{LTL,SS,ACB,DT,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato al regime di circolazione ACB su doppio binario con modulazione . <i>Magnitude coefficient related to spacing system type Axle Counter Block System on double track with m-modulation</i>
$X_{LTL,SS,ACB,DT,m} =$	Variabile rappresentativa del regime di circolazione ACB su doppio binario con modulazione . <i>Representative variable of spacing system type Axle Counter Block System on double track with m-modulation</i>
$h_{LTL,SS,ACB,DT,m} =$	Lunghezza dei tratti di rete organizzati con regime di circolazione ACB su doppio binario con modulazione . <i>Length of network sections equipped with spacing system type Axle Counter Block System on double track with m-modulation.</i>

Infine (Tab. 8), viene riportata la forma funzionale delle variabili rappresentative $X_{STL,H}$ e $X_{STL,T}$.

4.3.2.1.3. Carico da interferenza interruzioni

Per quanto evidenziato (Fig. 4) viene riportato lo sviluppo del ramo gerarchico relativo al carico da interferenza interruzioni.

Di seguito (Tab. 9) viene riportata la forma funzionale del TAC relativo al carico da interferenza interruzioni.

Quindi (Tab. 10), viene riportata la forma funzionale delle variabili rappresentative $X_{II,IntShd}$ e $X_{II,IntNoShd}$.

The functional form of the representative variables and is shown below (Tab. 10).

4.3.2.2. Maintenance load

Following, (Fig. 5), the development of the hierarchical branch related to the maintenance load is reported.

Below (Tab. 11), the functional form of the TAC related to the maintenance load is reported.

Indeed (Tab. 12), the functional form of the representative variable is reported.

4.3.2.2. Carico da manutenzione

Proseguendo nella analisi, (Fig. 5), viene riportato lo sviluppo del ramo gerarchico relativo al carico da manutenzione.

Di seguito (Tab. 11), viene riportata la forma funzionale del TAC relativo al carico da manutenzione.

Infine, (Tab. 12), viene riportata la forma funzionale della variabile rappresentativa $X_{M,IntCRCT}$.

4.3.2.3. Carico da manovre

A seguire (Fig. 6), viene riportato lo sviluppo del ramo gerarchico relativo al carico da manovre.

Quindi (Tab. 13), viene riportata la forma funzionale del TAC relativo al carico da manovre.

4.4. Calibrazione

Per ciascuna tipologia di carico, sono stati considerati possibili regressori mutualmente esclusivi che, come menzionato, sono stati successivamente selezionati in base al livello di significatività statistica ($p\text{-value} < 0,05$) e al valore R-quadro.

Un p-value inferiore a un livello di significatività prescelto (comunemente 0,05) suggerisce che il coefficiente corrispondente è statisticamente significativo. Un valore R-quadro più elevato indica un miglior adattamento del modello ai dati.

4.5. Regressori

A seguire (Tab. 14, Tab. 15, Tab. 16, Tab. 17, Tab. 18, Tab. 19, Tab. 20), per ciascuna tipologia di carico, per ogni postazione j-esima e per ogni turno i-esimo, sono riportati i possibili regressori, successivamente selezionati con i criteri menzionati in precedenza. Con riferimento al carico in stazione sono stati considerati sia i regressori che differenziano il carico per LDS abilitate da DCO da quelle non abilitate da DCO, sia i regressori in cui tale distinzione non viene fatta.

5. Acquisizione dati

5.1. Dati sulla circolazione e sull'infrastruttura

Ad eccezione dei dati relativi al numero di movimenti di manovra nelle LDS gestite dai DCO, tutte le informazioni, sia relative alla circolazione che all'infrastruttura, sono state estratte e rielaborate dalla Piattaforma Integra-

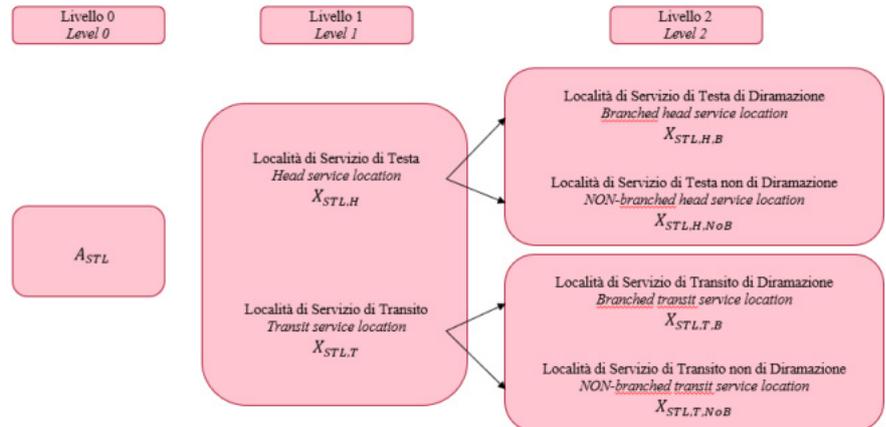


Figura 3 – AHP Carico da circolazione treni, Carico in stazione
Figure 3 – AHP Train circulation load, On station transit load

Tabella 7 – Table 7

TAC – Carico in stazione – Livello 0
Typological Adaptation Coefficients – On station transit load – Level 0

$$A_{STL} = \frac{\varphi_{STL,H} \cdot h_{STL,H} \cdot X_{STL,H} + \varphi_{STL,T} \cdot h_{STL,T} \cdot X_{STL,T}}{\text{MIN}(\varphi_{STL,H}; \varphi_{STL,T}) \cdot (h_{STL,H} + h_{STL,T})}$$

$A_{STL} =$	TAC per carico in stazione On station transit load TAC
$\varphi_{STL,H} =$	Coefficiente di magnitudo legato alla presenza di LDS di testa. Head service location magnitude coefficients.
$\varphi_{STL,T} =$	Coefficiente di magnitudo legato alla presenza di LDS di transito. Transit service location magnitude coefficients.
$h_{STL,H}$	Numero di LDS di testa. Number of head service location.
$h_{STL,T}$	Numero di LDS di transito. Number of transit service location.
$X_{STL,H}$	Variabile rappresentativa della presenza di LDS di testa. Head service location representative variables.
$X_{STL,T}$	Variabile rappresentativa della presenza di LDS di transito. Transit service location representative variables.

4.3.2.3. Load from maneuvers

Below (Fig. 6), the development of the hierarchical branch relating to the load from maneuvers is reported.

Finally (Tab. 13), the functional form of the TAC relating to the load from maneuvers is reported.

4.4. Calibration

For each type of load, possible regressors (self-excluding) were considered which, as mentioned, were then selected for the level of statistical significance ($p\text{-value} < 0.05$) and R-square value.

A p-value less than a chosen significance level (commonly 0.05) suggests that the corresponding coefficient is significant. A higher R-squared value suggests a better fit of the model to the data.

Variabili rappresentative – Carico in stazione – Livello 1
 Representative Variables – On station transit load – Level 1

$$X_{STL,H} = \frac{\sum_{m=1}^2 \varphi_{STL,H,m} \cdot X_{STL,H,m} \cdot h_{STL,H,m}}{MIN(\varphi_{STL,H,m}) \cdot \sum_{m=1}^2 h_{STL,H,m}}$$

$m =$	Tipologia di LdS di testa= LDS di testa diramata (B), LDS di testa NON diramata (NoB). <i>Typology of head service station = Branched head service location (B), NON-branched head service location (NoB).</i>
$\varphi_{STL,H,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato alla presenza di LDS di testa con modulazione . <i>Magnitude coefficient related to the presence of head service station with m-modulation.</i>
$X_{STL,H,m} =$	Variabile rappresentativa della presenza di LDS di testa con modulazione . <i>Representative variable of the presence of head service station with m-modulation.</i>
$h_{STL,H,m} =$	Numero di LDS di testa con modulazione . <i>Number of head service stations with m-modulation.</i>

$$X_{STL,T} = \frac{\sum_{m=1}^2 \varphi_{STL,T,m} \cdot X_{STL,T,m} \cdot h_{STL,T,m}}{MIN(\varphi_{STL,T,m}) \cdot \sum_{m=1}^2 h_{STL,T,m}}$$

$m =$	Tipologia di LdS di transito= LDS di transito diramata (B), LDS di transito NON diramata (NoB) <i>Typology of transit service station = Branched transit service location (B), NON-branched transit service location (NoB).</i>
$\varphi_{STL,T,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato alla presenza di LDS di transito con modulazione . <i>Magnitude coefficient related to the presence of transit service station with m-modulation.</i>
$X_{STL,T,m} =$	Variabile rappresentativa della presenza di LDS di transito con modulazione . <i>Representative variable of the presence of transit service station with m-modulation.</i>
$h_{STL,T,m} =$	Numero di LDS di transito con modulazione . <i>Number of transit service stations with m-modulation.</i>

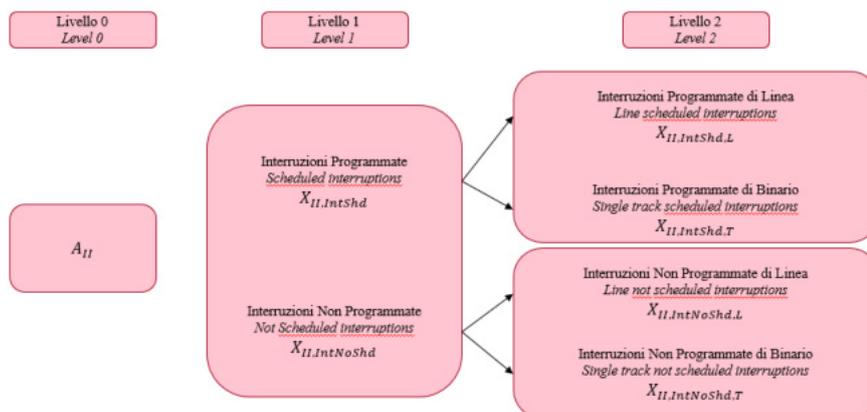


Figura 4 - AHP Carico da circolazione treni, Carico da interferenza interruzioni
 Figure 4 – AHP Train circulation load, Interference interruptions load

ta di Circolazione (PIC). PIC è un database aziendale in cui viene archiviata la maggior parte delle informazioni concernenti la circolazione ferroviaria.

In riferimento all’intervallo temporale di osservazione, sono stati considerati diversi periodi, avendo cura di escludere osservazioni anomale. A titolo esemplificativo, non sono stati inclusi periodi di chiusure temporanee di linee, variazioni temporanee nei volumi di traffico ordinario o periodi durante i quali si siano verificate modifiche nella configurazione di una postazione di lavoro.

4.5. Regressors

Following, (Tab. 14, Tab. 15, Tab. 16, Tab. 17, Tab. 18, Tab. 19, Tab. 20), for each typology of workload, for each j-th position and for each i-th shift, the potential regressors are presented, subsequently selected according to the criteria mentioned previously. With reference to the on station workload, both regressors differentiating the load for service location enabled by CRCT and those not enabled, and regressors where this distinction is not made, were considered.

5. Data collection

5.1. Circulation and Infrastructure Data

Except for data related to the number of shunting movements in SL managed by the CRTCs, all information, both pertaining to circulation and infrastructure, was extracted and reprocessed from the integrated circulation platform (PIC). PIC is a database where the majority of the information related to train circulation is archived.

Regarding the reference time frame, various observation periods were considered, with careful exclusion outlier ob-

Tabella 9 – Table 9

TAC – Carico da interferenza interruzioni – Livello 0
Typological Adaptation Coefficients – Interference interruptions load – Level 0

$$A_{II} = \frac{\varphi_{II,IntShd} \cdot h_{II,IntShd} \cdot X_{II,IntShd} + \varphi_{II,IntNoShd} \cdot h_{II,IntNoShd} \cdot X_{II,IntNoShd}}{MIN(\varphi_{II,IntShd}; \varphi_{II,IntNoShd}) \cdot (h_{II,IntShd} + h_{II,IntNoShd})}$$

$A_{II} =$	TAC per carico da interferenza interruzioni <i>Interference interruptions load TAC</i>
$\varphi_{II,IntShd} =$	Coefficiente di magnitudo legato alle interruzioni programmate. <i>Scheduled interruptions magnitude coefficients.</i>
$\varphi_{II,IntNoShd} =$	Coefficiente di magnitudo legato alle interruzioni NON programmate. <i>Not Scheduled interruptions magnitude coefficients.</i>
$h_{II,IntShd} =$	Durata delle interruzioni programmate. <i>Duration Scheduled interruptions.</i>
$h_{II,IntNoShd} =$	Durata delle interruzioni NON programmate. <i>Duration Not Scheduled interruptions.</i>
$X_{II,IntShd} =$	Variabile rappresentativa delle interruzioni programmate. <i>Scheduled interruptions representative variables.</i>
$X_{II,IntNoShd} =$	Variabile rappresentativa delle interruzioni NON programmate. <i>Not Scheduled interruptions representative variables.</i>

Tabella 10 – Table 10

Variabili rappresentative – Carico da interferenza interruzioni – Livello 1
Representative Variables – Interference interruptions load – Level 1

$$X_{II,IntShd} = \frac{\sum_{m=1}^2 \varphi_{II,IntShd,m} \cdot X_{II,IntShd,m} \cdot h_{II,IntShd,m}}{MIN(\varphi_{II,IntShd,m}) \cdot \sum_{m=1}^2 h_{II,IntShd,m}}$$

$m =$	Tipologia di interruzioni programmate = interruzioni programmate di linea (L), interruzioni programmate di binario (T). <i>Typology of scheduled interruption = Line scheduled interruptions (L), Single track scheduled interruptions (T).</i>
$\varphi_{II,IntShd,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato alle interruzioni programmate con modulazione . <i>Magnitude coefficient related to scheduled interruption with m-modulation</i>
$X_{II,IntShd,m} =$	Variabile rappresentativa delle interruzioni programmate con modulazione . <i>Representative variable of related to scheduled interruption with m-modulation</i>
$h_{II,IntShd,m} =$	Durata delle interruzioni programmate con modulazione . <i>Duration of scheduled interruptions with m-modulation</i>

$$X_{II,IntNoShd} = \frac{\sum_{m=1}^2 \varphi_{II,IntNoShd,m} \cdot X_{II,IntNoShd,m} \cdot h_{II,IntNoShd,m}}{MIN(\varphi_{II,IntNoShd,m}) \cdot \sum_{m=1}^2 h_{II,IntNoShd,m}}$$

$m =$	Tipologia di interruzioni NON programmate = interruzioni NON programmate di linea (L), interruzioni NON programmate di binario (T). <i>Typology of not scheduled interruption = Line not scheduled interruptions (L), Single track not scheduled interruptions (T).</i>
$\varphi_{II,IntNoShd,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato alle interruzioni NON programmate con modulazione . <i>Magnitude coefficient related to not scheduled interruption with m-modulation</i>
$X_{II,IntNoShd,m} =$	Variabile rappresentativa delle interruzioni NON programmate con modulazione . <i>Representative variable of related to not scheduled interruption with m-modulation</i>
$h_{II,IntNoShd,m} =$	Durata delle interruzioni NON programmate con modulazione. <i>Duration of not scheduled interruptions with m-modulation</i>

In generale, sulla base delle considerazioni già menzionate, della natura dei dati da mappare e della loro disponibilità/accessibilità su PIC, i periodi di osservazione oscillano da un minimo di 2 a un massimo di 24 mesi.

Tutti i dati di circolazione (numero di treni, numero di interruzioni, etc.) sono stati successivamente utilizzati nel

servations. For instance, periods of temporary line closures, temporary variations in ordinary traffic volumes, or periods during which changes in the configuration of a workstation occurred were not included.

Based on these methodological constraints and the nature, availability, and accessibility of PIC data, the observa-

modello in termini di flusso per turno giornaliero (mattina, pomeriggio, notte).

5.2. Attuale allocazione delle risorse sulle postazioni

L'attuale allocazione del personale per ciascuna sala di controllo territoriale, per ogni postazione di lavoro e per ogni turno, è stata ottenuta consultando rappresentanti territoriali.

Date le specifiche peculiarità di ciascuna control room, nel tempo sono stati sottoscritti vari e molteplici accordi sindacali, e conseguentemente la configurazione dei turni risulta mediamente eterogenea sul territorio nazionale.

Difatti, i turni in una determinata postazione potrebbero non coincidere con quelli di un'altra, o nel caso di postazioni abilitate da più operatori, gli orari di inizio e fine turno degli operatori, pur garantendo la continuità del servizio, potrebbero non essere coincidenti.

Quest'ultimo aspetto complica particolarmente l'identificazione di un'estensione univoca del turno o, viceversa, l'identificazione del numero di risorse dato un turno di estensione fissa.

Grazie ai vari riferimenti territoriali, selezionati in base alla loro esperienza pluriennale, per ciascuna sala di controllo, sono state identificate alcune postazioni/turni pivot. Queste ultime, secondo il parere degli stessi

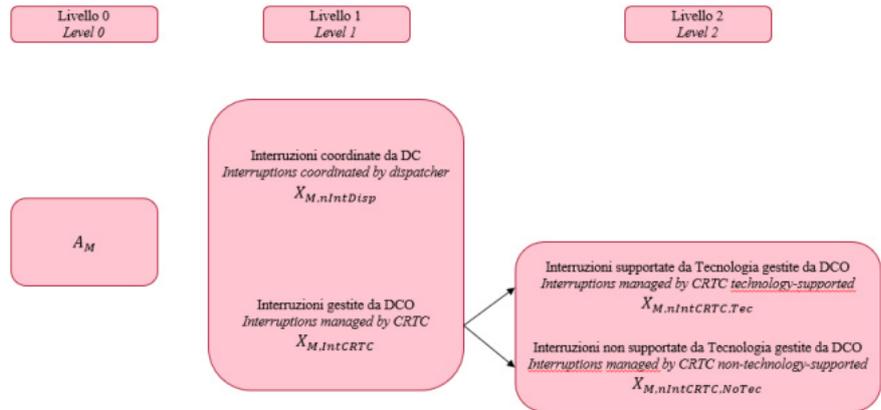


Figura 5 – AHP Carico da manutenzione
Figure 5 – AHP Maintenance load

Tabella 11 – Table 11

TAC – Carico da manutenzione – Livello 0
Typological Adaptation Coefficients – Maintenance load – Level 0

$$A_M = \frac{\varphi_{M,nIntDisp} \cdot h_{M,IntDisp} \cdot X_{M,IntDisp} + \varphi_{M,IntCRCT} \cdot h_{M,IntCRCT} \cdot X_{M,IntCRCT}}{MIN(\varphi_{M,nIntDisp}; \varphi_{M,IntCRCT}) \cdot (h_{M,IntDisp} + h_{M,IntCRCT})}$$

$A_M =$	TAC per carico da manutenzione ML TAC
$\varphi_{M,nIntDisp} =$	Coefficiente di magnitudo legato alle interruzioni coordinate da DC. Interruptions coordinated by central dispatcher magnitude coefficients.
$\varphi_{M,IntCRCT} =$	Coefficiente di magnitudo legato alle interruzioni gestite da DCO. Interruptions managed by CRCT magnitude coefficients.
$h_{M,IntDisp}$	Numero di interruzioni coordinate da DC. Number of Interruptions coordinated by central dispatcher.
$h_{M,IntCRCT}$	Numero di interruzioni gestite da DCO. Number of Interruptions managed by CRCT.
$X_{M,IntDisp}$	Variabile rappresentativa delle interruzioni coordinate da DC. Interruptions coordinated by central dispatcher representative variables.
$X_{M,IntCRCT}$	Variabile rappresentativa delle interruzioni gestite da DCO. Interruptions managed by CRCT representative variables.

Tabella 12 – Table 12

Variabili rappresentative – Carico da manutenzione – Livello 1
Representative Variables – Maintenance load – Level 1

$$X_{M,IntCRCT} = \frac{\sum_{m=1}^2 \varphi_{M,IntCRCT,m} \cdot X_{M,IntCRCT,m} \cdot h_{M,IntCRCT,m}}{MIN(\varphi_{M,IntCRCT,m}) \cdot \sum_{m=1}^2 h_{M,IntCRCT,m}}$$

$m =$	caratteristiche delle interruzioni gestite da DCO = supportate da tecnologia (Tec), non supportate da tecnologia (NoTec). Characteristics of interruptions managed CRCT = technology-supported (Tec), non-technology-supported (NoTec).
$\varphi_{M,IntCRCT,m} =$	Coefficiente di magnitudo legato alle interruzioni gestite da DCO con modulazione . Magnitude coefficient related to interruptions managed by CRCT with m-modulation.
$X_{M,IntCRCT,m} =$	Variabile rappresentativa delle interruzioni gestite da DCO con modulazione . Representative variable of interruptions managed by CRCT with m-modulation.
$h_{M,IntCRCT,m} =$	Numero delle interruzioni gestite da DCO con modulazione . Number of interruptions managed by CRCT with m-modulation.

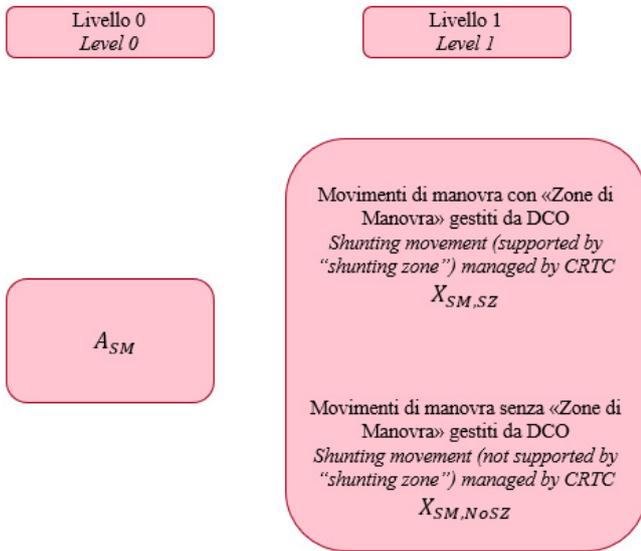


Figura 6 – AHP Carico da manovre
Figure 6 – AHP Shunting movement load

esperti, per specifici turni, sono state considerate correttamente dimensionate e conseguentemente utilizzate come benchmark di riferimento per la calibrazione del modello.

Tali postazioni pivot sono state selezionate seguendo il principio di eterogeneità per aspetti riguardanti:

- composizione del carico di lavoro;

tion windows ranged from 2 to 24 months.

All circulation metrics (train frequency, service interruptions, etc.) were subsequently normalized to daily shift intervals (morning, afternoon, night) for model integration.

5.2. Current Resource Allocation Data

The current personnel allocation for each regional operation control centre, for each workstation, and for each shift were obtained by consulting regional representatives.

Given the peculiarities of each traffic control room, over time various and multiple trade union agreements have been signed, and consequently the shift rotation is on average heterogeneous across the different control rooms.

In fact, the shifts on a given workstation may not coincide with the shifts of another, or in the case of workstations enabled by more than one person, the start and end times of the operators' shifts may not coincide.

This latter aspect particularly complicates the identification of a univocal shift extension or, conversely, the identification of the number of resources for a fixed shift extension.

Under the guidance of regional representatives, certain pivot workstations-shifts (PWS) were identified for each traffic control room. These workstations, in the opinion of the same representatives, for specific shifts, were considered well-sized and consequently used as a reference benchmark to calibrate the model.

Tabella 13 – Table 13

TAC – Carico da manovre – Livello 0
Typological Adaptation Coefficients – Shunting movement load – Level 0

$$A_{SM} = \frac{\varphi_{SM,SZ} \cdot h_{SM,SZ} \cdot X_{SM,SZ} + \varphi_{SM,NoSZ} \cdot h_{SM,NoSZ} \cdot X_{SM,NoSZ}}{MIN(\varphi_{SM,SZ}; \varphi_{SM,NoSZ}) \cdot (h_{SM,SZ} + h_{SM,NoSZ})}$$

$A_M =$	TAC per carico da manovre SML TAC
$\varphi_{SM,SZ} =$	Coefficiente di magnitudo legato ai movimenti di manovra con “zone di manovra” gestiti da DCO <i>Shunting movement (supported by “shunting zone”) managed by CRTC magnitude coefficients.</i>
$\varphi_{SM,NoSZ} =$	Coefficiente di magnitudo legato ai movimenti di manovra senza “zone di manovra” gestiti da DCO <i>Shunting movement (not supported by “shunting zone”) managed by CRTC magnitude coefficients.</i>
$h_{SM,SZ} =$	Numero dei movimenti di manovra con “zone di manovra” gestiti da DCO <i>Number of Shunting movement (supported by “shunting zone”) managed by CRTC.</i>
$h_{SM,NoSZ} =$	Numero dei movimenti di manovra senza “zone di manovra” gestiti da DCO <i>Number of Shunting movement (not supported by “shunting zone”) managed by CRTC.</i>
$X_{SM,SZ} =$	Variabile rappresentativa dei movimenti di manovra con “zone di manovra” gestiti da DCO. <i>Shunting movement (supported by “shunting zone”) managed by CRTC representative variables.</i>
$X_{SM,NoSZ} =$	Variabile rappresentativa dei movimenti di manovra senza “zone di manovra” gestiti da DCO <i>Shunting movement (not supported by “shunting zone”) managed by CRTC representative variables.</i>

- infrastruttura;
- numero di operatori.

Il campione utilizzato per la calibrazione rappresenta il 17% delle postazioni-turno analizzate.

5.3. Descrizione del campione

Le caratteristiche relative al carico e all'infrastruttura della rete ferroviaria sono altamente eterogenee fra i territori; conseguentemente, il numero di postazioni DCO all'interno delle sale di controllo varia, da un minimo di 2 a un massimo di 15.

Attualmente, la rete ferroviaria gestita da RFI comprende circa 17.000 chilometri di binari, con oltre il 50% su doppio binario. Più dell'80% della rete è gestito tramite controllo remoto: nel 58% dei casi si tratta di controllo remoto di tipo CTC, nel 25% di tipo SCC e nel 17% di tipo ACCM (quest'ultimo è principalmente concentrato nei territori di Bologna, Milano e Roma).

Le sale di controllo territoriali gestiscono e monitorano più di 3.000 LDS, il 50% delle quali ricade nelle giurisdizioni delle sale delle principali città italiane (Milano, Torino, Roma, Bologna e Napoli).

La percentuale di LDS dove è possibile effettuare incroci o precedenze in ciascun territorio varia tra il 50% e il 76% delle località stesse.

Ogni giorno in Italia, RFI gestisce circa 10.000 treni: di questi, approssimativamente il 78% costituisce traffico regionale, il 4% traffico Alta Velocità, il 2% servizio universale, il 5% traffico merci e la parte rimanente è traffico di servizio. Rispetto al traffico giornaliero medio gestito dalle postazioni DCO, circa il 48% di questo si concentra nel turno pomeridiano, il 38% nel turno mattutino e il rimanente 16% nel turno serale. Il solo territorio di Milano conta il 25% di tutti i treni circolanti nel paese. I valori più bassi sono registrati nei territori di Cagliari, Reggio Calabria, Bari, Palermo e Pescara, dove il dato aggregato supera di poco il 12% dei treni circolanti. Di seguito (Fig. 7), viene riportata la distribuzione dei volumi circolanti tra le diverse sale.

Mediamente, per ogni postazione, un treno attraversa circa 7 LDS (fermate escluse), con un massimo di 19 e un minimo di 2. Considerando solo le LDS direttamente gestite dal DCO, il numero medio di LDS attraversate

Tabella 14 – Table 14

Regressori Carico da circolazione treni, Carico in linea
Regressors Train circulation load, In line transit load

$R_{LTL,1} = A_{LTL} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel}) \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{LTL,2} = A_{LTL} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel})$
$R_{LTL,3} = A_{LTL} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{LTL,4} = A_{LTL} \cdot nTr$
$R_{LTL,5} = nTr \cdot (1 + HT_{vel}) \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{LTL,6} = nTr \cdot (1 + HT_{vel})$
$R_{LTL,7} = nTr \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{LTL,8} = nTr$

Tabella 15 – Table 15

Regressori Carico da circolazione treni, Carico in stazione (tutte le LDS)
Regressors Train circulation load, On station transit load (All Service location)

$R_{SLT,1} = A_{STL} \cdot nSL \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel}) \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT,2} = A_{STL} \cdot nSL \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel})$
$R_{SLT,3} = A_{STL} \cdot nSL \cdot nTr \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT,4} = A_{STL} \cdot nSL \cdot nTr$
$R_{SLT,5} = A_{STL} \cdot nSL$
$R_{SLT,6} = nSL \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel}) \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT,7} = nSL \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel})$
$R_{SLT,8} = nSL \cdot nTr \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT,9} = nSL \cdot nTr$
$R_{SLT,10} = nSL$

Tabella 16 – Table 16

Regressori Carico da circolazione treni, Carico in stazione (LDS abilitate da DCO)
Regressors Train circulation load, On station transit load (Service location managed by CRTC)

$R_{SLT_CRTC,1} = A_{STL} \cdot nSL_{CRTC} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel}) \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT_CRTC,2} = A_{STL} \cdot nSL_{CRTC} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel})$
$R_{SLT_CRTC,3} = A_{STL} \cdot nSL_{CRTC} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT_CRTC,4} = A_{STL} \cdot nSL_{CRTC} \cdot nTr$
$R_{SLT_CRTC,5} = A_{STL} \cdot nSL_{CRTC}$
$R_{SLT_CRTC,6} = nSL_{CRTC} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel}) \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT_CRTC,7} = nSL_{CRTC} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel})$
$R_{SLT_CRTC,8} = nSL_{CRTC} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT_CRTC,9} = nSL_{CRTC} \cdot nTr$
$R_{SLT_CRTC,10} = nSL_{CRTC}$

These PSW were selected following the principle of heterogeneity with respect to:

- workload composition;
- infrastructure;
- number of operators.

The sample used for calibration represents 17% of the workstation-shift analyzed.

5.3. Sample Description

The infrastructure and traffic load characteristics across the railway network exhibit substantial heterogeneity among

Tabella 17 – Table 17

Regressori Carico da circolazione treni, Carico in stazione (LDS non abilitate da DCO)

Regressori Train circulation load, On station transit load (Service location not managed by CRTC)

$R_{SLT_DISP,1} = A_{STL} \cdot nSL_{DISP} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel}) \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT_DISP,2} = A_{STL} \cdot nSL_{DISP} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel})$
$R_{SLT_DISP,3} = A_{STL} \cdot nSL_{DISP} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT_DISP,4} = A_{STL} \cdot nSL_{DISP} \cdot nTr$
$R_{SLT_DISP,5} = A_{STL} \cdot nSL_{DISP}$
$R_{SLT_DISP,6} = nSL_{DISP} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel}) \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT_DISP,7} = nSL_{DISP} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{vel})$
$R_{SLT_DISP,8} = nSL_{DISP} \cdot nTr \cdot (1 + HT_{cat})$
$R_{SLT_DISP,9} = nSL_{DISP} \cdot nTr$
$R_{SLT_DISP,10} = nSL_{DISP}$

Tabella 18 – Table 18

Regressori Carico da circolazione treni, Carico da interferenza interruzioni

Regressori Train circulation load, Interference interruptions load

$R_{II,1} = A_{II} \cdot nTr \cdot IntDuration$
$R_{II,2} = nTr \cdot IntDuration$

Tabella 19 – Table 19

Regressori Carico da manutenzione

Regressori Maintenance load

$R_{M,1} = A_M \cdot nIntTic$
$R_{M,2} = nIntTic$

Tabella 20 – Table 20

Regressori Carico da manovre

Regressori Shunting movement load

$R_{SM,1} = A_{SM} \cdot nSM$
$R_{SM,2} = nSM$

territories, resulting in varying numbers of CRTC's workstations within control rooms, ranging from 2 to 15.

The railway network currently managed by RFI encompasses approximately 17,000 kilometers of track, with over 50% consisting of double-track lines. Remote control systems govern more than 80% of the network, distributed as follows: 58% utilizing CTC, 25% employing SCC, and 17% operating under ACCM (predominantly concentrated in the Bologna, Milan, and Rome territories).

The territorial control rooms manage and monitor in excess of 3,000 railway service locations, with 50% of these falling under the jurisdiction of control rooms in major Italian metropolitan areas (Milan, Turin, Rome, Bologna, and Naples).

The proportion of SL capable of accommodating train crossing or overtaking operations varies by territory, ranging from 50% to 76% of total locations.

RFI manages approximately 10,000 daily train movements across Italy, comprising approximately 78% regional traffic, 4% high-speed services, 2% universal service, 5% freight transport, and the remainder consisting of service traffic. The daily traffic distribution, with regard to trains managed from CRTs workstations, across shifts shows approximately 48% concentration during the afternoon shift, 38% during the

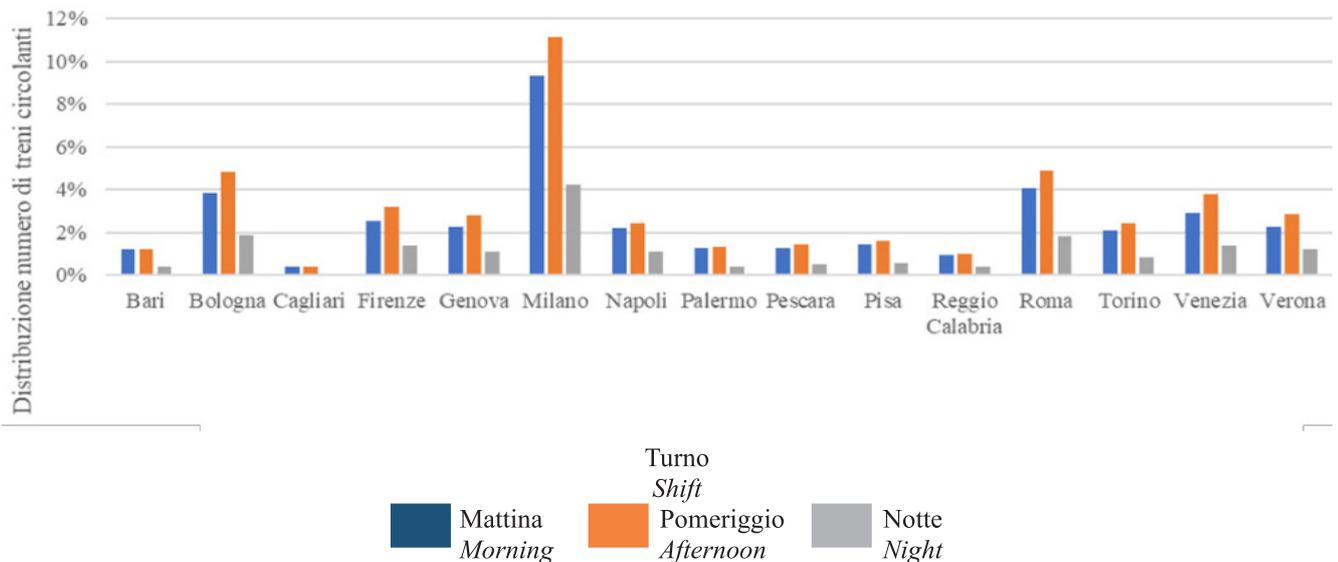


Figura 7 – Distribuzione numero treni circolanti
 Figure 7 – Distribution of number trains movements

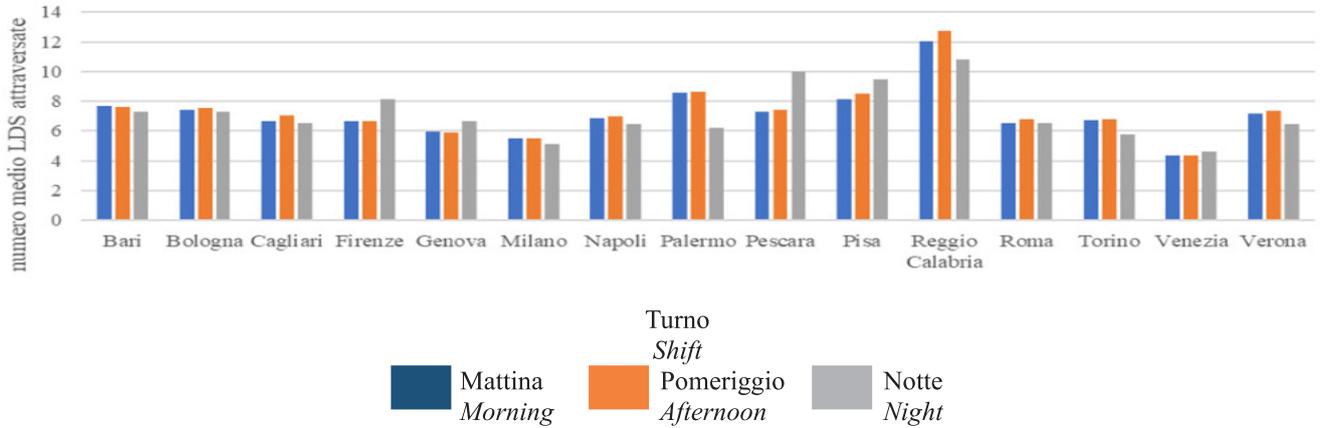


Figura 8 – Distribuzione numero medio di LDS attraversate
 Figure 8 – Distribution of average number of service locations traversed

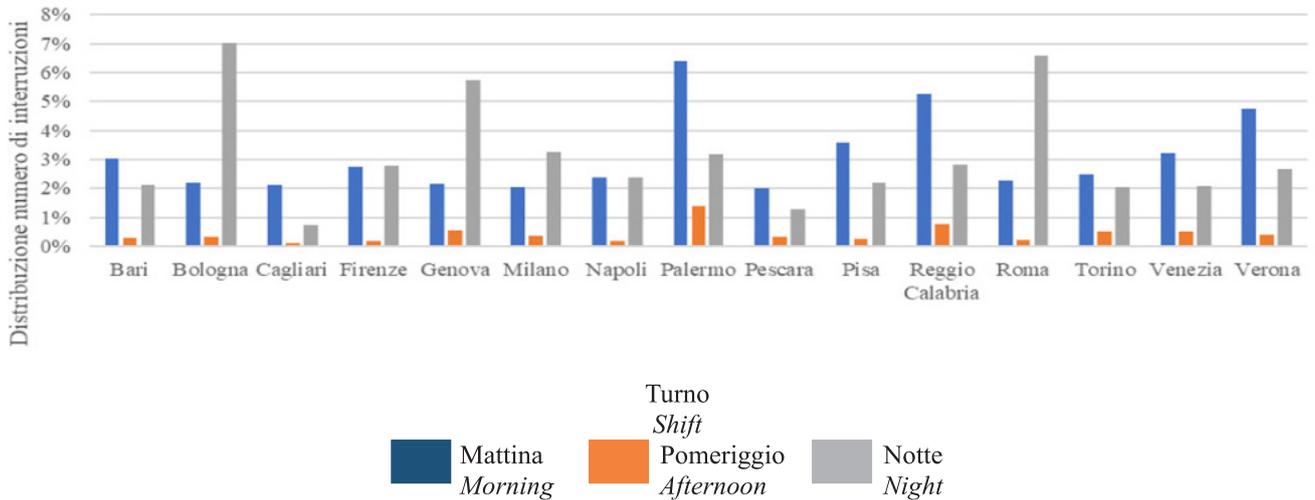


Figura 9 – Distribuzione numero interruzioni.
 Figure 9 – Distribution of interruptions number.

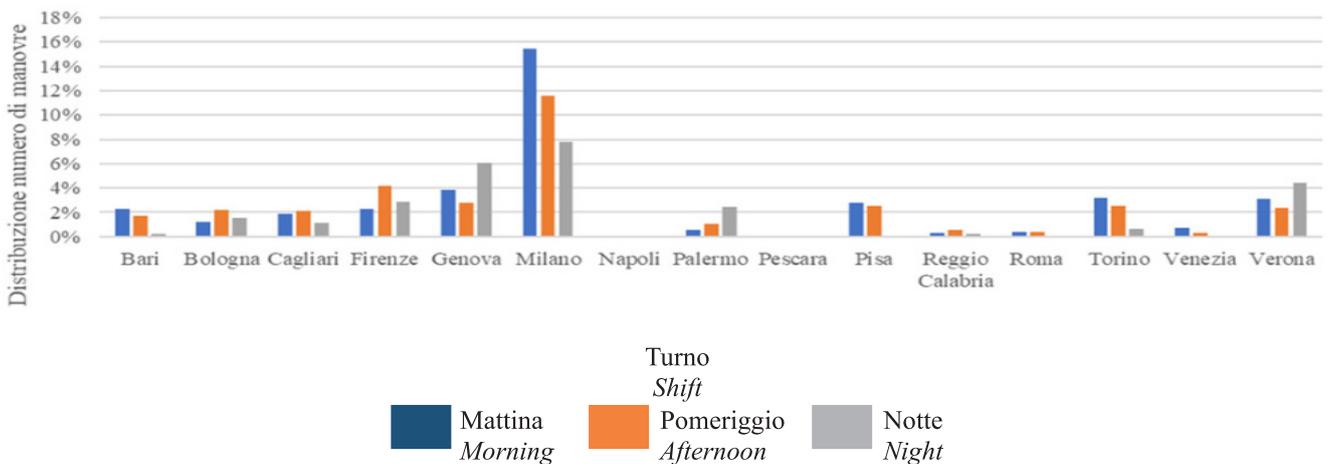


Figura 10 – Distribuzione numero manovre
 Figure 10 – Distribution of shunting movements number

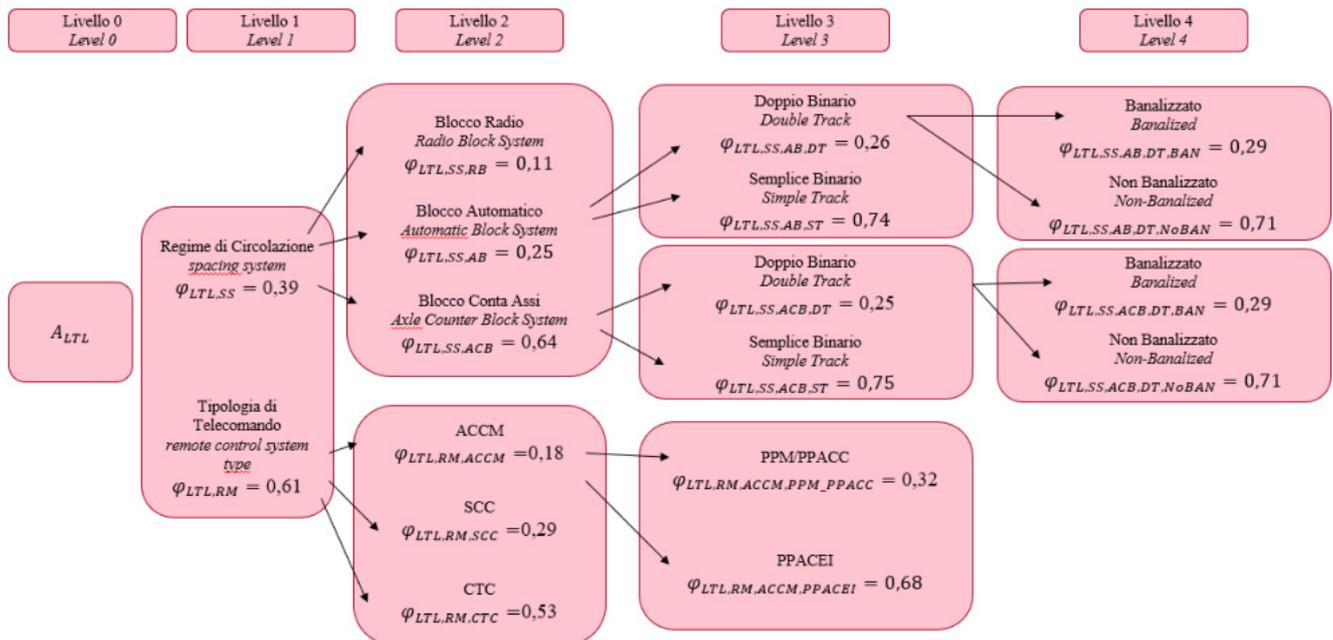


Figura 11 – Coefficienti di magnitudo AHP Carico da circolazione treni, Carico in linea
 Figure 11 – AHP magnitude coefficients Train circulation load, In line transit load

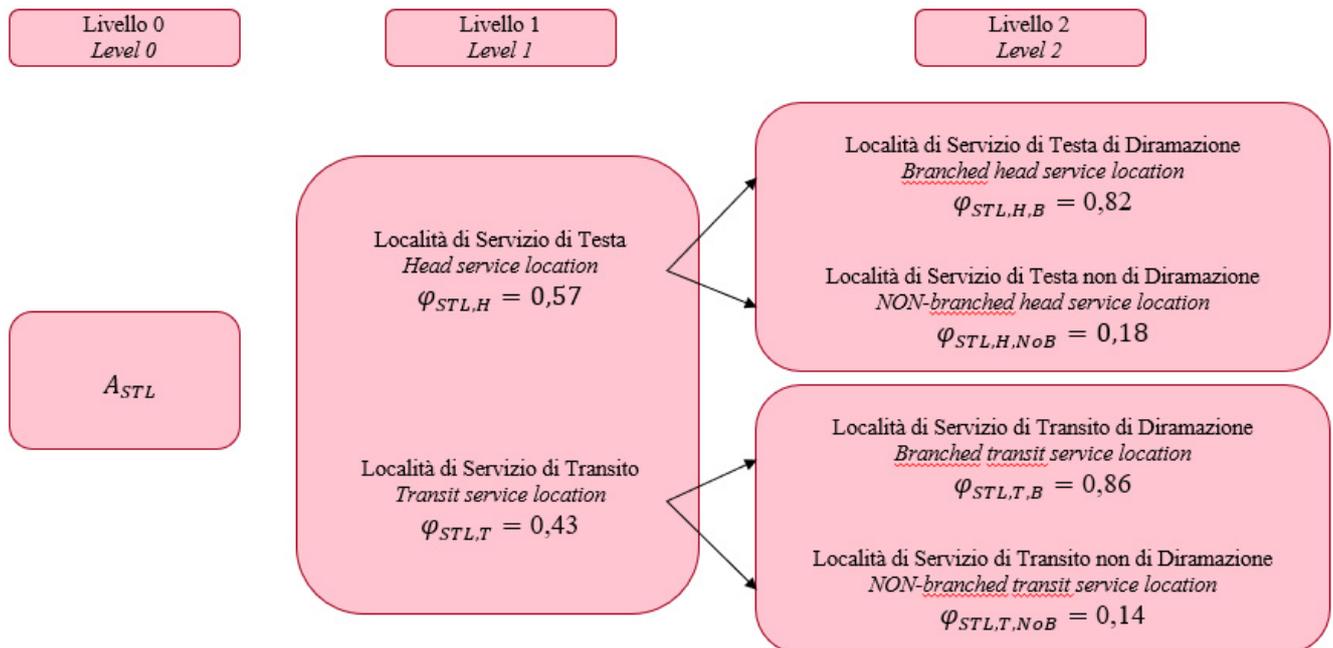


Figura 12 – Coefficienti di magnitudo AHP Carico da circolazione treni, Carico in stazione
 Figure 12 – AHP magnitude coefficients Train circulation load, On station transit load

diminuisce a 4,8. Di seguito (Fig. 8), viene riportata la distribuzione del numero medio di LDS attraversate dai treni.

Il livello medio di eterotachicità è del 17%, mentre il grado medio di eterogeneità del traffico è del 47%. I valori più alti sono raggiunti nei territori di Milano, Bologna e Venezia.

morning shift, and the remaining 16% during the evening shift. The Milan territory alone accounts for 25% of the nation's total train movements. The lowest volumes are recorded in the territories of Cagliari, Reggio Calabria, Bari, Palermo, and Pescara, collectively representing slightly over 12% of total train movements. Below (Fig. 7), distribution of the volume of circulating train among regional control room.

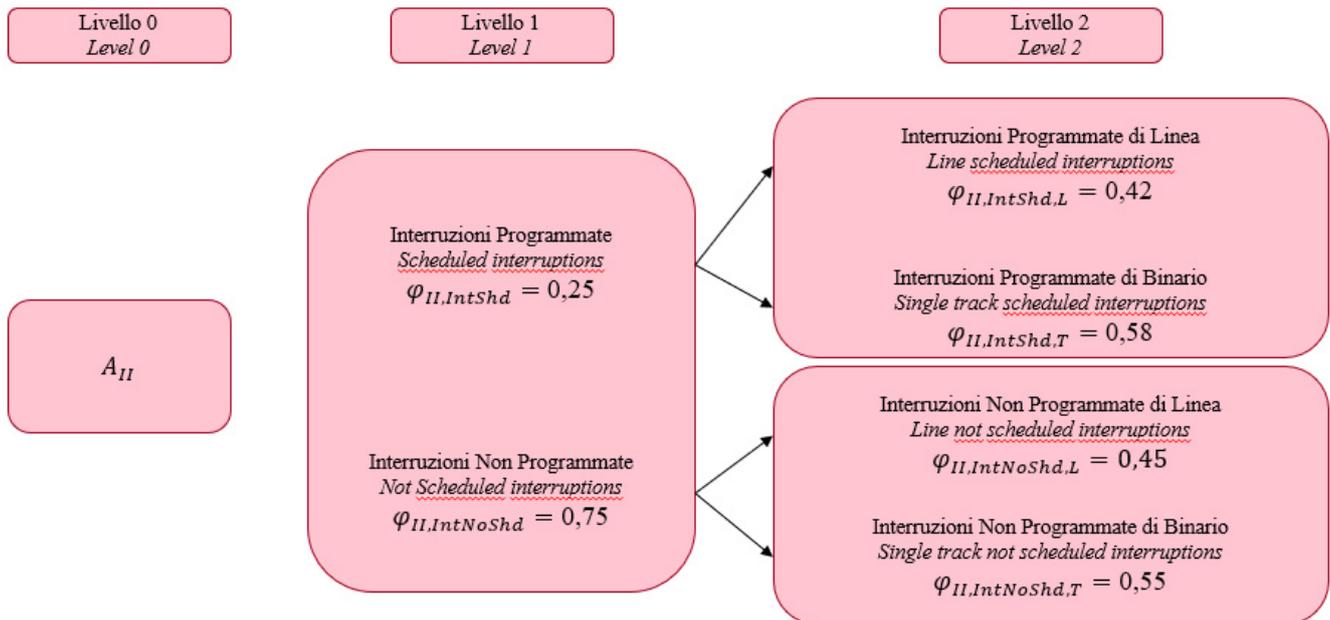


Figura 13 – Coefficienti di magnitudo AHP Carico da circolazione treni, Carico da interferenza interruzioni
 Figure 13 – AHP magnitude coefficients Train circulation load, Interference interruptions load

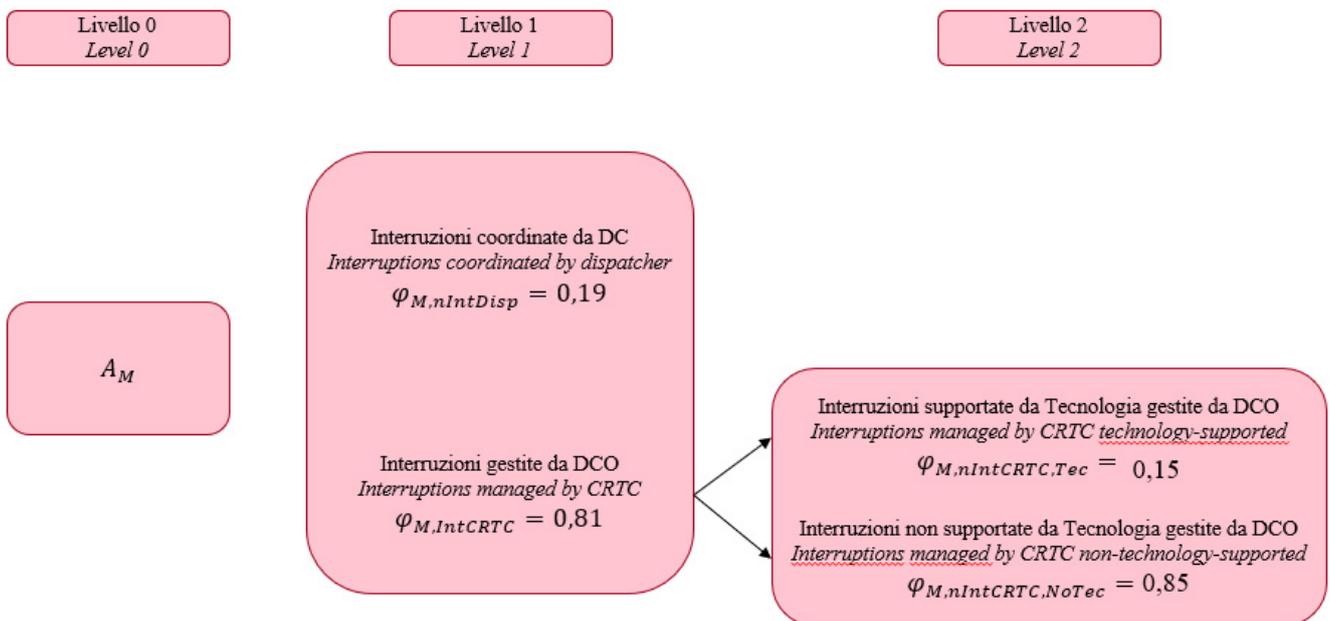


Figura 14 – Coefficienti di magnitudo AHP Carico da manutenzione
 Figure 14 – AHP magnitude coefficients Maintenance load

Riguardo alle interruzioni gestite tramite le postazioni, a livello nazionale, si contano in media 730 interruzioni al giorno concesse quasi interamente durante i turni mattutino e serale. A differenza del transito dei treni, la frequenza di concessione delle interruzioni, nonché la distribuzione delle durate, è più omogenea sul territorio. Di seguito (Fig. 9), viene riportata la distribuzione del numero di interruzioni tra le sale di controllo.

On average, for each workstation, a train passes through approximately 7 service locations, with a maximum of 19 and a minimum of 2. Considering only the service locations directly managed by CRTC, the average number of service locations traversed decreases to 4.8. Below (Fig. 8), the distribution of average number of SL crossed by train.

Heterotachicity levels average 17%, while traffic heterogeneity indices exhibit a mean value of 47%. Peak values

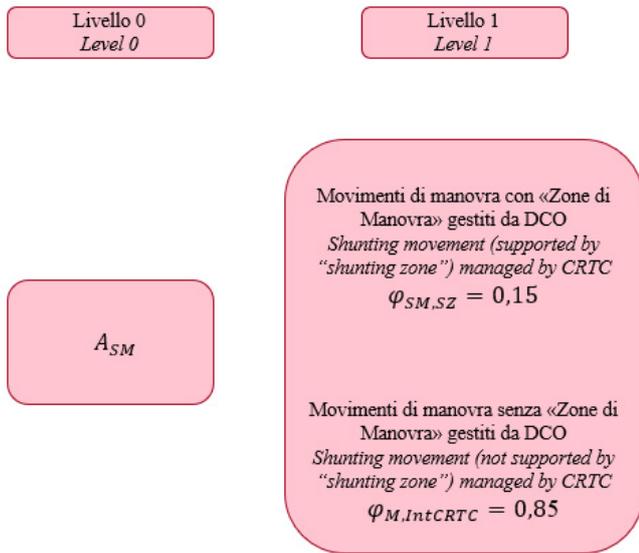


Figura 15 – Coefficienti di magnitudo AHP Carico da manovre
 Figure 15 – AHP magnitude coefficients Shunting movements load

Per quanto concerne i movimenti di manovra programmati, direttamente gestiti dal DCO, si registra mediamente un’operazione di manovra per turno per postazione. La maggior parte delle operazioni di manovra avviene al mattino, il 35% nel pomeriggio e il rimanente 26% di notte. Il 36% di tutti i movimenti di manovra gestiti dal DCO si verifica nel territorio di Milano, seguito da Genova con il 13%. A conferma, (cfr. Fig. 10) viene riportata la distribuzione dei volumi delle manovre effettuate nelle sale circolazione.

are observed in the Milan, Bologna, and Venice territorial jurisdictions.

Track possession analysis reveals a national average of 730 daily interruptions, predominantly distributed across morning and evening operational periods. In contrast to train movement patterns, both the temporal distribution and duration of track possessions demonstrate greater territorial homogeneity. Below (Fig. 9), the distribution of volume of track possessions among the regional control room.

Analysis of CRTC-managed scheduled shunting operations indicates a mean frequency of one movement per shift per workstation. The temporal distribution reveals 39% of operations occurring during morning shifts, 35% during afternoon periods, and 26% during night shifts. Spatial analysis demonstrates that the Milan territory accounts for 36% of total CRTC-managed shunting movements, followed by Genoa at 13%. According to that condition (ref. Fig. 10) the distribution of volume of shunting movements among the regional control room.

5.4. Campione dell’indagine AHP

The Analytic Hierarchy Process (AHP) survey, conducted with the specifications mentioned previously, was administered via an electronic form to 26 experts in the railway sector. The results were collected in a spreadsheet and subsequently processed in order to calculate the value of the magnitude coefficients.

6. Results

6.1. AHP outcomes

The outcomes (ref. Fig. 11, Fig. 12, Fig. 13, Fig. 14, Fig. 15), in alignment with the hierarchy utilized for the con-

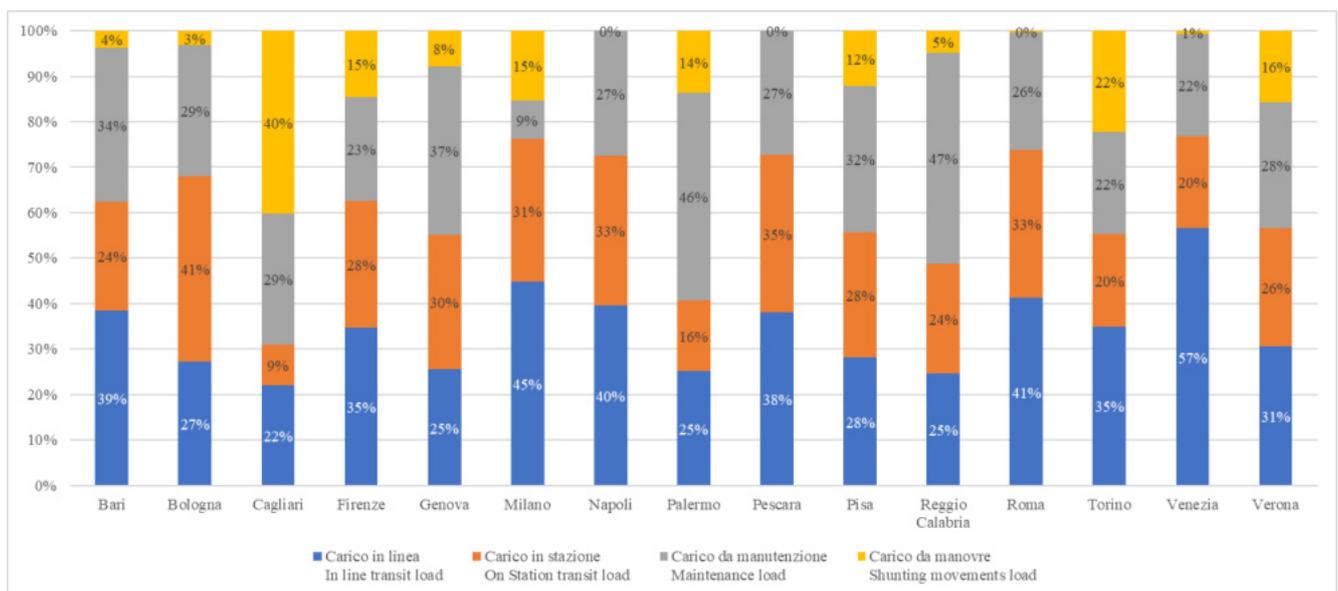


Figura 16 – Distribuzione percentuale delle tipologie di carico
 Figure 16 – Percentage distribution of load types

5.4. Campione dell'indagine AHP

L'indagine AHP, condotta con le specifiche menzionate in precedenza, è stata somministrata, mediante un modulo elettronico, a 26 esperti del settore ferroviario. I risultati sono stati raccolti in un foglio di calcolo e successivamente elaborati al fine di calcolare il valore dei coefficienti di magnitudo.

6. Risultati

6.1. Risultati dell'analisi AHP

I risultati (cfr. Fig. 11, Fig. 12, Fig. 13, Fig. 14, Fig. 15), in linea con la gerarchia utilizzata per la costruzione dell'indagine AHP, si riporta il valore dei coefficienti di magnitudo. Si può notare che per ogni aggregazione di caratteristiche ascrivibili ad una stessa variabile rappresentativa, la somma dei coefficienti di magnitudo è pari a 1. Si ricorda inoltre che maggiore è il valore del coefficiente è maggiore è stato ritenuto l'impatto di un determinato elemento qualitativo sulla amplificazione del workload.

6.2. Risultati del modello di regressione

Per ogni tipo di carico, in base agli indicatori di significatività statistica, sono stati selezionati i regressori e riportati di seguito (Tab. 21).

Relativamente al carico da interruzioni non è stato preso in considerazione alcun regressore in quanto, dalla calibrazione, tutti i possibili regressori ascrivibili al suddetto carico non hanno mostrato la necessaria significatività statistica.

Si può notare inoltre che né il grado di eterotachicità né il livello di eterogeneità del traffico sono risultati significativi.

Di seguito (Tab. 22), viene riportato il dettaglio della calibrazione.

L'analisi dimostra generalmente una buona capacità predittiva del modello ($R\text{ Square} > 0,8$), supportata da un'eccellente significatività statistica (il P-value di tutti i regressori è molto basso) (Tab. 21).

Si può osservare che i coefficienti, come atteso, sono tutti positivi, significando che all'aumentare di questi, aumenta anche il valore del carico di lavoro previsto.

Inoltre, l'analisi ha rivelato che solo per il carico di linea e da manovra, le caratteristiche qualitative del carico,

Regressori selezionati
Selected regressors

Tabella 21 – Table 21

Regressori selezionati Selected regressors	Formulazione Formula
Carico in linea In line transit load	$R_{LTL,4} = A_{LTL} \cdot nTr$
Carico in stazione On station transit load	$R_{STL,9} = nSL \cdot nTr$
Carico da manutenzione Maintenance load	$R_{M,2} = nIntTic$
Carico da manovre Shunting movements load	$R_{SM,1} = A_{SM} \cdot nSM$

Risultati della calibrazione
Calibration results

Tabella 22 – Table 22

Regression Statistics				
R Square	0,89			
Adj - R square	0,86			
Standard Error	55,02			
Observation	57			
Significance F	4,47E-24			
	Parametri del modello Model parameters (β)	Standard Error	t-Stat	P-Value
$R_{LTL,4}$	0,066	0,013	5,033	5,91E-06
$R_{STL,9}$	0,084	0,016	5,098	4,7E-06
$R_{M,2}$	7,531	1,506	5,001	6,63E-06
$R_{SM,1}$	4,947	1,444	3,427	0,001

struction of the AHP survey, the values of the magnitude coefficients are reported. It can be observed that for each aggregation of characteristics attributable to the same representative variable, the sum of the magnitude coefficients equals 1. It is further noted that the greater the value of the coefficient, the greater the impact of a specific qualitative element on workload amplification has been deemed to be.

6.2. Regression model outcomes

For each type of load, based on the statistical significance indicators, the regressors were selected and reported below (Tab. 21).

Regarding the interruption workload, no regressors were taken into consideration as, from the calibration, all possible regressors attributable to the aforementioned workload did not demonstrate the necessary statistical significance.

It can furthermore be observed that neither the degree of heterotachicity nor the level of traffic heterogeneity proved to be significant.

modellate attraverso l'analisi AHP, sono risultate statisticamente significative.

6.3. Validazione

Noti i valori dei parametri del modello β , riprendendo la forma funzionale esposta nel paragrafo 4, è agevole calcolare per ogni postazione i e turno j il valore di *workload* y_{ij} utilizzando la seguente formula lineare:

$$y_{ij} = \beta_{LTL,4} \cdot R_{LTL,4} + \beta_{SLT,9} \cdot R_{SLT,9} + \beta_{M,2} \cdot R_{M,2} + \beta_{SM,1} \cdot R_{SM,1}$$

Relativamente all'ipotesi fatta sul rapporto tra valore del carico di lavoro e risorse assegnate per postazione-turno (ipotesi di assegnazione), l'applicazione del modello sull'intera popolazione di postazioni-turno mostra che l'86% delle postazioni-turno sono correttamente dimensionate o leggermente sovradimensionate, e solo il 14% risulta leggermente sottodimensionato.

È interessante notare che, dal confronto con i referenti locali, le postazioni-turno risultate sottodimensionate sono regolarmente presidiate da operatori di sussidio che compensano efficacemente il carico di lavoro aggiuntivo.

Riepilogando (Fig. 16), si riporta la distribuzione delle tipologie di carico tra le sale di controllo.

7. Conclusioni e raccomandazioni

7.1. Conclusioni della ricerca

Lo studio presenta un approccio esaustivo per stimare il carico di lavoro degli operatori del traffico ferroviario attraverso un modello ibrido che combina regressione (Tab. 22) lineare multipla e analisi multicriterio AHP. Incorporando fattori quantitativi e qualitativi, il modello fornisce un'analisi olistica del carico di lavoro nelle postazioni di controllo. Questo quadro metodologico consente un'allocatione razionale delle risorse, garantendo il numero corretto di operatori per turno per gestire efficacemente i flussi di traffico e affrontare le complessità operative. L'applicazione della AHP per la quantificazione dei fattori qualitativi, basata sulle valutazioni degli esperti, che hanno lavorato essi stessi su quelle postazioni, assicura che il modello rifletta accuratamente le reali esigenze operative.

In linea con le caratteristiche richieste per gli indicatori di carico di lavoro, identificate nella letteratura tecnica, il modello proposto incorpora attributi essenziali per una misurazione efficace del *workload*. Specificamente, esso dimostra sensibilità riflettendo accuratamente le variazioni del carico di lavoro tra turni e postazioni. Inoltre, la capacità diagnostica del modello consente l'identificazione precisa dei predittori del carico, come l'intensità del traffico o le interruzioni, soddisfacendo il requisito di comprensione dei fattori alla base della quantificazione del *workload*. Mantiene inoltre la non-invasività, utilizzando dati operativi esistenti per evitare impatti sulle prestazioni delle attività on the job. La sua affidabilità è dimostrata dalla coerenza dei risultati, rispetto alla sensibilità degli

Below (Tab. 22), the calibration details are reported.

The analysis generally demonstrates a good predictive capability of the model, supported by excellent statistical significance (Tab. 21).

We can observe that the coefficients, as expected, are all positive, meaning that as these increase, the predicted workload value also increases.

Furthermore, the analysis revealed that only for the In-Line Transit Load and Shunting, the qualitative characteristics of the load, modelled through AHP analysis, were found to be statistically significant.

6.3. Validation

Given the known values of the model parameters β , referring back to the functional form presented in paragraph 4, it is straightforward to calculate for each position i and shift j the workload value y_{ij} using the following linear formula:

$$y_{ij} = \beta_{LTL,4} \cdot R_{LTL,4} + \beta_{SLT,9} \cdot R_{SLT,9} + \beta_{M,2} \cdot R_{M,2} + \beta_{SM,1} \cdot R_{SM,1}$$

Regarding the hypothesis on the relationship between workload value and resources assigned per workstation-shift (allocation hypothesis), the application of the model on entire population of workstation-shifts shows that 86% of the workstation-shifts are correctly sized or slightly oversized, and only 14% are slightly undersized.

It is interesting to note that, from comparison with the local contacts, the workstation-shifts that are found to be undersized are regularly staffed by auxiliary operators who effectively compensate for the additional workload.

The distribution of load types between control rooms is shown in Fig. 16.

7. Conclusions and recommendations

7.1. Conclusion of Research

This study presents a comprehensive approach to estimating railway traffic operators' workload through a hybrid model combining multiple linear regression (Tab. 22) and the AHP. By incorporating quantitative and qualitative factors, the model provides a holistic analysis of workload at control workstations. This methodological framework enables precise resource allocation, ensuring the right number of operators per shift to manage traffic flows effectively and address operational complexities. The application of AHP for qualitative factor weighting, based on input from workstation staff, ensures that the model accurately reflects real operational demands.

In line with established workload indicator criteria identified in the technical literature, the proposed workload model embodies essential attributes for effective workload measurement. Specifically, it demonstrates sensitivity by accurately reflecting variations in workload across shifts and workstation. The model's diagnostic capability allows for precise identification of load contributors, such as traffic intensity or operational interruptions, meeting the requirement for under-

addetti ai lavori, garantendo una base teorica stabile per una corretta allocazione delle risorse.

In sintesi, la ricerca fornisce un metodo innovativo e standardizzato per determinare il fabbisogno ottimale nelle postazioni di controllo, allineandosi alle esigenze di un sistema di gestione del traffico ferroviario modernizzato e centralizzato. Stabilendo una base razionale per l'allocazione delle risorse, questo modello ha il potenziale di definire nuovi standard di efficienza ed efficacia nell'industria ferroviaria, orientando future decisioni in merito al personale delle sale di controllo e alla gestione del carico di lavoro.

7.2. Significatività della ricerca

La significatività della ricerca risiede nell'approccio oggettivo e data-driven al problema dell'allocazione delle risorse, un processo questo tradizionalmente privo di standardizzazione in ambito ferroviario. Trasformando l'assegnazione delle risorse in una valutazione oggettiva, il modello minimizza l'influenza dei bias gestionali e delle pressioni esterne. Lo studio contribuisce alla definizione di uno strumento critico per razionalizzare le valutazioni circa il carico di lavoro e ottimizzare il personale assegnato alle postazioni in sale di controllo diversificate, fungendo potenzialmente da base per un'implementazione più ampia nel settore ferroviario.

7.3. Raccomandazioni per ricerche future

Ricerche future potrebbero migliorare il modello differenziando le stime del carico di lavoro in funzione delle caratteristiche di orario e infrastrutturali delle LDS. Un ulteriore perfezionamento potrebbe migliorare la quantificazione del carico di lavoro legato all'interferenza delle interruzioni sul *workload* finale. Nota inoltre l'eventualità che una stessa postazione possa gestire sistemi di telecomando realizzati da fornitori differenti, un'ulteriore espansione del modello potrebbe inglobare anche aspetti di sicurezza legati a interfacce grafiche differenti con cui uno stesso operatore potrebbe operare durante un turno di lavoro.

Un ulteriore implementazione del modello potrebbe riguardare la determinazione di specifici coefficienti di sicurezza da applicare ai valori di *workload* risultanti, funzione degli eventi anomali che si verificano durante la gestione del traffico ferroviario.

Future analisi di sensitività potrebbero infine far comprendere meglio l'effettivo impatto delle caratteristiche qualitative su *workload* finale.

standing workload sources. It also maintains non-intrusiveness, leveraging existing operational data to avoid impacting task performance. Additionally, the reliability of the model is evidenced by its consistent accuracy across the different workstations and shifts analyzed, ensuring a stable basis for resource allocation across railway environments.

In summary, this research provides a novel, standardized method for determining optimal staffing at railway control workstations, aligning with the needs of a modernized, centralized rail traffic management system. By establishing a rational basis for resource allocation, this model has the potential to set new standards for efficiency and effectiveness in the railway industry, guiding future decisions in control room staffing and workload management.

7.2. Significance of Research

The significance of this research lies in its data-driven, impartial approach to resource allocation, a process traditionally lacking standardization in the railway industry. By transforming resource assignment into an objective assessment, the model minimizes the influence of management biases and external pressures. This study thus contributes a critical tool for rationalizing workload assessments and optimizing workstation staffing across diverse control room environments, potentially serving as a foundation for broader implementation within the railway sector.

7.3. Recommendations for Future Research

Future research could enhance the model by differentiating workload estimates based on the scheduling and infrastructural characteristics of service locations. Further refinement could improve the quantification of workload related to the interference of interruptions on the final workload. Additionally, considering the possibility that a single workstation may manage remote control systems provided by different suppliers, a further expansion of the model could incorporate safety aspects related to different graphical interfaces that the same operator might interact with during a work shift.

Another potential implementation of the model could involve the determination of specific safety coefficients to be applied to the resulting workload values, based on the occurrence of anomalous events during railway traffic management.

Future sensitivity analyses could further enhance the understanding of the actual impact of qualitative characteristics on the final workload, as well as consolidate the assumptions regarding the hierarchy structure of the AHP investigation and the functional form for determining typological adaptation coefficients.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] HART S. G., WICKENS C. D. (1990), "Workload assessment and prediction. In *MANPRINT: an approach to systems integration*" (pp. 257-296), Dordrecht: Springer Netherlands.

- [2] CAIN B. (2007), "A review of the mental workload literature.", DTIC Document.
- [3] HART S. G., (1988), "Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research.", Human mental workload, Elsevier.
- [4] WICKENS C.D., HOLLANDS J.G., BANBURY S., PARASURAMAN R. (2013), "Engineering Psychology and Human Performance" (4th ed.), Psychology Press.
- [5] REID G. B., NYGREN T. E. (1988), "The subjective workload assessment technique: A scaling procedure for measuring mental workload." In Advances in psychology, Vol. 52, pp. 185-218, North-Holland.
- [6] GATTA R., VALLATI M., PIROLA I., LENKOWICZ J., TAGLIAFERRI L., CAPPELLI C., CASTELLANO M. (2020), "An empirical analysis of predictors for workload estimation in healthcare." In Computational Science–ICCS 2020: 20th International Conference, Amsterdam, The Netherlands, June 3–5, 2020, Proceedings, Part I 20 (pp. 304-311). Springer International Publishing.
- [7] KEUNECKE J. G., GALL C., BIRKHOLOZ T., MORITZ A., EICHE C., PROTTENGEIER J. (2019), "Workload and influencing factors in non-emergency medical transfers: a multiple linear regression analysis of a cross-sectional questionnaire study." BMC health services research, 19:1-11.
- [8] SMITH A. M. (2015), "Robust Models for Operator Workload Estimation."
- [9] SAATY T. L., PENIWATI K., SHANG J. S. (2007), "The analytic hierarchy process and human resource allocation: Half the story.", Mathematical and Computer Modelling, 46(7-8):1041-1053.
- [10] PICKUP L., WILSON J. R., NORRIS B. J., MITCHELL L., MORRISROE G. (2005), "The Integrated Workload Scale (IWS): a new self-report tool to assess railway signaller workload.", Applied Ergonomics, 36(6):681-693.
- [11] BONICA C., GIOVINE V. (2018), "La valutazione del carico di lavoro delle postazioni di Dirigente Centrale Operativo.", Ingegneria Ferroviaria, 73(6).
- [12] ISMAEEL R., HIBBERD D., CARSTEN O., JAMSON S. (2020), "Do drivers self-regulate their engagement in secondary tasks at intersections? An examination based on naturalistic driving data.", Accident Analysis & Prevention, 137:105464.
- [13] HUANG L., CUMMINGS M. L., NNEJI V. C. (2018), "Preliminary analysis and simulation of railroad dispatcher workload.", In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (Vol. 62, No. 1, pp. 691-695). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- [14] DORRIAN J., ROACH G. D., FLETCHER A., DAWSON D. (2007), "Simulated train driving: fatigue, self-awareness and cognitive disengagement.", Applied ergonomics, 38(2):155-166.
- [15] NAWEED A. (2014), "Investigations into the skills of modern and traditional train driving.", Applied ergonomics, 45(3):462-470.
- [16] ZOER I., SLUITER J. K., FRINGS-DRESEN M. H. (2014), "Psychological work characteristics, psychological workload and associated psychological and cognitive requirements of train drivers." Ergonomics, 57(10):1473-1487.
- [17] Rete Ferroviaria Italiana (2024), "Regolamento per la Circolazione dei Treni."
- [18] SAATY T. L. (1980), "The Analytic Hierarchy Process.", McGraw-Hill, New York.
- [19] SAATY T. L. (1990), "How to make a decision: The analytic hierarchy process.", European Journal of Operational Research, 48(1):9-26.
- [20] VAIDYA O. S., KUMAR S (2006), "Analytic hierarchy process: An overview of applications", European Journal of Operational Research, 169(1):1-29.
- [21] FORMAN E. H., GASS S. I. (2001), "The analytic hierarchy process—an exposition.", Operations Research, 49(4):469-486.
- [22] ISHIZAKA A., LABIB A. (2011), "Review of the main developments in the analytic hierarchy process.", Expert Systems with Applications, 38(11):14336-14345.
- [23] SAATY T. L. (2008), "Decision making with the analytic hierarchy process.", International Journal of Services Sciences, 1(1):83-98.
- [24] ZAHEDI F. (1986), "The analytic hierarchy process—a survey of the method and its applications.", Interfaces, 16(4):96-108.
- [25] WASSERMAN L (2004), "All of statistics: A concise course in statistical inference.", Springer.
- [26] JAMES G., WITTEN D., HASTIE T., TIBSHIRANI R. (2013), "An introduction to statistical learning: With applications in R.", Springer.
- [27] PLATA-PÉREZ L., SÁNCHEZ-PÉREZ J., SÁNCHEZ-SÁNCHEZ F. (2015), "An elementary characterization of the Gini index.", Mathematical Social Sciences, 74, 79-83.



Costruzioni
Linee
Ferroviarie



Promofer
Safety Services

UNIFERR



dal 1945
il futuro viaggia
su binari sicuri



ISO 9001 - ISO 14001
OHSAS 18001



Strukton
Rail



Le sette rivoluzioni dei trasporti e la struttura delle città: fra storia e futuri possibili

The seven transport revolutions and the structure of cities: between history and possible futures

Ennio CASCETTA (*)

Marilisa BOTTE (**)

Anna LIMMATOLA (**)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.05.2025.ART.2>)

Sommario - Il volto delle città ha subito trasformazioni significative nel corso della storia e uno dei fattori chiave attraverso cui poter leggere tali cambiamenti è rappresentato dalla nascita e dall'evoluzione delle diverse forme di mobilità nella storia (sei rivoluzioni dei trasporti). Ogni innovazione tecnologica ed organizzativa dei trasporti ha influenzato la struttura urbana; dal modello compatto delle città del carro preindustriali, alla città della ferrovia fino alla diffusione suburbana della città dell'automobile. Similmente, la settima rivoluzione dei trasporti, attualmente in atto, trainata da decarbonizzazione e transizione energetica, veicoli a guida autonoma e connessa e nuovi servizi digitali di mobilità, ha il potenziale di generare trasformazioni spaziali e funzionali dell'ambiente urbano, arrivando alla città post automobile o dei servizi di mobilità. In questo articolo, si descriveranno gli effetti delle sei rivoluzioni dei trasporti sulla struttura urbana, con uno sguardo alla città del futuro e alle sfide che questa dovrà affrontare.

1. Introduzione

Nel corso dei secoli la conformazione dell'urbano e l'evoluzione dei sistemi di trasporto si sono influenzati a vicenda al punto da non riuscire a immaginare la trasformazione dell'una distinta dall'altra. In [1][2][3] è presentata una disamina delle innovazioni avvenute nei trasporti nel corso dei secoli con i relativi attributi prestazionali, secondo i principi di rivoluzione ed evoluzione (Fig. 1).

In particolare, per rivoluzione si intende un insieme di innovazioni nei sistemi di trasporto che hanno prodotto/consentito cambiamenti sociali significativi, si sono verificate in un arco di tempo relativamente limitato e hanno orientato le successive evoluzioni; queste, al contrario, si sono sviluppate in un periodo di tempo più lungo, portando miglioramenti sulle prestazioni dei sistemi di mobilità ma

Summary - The profile of cities has undergone significant transformations throughout history and one of the key factors through which to read these changes is represented by the birth and evolution of the different forms of mobility in history (six transport revolutions). Every technological and organisational innovation in transport has influenced the urban structure; from the compact pre-industrial city model of the wagon to the railway city, to the suburban spread of the automobile city. Similarly, the seventh transport revolution, currently underway, driven by decarbonisation and energy transition, autonomous and connected vehicles and new digital mobility services, has the potential to generate spatial and functional transformations of the urban environment, reaching the post-automobile city or mobility services. In this article, we will describe the effects of the six transport revolutions on the urban structure, with a look at the city of the future and the challenges it will face.

1. Introduction

Over the centuries, the urban conformation and the evolution of transport systems have influenced each other to the point of being unable to imagine the transformation of one different from the other. In [1][2][3] there is an examination of the innovations that have occurred in transport over the centuries with their performance attributes, according to the principles of revolution and evolution (Fig. 1).

In particular, revolution means a set of innovations in transport systems that have produced/allowed significant social changes, have occurred in a relatively limited period of time and have guided subsequent evolutions; these, on the contrary, have developed over a longer period of time, bringing improvements in the performance of mobility systems but not significant socio-economic changes in the context in which they took place. The revolutions of transport

(*) Cluster Tecnologico Nazionale Trasporti e Osservatorio SUNRISE del MOST.

(**) Dipartimento di Architettura, Università Federico II.

(*) Transport Technological National Cluster and SUNRISE of the MOST Observatory.

(**) Department of Architecture, University Federico II.

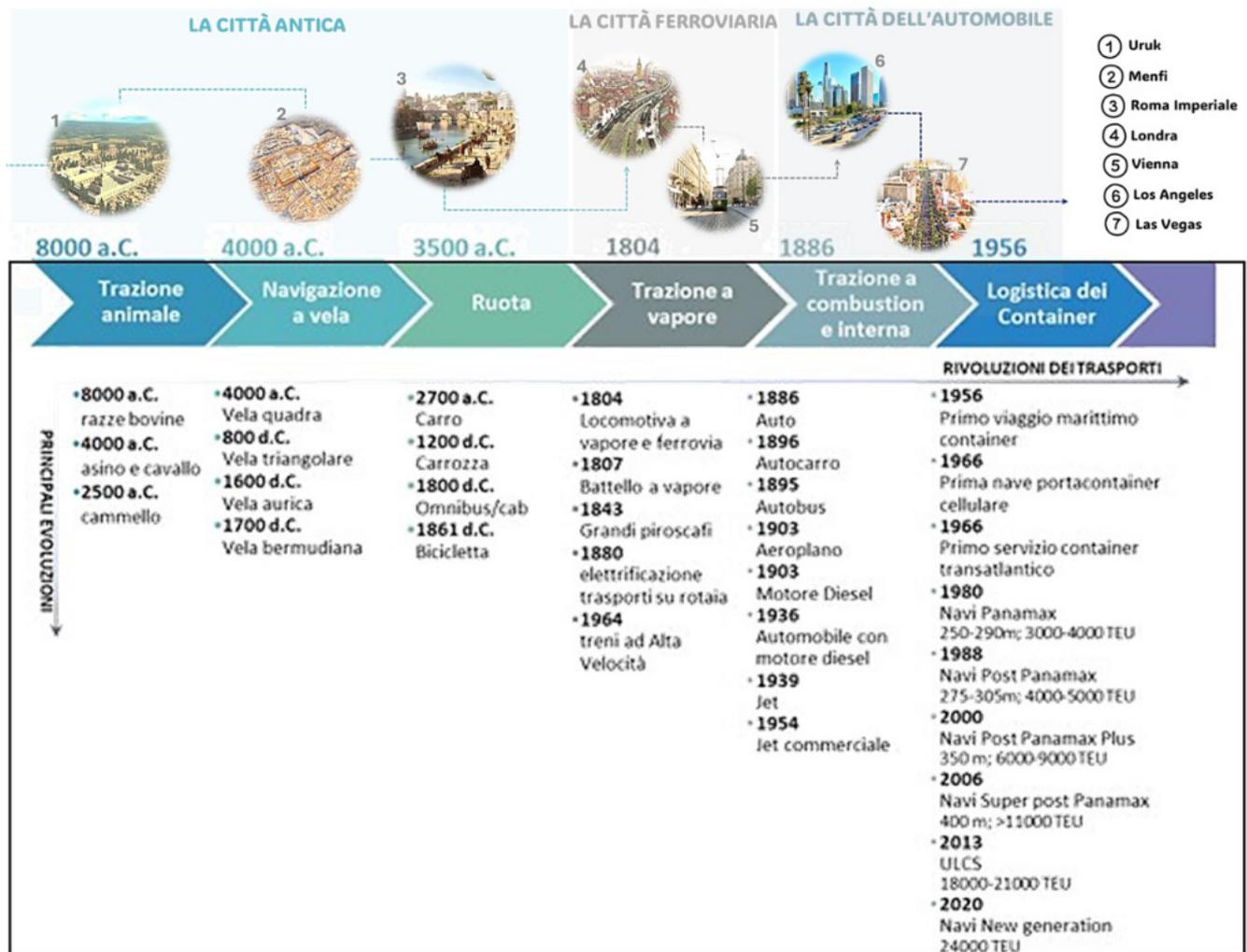


Figura 1 – Timeline delle sei rivoluzioni e delle evoluzioni principali della storia dei trasporti dall’8000 a.C. ad oggi, con esempi di aree urbane esemplificative di tali rivoluzioni.

Figure 1 – Timeline of the six revolutions and the main evolutions in the history of transport from 8000 BC to date, with examples of urban areas that exemplify these revolutions.

non significative modifiche socioeconomiche del contesto nel quale avvenivano. Le rivoluzioni dei sistemi di trasporto sono state spesso caratterizzate da due elementi: i. eterogeneità dei fini, l’innovazione viene generata da esigenze diverse rispetto al trasporto e/o conduce a forme di trasporto assolutamente non previste nelle prime fasi di adozione di quella innovazione; ii. super additività rispetto alle tecnologie precedenti, si intende che l’effetto della innovazione si aggiunge a quelli precedenti superando la “somma” degli effetti individuali. Nel seguito faremo riferimento ad una tecnologia che simboleggia l’innovazione anche se l’innovazione riguarda tutto il sistema del trasporto: infrastrutture, organizzazione, normative, mercati.

Dalla trazione animale nell’8000 a.C., alla navigazione a vela, sino all’invenzione della ruota e alle successive trazioni a vapore ed a combustione interna nella prima metà del 1900, se si pensa alle sei rivoluzioni dei trasporti, è inevitabile

systems have often been characterised by two elements: i. heterogeneity of objectives, the innovation is generated by different needs with respect to transport and/or leads to forms of transport absolutely unforeseen in the early stages of adoption of that innovation; ii. super additivity with respect to previous technologies, is understood as the effect of innovation is added to previous ones exceeding the “sum” of individual effects. Below we will refer to a technology that symbolises innovation even if the innovation concerns the entire transport system: infrastructure, organisation, regulations, markets.

From animal traction in 8000 BC, to sailing, to the invention of the wheel and the subsequent steam and internal combustion tractions in the first half of the twentieth century, if we think of the six transport revolutions, it is inevitable to compare them with the different conformation of cities over the centuries. Just think of the first settled civilisations,

bile confrontarle con la diversa conformazione delle città nel corso dei secoli. Basti pensare alle prime civiltà stanziali, che si sono sviluppate in prossimità di fiumi e coste, affinché potessero avere scambi commerciali con i territori circostanti, come nel caso delle città sorte nel bacino del Mediterraneo, lungo il Nilo o nella “mezza luna fertile”, in cui il trasporto per via d’acqua garantiva maggiore velocità su distanze più lunghe rispetto a quello terrestre, soprattutto in assenza di una rete viaria strutturata. Oppure, alla costruzione delle prime città greche di forma radiale, con rete stradale ortogonale, nel V secolo a.C.; conformazione mantenuta dai romani insieme all’esigenza di costruire le proprie città strategicamente lungo coste, fiumi o altre vie d’acqua per sfruttare i vantaggi naturali del commercio a vela e del trasporto marittimo. Anche la presenza di mura intorno alla città è già presente negli schemi urbanistici di alcune città greche (es. Megara, Corinto, ecc.) e verrà poi ripresa nel Medioevo a scopo difensivo. La maggior parte del trasporto terrestre in epoca antica avveniva attraverso carri a trazione animale, la cui velocità di percorrenza ha influenzato il diametro massimo della città preindustriale. Agglomerato urbano e rete infrastrutturale, infatti, continueranno ad influenzarsi reciprocamente anche durante il Medioevo ed il successivo Rinascimento. La conformazione della città medioevale vede per lo più l’urbanizzazione dei crinali nelle zone collinari, dove le mura sono combinate con l’innalzamento del centro abitato per scopi difensivi; mentre una struttura urbana caratterizzata da un perimetro tendente al circolare con un doppio sistema stradale concentrico o radiale, ripresa dagli schemi dell’antica Grecia, ricorre prevalentemente in pianura. Durante il Rinascimento, tale geometria perderà il ruolo prettamente difensivo degli insediamenti medioevali, a favore di un nuovo concetto di urbanistica che vede nella realizzazione della “città ideale” il suo scopo. La simmetria e il rispetto delle proporzioni, ripresi dalla cultura classica, divennero elementi chiave nel disegno urbano per l’intero Rinascimento, in cui la città era disegnata privilegiando e risaltando le piazze che dovevano restituire un senso di ordine e di bellezza, come per esempio la piazza del Campidoglio a Roma, progettata da Michelangelo. In definitiva, fino alla fine del XVIII secolo, le città hanno cambiato forma e struttura, ma conservando sempre i limiti imposti dalle tecnologie di trasporto disponibili che sono rimaste sostanzialmente invariate, a meno di evoluzioni, per oltre 5000 anni. Questi limiti si sono modificati all’inizio XIX secolo.

L’avvento del motore a vapore e della ferrovia comportò una vera e propria rivoluzione nei trasporti, cambiando radicalmente il modo in cui le persone si spostavano dentro e fuori la città. L’introduzione delle ferrovie si dimostrò un metodo efficiente e veloce per superare le lunghe distanze, contribuendo in maniera significativa allo sviluppo economico della società e all’espansione degli insediamenti. Le ferrovie divennero, quindi, il cuore pulsante di molte città, tra cui Londra, Parigi e Berlino, connettendo le comunità e semplificando lo scambio di merci. Inevitabilmente si stravolge la struttura dell’urbano conosciuto, che si concentra ora intorno alle grandi infrastrutture fer-

which developed near rivers and coasts, so that they could have commercial exchanges with the surrounding territories, as in the case of the cities that arose in the Mediterranean basin, along the Nile or in the “fertile half-moon”, where transport by water guaranteed greater speed over longer distances than land, especially in the absence of a structured road network. Or, the construction of the first radial shaped Greek cities, with an orthogonal road network, in the 5th century BC; a conformation maintained by the Romans together with the need to build their own cities strategically along coasts, rivers or other waterways to exploit the natural advantages of sailing trade and maritime transport. The existence of walls around the city is also already present in the urban plans of some Greek cities (e.g. Megara, Corinth, etc.) and will then be taken up again in the Middle Ages for defensive purposes. Most land transport in ancient times took place through animal-drawn wagons, the speed of which affected the maximum diameter of the pre-industrial city. Urban agglomeration and infrastructure network, in fact, will continue to influence each other even during the Middle Ages and the subsequent Renaissance. The conformation of the medieval city mostly sees the urbanisation of the ridges in the hilly areas, where the walls are combined with the raising of the inhabited centre for defensive purposes; while an urban structure recurs mainly in the plain characterised by a perimeter tending to a circular shape with a double concentric or radial road system, taken from the schemes of ancient Greece. During the Renaissance, this geometry lost the purely defensive role of medieval settlements, in favour of a new concept of urban planning that sees the creation of the “ideal city” as its objective. Symmetry and respect for proportions, taken from classical culture, became key elements in the urban design for the entire Renaissance, in which the city was designed by privileging and highlighting the squares that had to return a sense of orderliness and beauty, such as the Piazza del Campidoglio in Rome, designed by Michelangelo. Ultimately, until the end of the eighteenth century, cities changed shape and structure, but always preserving the limits imposed by available transport technologies that have remained substantially unchanged for over 5000 years, except for evolutions. These limits changed at the beginning of the 19th century.

The advent of the steam engine and the railway led to a real revolution in transport, radically changing the way people moved in and out of the city. The introduction of railways proved to be an efficient and fast method of overcoming long distances, contributing significantly to the economic development of society and the expansion of settlements. Railways therefore became the beating heart of many cities, including London, Paris and Berlin, connecting communities and simplifying the exchange of goods. Inevitably, the structure of the known urban area is revolutionised, which is now concentrated around large railway infrastructures and industrial centres; the concept of built-up area changes, we see a city that expands more and more towards the outskirts with the birth of suburbs and new centres that were previously absent, railway stations. This represents a crucial moment in urban evolution, since many of these stations

roviarie ed ai poli industriali; cambia la concezione di abitato, vediamo una città che si espande sempre più verso la periferia con la nascita dei sobborghi e di nuove centralità prima assenti, le stazioni ferroviarie. Ciò rappresenta un momento cruciale nell'evoluzione urbana, poiché molte di queste stazioni, nel tempo, hanno poi perso la loro funzione, passando dall'essere luoghi centrali a divenire vuoti urbani ([4][5]). Questo ha contribuito a una maggiore espansione urbana, ma anche alla separazione tra le aree residenziali e quelle industriali. Tutto ciò ha portato a ridisegnarne la geografia dello spazio urbano aprendo alla necessità di regolamentare tale trasformazione attraverso la redazione dei primi Piani Regolatori.

Nel XX secolo, con l'avvento del motore a combustione interna e dell'automobile, la forma della città cambia di nuovo in modo sostanziale: da un modello compatto e concentrato ad uno più diffuso e decentrato. Ciò ha portato a una maggiore separazione tra lavoro, residenza e tempo libero. Le città si espandono in modo disorganico, con un maggiore impatto sull'ambiente e sul consumo di territorio ([6][7]).

Con la settima rivoluzione dei trasporti ([1][3]) assisteremo probabilmente ad un ulteriore cambio di rotta. Vi è una combinazione di innovazioni lungo tre principali direttrici: decarbonizzazione, guida autonoma e connessa e la disponibilità di informazioni e servizi innovativi basati sugli sviluppi della ICT, la smart mobility. Gli esiti di questa settima rivoluzione, come è sempre successo nella storia dei trasporti, non sono ad oggi compiutamente prevedibili. È, tuttavia, molto probabile che cambierà il modo di muoversi nelle città e soprattutto il ruolo dell'automobile e, più in generale dei veicoli stradali; questo avrà di nuovo impatti sulla forma e l'uso degli spazi urbani.

L'oggetto di questo articolo è quello di analizzare brevemente come le innovazioni alla base delle sei rivoluzioni dei trasporti hanno influenzato la localizzazione e la struttura delle città nella storia per arrivare a descrivere i possibili impatti delle innovazioni collegate alla settima rivoluzione sulla mobilità urbana, la sua sostenibilità e la struttura stessa delle città.

L'articolo è organizzato come segue. Nel paragrafo 2 si propone uno schema interpretativo degli impatti che le prime sei rivoluzioni dei trasporti hanno avuto sulla configurazione dell'urbano; nel paragrafo 3, dopo una breve overview delle tre direttrici principali della settima rivoluzione in atto, si provano a delineare possibili scenari futuri a partire da come la diversa fruizione dell'automobile inciderà sul consumo dello spazio urbano, passando per la nuova struttura dei servizi di trasporto collettivo e i sistemi MaaS (Mobility-as-a-Service); alcune osservazioni conclusive sono, infine, riportate nel paragrafo 4.

2. Le prime sei rivoluzioni dei trasporti e i loro impatti sulle città

Dalla nascita della vita umana sulla terra, l'uomo si è spostato a piedi per circa 300.000 anni, fino all'avven-

have then lost their function over time, going from being central places to becoming empty cities ([4][5]). This has contributed to greater urban expansion, but also to the separation between residential and industrial areas. All this has led to redesigning the geography of urban space, opening up to the need to discipline this transformation through the drafting of the first Regulatory Plans.

In the twentieth century, with the advent of the internal combustion engine and the car, the shape of the city changed again in a substantial way: from a compact and concentrated model to a more widespread and decentralised one. This led to a greater separation between work, residence and leisure. Cities expand in a disorganised fashion, with a greater impact on the environment and the consumption of territory ([6][7]).

With the seventh transport revolution ([1][3]) we will probably witness a further change of course. There is a combination of innovations along three main lines: decarbonisation, autonomous and connected driving and the availability of innovative information and services based on developments in ICT, smart mobility. The results of this seventh revolution, as has always happened in the history of transport, are not fully predictable to date. However, it is very likely that the way of moving in cities and above all the role of the car and, more generally, of road vehicles will change; this will again have impacts on the modality and use of urban spaces.

The aim of this article is to briefly analyse how the innovations behind the six transport revolutions have influenced the location and structure of cities in history to then describe the possible impacts of the innovations on urban mobility related to the seventh revolution, its sustainability and the very structure of cities.

The article is organised as follows. Paragraph 2 proposes an interpretative scheme of the impacts that the first six transport revolutions have had on the urban configuration; in paragraph 3, after a brief overview of the three main directions of the seventh revolution in progress, we try to outline possible future scenarios starting from how the different use of the car will affect the consumption of urban space, passing through the new structure of collective transport services and MaaS (Mobility-as-a-Service) systems; finally, some concluding observations are reported in paragraph 4.

2. The first six transport revolutions and their impacts on cities

From the birth of human life on earth, man moved on foot for about 300,000 years, until the advent of agriculture and sheep farming that led to the intuition that animals could also be used as a driving force. This can be defined as the first transport revolution. The second revolution came when man understood that the wind could move sailboats; this revolution with its evolutions over the millennia allowed Europe to discover the rest of the world from Columbus' voyage to America in 1492, to James Cook's voyage to

to dell'agricoltura e della pastorizia che hanno portato all'intuizione di poter utilizzare gli animali anche come forza motrice. Questa può essere definita come la prima rivoluzione dei trasporti. La seconda rivoluzione c'è stata quando l'uomo ha capito che il vento poteva muovere le barche a vela; tale rivoluzione con le sue evoluzioni nel corso dei millenni ha permesso all'Europa di scoprire il resto del mondo a partire dal viaggio di Colombo alla volta dell'America nel 1492, fino al viaggio di James Cook in Australia e Nuova Zelanda alla fine del XVIII secolo. La terza rivoluzione si ha con l'avvento della ruota che permetteva di sostituire al trascinarsi il più agevole moto di rotolamento. Dalla ruota al carro trainato da cavalli il passo fu molto breve e ciò ha rappresentato una innovazione molto significativa. Nessuna ulteriore rivoluzione dei trasporti vi fu per circa 5500 anni. Tra il 3500 a.C. fino alla fine del 700, arco temporale in cui vi sono stati evoluzioni culturali ed eventi storici fondamentali, le diverse civiltà, oltre che spostarsi a piedi, potevano beneficiare della trazione animale, della ruota e della navigazione a vela per i loro viaggi. Queste prime tre rivoluzioni hanno influito significativamente sugli insediamenti umani che chiamiamo città.

Se si pensa che le città sono possibili perché gruppi di persone possono vivere vicine ed essere approvvigionate con prodotti dell'agricoltura e della pastorizia che vengono da zone decentralizzate rispetto all'insediamento urbano vero e proprio, si comprende come il trasporto abbia inciso prepotentemente nella nascita e nello sviluppo delle prime forme di città.

Dal punto di vista più generale, al di là delle diverse strutture urbane, le tecnologie e le forme di trasporto influenzano le città nel corso della storia in due modi diversi:

- 1) le dimensioni massime, i diversi luoghi della città devono essere raggiungibili dagli abitanti e dalle merci in un tempo che viene considerato accettabile;
- 2) i collegamenti della città con l'esterno, ossia i diversi punti del territorio che la "alimentano" e le altre città per gli scambi commerciali.

Sotto il primo profilo, è difficile risalire oggi ai tempi di spostamento considerati accettabili nelle diverse fasi storiche. È, tuttavia, possibile effettuare una forma di "reverse engineering", ossia confrontare le dimensioni delle città storiche con la velocità commerciale delle tecnologie di trasporto nelle diverse epoche per risalire a tali tempi. Da questo punto di vista, da qualche decennio, la letteratura si è occupata del tema del Travel Time Budget (TTB). Tale parametro, rappresenta il tempo che si è disposti a dedicare ogni giorno al viaggio. Come definito da [8], grazie al fatto che dalle diverse ricerche fatte negli ultimi decenni è risultato essere stabile intorno l'ora, il TTB è spesso considerato una costante universale. Lavoro pioniero in questo ambito è [9] che ha stimato il TTB nelle principali città degli Stati Uniti. Lo stesso ordine di grandezza si ritrova nei successivi lavori dello stesso autore ([10][11]), seguiti da [12] che stima di un TTB pari a circa 430 ore per

Australia and New Zealand at the end of the 18th century. The third revolution took place with the advent of the wheel that allowed replacing dragging with the easier rolling motion. From the wheel to the horse-drawn wagon was a very short step and this represented a very important innovation. There was no further transport revolution for about 5,500 years. Between 3500 BC until the end of the 18th century, a time span in which there were cultural evolutions and fundamental historical events, the different civilisations, could benefit from animal traction, wheel and sailing for their journeys in addition to moving on foot. These first three revolutions have significantly affected the human settlements we call cities.

If we think that cities are possible because groups of people can live close and be provided with agricultural and sheep farming products that come from areas that are decentralised with respect to the actual urban settlement, we can understand how transport has had a major impact on the birth and development of the first forms of cities.

From a more general point of view, beyond the different urban structures, technologies and forms of transport influence cities throughout history in two different ways:

- 1) *the maximum dimensions, the different places of the city must be accessible by the inhabitants and by goods in a timeframe that is considered acceptable;*
- 2) *the city's connections with the outside world, that is, the different points of the territory that "feed" it and the other cities for trade.*

From the first point of view, it is difficult to go back today to the travel times considered acceptable in the different historical phases. We can however carry out a form of "reverse engineering", that is, to compare the size of historical cities with the commercial speed of transport technologies in different eras so as to go back to those times. From this point of view, literature has been dealing with the subject of Travel Time Budget (TTB) for a few decades. This parameter represents the time you are willing to spend each day on the journey. As defined by [8], thanks to the fact that the various research done in recent decades has turned out to be stable around the hour, the TTB is often considered a universal constant. Pioneering work in this area is [9] that has estimated the TTB in major US cities. The same order of magnitude is found in subsequent works by the same author ([10][11]), followed by [12] that estimates a TTB of about 430 hours per person per year, [13] which reports a range ranging from 50 minutes to 1.1 hours per person per day, [14] which provides a value of 1.3 hours per person per day and [15] which calculates a TTB of 1.1 hours per person per day. If the average is stable around the hour, the estimated standard deviation may vary over a wide range depending on the analysed context. However, in general, it can be said that it is all the greater, the greater the distances to be travelled (and, therefore, the size of the city considered) and is strongly influenced by the modal distribution of the context in question, an extensive urban model vs. an intensive urban model [16]. There are more recent works that confirm these

persona all'anno, [13] che parla di un range che va da 50 minuti a 1,1 ore per persona al giorno, [14] che fornisce un valore di 1,3 ore per persona al giorno e [15] che calcola un TTB pari a 1,1 ore per persona al giorno. Se la media è stabile intorno all'ora, la deviazione standard stimata può variare in un range ampio a seconda del contesto analizzato. Tuttavia, in generale, si può affermare che è tanto maggiore quanto maggiori sono le distanze da percorrere (e, dunque, le dimensioni della città considerata) ed è fortemente influenzata dalla ripartizione modale del contesto in esame, modello urbano estensivo vs. modello urbano intensivo [16]. Non mancano lavori più recenti che confermano queste stime ([17][18]) e, come i loro predecessori, evidenziano il rapporto di questo parametro con la forma delle città e la pianificazione urbanistica. Dunque, pur non negando il fatto che il TTB possa essere influenzato da vari fattori, tra cui l'accessibilità dei trasporti, le politiche urbane e le preferenze individuali, rimane innegabile l'evidenza empirica consolidata negli ultimi decenni rispetto al tempo che ogni persona dedica al viaggio in un giorno. Si può parlare, dunque, della 'città di un'ora', principio secondo cui gli insediamenti si sviluppano con dimensioni massime compatibili con la distanza percorribile in un'ora, ovviamente in relazione al sistema di trasporto più utilizzato in quel determinato momento storico. Tale fenomeno può essere modellato come segue. Se si fa riferimento ad una circonferenza isotropa equivalente, ossia che racchiude la stessa area della città in questione, avremo che lo spostamento medio copre una distanza pari al raggio del cerchio; considerando il viaggio di andata e di ritorno, avremo il doppio del raggio e, dunque, il diametro del cerchio rappresenta la dimensione di riferimento.

A questo proposito, è importante citare il contributo del geografo ed economista tedesco Walter Christaller, padre della teoria delle località centrali che si basa sui concetti di 'portata' (range) e 'soglia' (threshold) per spiegare la distribuzione dei servizi e, di conseguenza, degli insediamenti [19]. La 'portata' si riferisce alla distanza massima che i consumatori sono disposti a percorrere per ottenere un determinato bene o servizio. La 'soglia' rappresenta la domanda minima necessaria per rendere economicamente sostenibile l'offerta di un bene o servizio. In un'epoca in cui il trasporto era prevalentemente a piedi o con mezzi a trazione animale, la distanza percorribile in un'ora diventava un fattore determinante per la 'portata' dei servizi. Christaller ha osservato che, in media, le persone erano disposte a camminare per circa un'ora per accedere ai beni e servizi essenziali; questo corrispondeva a circa 4 chilometri. Sebbene la teoria di Christaller sia stata formulata per contesti pre-industriali, attraverso il concetto di 'modulo' (ossia una struttura esagonale, in cui le località centrali sono disposte in una griglia regolare) ha trovato applicazione anche nella pianificazione regionale moderna come strumento per determinare la localizzazione ottimale dei servizi pubblici, come scuole, ospedali e centri commerciali allo scopo di rendere tali servizi accessibili a tutta la popolazione, minimizzando i tempi di percorrenza e massimizzando l'efficienza.

estimates ([17][18]) and, like their predecessors, highlight the relationship of this parameter with the shape of cities and urban planning. Therefore, while not denying the fact that the TTB can be influenced by various factors, including transport accessibility, urban policies and individual preferences, the empirical evidence consolidated in recent decades regarding the time that each person dedicates to travel in a day remains undeniable. We can therefore speak of the 'one hour city', a principle according to which settlements develop with maximum dimensions compatible with the distance that can be travelled in an hour, obviously in relation to the most used transport system at that given historical moment. Such a phenomenon can be modelled as follows. If we refer to an equivalent isotropic circle, i.e. that encloses the same area of the city in question, the result will be that the average displacement covers a distance equal to the radius of the circle; considering the round trip, we will have twice the radius and, therefore, the diameter of the circle represents the reference dimension.

In this regard, it is important to mention the contribution of the German geographer and economist Walter Christaller, father of the theory of central locations that relies on the concepts of 'range' and 'threshold' to explain the distribution of services and, consequently, of settlements [19]. 'Range' refers to the maximum distance consumers are willing to travel to obtain a given good or service. The 'threshold' represents the minimum demand necessary to make the supply of a good or service economically sustainable. In an era when transport was mainly on foot or by animal-drawn vehicles, the distance that could be travelled in an hour became a determining factor for the 'range' of services. Christaller noted that, on average, people were willing to walk for about an hour to access essential goods and services; this corresponded to about 4 kilometres. Although Christaller's theory was formulated for pre-industrial contexts, through the concept of 'module' (i.e. a hexagonal structure, in which the central locations are arranged in a regular grid) it has also found application in modern regional planning as a tool to determine the optimal position of public services, such as schools, hospitals and shopping centres in order to make these services accessible to the entire population, minimising travel times and maximising efficiency.

From the second point of view, namely accessibility to the territory and other cities, it can be argued that for a large part of history, the cheapest and fastest way to travel and transport goods has been by waterways. In fact, with the only possible exception of the golden age of the Roman Empire, land transport infrastructures were particularly lacking, making land transport inconvenient and expensive. Cities therefore tended to be located on coasts or along navigable rivers.

These considerations are reflected in the analysis of the different forms of cities in history, at least until the fourth transport revolution connected to the birth of the railway.

After the last ice age, with the advent of agriculture, man abandoned the lifestyle of hunter-gatherer tribes of a few tens or hundreds of individuals and began to feel the need to settle near cultivated fields.

Dal secondo punto di vista, ossia della accessibilità al territorio e alle altre città, si può argomentare che per una gran parte della storia, il modo più economico e veloce per viaggiare e trasportare merci è stato per le vie d'acqua. Infatti, con la sola possibile eccezione del periodo d'oro dell'Impero Romano, le infrastrutture per il trasporto terrestre sono state particolarmente carenti, rendendo il trasporto terrestre scomodo e costoso. Le città tendevano quindi ad essere localizzate sulle coste o lungo fiumi navigabili.

Queste considerazioni trovano riscontro nella analisi delle diverse forme di città nella storia, almeno fino alla quarta rivoluzione dei trasporti collegata alla nascita della ferrovia.

Dopo l'ultima glaciazione, con l'avvento della agricoltura, l'uomo abbandona lo stile di vita in tribù di cacciatori raccoglitori di poche decine o centinaia di individui e inizia a sentire l'esigenza di stabilizzarsi in prossimità dei campi coltivati.

I primi segni attribuibili a un processo di aggregazione di residenze negli antenati delle città possono essere individuati nelle regioni attorno al Mar Mediterraneo, in Mesopotamia, nell'area tra il Tigri e l'Eufrate rinominata "mezza luna fertile" che, grazie al suolo particolarmente rigoglioso, nel IV millennio a.C. conterà l'insediamento di circa cinquanta villaggi (Fig. 2). La nascita dei primi insediamenti permanenti, perlopiù agricoli, è strettamente legata alla presenza di corsi d'acqua, laghi, bacini e coste marine dove assistiamo anche alla nascita dei primi scambi commerciali tra i villaggi grazie alla navigazione a vela.

Uruk (Fig. 3), Ur (Fig. 4), e successivamente Nippur (Fig. 5), civiltà sumere della Babilonia meridionale sorte tra il 4000 a.C. ed il 3000 a.C., sono da considerarsi a tutti gli effetti tra i primi esempi di città antica, con una vera e propria organizzazione amministrativa, discostandosi dalla concezione di villaggio restituita sino a quel momen-

The first signs attributable to an aggregation process of residences in the ancestors of the cities can be identified in the regions around the Mediterranean Sea, in Mesopotamia, in the area between the Tigris and the Euphrates renamed "fertile half-moon" which, thanks to the particularly lush soil, in the fourth millennium BC will have the settlement of about fifty villages (Fig. 2). The birth of the first permanent settlements, mostly agricultural, is closely linked to the presence of waterways, lakes, basins and marine coasts where we also witness the birth of the first commercial exchanges between villages thanks to sailing.

Uruk (Fig. 3), Ur (Fig. 4), and later Nippur (Fig. 5), Sumerian civilisations of southern Babylon that arose between 4000 BC and 3000 BC, are to be considered in all respects among the first examples of ancient cities, with a real administrative organisation, deviating from the concept of a village returned up to that time, thanks to great advances in architecture, urban planning and the ability to initiate commercial and cultural relations between them. Not surprisingly, the oldest wooden wheel found to date has been associated with the settlement of the city of Ur (Fig. 6).

The birth and development of the Egyptian civilisation (traditionally dated around 3100 BC) also took place along a waterway, the Nile River, which with its more than 6,000 km length represented the main source of water, nutrition and transport. The city in ancient Egypt was home to the palace and temple, where government and administration activities took place. It was also a point of collection of resources, both food and technical, and characterised by a strong specialisation in work. The city served as a place of ceremonies and socio-cultural exchanges, and the surrounding agricultural territory had to pay taxes in the form of subsistence goods, in exchange for the services and specialised products that the city offered. Among the first cities we find Thebes and Memphis (Fig. 7) which had a perimeter marked by a canal to allow boats from the Nile to circumnavigate it and easily reach the different points of the city.

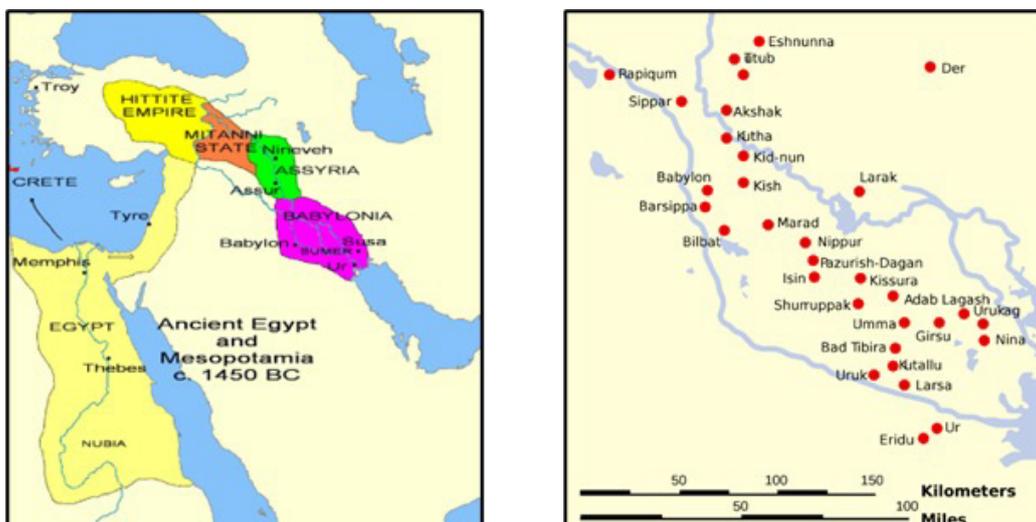


Figura 2 – Bacini di influenza e insediamenti al IV millennio a.C. in Mesopotamia [20].
 Figure 2 – Basins of influence and settlements in the fourth millennium BC in Mesopotamia [20].

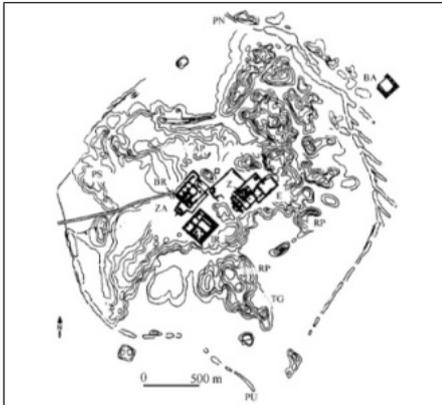


Figura 3 – Mappa storica delle città di Uruk [21].
 Figure 3 – Historical map of the city of Uruk [21].

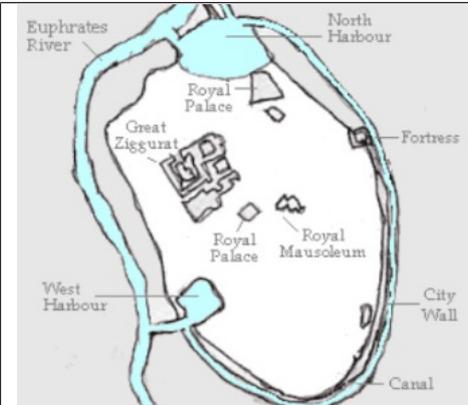


Figura 4 – Mappa storica delle città di Ur [22].
 Figure 4 – Historical map of the city of Ur [22].



Figura 5 – Mappa storica delle città di Nippur [23].
 Figure 5 – Historical map of the city of Nippur [23].

to, grazie ai grandi progressi nell'architettura, nell'urbanistica e alla capacità di avviare rapporti commerciali e culturali tra loro. Non a caso, la ruota in legno più antica ad oggi rinvenuta è stata associata all'insediamento della città di Ur (Fig. 6).

Anche la nascita e lo sviluppo della civiltà egizia (tradizionalmente datata intorno al 3100 a.C.) è avvenuto lungo un corso d'acqua, il fiume Nilo, che con i suoi oltre 6.000 km di estensione rappresentava la principale fonte di acqua, nutrimento e trasporto. La città nell'antico Egitto era sede del palazzo e del tempio, dove si svolgevano attività di governo e amministrazione. Era anche un punto di raccolta di risorse, sia alimentari che tecniche, e caratterizzata da una forte specializzazione nel lavoro. La città fungeva da luogo di cerimonie e di scambi socioculturali, e il territorio agricolo circostante doveva pagare tributi sotto forma di beni di sussistenza, in cambio dei servizi e dei prodotti specializzati che la città offriva. Tra le prime città ritroviamo Tebe e Menfi (Fig. 7) che aveva un perimetro segnato da un canale per consentire ai natanti provenienti dal Nilo di circumnavigarla e di raggiungere agevolmente i diversi punti della città.

Successivamente, nella civiltà greca, la pianificazione urbana iniziò a seguire principi geometrici e razionali, le città iniziarono ad essere caratterizzate da un impianto costituito da una rete stradale ortogonale, fatto di strade principali (plateiai) e strade secondarie (stenopoi), che divideva lo spazio in isolati quadrangolari regolari. Le città greche, come Mileto, furono tra le prime a essere costruite con una griglia regolare (Fig. 8). Il pianificatore urbano Ippodamo di Mileto (V secolo a.C.) è spesso considerato il padre della pianificazione ortogonale. Ad adottare la forma della polis greca saranno successivamente i romani (Fig. 9). Il modello greco adattato dai romani prevedeva l'uso di un piano a cardo (strada principale nord-sud) e decumano (strada principale est-ovest), creando un quadrato di isolati regolari.

Nell'età antica, il mezzo di trasporto terrestre più diffu-

Subsequently, in Greek civilisation, urban planning began to follow geometric and rational principles, cities began to be characterised by a system consisting of an orthogonal road network, made up of main roads (plateiai) and secondary roads (stenopoi), which divided the space into regular quadrangular blocks. Greek cities, such as Miletus, were among the first to be built with a regular grid (Fig. 8). The urban planner Hippodamus of Miletus (5th century BC) is often considered the father of orthogonal planning. Subsequently, the Romans will adopt the shape of the Greek polis (Fig. 9). The Greek model adapted by the Romans involved the use of a cardo (north-south main road) and decumanus (east-west main road) plan, creating a square of regular blocks.



Figura 6 – La ruota di legno più antica della collezione di ruote dell'Heritage Transport Museum, proveniente dalla Mesopotamia [24].

Figure 6 – The oldest wooden wheel in the Heritage Transport Museum's wheel collection, from Mesopotamia [24].

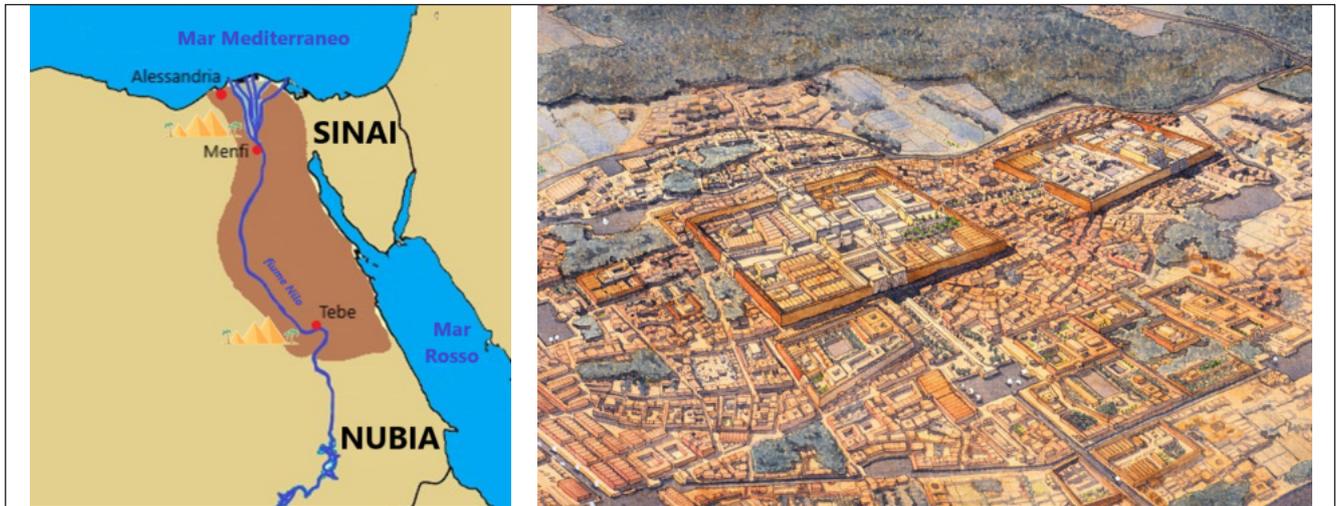


Figura 7 – A sinistra, una cartina dell’area in cui si è sviluppata la civiltà egizia lungo il Nilo; a destra una ricostruzione della città di Menfi nel IV secolo a.C. [25].
 Figure 7 – On the left, a map of the area where the Egyptian civilisation developed along the Nile; on the right, a reconstruction of the city of Memphis in the fourth century BC [25].

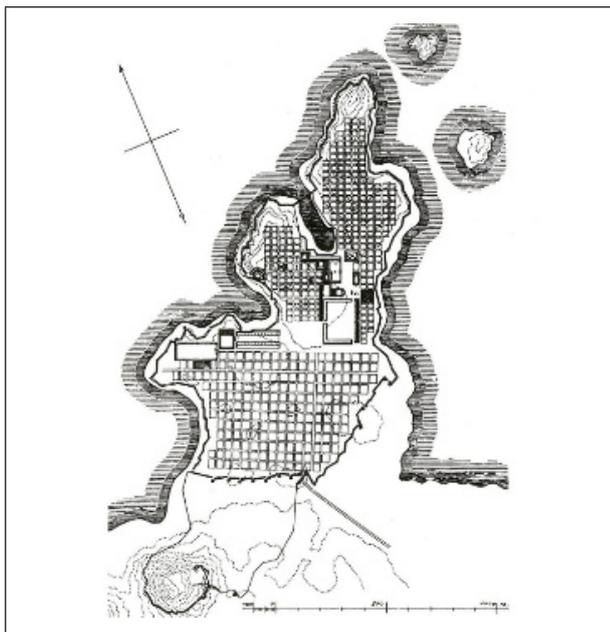


Figura 8 – La struttura ortogonale delle città di Mileto nel V secolo a.C. attribuito tradizionalmente a Ippodamo [26].
 Figure 8 – The orthogonal structure of the cities of Miletus in the 5th century BC traditionally attributed to Hippodamus [26].

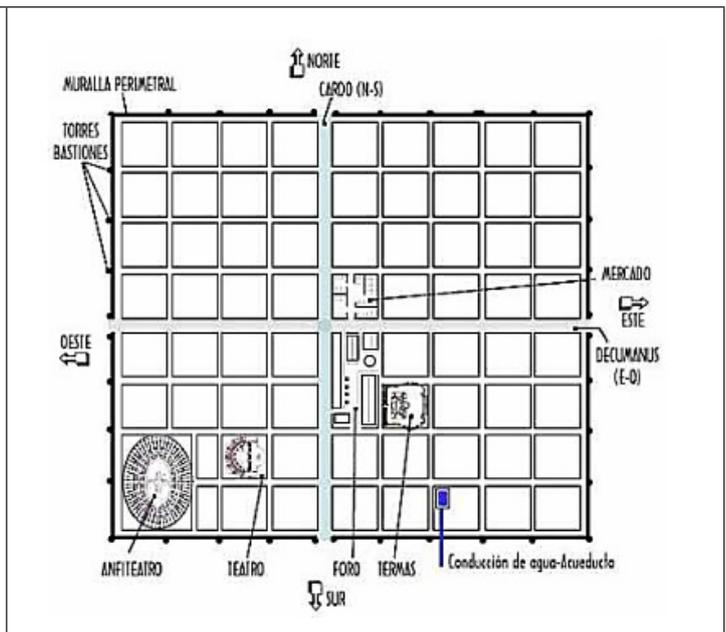


Figura 9 – La struttura ortogonale delle città di Roma [27].
 Figure 9 – The orthogonal structure of the cities of Rome [27].

so era il carro. Se si pensa alla commistione con il traffico pedonale e la prevalenza di carri agricoli, spesso trainati da muli, rispetto al numero esiguo di carrozze dei nobili, si può far riferimento ad una velocità massima di 5 km/h; non a caso questa era la dimensione massima tra due punti opposti dell’area interna alle mura aureliane nel periodo

In ancient times, the most common means of land transport was the wagon. If we think of the mix with pedestrian traffic and the prevalence of agricultural wagons, often drawn by mules, compared to the small number of carriages of the nobles, we can refer to a maximum speed of 5 km/h; it is no coincidence that this was the maximum size between two op-

di massima espansione della Roma imperiale (Fig. 10). Inoltre, le città continuavano ad essere strategicamente situate lungo coste, fiumi o altre vie d'acqua per sfruttare i vantaggi naturali del commercio a vela e del trasporto marittimo. La Fig. 11 mostra come le principali città dell'Impero Romano fossero situate lungo fiumi e coste e le principali rotte del mar Mediterraneo.

Decaduto l'Impero Romano d'Occidente, seguiranno secoli di lotte e saccheggi che investiranno in particolare le grandi città. La popolazione, che sino a quel momento era concentrata in insediamenti lungo le coste e i corsi d'acqua, si sposta a poco a poco nell'entroterra sino a raggiungere le aree collinari e montuose. In questo contesto, un caso particolare che appare interessante citare è quello relativo all'evoluzione della città di Roma durante il Medioevo ([30][31]). Essa vede una concentrazione della popolazione principalmente lungo le rive del Tevere, dove l'accesso all'acqua era garantito. Infatti, il deterioramento degli acquedotti che un tempo avevano permesso l'approvvigionamento idrico della città, causato da una totale assenza di manutenzione, rendeva limitata la possibilità di insediamenti al di fuori delle aree vicine al fiume. Le aree all'interno delle mura aureliane, un tempo densamente popolate, si trasformarono in zone rurali o semirurali. Solo in seguito all'ambizioso programma di ripristino degli acquedotti voluto dal pontefice Sisto V, l'acqua raggiunse nuovamente le aree all'interno delle mura rendendole abitabili. Questo intervento favorì la riappropriazione di spazi urbani abbandonati e contribuì alla rinascita di Roma come importante centro culturale e politico. In generale, la nuova città medioevale, che a grandi linee ricorda l'insediamento di fondazione romana, vede un centro maggiormente consolidato che si espande verso le mura che la circondano, ampliando notevolmente le strade creando una sorta di raggiera. Concentrati sulle alture e non più sulla costa, questi nuovi insediamenti hanno una funzione difensiva e presentano una scarsa regolarità d'impianto dovuta ai castelli che proteggevano gli abitanti dai possibili attacchi esterni (Fig. 12). Dall'alto medioevo ci vengono restituiti i primi schemi urbanistici radiali, dove l'urbano presenta un perimetro tendente al circolare con un doppio sistema stradale concentrico. Il fatto che molti centri urbani fossero localizzati sulle alture ([32][33]), porterà al totale stravolgimento delle infrastrutture stradali: si perde la continuità dei tracciati delle strade romane a valle, a causa dell'assenza di manutenzione, buona parte dei ponti di collegamento realizzati in età romana non saranno più percorribili. Le nuove strade

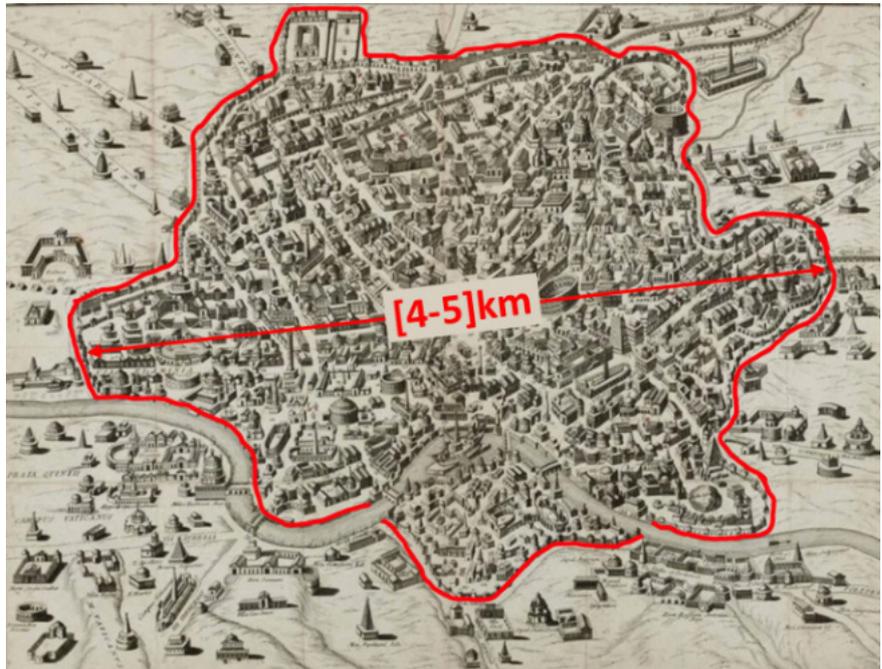


Figura 10 – Esempio di struttura della ‘città di un’ora’ nel III sec. d.C: La Roma imperiale e le mura aureliane (elaborazione degli autori su ‘Pianta della Roma imperiale disegnata da Franz Anton Schraemb a fine 700 [28]).
 Figure 10 – Example of the structure of the ‘one hour city’ in the 3rd century AD: Imperial Rome and the Aurelian walls (elaboration by the authors on ‘Plan of Imperial Rome drawn by Franz Anton Schraemb at the end of the 18th century[28]).

posite points of the area inside the Aurelian walls in the period of maximum expansion of imperial Rome (Fig. 10). In addition, cities continued to be strategically located along coasts, rivers or other waterways to exploit the natural advantages of the sailing trade and maritime transport. Fig. 11 shows how the main cities of the Roman Empire were located along rivers and coasts and the main routes of the Mediterranean Sea.

After the fall of the Western Roman Empire, centuries of fighting and looting will follow, affecting large cities in particular. The population, which until then was concentrated in settlements along the coasts and waterways, gradually moves inland until it reaches the hilly and mountainous areas. In this context, a particular case that seems interesting to mention is that relating to the evolution of the city of Rome during the Middle Ages ([30][31]). It sees a concentration of the population mainly along the banks of the Tiber, where access to water was guaranteed. In fact, the deterioration of the aqueducts that had once allowed the city's water supply, caused by a total lack of maintenance, limited the possibility of settlements outside the areas near the river. The areas within the Aurelian walls, once densely populated, were transformed into rural or semi-rural areas. Only after the ambitious restoration programme of the aqueducts desired by Pope Sixtus V, did the water once again reach the areas within the walls, making them habitable. This intervention favoured the re-appropriation of abandoned urban spaces and contributed to

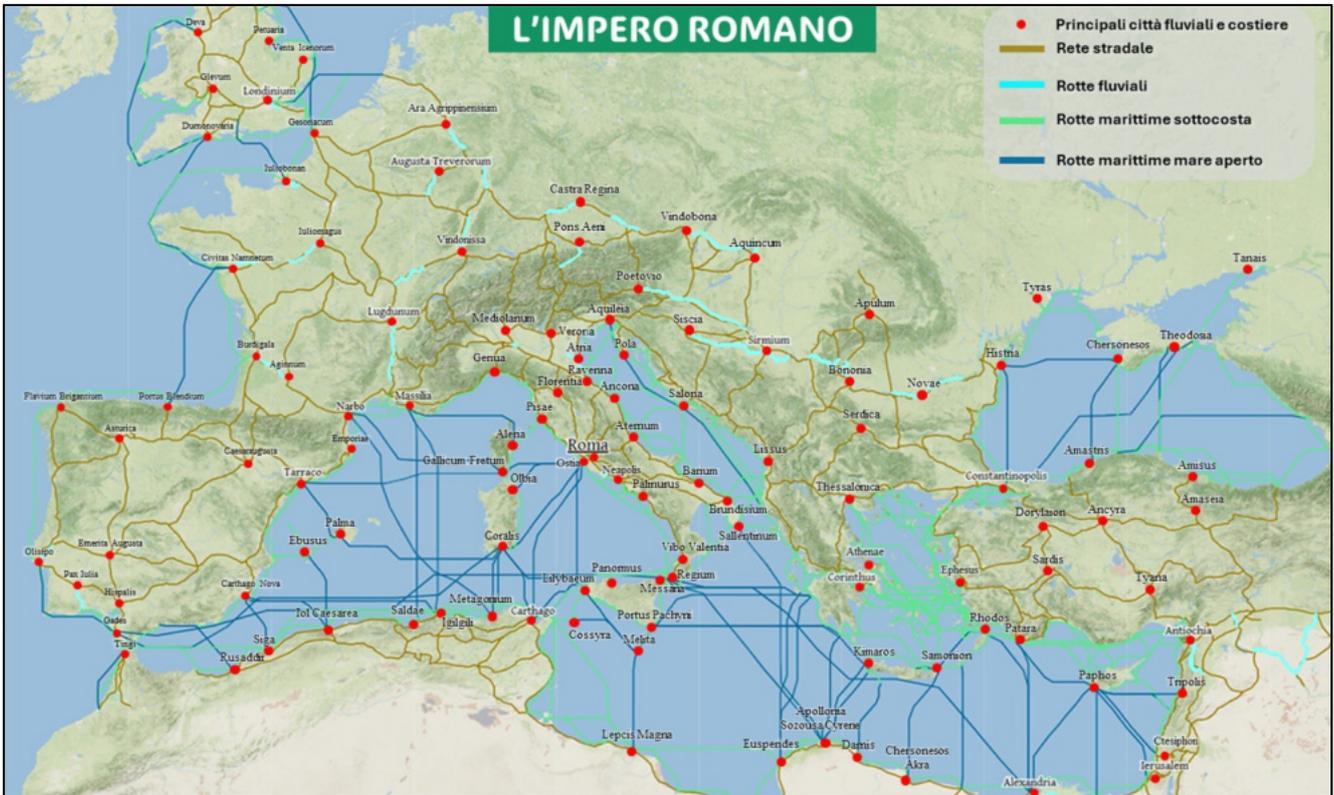


Figura 11 – L’Impero Romano nel suo periodo di massima espansione (elaborazione degli autori tramite [29]).
 Figure 11 – The Roman Empire in its period of maximum expansion (elaboration of authors via [29]).

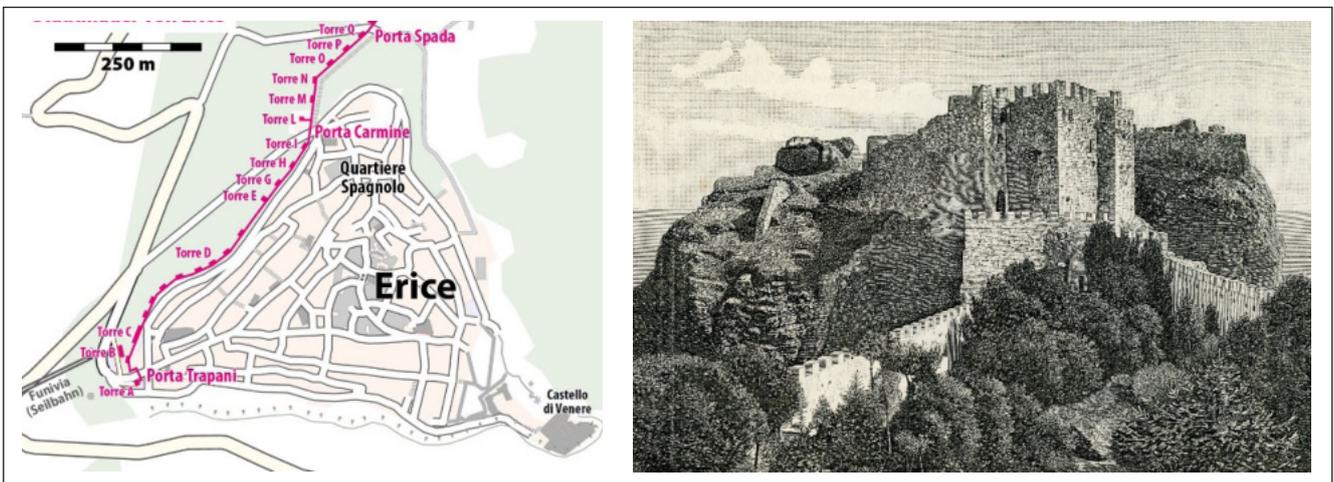


Figura 12 – Città di Erice. A sinistra una mappa delle antiche mura [34]; a destra una xilografia del Castello di Venere di Giuseppe Barberis al 1892 [35].
 Figure 12 – City of Erice. On the left, a map of the ancient walls [34]; on the right, a woodcut of the Castle of Venus by Giuseppe Barberis in 1892 [35].

sono concepite per spostamenti brevi e sviluppate percorrendo i crinali montuosi con l’ausilio di animali. Queste, definite col nome di mulattiere, prevedevano spostamenti più brevi e sfruttavano l’andamento dei percorsi montuosi esistenti risultando strutturalmente più strette, ma soprattutto più economiche nella realizzazione.

the rebirth of Rome as an important cultural and political centre. In general, the new medieval city, which broadly recalls the settlement of the Roman foundation, sees a more consolidated centre that expands towards the walls surrounding it, greatly expanding the streets creating a sort of radius. Concentrated on the heights and no longer on the coast, these

Durante l'età comunale si assiste ad una vera e propria rinascita delle città, degli scambi commerciali e della rete stradale. I Comuni avevano pieno potere decisionale sulla realizzazione delle opere, cosa che ha portato gli amministratori dell'epoca a espandere e migliorare i collegamenti interni ed esterni alla propria municipalità al fine di favorire lo scambio di merci e il passaggio delle persone [36].

Con la scoperta dell'America si mette convenzionalmente fine all'età Medievale entrando in una nuova epoca, quella Rinascimentale, caratterizzata da un clima di vivace sviluppo ed innovazione in tutti i campi. Innovazione che investe anche l'urbano e il modo in cui è concepita la maglia delle strade di collegamento. Nel Rinascimento, si ridisegnano strade e città in una simmetria rigida e armoniosa che si sviluppa intorno alla piazza centrale e che esclude totalmente il concetto di espansione naturale che aveva caratterizzato gli insediamenti nei secoli precedenti. La concezione di città "razionali" raggiunse una nuova fase in cui architetti e urbanisti, influenzati dalle idee umaniste e scientifiche, cercarono di progettare città che fossero non solo funzionali, ma anche esteticamente armoniose e simboliche a pianta poligonale, circolare o stellata (Fig. 13). Assistiamo all'emergere delle cosiddette "città ideali", concepimenti teorici, che immaginavano città perfette e ordinate, spesso caratterizzate da piazze centrali, su cui affacciavano edifici che si susseguivano con un ritmo cadenzato, alternando palazzi nobiliari, di governo, giardini ornamentali e chiese. Dalle piazze centrali, circondate da quest'alternanza di edifici dalle ricche facciate, si diramavano ampi slarghi ed assi stradali rettilinei e simmetrici. Molte di queste città, come quelle progettate da Leon Battista Alberti o Filippo Brunelleschi, non furono mai realizzate in grande scala, ma influenzarono profondamente l'urbanistica del tempo. La simmetria e la geometria divennero elementi chiave nella pianificazione urbana. Le piazze centrali erano progettate per creare un senso di ordine e di bellezza, come la Piazza del Campidoglio a Roma, progettata da Michelangelo, che incorpora linee rette e cerchi concentrici (Fig. 14).

Ma anche in quest'epoca, senza ulteriori innovazioni in ambito trasportistico, le dimensioni delle città rimangono ridotte, con diametro massimo tra i 2 e i 3 km, come mostrato per le città di Roma e Firenze nelle Fig. 15 e Fig. 16.

Con la IV rivoluzione dei trasporti, avvenuta grazie all'invenzione del motore a vapore e quindi del trasporto su ferro, non è semplicemente cambiato il modo di spostarsi, ma si assiste a quella che è stata una delle innovazioni più significative per l'assetto socioeconomico, rendendo possibile lo sviluppo dell'industria e rivoluzionando il sistema dei trasporti e la pianificazione delle città. Grazie alla trazione a vapore, nel 1804 in Inghilterra, vengono costruite le prime locomotive che porteranno, ventuno anni dopo, alla realizzazione della prima linea ferroviaria commerciale, la "Stockton and Darlington railway". *"In Inghilterra non esistono più distanze. Le comunicazioni anche tra città lontane, come Londra e Liverpool, sono diventate più facili*

new settlements have a defensive function and have a poor structure regularity due to the castles that protected the inhabitants from possible external attacks (Fig. 12). From the early Middle Ages, we are given the first radial urban plans, where the urban area has a perimeter tending to a circular shape with a double concentric road system. The fact that many city centres were located on the heights ([32][33]), will lead to the total upheaval of road infrastructures: the continuity of the paths of the Roman roads downhill is lost, due to the lack of maintenance, a good part of the connecting bridges built in the Roman age will no longer be viable. The new roads are designed for short journeys and developed along the mountain ridges with the help of animals. These, defined as mule tracks, provided for shorter journeys and exploited the trend of the existing mountain routes, resulting in structurally narrower, but above all cheaper constructions.

During the municipal age there was a true rebirth of cities, commercial exchanges and of the road network. The Municipalities had full decision-making power over the construction of the works, which led the administrators of the time to expand and improve the internal and external connections to their municipality in order to promote the exchange of goods and the passage of people [36].

With the discovery of America, the Medieval Age conventionally ends, entering a new era, the Renaissance, characterised by a climate of lively development and innovation in all fields. Innovation that also invests the city and the way in which the connecting roads network is conceived. In the Renaissance, streets and cities were redesigned in a rigid and harmonious symmetry that developed around the central square and totally excluded the concept of natural expansion that had characterised settlements in previous centuries. The concept of "rational" cities reached a new phase in which architects and urban planners, influenced by humanist and scientific ideas, tried to design cities that were not only functional, but also aesthetically harmonious and symbolic with a polygonal, circular or star-shaped plan (Fig. 13). We are witnessing the appearance of the so-called "ideal cities", theoretical concepts, which imagined perfect and orderly cities, often characterised by central squares, overlooked by buildings that followed one another with a cadenced rhythm, alternating noble palaces, government buildings, ornamental gardens and churches. From the central squares, surrounded by this alternation of buildings with rich facades, there were wide stretches and straight and symmetrical road axes. Many of these cities, such as those designed by Leon Battista Alberti or Filippo Brunelleschi, were never built on a large scale, but profoundly influenced the urban planning of the time. Symmetry and geometry became key elements in urban planning. The central squares were designed to create a sense of orderliness and beauty, such as the Piazza del Campidoglio in Rome, designed by Michelangelo, which incorporates straight lines and concentric circles (Fig. 14).

But even in this era, without further innovations in the field of transport, the size of cities remains small, with a maximum diameter between 2 and 3 km, as shown for the cities of Rome and Florence in Fig. 15 and Fig. 16.

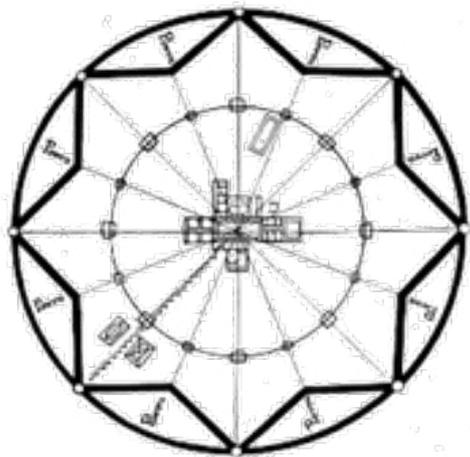


Figura 13 – Pianta della città ideale di Sforzinda, Trattato di Architettura di Antonio Averlino detto il Filarete, 1464 [37].
 Figure 13 – Plan of the ideal city of Sforzinda, Treatise on Architecture by Antonio Averlino known as il Filarete, 1464 [37].

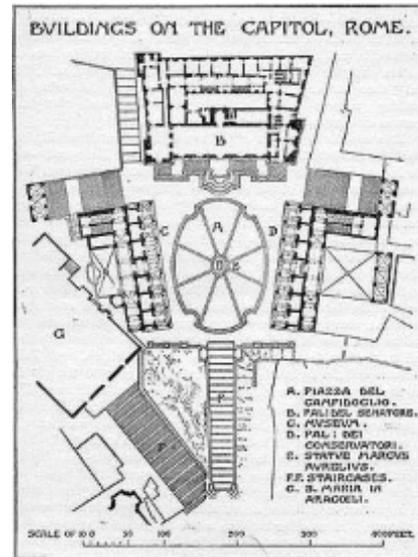


Figura 14 – Pianta di Piazza del Campidoglio a Roma, progettata da Michelangelo [38].
 Figure 14 – Plan of Piazza del Campidoglio in Rome, designed by Michelangelo [38].



Figura 15 – Elaborazione degli autori su 'Pianta della città di Roma disegnata da Sebastiano del Re l'anno 1577 [28].
 Figure 15 – Elaboration by the authors on 'Plan of the city of Rome drawn by Sebastiano del Re in the year 1577 [28].

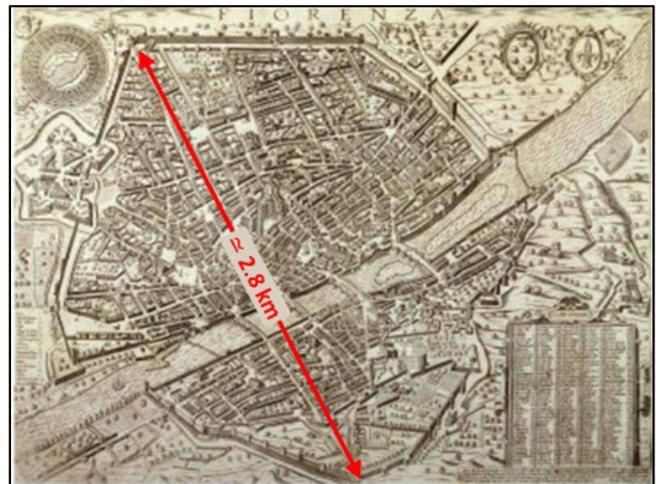


Figura 16 – Elaborazione degli autori su 'Pianta della città di Firenze disegnata da Matteo Florimi l'anno 1595 [39].
 Figure 16 – Elaboration by the authors on 'Plan of the city of Florence drawn by Matteo Florimi in the year 1595 [39].

che tra quartieri diversi della stessa città. La posta parte da Londra due volte al giorno per quasi tutte le direzioni” scriveva Camillo Benso conte di Cavour nel suo diario [40].

In breve tempo, la diffusione delle ferrovie cambiò radicalmente il volto dell'ambiente urbano, dando vita a quella che sarà la forma urbana predominante della città occidentale nel periodo che va dalla metà del XIX secolo fino al periodo tra le due guerre mondiali. Nasce la città ferroviaria che spesso si sovrappone alla città storica. Come evidenziato da [41], in questo periodo, le città si

With the fourth Transport Revolution, which took place thanks to the invention of the steam engine and therefore of transport on rail, the travel mode did not simply change, but we witness what has been one of the most significant innovations for the socio-economic organisation, making the development of industry possible and revolutionising the transport system and city planning. Thanks to steam traction, in 1804 the first locomotives were built in England that led to the construction of the first commercial railway line twenty-one years later, the “Stockton and Darlington

sono espanse fino a una distanza di 20-30 km dal centro, seguendo i tracciati delle nuove linee ferroviarie. La caratteristica principale di questa forma di sviluppo urbano è la concentrazione intorno alle stazioni di trasporto pubblico di massa. La densità residenziale varia da 50 a 100 persone per ettaro e gli usi del suolo sono misti, con usi commerciali e ricreativi situati vicino alle stazioni ferroviarie o della metropolitana (Fig. 17).

Come mostrato da [43], le risposte teorico/progettuali più importanti allo sviluppo pervasivo e inarrestabile dell'urbano a cui si assiste in questo periodo sono la "Città industriale" proposta da Tony Garnier [44] e la "Città giardino" di Ebenezer Howard ([45][46]).

La prima pensata per 35.000 abitanti, era articolata per parti funzionali separando la zona industriale da quella residenziale di nuovo impianto, dal centro storico. Il nuovo quartiere residenziale si organizzava intorno ad un largo viale centrale disposto secondo l'asse eliothermico est-ovest e percorso dai mezzi pubblici sul quale si attestano i servizi pubblici. Il sistema infrastrutturale, stradale e ferroviario, è il fulcro del nuovo insediamento, mentre le grandi attrezzature urbane sono disposte nel territorio circostante. Gli elementi principali sono chiaramente distinti tra loro: la zona industriale è in pianura, nei pressi del fiume e della ferrovia; quella residenziale, una scacchiera molto allungata con il centro civico nella parte mediana, è ubicata su un terreno più elevato e separata dalle fabbriche mediante un'ampia area verde; l'ospedale e le altre attrezzature sanitarie disposte nella zona collinare a nord della città; le strade sono distinte secondo il tipo di traffico con netta separazione tra percorsi veicolari e pedonali (Fig. 18).

railway". "In England distances no longer exist. Communications also between distant cities, such as London and Liverpool, have become easier than between different neighbourhoods of the same city. Mail leaves London twice a day for almost all directions" wrote Camillo Benso, Count of Cavour, in his diary [40].

In a short time, the diffusion of railways radically changed the aspect of the urban environment, giving rise to what will be the predominant urban form of the western city in the period from the mid-nineteenth century to the period between the two world wars. The railway city is born, which often overlaps with the historic city. As evidenced by [41], in this period, cities expanded up to a distance of 20-30 km from the centre, following the paths of the new railway lines. The main feature of this form of urban development is the concentration around mass public transport stations. Residential density ranges from 50 to 100 people per hectare and land uses are mixed, with commercial and recreational uses located near train or subway stations (Fig. 17).

As shown by [43], the most important theoretical/design responses to the pervasive and unstoppable urban development witnessed in this period are the "Industrial City" proposed by Tony Garnier [44] and the "Garden City" by Ebenezer Howard ([45][46]).

The first, designed for 35,000 inhabitants, was divided into functional parts, separating the industrial area from the newly built residential area and from the historic centre. The new residential district was organised around a wide central avenue arranged according to the east-west heliothermic axis and traversed by public transport on which public services stop. The road and rail infrastructure system is the focus of the new settlement, while the large urban equipment is ar-

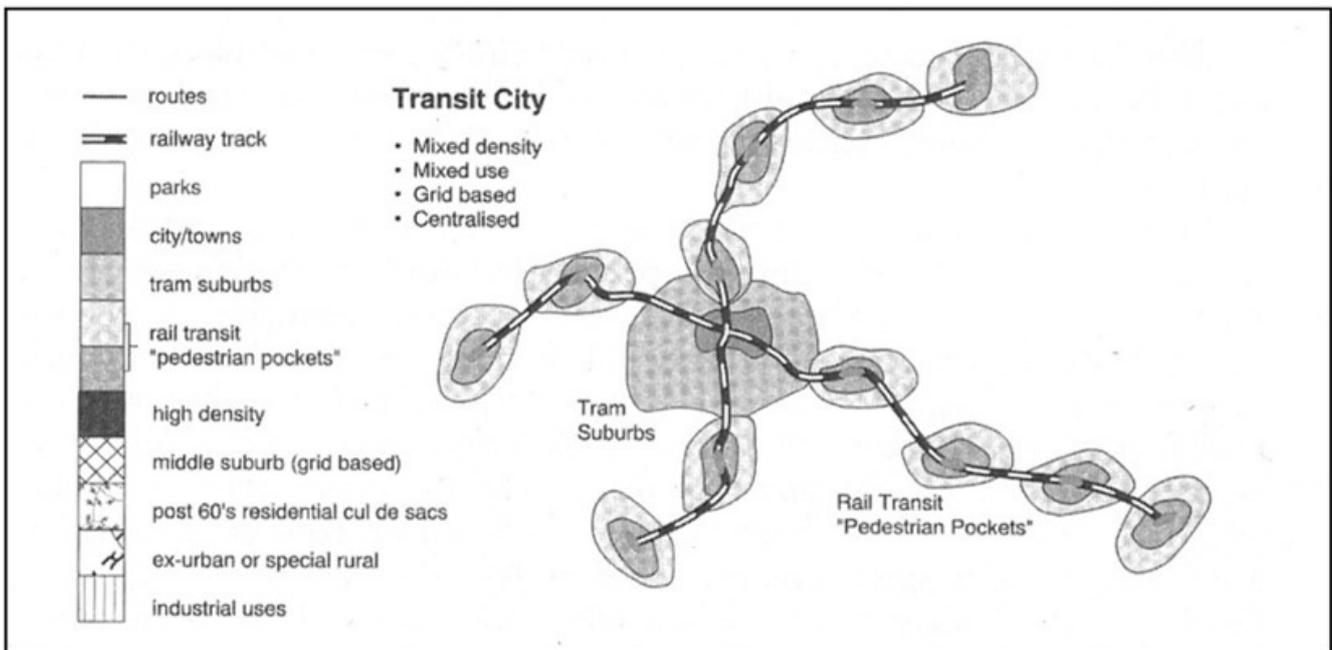


Figura 17 – Struttura della città ferroviaria [42].
Figure 17 – Structure of the railway city [42].

Per quanto riguarda la città giardino di Howard, invece, la sua struttura prevedeva una città circondata da spazi verdi e terreni agricoli, con una pianificazione che promuove una bassa densità abitativa e un ambiente sano. Al centro della città vi era una zona residenziale, circondata da aree verdi e parchi, e oltre a queste, si trovano aree commerciali e industriali ben separate. La città è pensata per essere autosufficiente, con servizi e infrastrutture per i residenti, ma ben collegata alla città principale tramite una efficiente rete di trasporti (Fig. 19).

Ad ogni modo, entrambe miravano ad una riconciliazione tra l'ormai inarrestabile sviluppo tecnologico-industriale e i vantaggi della vita preindustriale. Infatti, la possibilità di spostarsi più rapidamente tra i territori grazie ai treni e l'insediamento di aree industriali all'interno del perimetro cittadino comportò una vera e propria migrazione di massa dalle campagne alle città; nascono dunque le aree suburbane e i sobborghi. L'esempio forse più emblematico dello sviluppo urbano in questo periodo è quello della città di Londra che, come mostrato da [48], vede l'area densamente edificata misurare circa 8 km da est a

ovest. La struttura era chiaramente distinguibile da ciascuna delle altre: l'area industriale era sulla pianura, vicino al fiume e alla ferrovia; l'area residenziale, una lunga scacchiera con il centro civico al centro, era situata su un terreno più elevato e separata dalle fabbriche da una grande area verde; l'ospedale e altre strutture sanitarie erano disposte nell'area collinosa a nord della città; le strade erano separate in base al tipo di traffico con una chiara distinzione tra percorsi veicolari e pedonali (Fig. 18).

Per quanto riguarda la città giardino di Howard, la sua struttura prevedeva una città circondata da spazi verdi e terreni agricoli, con una pianificazione che promuove una bassa densità abitativa e un ambiente sano. Infatti, la possibilità di spostarsi più rapidamente tra i territori grazie ai treni e l'insediamento di aree industriali all'interno del perimetro cittadino comportò una vera e propria migrazione di massa dalle campagne alle città; nascono dunque le aree suburbane e i sobborghi. L'esempio forse più emblematico dello sviluppo urbano in questo periodo è quello della città di Londra che, come mostrato da [48], vede l'area densamente edificata misurare circa 8 km da est a

ovest. In ogni caso, entrambe miravano ad una riconciliazione tra lo sviluppo tecnologico-industriale ormai inarrestabile e

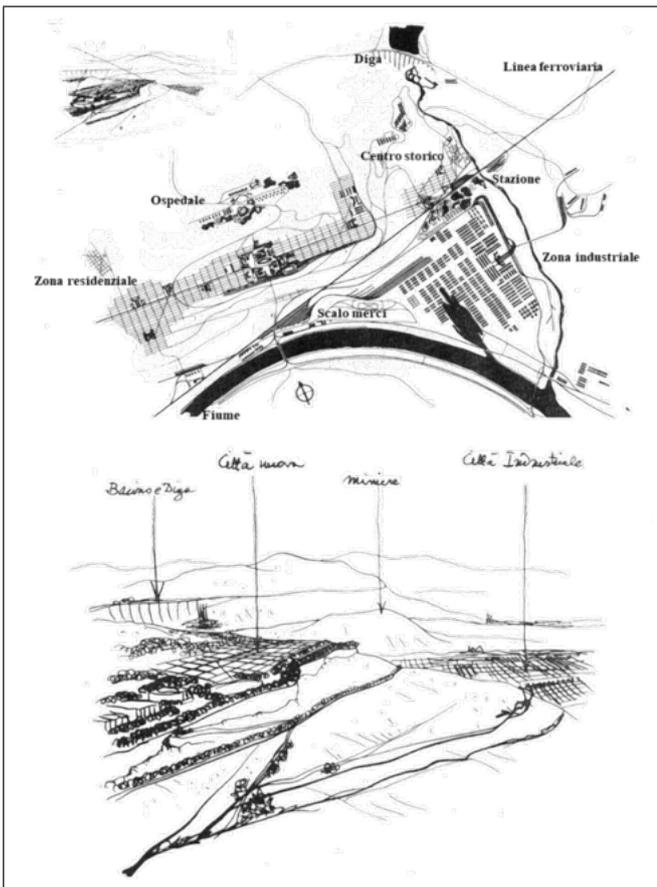


Figura 18 – La Città industriale di Garnier nei disegni di Giovanni Astengo per il libro “Abitazione e lavoro nella città di domani” rimasto inedito [47].
 Figure 18 – The industrial city of Garnier in the drawings by Giovanni Astengo for the book “Housing and work in the city of tomorrow” remained unpublished [47].

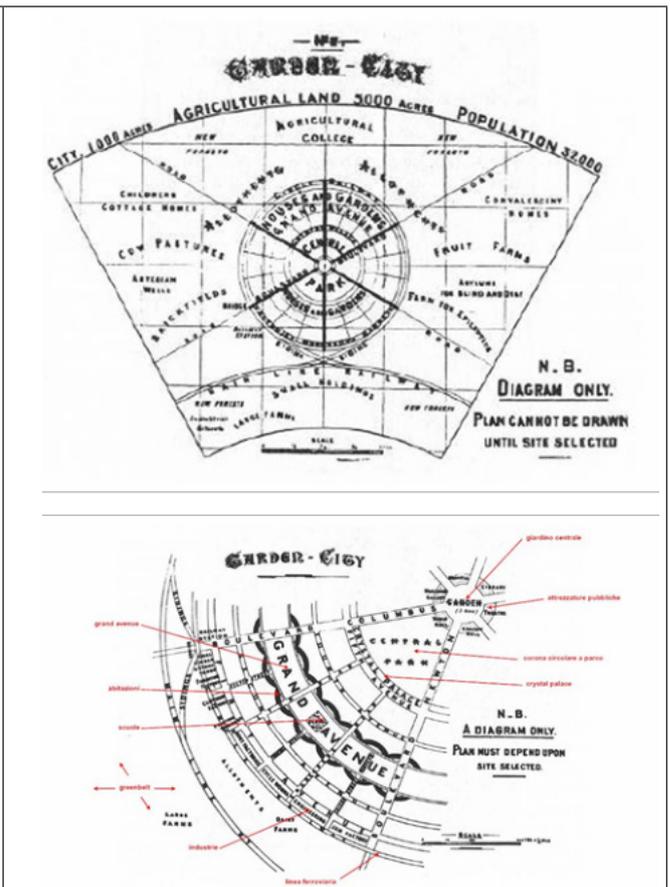


Figura 19 – Struttura della città giardino[46].
 Figure 19 – Structure of the garden city [46].

ovest nel 1750, 24 km nel 1850 per poi arrivare a 50 km nel 1950 (Fig. 20). Si tratta di dimensioni compatibili con la “città di un’ora”. Basti pensare che la locomotiva Rocket, progettata e costruita da George e Robert Stephenson nel 1829, aveva una velocità media di 27 km/h, con una velocità massima di 48 km/h [49]; alla fine del secolo, era possibile viaggiare a una media di 56 km/h, fino ad un massimo di 96 km/h, sulla Great Western Railway tra Londra a Bristol [50].

Molti dei sobborghi di Londra si svilupparono seguendo il principio della città giardino, con ampi spazi verdi e una pianificazione che favoriva una qualità della vita migliore rispetto al centro urbano congestionato. Grazie all’espansione della metropolitana, questi sobborghi erano ben collegati al cuore della città, rendendo facile il pendolarismo quotidiano. L’abitabilità piacevole di queste aree divenne un vero e proprio strumento di marketing per la compagnia Metropolitan Railway che si occupava della costruzione della metropolitana che promosse l’idea di *Metroland* [51] per i sobborghi a nord di Londra, invitando le famiglie a trasferirsi in queste zone residenziali, tranquille ma ben collegate al centro. Esempi di sobborghi che seguivano il modello della città giardino sono Letchworth e Welwyn Garden City [52], ma non sono mancati esempi di città nate ex-novo più vicine al modello di Garnier, come quella di Middlesbrough con le sue ricche miniere di ferro, dove sino agli inizi dell’800, sorgeva una semplice fattoria abitata da 25 persone e, successivamente, al 1847, divenne la prima città costruita da zero perché a ridosso di una stazione della linea Stockton-Darlington a servizio del porto industriale dell’area [53].

Anche altre capitali europee, come ad esempio Parigi o Vienna, furono tra le prime ad essere servite da una ferrovia; tuttavia, queste hanno vissuto il fenomeno in maniera meno marcata rispetto a Londra perché, di fatto, plasmate dalle vicende politiche e sociali del tempo che hanno influito sulla naturale tendenza allo sviluppo della città dettata dalla ferrovia.

Ad ogni modo, al di là delle diverse teorizzazioni della città industriale e degli esempi più famosi in cui queste si concretizzarono, in questo periodo, le città si trovano ad avere una struttura formata da un nucleo, il centro storico, che rappresentava la parte più antica della città e che un tempo stava dentro le mura ormai demolite; intorno al nucleo si inserivano le “case borghesi”, edificate con l’arrivo della borghesia capitalista, detti anche quartieri residenziali, intorno ai quali si svilupparono le aree destinate ai servizi. Lontane dal centro, in posizione marginale, nacquero le prime periferie cittadine, caratte-

the advantages of pre-industrial life. In fact, the possibility of moving faster between the territories thanks to trains and the establishment of industrial areas within the city perimeter led to a real mass migration from the countryside to the cities; therefore, suburban areas and suburbs arise. Perhaps the most emblematic example of urban development in this period is that of the city of London which, as shown by [48], sees the densely built-up area measuring about 8 km from east to west in 1750, 24 km in 1850 then reaching 50 km in 1950 (Fig. 20). These are dimensions compatible with the “one hour city”. Just think that the Rocket locomotive, designed and built by George and Robert Stephenson in 1829, had an average speed of 27 km/h, with a maximum speed of 48 km/h [49]; at the end of the century, it was possible to travel at an average of 56 km/h, up to a maximum of 96 km/h, on the Great Western Railway between London and Bristol [50].

*Many of London’s suburbs developed on the principle of the garden city, with large green areas and planning that favoured a better quality of life than the congested city centre. Thanks to the expansion of the underground, these suburbs were well connected to the heart of the city, making daily commuting easy. The pleasant liveability of these areas became a real marketing tool for the Metropolitan Railway company that was in charge of the construction of the underground that promoted the idea of *Metroland* [51] for the suburbs to the north of London, inviting families to move to these quiet residential areas, but well connected to the centre. Examples of suburbs that followed the model of the garden city are Letchworth and Welwyn Garden City [52],*

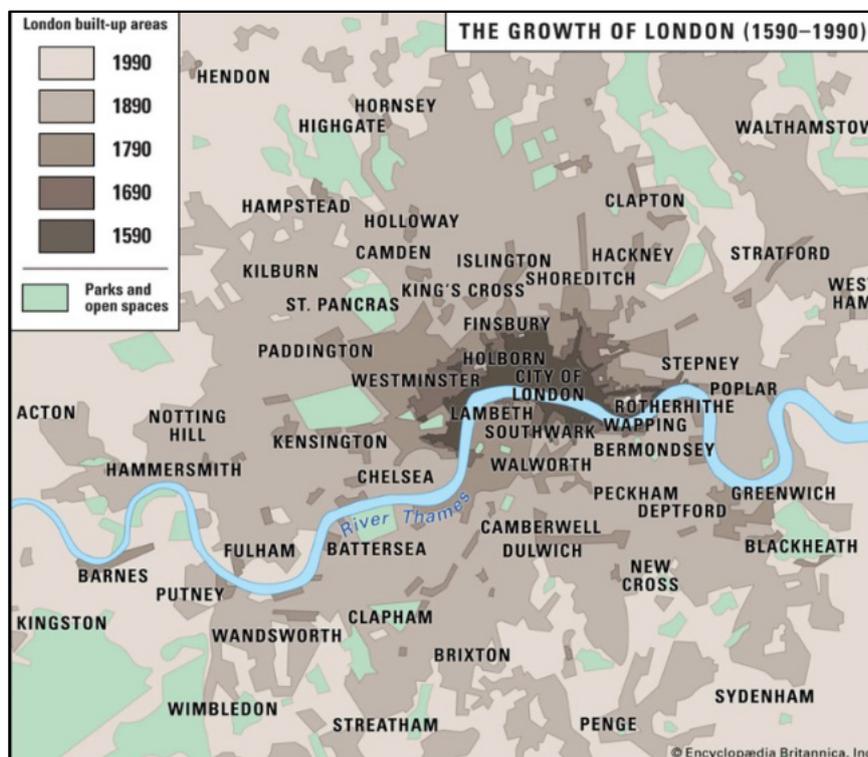


Figura 20 – Espansione della città di Londra tra il 1590 e il 1990 [48].
 Figure 20 – Expansion of the city of London between 1590 and 1990 [48].

rizzate dalla presenza di fabbriche e case popolari destinate agli operai. Periferia e centro apparivano totalmente diverse, nonostante fossero spazi della stessa città. Da una parte, l'architettura e l'urbanistica del centro città si ispirano al concetto del bello – inteso come regolarità, ordine, simmetria e rispetto delle proporzioni – tipico dall'epoca rinascimentale [54], a sua volta, ripreso dalla cultura e della filosofia classica [55]; dall'altra, nelle periferie, l'edificato risulta confuso, ammassato per lo più costituito da case a schiera, piccole e troppo vicine alle fabbriche. Le case popolari si erigevano in aree prive di ogni offerta di servizi e spesso caratterizzate da condizioni igienico sanitarie ben peggiori di quelle già precarie dei centri città dell'epoca. Inoltre, non era inusuale trovare tra un caseggiato e l'altro, a riempimento dei vuoti tra gli edificati, delle vere e proprie baracche costruite con materiali di risulta dove risiedevano i più poveri tra la classe operaia.

Alla fine dell'800, l'invenzione del motore a combustione interna darà il via a quella che a tutti gli effetti è considerata la V rivoluzione dei trasporti. Mentre col motore a vapore era cambiato il modo di intendere lo spostamento di più persone in un dato tempo con un unico mezzo, come successo con la ferrovia e integrando tale innovazione meccanica alla navigazione, il motore a combustione interna rivoluzionò le regole dello spostamento individuale offrendo potenze molto maggiori utilizzando una energia relativamente leggera. Seppur tale invenzione abbia consentito la nascita dell'aereo e le evoluzioni dal primo biplano dei fratelli Wright nel 1903 ai moderni jet di linea, accorciando le distanze tra città e stati, l'avvento dell'automobile, brevettata nel 1886 dall'ingegnere meccanico Benz, seguita dagli autobus e dagli autocarri, sono da considerarsi forse tra le invenzioni, attribuibili a tale periodo, che più hanno modificato la struttura della città.

Grazie alla disponibilità di motori con potenze relative elevate e carburanti a elevatissimo contenuto energetico, nasceva la città dell'automobile (Fig. 21), che si sovrappone a quella ferroviaria, a sua volta nata su quella antica. Si tratta di una città diffusa, che sperimenta il cosiddetto fenomeno dello sprawl urbano [56], ossia l'espansione delle città guidata dal possesso di veicoli privati che consentono di spostarsi senza dipendenza dalla "organizzazione del servizio di mobilità" da parte di aziende di trasporto collettivo che offrono tali servizi in presenza di intensità della domanda tale da giustificare i costi di produzione (con o senza un contributo pubblico). Non è, quindi, più necessario concentrare le residenze nei pressi del o dei centri di attività, né lungo gli assi principali delle reti ferroviarie, offrendo la possibilità di maggiore spazio, anche esterno all'abitazione, a prezzi minori in aree non ancora urbanizzate, grazie alla maggiore velocità commerciale dell'automobile posseduta e guidata dal nucleo familiare. Le infrastrutture stradali diventano il fulcro dello sviluppo urbano, favorendo la creazione di quartieri residenziali lontani dal centro e separati da vaste aree di parcheggi e strade. Questo modello frammenta il tessuto urbano, rendendo difficili gli spostamenti a piedi o in bicicletta e au-

but there were also examples of cities that arose from scratch closer to Garnier's model, such as Middlesbrough with its rich iron mines, where until the early nineteenth century, there was a simple farm inhabited by 25 people and, later, in 1847, it became the first city built from scratch because it was close to a station on the Stockton-Darlington line serving the industrial port of the area [53].

Other European capitals, such as Paris or Vienna, were also among the first to be served by a railway; however, they experienced the phenomenon less markedly than London because, in fact, they were shaped by the political and social events of the time that influenced the natural trend to develop the city dictated by the railway.

In any case, beyond the different theorizations of the industrial city and the most famous examples in which they materialised, in this period, cities find themselves with a structure formed by a nucleus, the historic centre, which represented the oldest part of the city and which was once inside the walls now demolished; around the nucleus were the "bourgeois houses", built with the arrival of the capitalist bourgeoisie, also called residential neighbourhoods, around which the areas destined for services developed. Far from the centre, in a marginal position, the first suburbs of the city arose, characterised by the presence of factories and council housing intended for workers. Suburb and centre looked totally different, despite being areas of the same city. On the one hand, the architecture and urban planning of the city centre are inspired by the concept of beauty – understood as regularity, orderliness, symmetry and respect for proportions – typical of the Renaissance era [54], in turn, taken from classical culture and philosophy [55]; on the other, in the suburbs, the built area is confused and crowded, mostly consisting of small terraced houses, too close to the factories. The council houses were erected in areas devoid of any offer of services and often characterised by hygienic and sanitary conditions much worse than those already precarious in the city centres of the time. In addition, it was not unusual to find real shacks built with waste materials between one building and another, to fill the gaps between the buildings, where the poorest among the working class resided.

At the end of the 19th century, the invention of the internal combustion engine began what is in all respects considered the 5th transport revolution. While with the steam engine the way of understanding the displacement of more people in a given time with a single vehicle had changed, as happened with the railway and integrating this mechanical innovation to navigation, the internal combustion engine revolutionised the rules of individual displacement by offering much greater powers using relatively light energy. Although this invention has allowed the creation of the airplane and the evolutions from the first biplane of the Wright brothers in 1903 to modern jetliners, shortening the distances between cities and countries, the advent of the car, patented in 1886 by the mechanical engineer Benz, followed by buses and trucks, are perhaps among the inventions, attributable to that period, that have most modified the structure of the city.

The automobile city arose (Fig. 21), thanks to the availability of engines with high relative power and fuels with very

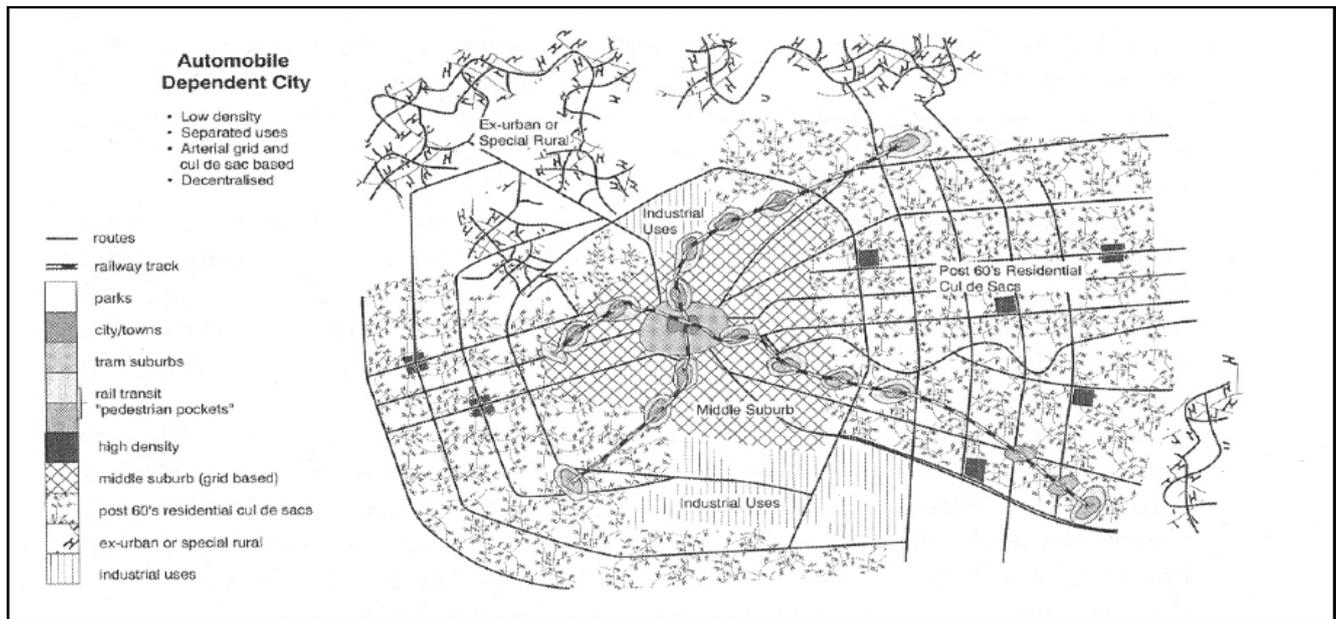


Figura 21 – Struttura della città dell'automobile, proposta da [42], in antitesi alla città della ferrovia riportata sopra.
 Figure 21 – Structure of the automobile city, proposed by [42], in contrast to the railway city shown above.

mentando la necessità di lunghi tragitti in auto. Le conseguenze includono un maggiore consumo di suolo, traffico congestionato e inquinamento atmosferico, con comunità meno connesse e meno sostenibili.

Tale processo è ben visibile se guardiamo all'espansione urbana avuta nel dopoguerra da quasi tutte le città del mondo occidentale, con esempi che vanno dalla espansione delle città carrabili storiche e con la città industriale e ferroviaria successiva (come Parigi, Londra o Roma) fino alle città più recenti sviluppatesi quasi contemporaneamente all'avvento dell'automobile (Los Angeles e molte altre città statunitensi).

Lo stesso fenomeno si è ripetuto, con alcuni decenni di ritardo, nelle città in cui il possesso diffuso di automobili è più recente. La Fig. 22 mostra il fenomeno dell'urban sprawl avuto tra il 1984 e il 2018 nella città di Pechino che ha visto una radicale trasformazione, con una crescita rapida e a volte incontrollata delle aree residenziali, un aumento significativo della popolazione e una forte espansione delle infrastrutture [57].

Come mostrato in Fig. 23, gli attuali livelli di motorizzazione vedono una media europea di 571 auto per mille abitanti (con l'Italia al primo posto con 694 auto per ogni mille abitanti) [58].

Se pensiamo che, come mostrato in uno studio americano pubblicato nel 2024 e riferito ai dati del 2022 [59], le auto, in media, sono ferme per il 95% del tempo (Fig. 24), appare evidente l'enorme consumo di spazio urbano che ciò comporta. Tali dati risultano interessanti anche se si guarda al fatto che il tempo medio speso in viaggio e di circa un'ora al giorno, a riprova di quanto osservato sopra circa la stabilità del parametro TTB. Ipotizzando uno

high energy content, which overlaps with the railway one, that in turn was created on the old one. It is a widespread city, which experiences the so-called phenomenon of urban sprawl [56], that is, the expansion of cities driven by the ownership of private vehicles that allow moving without depending on the "organisation of the mobility service" by public transport companies that offer such services in the presence of intensity of demand such as to justify production costs (with or without public contribution). Therefore, it is no longer necessary to concentrate residences near activity centre(s), nor along the main axes of the railway networks, offering the possibility of more space, even outside the house, at lower prices in areas not yet urbanised, thanks to the greater commercial speed of the car owned and driven by the family unit. Road infrastructure becomes the cornerstone of urban development, favouring the creation of residential neighbourhoods far from the centre and separated from large parking areas and streets. This model fragments the urban fabric, making it difficult to travel on foot or by bicycle and increasing the need for long journeys by car. Consequences include increased land consumption, congested traffic, and air pollution, with less connected and less sustainable communities.

This process is clearly visible if we look at the urban expansion experienced in the post-war period by almost all cities in the Western world, with examples ranging from the expansion of historical driveable cities and with the subsequent industrial and railway city (such as Paris, London or Rome) to the most recent cities developed almost simultaneously with the advent of the car (Los Angeles and many other US cities).

The same phenomenon has been repeated, with a few decades of delay, in cities where the widespread ownership of cars is more recent. Fig. 22 shows the phenomenon of urban

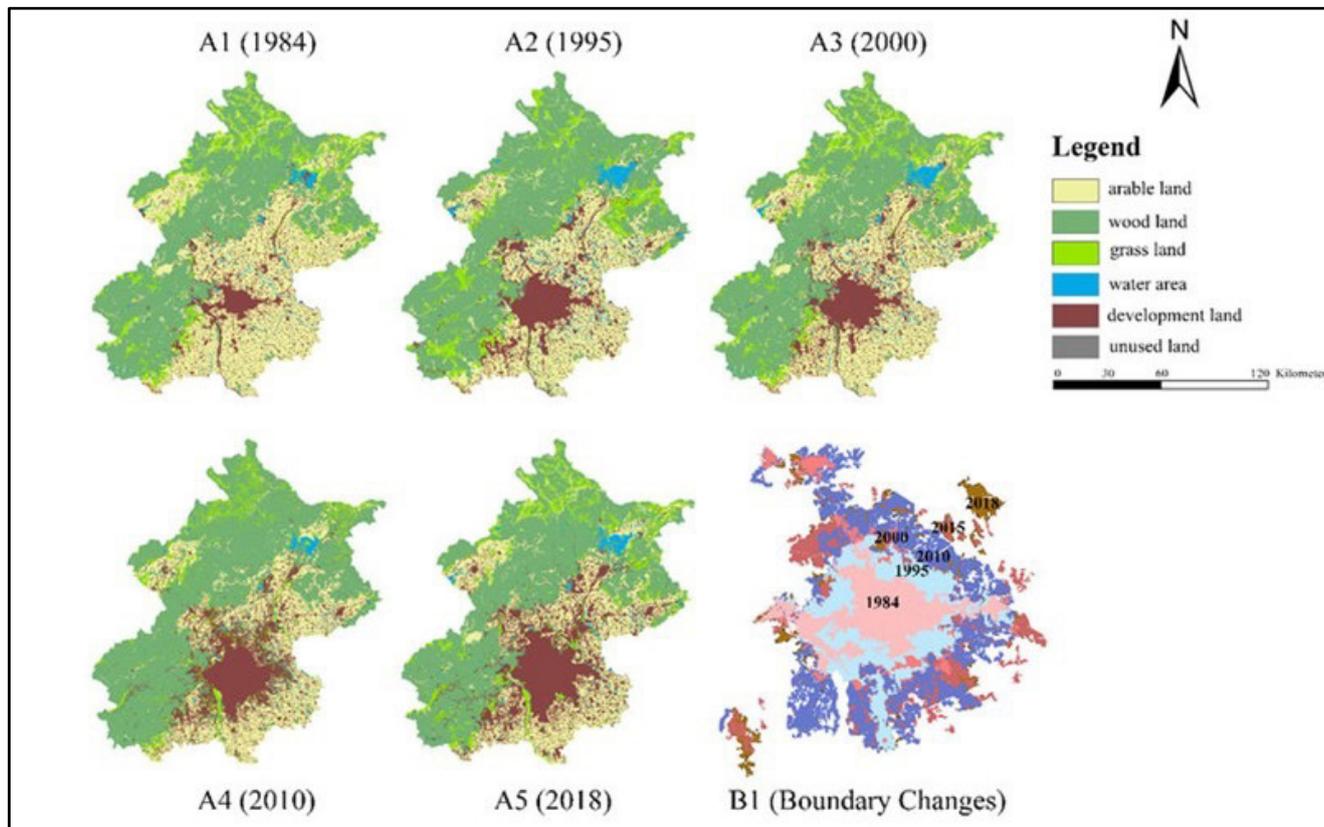


Figura 22 – Uso del suolo a Pechino 1984-2018 [57].
 Figure 22 – Land use in Beijing 1984-2018 [57].

spazio medio di occupazione degli stalli di sosta¹ pari a 12,5 m², se immaginassimo tutte le auto presenti in una città teorica con un milione di abitanti come parcheggiate l'una accanto all'altra, si arriverebbe ad una occupazione del suolo superiore a 7km² (in ipotesi di tasso di motorizzazione pari a quello medio europeo).

Una stima sull'effettivo spazio occupato dai parcheggi in alcune città europee è stata condotta dalla compagnia di sharing Dott nel 2023 [62], ottenendo i risultati riportati in Fig. 25.

Appare evidente, quindi, la necessità di contrastare tali elevati tassi di motorizzazione puntando su una maggiore promozione e sostenibilità dei trasporti pubblici e condivisi.

Anche la normativa urbanistica si è evoluta nel dopoguerra in corrispondenza dei fenomeni di motorizzazione di massa e, ad oggi, ne “impone” la prosecuzione prevedendo, tra gli altri standard urbanistici, un certo numero di m² da dedicare a parcheggi pubblici o privati. In Italia,

sprawl between 1984 and 2018 in the city of Beijing that has seen a radical transformation, with a rapid and sometimes uncontrolled growth of residential areas, a significant increase in population and strong expansion of infrastructures[57].

As shown in Fig. 23, current motorisation levels show a European average of 571 cars per thousand inhabitants (with Italy in first place with 694 cars per thousand inhabitants) [58].

If we think that, as shown in an American study published in 2024 and referring to the 2022 data [59], cars, on average, are stationary 95% of the time (Fig. 24), the enormous consumption of urban space that this entails is evident. These data are interesting even if we look at the fact that the average time spent travelling is of about an hour a day, proving what was observed above about the stability of the TTB parameter.

Assuming an average parking space occupancy¹ of 12.5 m², if we imagined all the cars present in a theoretical city

¹ Nonostante alcune norme riportino dimensione dello stallo minime inferiori, si è considerata una dimensione media pari a 2,5mx5m che risulta essere la più diffusa sia in Europa che nel resto del mondo ([60][61]).

¹ Despite some standards reporting lower minimum stall size, an average size of 2.5mx5m was considered, which is the most widespread both in Europe and in the rest of the world ([60][61]).

in questo senso, occorre citare il DM 1444 del 1968 e la successiva legge Tognoli del 1989. Anche negli altri Paesi europei, nella seconda metà del XX secolo – quando l'automobile era diventata ormai un simbolo di rinascita economica e sociale che stava rapidamente trasformando non solo l'economia ma anche la vita quotidiana dei cittadini – sorsero le prime norme che inserivano i parcheggi negli standard di pianificazione urbana. Si veda ad esempio il Codice dell'urbanistica e delle abitazioni del 1954 e la legge 630 del 1983 in Francia, la Ley del Suelo in Spagna che dal 1956 al 1998 ha subito numerose riforme fino all'ultima del 2007, o la BauNVO (BauNutzungsverordnung) del 1962, poi aggiornata nel 1990, in Germania. In generale, tra gli anni '50 e '70 del XX secolo, i parcheggi iniziano ad essere considerati nella pianificazione urbana; successivamente, tra gli anni '80 e '90, nascono nuove leggi (o si adeguano le precedenti) con requisiti più specifici circa la loro progettazione. Tali leggi, o versioni aggiornate di queste, sono ancora in vigore, rappresentando, di fatto, un 'vincolo' a dover costruire città dell'automobile per il presente e per il futuro.

3. La settima rivoluzione dei trasporti e i possibili impatti sulla città

Come già evidenziato, le tre principali direttrici lungo cui si sviluppa la settima rivoluzione dei trasporti sono rappresentate dalla decarbonizzazione dei vettori energetici in un'ottica di efficienza ambientale, dall'introduzione della guida autonoma e dall'implementazione di servizi di mobilità innovativi, al fine di ottenere un'efficienza economica e sociale, oltre ad una migliorata esperienza di viaggio per l'utente. Ovviamente, tali innovazioni non devono essere considerate come disgiunte, al contrario, come vedremo, hanno un elevato potenziale di interazione reciproca (Fig. 26).

Una disamina più puntuale circa le innovazioni della 7° rivoluzione dei trasporti è riportata in [1][3], così come il principio della super-additività e della eterogeneità dei fini che sono stati ricavati sulla base delle rivoluzioni precedenti. Ciò implica che non è possibile prevedere quali saranno gli effetti globali della rivoluzione in atto, oggi ancora nella sua fase iniziale. Pur con questa premessa, in questo paragrafo cercheremo di immaginare alcuni dei possibili effetti della settima rivoluzione sulla forma delle città.

Da una parte, è prevedibile che il modello di uso dei veicoli individuali, e dell'automobile in particolare, si tra-

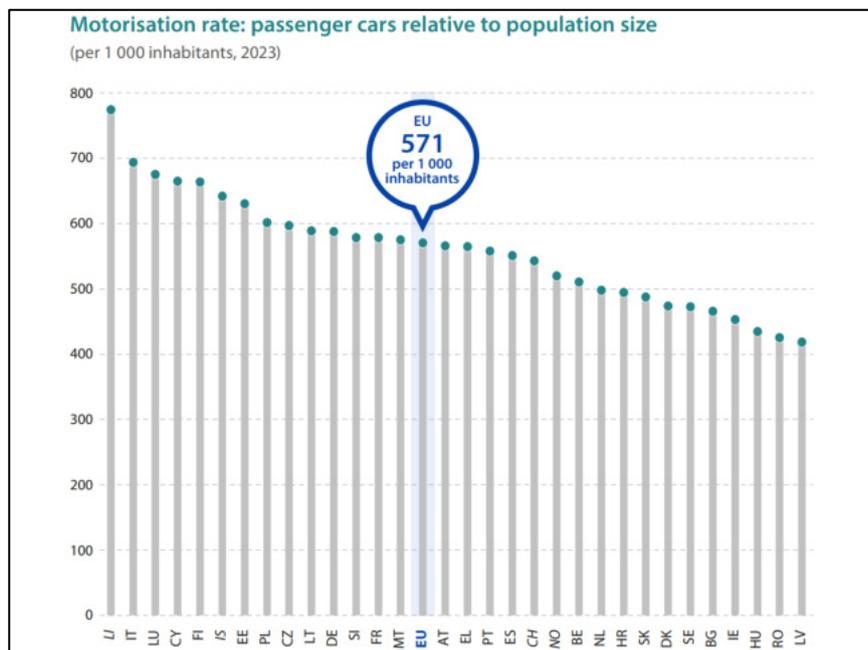


Figura 23 – Tasso di motorizzazione nelle città europee [58].
Figure 23 – Motorisation rate in European cities [58].

with one million inhabitants as parked next to each other, a land occupancy of more than 7 km² would be reached (assuming a motorisation rate equal to the European average).

An estimate of the actual space occupied by parking lots in some European cities was conducted by the sharing company Dott in 2023 [62], obtaining the results shown in Fig. 25.

Therefore, the need to counteract these high motorisation rates by focusing on greater promotion and sustainability of public and shared transport is evident.

The urban planning legislation also evolved in the post-war period due to the mass motorisation phenomena and, to date, it "imposes" its continuation by providing, among other urban planning standards, a certain number of sq.m to be dedicated to public or private car parks. In Italy, in this sense, we must mention Ministerial Decree 1444 of 1968 and the subsequent Tognoli law of 1989. Even in other European countries, in the second half of the twentieth century – when the car had now become a symbol of economic and social rebirth that was rapidly transforming not only the economy but also the daily lives of citizens – the first rules that included parking lots in urban planning standards arose. See for example the Urban Planning and Housing Code of 1954 and Law 630 of 1983 in France, the Land Law in Spain which from 1956 to 1998 underwent numerous reforms until the last one in 2007, or the BauNVO (BauNutzungsverordnung) of 1962, later updated in 1990, in Germany. In general, between the '50s and '70s of the twentieth century, car parks began to be considered in urban planning; subsequently, between the '80s and '90s, new laws were created (or the previous ones were adapted) with more specific requirements

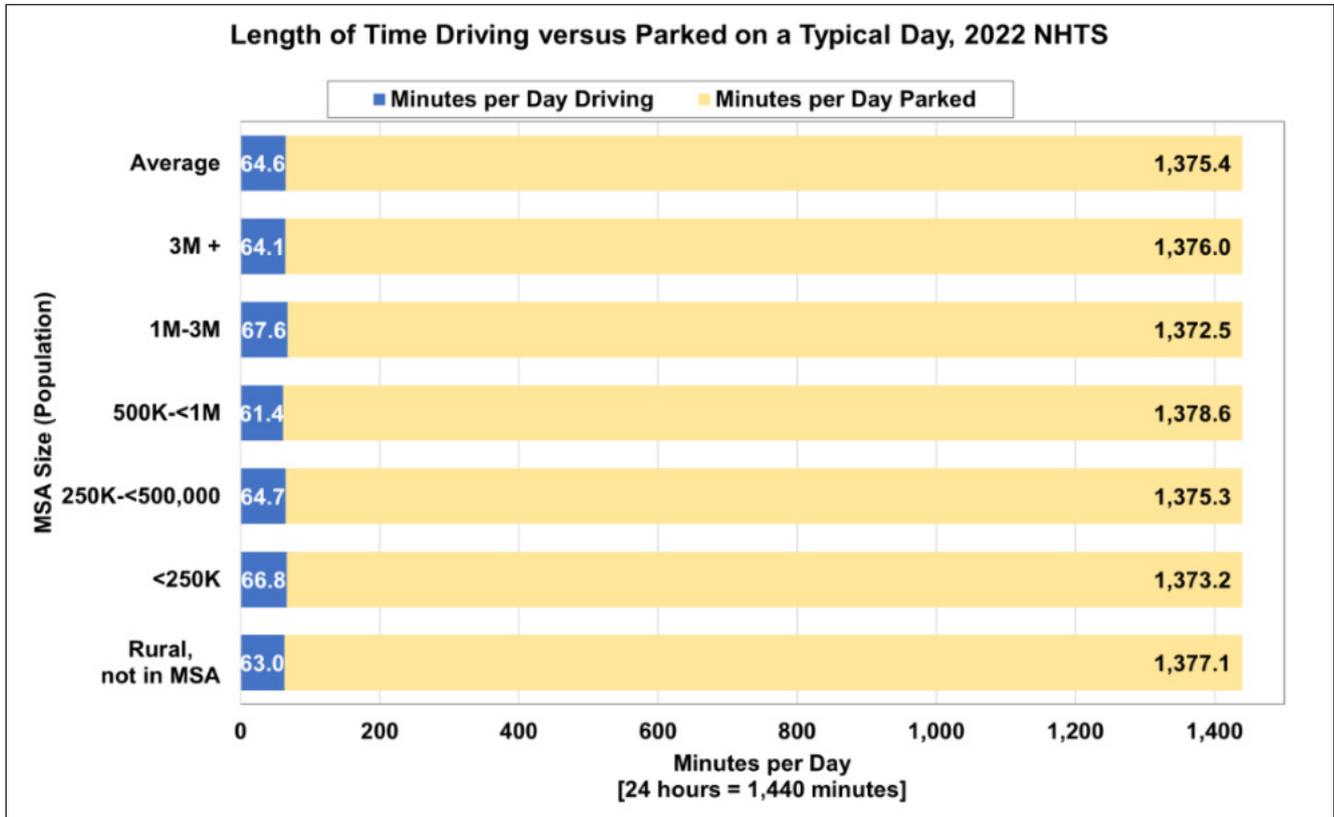


Figura 24 – Confronto tra il tempo in cui le auto circolano e il tempo in cui sono ferme parcheggiate in un giorno lavorativo medio negli USA [59].

Figure 24 – Comparison between the time in which cars circulate and the time in which they are parked on an average working day in USA [59].

sformi dal possesso all'utilizzo ([63][64][65]) e, quindi, molti spazi prima dedicati alla sosta, ad iniziare dai parcheggi su suolo pubblico e privato, vedranno venir meno la loro funzione. Ciò porterà ad una disponibilità di spazio urbano che può essere progettato diversamente per massimizzare la vivibilità dell'ambiente cittadino.

3.1 Le trasformazioni dell'automobile e dei consumi di spazio

La diffusione dei veicoli autonomi porterà la possibilità di compiere un certo spostamento beneficiando del comfort assicurato dall'auto privata ma senza avere l'onere delle operazioni di guida e di parcheggio; questo potrebbe far pensare ad un incremento del numero di spostamenti e, dunque, del numero di veicoli presenti nelle nostre città, già molto elevato ([66][67]).

Tuttavia, diversi autori, tra cui [68][69][70][71][72], osservano che la mobilità urbana sta vivendo una fase di trasformazione radicale dovuta ai nuovi modelli di utilizzo dell'automobile resi possibili dalle innovazioni congiunte delle guida autonome e della smart mobility. Ciò si riflette nel significativo cambio di paradigma che vede il passaggio dalla necessità di possedere un veicolo al bisogno di

about their design. These laws, or updated versions of them, are still in force, representing, in fact, a 'constraint' to have to build automobile cities for the present and for the future.

3. The seventh transport revolution and its possible impacts on the city

As already highlighted, the three main directions along which the seventh transport revolution develops are represented by the decarbonisation of energy carriers with a view to environmental efficiency, the introduction of autonomous driving and the implementation of innovative mobility services, in order to achieve economic and social efficiency, as well as an improved travel experience for the user. Obviously, these innovations should not be considered as separate, on the contrary, as we will see, they have a high potential for mutual interaction (Fig. 26).

A more precise examination of the innovations of the 7th transport revolution is reported in [1][3], as well as the principle of super-additivity and the heterogenesis of the objectives that were obtained on the basis of the previous revolutions. This implies that the global effects of the ongoing revolution cannot be predicted, today still in its initial phase. Despite this premise, in this paragraph we will try to

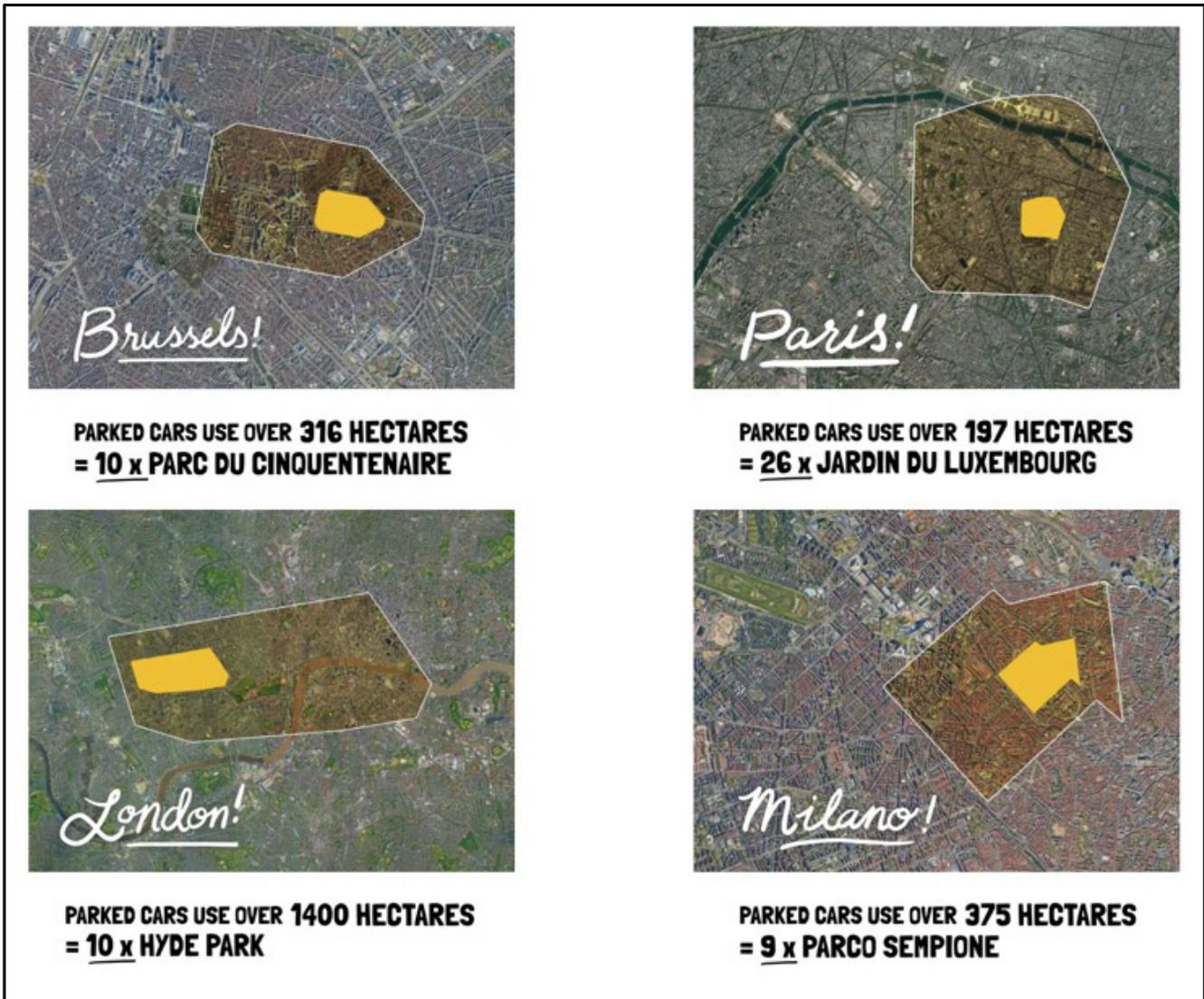


Figura 25 – Spazio occupato da parcheggi in alcune delle principali città europee [62].
 Figure 25 – Space occupied by car parks in some of the main European cities [62].

poter accedere all'uso di un veicolo per effettuare un determinato spostamento. In altre parole, si sta progressivamente riducendo la necessità di possedere un'automobile privata, a favore di modelli di mobilità più flessibili e condivisi, come il car sharing, sempre più diffuso nelle nostre città. Ed è proprio la combinazione di auto condivisa e guida autonoma che consentirebbe una riduzione ancora più significativa degli spazi utilizzati per il parcheggio. Già oggi, in città come Phoenix, Los Angeles e San Francisco, circolano i cosiddetti robotaxi [73], ossia veicoli in sharing senza conducente che trasportano passeggeri da un punto all'altro della città. Dunque, l'ottimizzazione della marcia dei veicoli autonomi, unitamente al nuovo paradigma della mobilità come servizio, porterà alla presenza di un numero consistentemente inferiore di auto nelle nostre città. A tal proposito, vale la pena citare il progetto 'Minimum fleet', curato dal MIT Senseable City Lab, che ha sviluppa-

imagine some of the possible effects of the seventh revolution on the shape of cities.

On the one hand, it is foreseeable that the utilisation model of individual vehicles, and of the car in particular, will be transformed from ownership to use ([63][64][65]) and, therefore, many spaces previously dedicated to parking, starting with parking lots on public and private land, will see their function fail. This will lead to availability of urban space that can be designed differently to maximise the livability of the city environment.

3.1 Transformations of the car and space consumption

The spread of autonomous vehicles will lead to the possibility of making certain displacements benefiting from the

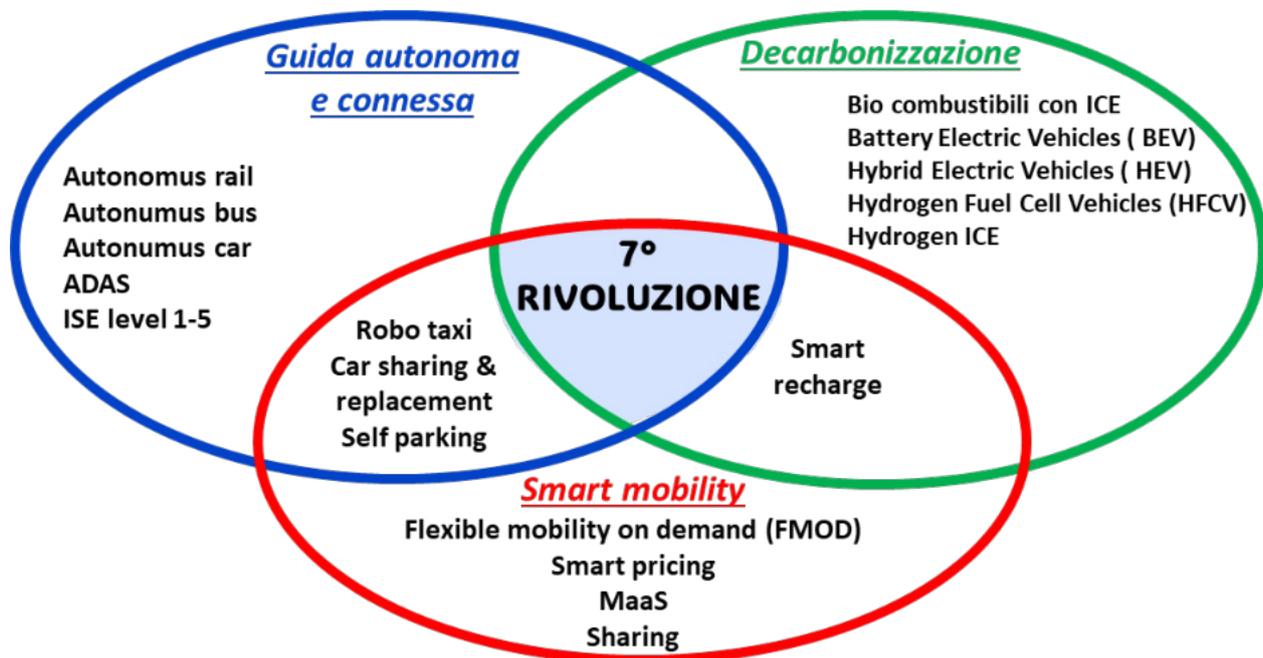


Figura 26 – I tre drivers della 7° rivoluzione dei trasporti e possibili applicazioni per la mobilità urbana.
 Figure 26 – The three drivers of the 7th transport revolution and possible applications for urban mobility.

to un algoritmo di guida autonoma con car sharing testato nella città di New York che, ottimizzando il percorso dei veicoli, consentirebbe di servire lo stesso numero di persone con un risparmio del 40% sul numero dei taxi; nonché, di muovere l'intera città di Manhattan con la metà dei mezzi attualmente utilizzati [74].

Ma gli effetti della rivoluzione del modello di uso dell'automobile non riguarderà solo la numerosità delle flotte e del numero delle auto in sosta. Il modello di uso invece del possesso porterà ad una "spersonalizzazione" dell'auto che nel secolo scorso è stata, ed è ancora, uno status symbol ([75][76][77]). Si potranno utilizzare veicoli con caratteristiche fisiche rispondenti alla "missione di mobilità", ossia city cars per uno spostamento urbano, auto sportive o familiari per una gita domenicale. Inoltre, le flotte di sharing saranno composte da un numero minore di veicoli, vedi lo studio su New York sopracitato, che però saranno utilizzati di più e saranno, quindi, più nuovi.

Come mostrato in [78], diverse aziende di automotive stanno mettendo a punto dei concept dell'auto del futuro, intesa come veicolo autonomo on-demand, differenziato per missioni urbane ed extraurbane. Alla luce di tutto ciò, sta prendendo sempre più piede la tendenza al recupero di tutte quelle infrastrutture fortemente impattanti nel territorio, ed ormai in totale o parziale disuso, che nel secolo scorso erano state realizzate col fine di accogliere il grande numero di automobili, prime tra tutti i parcheggi, ma in prospettiva anche alcune autostrade urbane particolarmente impattanti. Possiamo definire questo insieme di approcci progettuali come il recupero degli spazi dell'automobile o

comfort ensured by the private car but without having the burden of driving and parking operations; this could suggest an increase in the number of displacements and, therefore, in the number of vehicles present in our cities, already very high ([66][67]).

However, several authors, including [68][69][70][71][72], note that urban mobility is undergoing a radical transformation phase due to the new models of car use made possible by the joint innovations of autonomous driving and smart mobility. This is reflected in the significant paradigm shift that sees the transition from the need to own a vehicle to the need to be able to access the use of a vehicle for a certain displacement. In other words, the need to own a private car is gradually being reduced, in favour of more flexible and shared mobility models, such as car sharing, which is increasingly widespread in our cities. And it is precisely the combination of shared cars and autonomous driving that would allow an even more significant reduction in the spaces used for parking. Already today, the so-called robotaxis circulate, in cities such as Phoenix, Los Angeles and San Francisco [73], that is, driverless shared vehicles that transport passengers from one point to another in the city. Therefore, the optimisation of autonomous vehicles running, together with the new paradigm of mobility as a service, will lead to the presence of a consistently lower number of cars in our cities. In this regard, it is worth mentioning the 'Minimum fleet' project, seen to by the MIT Senseable City Lab, which has developed an autonomous driving algorithm with car sharing tested in New York City that, by optimising the route of vehicles, would allow serving the same number of people with a 40% saving on the number of taxis; as well as, move the entire city of Manhattan with half of the vehicles currently used [74].

'car spaces reclamation' in analogia al recupero di territori utilizzabili dal mare. Tale processo di reclamation può essere usato in diversi modi: per garantire corridoi dedicati al trasporto pubblico, a sua volta rivoluzionato come si vedrà nel prossimo paragrafo, oppure interventi di ridisegno di spazi veicolari in sinergia con azioni di micropedonalizzazione e traffic calming mirate alla valorizzazione della cosiddetta walkability, ossia la propensione di un ambiente urbano ad essere percepito come idoneo alla camminata [79]. Attraverso una pianificazione mirata, il nuovo goal è quello di restituire questi spazi alla cittadinanza, con una nuova veste più attenta alla qualità dell'ambiente urbano e che incentivi gli spostamenti verso scelte di mobilità dolce e sostenibile. Nel prosieguo, si riportano alcuni esempi di progetti che negli ultimi anni hanno comportato il riutilizzo a fini urbani di spazi precedentemente destinati alla circolazione o alla sosta delle auto.

Di grande impatto è certamente l'intervento di smantellamento di una grande arteria stradale a favore del ripristino del fiume Cheonggyecheon, avviato nel 2003, nella città di Seoul. Negli anni '60, il fiume Cheonggyecheon che attraversa la città viene completamente tombato per fare spazio ad un'importante asse stradale che aveva lo scopo di mitigare la congestione del traffico. Il progetto della Cheonggye Expressway prevedeva la realizzazione di una strada a 10 corsie e di una sopraelevata a 4 corsie su cui far viaggiare circa 170 mila auto al giorno. L'opera di forte impatto visivo, non solo ha causato la perdita di una preziosa risorsa in termini di conservazione della biodiversità, ma ha anche, a poco a poco, portato al deterioramento del tessuto urbano e sociale del quartiere che lo accoglieva [80]. Alle soglie degli anni 2000, si è dato il via ad un progetto di recupero massiccio dell'area che prevedeva lo smantellamento totale dell'arteria stradale a favore del ripristino del fiume. Grazie al Cheonggyecheon Stream Restoration Project è avvenuta una vera e propria trasformazione del paesaggio urbano della città (Fig. 27).

L'opera prevedeva, oltre alla rimozione totale della superstrada ed il ripristino del fiume sottostante, misure compensative di servizi di mobilità quali il rafforzamento del trasporto pubblico, la creazione di un corridoio verde, la creazione di un parco verde che comprendesse due piazze e otto spazi tematici e la costruzione di ventuno ponti che avrebbero ricollegato il tessuto urbano. La realizzazione dell'opera, che ha visto la fine dei lavori nel 2008, è ad oggi perfettamente integrata nella maglia urbana con effetti positivi in termini di riduzione dell'inquinamento atmosferico, mitigazione delle temperature in relazione alle ondate di calore, restituzione di spazi di qualità ai cittadini, aumento della biodiversità nell'urbano, l'introduzione di nuove specie vegetali e animali e, non meno importante, ha dato un significativo contributo alla risoluzione di problematiche legate all'inquinamento acustico del quartiere. In particolare, si stima che l'intervento ha comportato un aumento del 76% degli spostamenti pedonali, seguito da un aumento del 15% degli spostamenti

But the effects of the revolution in the model of car use will not only affect the number of fleets and the number of cars parked. The use model instead of ownership will lead to a "depersonalisation" of the car that in the last century was, and still is, a status symbol ([75][76][77]). Vehicles with physical characteristics that meet the "mobility mission" can be used, i.e. city cars for urban travel, sports cars or family cars for a Sunday outing. In addition, the sharing fleets will consist of a smaller number of vehicles, see the study on New York mentioned above, which, however, will be used more and will therefore be newer.

As shown in [78], several automotive companies are developing concepts for the car of the future, understood as an on-demand autonomous vehicle, differentiated for urban and extra-urban missions. In light of all this, the trend towards the recovery of all those infrastructures that have a strong impact on the territory, and now in total or partial disuse, which in the last century had been built in order to accommodate the large number of cars, first among all the parking lots, but also in perspective some particularly impactful urban highways, is taking place. We can define this set of design approaches as the recovery of car spaces or 'car spaces reclamation' in analogy to the recovery of territories usable by the sea. This reclamation process can be used in several ways: to guarantee corridors dedicated to public transport, in turn revolutionised as will be seen in the next paragraph, or interventions to redesign vehicular spaces in synergy with micro-pedestrianisation and traffic calming actions aimed at enhancing the so-called walkability, that is, the propensity of an urban environment to be perceived as suitable for walking [79]. Through targeted planning, the new goal is to return these spaces to citizens, with a new look that is more attentive to the quality of the urban environment and that encourages displacements towards soft and sustainable mobility choices. Below are some examples of projects that in recent years have involved the reuse of spaces for urban purposes previously intended for the circulation or parking of cars.

The intervention to dismantle a large road artery in favour of the restoration of the Cheonggyecheon River, started in 2003, in the city of Seoul is certainly of great impact. In the 1960s, the Cheonggyecheon river that crosses the city is completely buried to make room for an important road that was intended to mitigate traffic congestion. The Cheonggye Expressway project involved the construction of a 10-lane road and a 4-lane flyover on which about 170,000 cars per day could travel. The work of great visual impact has not only caused the loss of a valuable resource in terms of biodiversity conservation, but has also, little by little, led to the deterioration of the urban and social fabric of the neighbourhood that adopted it [80]. On the threshold of the 21st century, a massive recovery project of the area began, which involved the total dismantling of the road artery in favour of the restoration of the river. Thanks to the Cheonggyecheon Stream Restoration Project, a real transformation of the city's urban landscape has taken place (Fig. 27).



Figura 27 – Panorama di Seoul con vista prima e dopo il ripristino del fiume Cheonggyecheon [81].
 Figure 27 – Panorama of Seoul with views before and after the restoration of the Cheonggyecheon River [81].

in autobus, con una conseguente diminuzione del 45% del volume dei veicoli presenti nel quartiere [82].

Un altro caso esemplare ad una scala più ridotta è quello della città di Aalborg in Danimarca, in cui un parcheggio abbandonato è stato riqualificato e restituito ai cittadini sottoforma di uno spazio centrale dotato di funzioni e servizi urbani misti [83]. Il progetto, ispirato alla pratica del *rewilding*, è stato avviato nel 2017 e completato nel 2019. Ad oggi, nella piazza non solo il verde è predominante, ma tale spazio ha acquisito un nuovo valore sociale, fortemente in contrasto con la condizione iniziale di area marginale priva di ogni funzione urbana che lo aveva portato a poco a poco, negli anni, a versare in una situazione di degrado e abbandono (Fig. 28).

Relativamente al caso di Aalborg, appare interessante citare anche l'opera di ripristino che ha interessato il fiume Østerå che attraversa la città. Negli anni '60, il fiume era stato interrato per permettere la costruzione di un'arteria stradale di scorrimento. Successivamente, nell'ambito di un importante progetto di riqualificazione urbana [85], è stato ripristinato come corso d'acqua, a supporto delle azioni di pedonalizzazione e riqualificazione del centro cittadino. Questo intervento ha contribuito a ridisegnare l'assetto urbano, promuovendo la sostenibilità ambientale e migliorando la piacevolezza e la fruibilità degli spazi pubblici.

Il progetto per la rigenerazione del fiordo di Fornebu Brygge [86], poco distante da Oslo, frutto della collaborazione tra l'amministrazione locale e diversi enti ed aziende, quali la Haptic Architects e Oslo Works, mira anch'esso a rigenerare l'area di un parcheggio in stato di degrado e abbandono, trasformandola in un centro globale per l'avvio di un'economia oceanica sostenibile attraverso la gestione integrata delle acque, la tutela della biodiversità a tutte le scale e l'implementazione di soluzioni di mobilità sostenibile (Fig. 29). La trasformazione dell'attuale parcheggio creerà un paesaggio percorribile a piedi con spazi verdi, un lungomare accessibile e un nuovo porto pubblico in collaborazione con l'agenda comunale che mira a sviluppare progetti a zero emissioni. L'area sarà collegata

The work included compensatory measures for mobility services, in addition to the total removal of the highway, and the restoration of the river below, such as the strengthening of public transport, the creation of a green corridor, the creation of a green park that included two squares and eight thematic spaces and the construction of twenty-one bridges that would reconnect the city fabric. The construction of the work, which saw the end of work in 2008, is now perfectly integrated into the urban network with positive effects in terms of reducing air pollution, mitigating temperatures in relation to heat waves, restoring quality spaces to citizens, increasing biodiversity in the urban area, the introduction of new plant and animal species and, last but not least, has made a significant contribution to solving problems related to noise pollution in the neighbourhood. In particular, it is estimated that the intervention led to a 76% increase in pedestrian movements, followed by a 15% increase in bus movements, resulting in a 45% decrease in the volume of vehicles in the neighbourhood [82].

*Another exemplary case on a smaller scale is that of the city of Aalborg in Denmark, where an abandoned parking lot has been redeveloped and returned to citizens in the form of a central space equipped with mixed urban functions and services [83]. The project began in 2017, inspired by the practice of *rewilding*, and was completed in 2019. To date, not only is green predominant in the square, but this space has acquired a new social value, strongly in contrast with the initial condition of a marginal area devoid of any urban function that over the years, had led it little by little, to experience a situation of degradation and abandonment (Fig. 28).*

With regard to the case of Aalborg, the restoration work that has affected the Østerå river that crosses the city is also interesting to mention. In the 1960s, the river had been buried to allow the construction of a freeway. Subsequently, it was restored as a waterway [85], to support pedestrianisation and redevelopment of the city centre as part of an important urban redevelopment project. This intervention has helped to redesign the city layout, promoting environmental sustainability and improving the pleasantness and usability of public areas.



Figura 28 – Panorama di Aalborg con vista prima e dopo il recupero dell’area [84].
 Figure 28 – Panorama of Aalborg with views before and after the recovery of the area [84].

internamente attraverso percorsi ciclopeditoni ed esternamente dalla metro leggera che verrà anch’essa riqualificata e potenziata per assicurare un collegamento diretto dell’area con Oslo e i distretti circostanti [87].

Al di là di queste prime e più vistose esperienze progettuali, anche senza rendercene pienamente conto, è in atto da anni un processo di recupero degli spazi urbani sottratti a funzioni di sosta. In molte città, anche italiane, intere piazze, una volta destinate ad enormi parcheggi a cielo aperto, sono state riconvertite in piazze pedonali, come nel caso di Piazza Garibaldi a Napoli mostrata in Fig. 30, prima e dopo l’intervento di trasformazione collegato alla realizzazione della Linea 1 della metropolitana [89].

È comunque ipotizzabile che il processo di riduzione degli spazi dedicati alle auto in sosta e la diffusione di servizi alternativi di car sharing a guida autonoma e di mobilità collettiva potrà consentire trasformazioni molto più significative delle città, per le quali, ad oggi, non è ancora matura una capacità progettuale urbanistica e architettonica adeguata.

The project for the regeneration of the Fornebu Brygge fjord [86], not far from Oslo, the result of collaboration between the local administration and various entities and companies, such as Haptic Architects and Oslo Works, also aims to regenerate the area of a parking lot in a state of degradation and abandonment, transforming it into a global centre for the start of a sustainable oceanic economy through integrated water management, the protection of biodiversity at all scales and the implementation of sustainable mobility solutions (Fig. 29). The transformation of the current car park will create a walkable landscape with green spaces, an accessible promenade and a new public port in collaboration with the municipal agenda that aims to develop zero-emission projects. The area will be connected internally through cycle paths and externally by the light rail which will also be redeveloped and upgraded to ensure a direct connection of the area with Oslo and the surrounding districts [87].

Beyond these first and most striking design experiences, even without fully realising it, a process of recovery of urban spaces removed from parking functions has been underway for years. In many cities, even Italian, entire squares, once



Figura 29 – Panorama di Fornebu Brygge con vista prima e dopo il ripristino dell’area [88].
 Figure 29 – Panorama of Fornebu Brygge with views before and after the restoration of the area [88].

Le principali aree di intervento potrebbero riguardare:

- il recupero della sede viaria per una maggiore separazione della mobilità motorizzata (individuale e collettiva) e la mobilità pedonale e ciclabile con beneficio innanzitutto per la sicurezza di pedoni e ciclisti che, secondo le statistiche diffuse dall'ISTAT per l'anno 2023 [90], sperimentano un indice di mortalità pari, rispettivamente, a circa 4 e 2 volte quello degli occupanti di autovetture;
- il riutilizzo degli spazi interni agli edifici destinati alla sosta, sia per spazi condivisi, parcheggi e garages – come avvenuto per il garage Traversi, uno dei primi edifici di Milano in cemento armato trasformato nel 2023 da parcheggio multipiano a negozio di lusso [91], o per un ex garage situato al piano terra di un edificio di inizio Novecento nei pressi del porto di Palermo che nel 2021 è diventato un ristorante [92] – sia per spazi privati, come i box auto trasformati in appartamenti completi mostrati in [93];
- l'individuazione degli "share-ports" ossia strutture di grandi dimensioni per la sosta notturna, riparazione e ricarica delle migliaia di veicoli delle flotte di sharing.

In questo scenario, non appare ancora chiaro quale sarà la tendenza all'insediamento e come questo si ripercuoterà sulla dispersione urbana. In altre parole, anche il pendolarismo in automobile risulterà più agevole e, dunque, le persone potrebbero scegliere di allontanarsi dai centri cittadini per godersi la natura o scegliere di rimanere in città per beneficiare dell'ambiente più vivibile e salubre. Tale secondo scenario, benché la scelta sia for-

destined for huge open-air parking lots, have been converted into pedestrian squares, as in the case of Piazza Garibaldi in Naples shown in Fig. 30, before and after the transformation intervention connected to the construction of Metro Line 1 [89].

However, it is conceivable that the process of reducing the areas dedicated to parked cars and the spread of alternative services of self-driving car sharing and collective mobility will allow much more significant transformations of cities, for which, to date, an adequate urban and architectural planning capacity has not yet matured.

The main areas of intervention could concern:

- *the recovery of the road site for a greater separation of motorised mobility (individual and collective) and pedestrian and cycling mobility with the first benefit for the safety of pedestrians and cyclists who experience a mortality rate equal to, respectively [90], about 4 and 2 times that of car occupants, according to the statistics released by ISTAT for the year 2023;*
- *the reuse of the internal areas of the buildings intended for parking, both for shared spaces, parking lots and garages – as happened for the Traversi garage, one of the first buildings in Milan in reinforced concrete transformed in 2023 from multi-storey parking to luxury store [91], or for a former garage located on the ground floor of a building of the early twentieth century near the port of Palermo that in 2021 became a restaurant [92] – and for private areas, such as car garages transformed into complete apartments shown in [93];*
- *the identification of "share-ports", i.e. large facilities for*

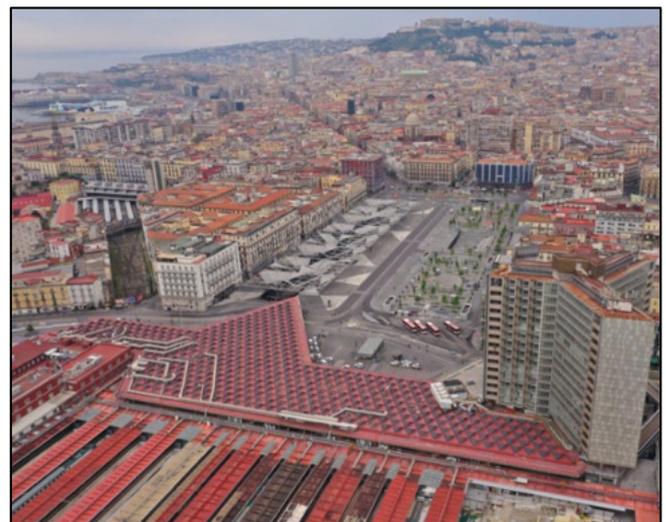


Figura 30 – Piazza Garibaldi a Napoli: a destra nel 1998 prima dell'intervento; a sinistra oggi dopo l'intervento di trasformazione.

Figure 30 – Piazza Garibaldi in Naples: on the right in 1998 before the intervention; on the left today after the transformation intervention.

temente influenzata dalle preferenze individuali, appare il più probabile, grazie alla migliorata qualità della vita in città e anche per i maggiori costi di un servizio di sharing connessi alla maggiore distanza da percorrere; nonché alle maggiori difficoltà di gestire le flotte di auto in aree a bassa densità che potrebbe spingere al permanere del modello di possesso del veicolo.

Va infine osservato che l'idea di una 'città senza auto', car-free city, è un tema affrontato ripetutamente nel dibattito urbanistico e nelle riflessioni sulla mobilità. In letteratura, questo concetto è stato esplorato per decenni, a partire dai primi lavori che mettevano in luce le criticità del modello auto-centrico (come, ad esempio, [6][94]) passando per [95], considerato pioniere nella formalizzazione di un modello di città 'car-free', fino a lavori più recenti che ne evidenziano i benefici in termini sociali, economici e ambientali ([96][97][98][99]). Tuttavia, finora, questo approccio ha trovato applicazione pratica solo in zone urbane circoscritte dove l'accesso alle automobili è stato limitato o ridotto. Questo filone culturale ha però sempre fatto riferimento alle tecnologie esistenti e, in particolare, al modello di uso dell'auto che ha caratterizzato i decenni scorsi. Oggi si potrebbe porre con modalità ed ipotesi diverse nella città post auto.

Dall'altra parte, il trasporto pubblico locale per effetto della settima rivoluzione vedrà una profonda trasformazione nella configurazione e nella gestione dei servizi sia su ferro che su gomma; fino ad arrivare a superare la tradizionale distinzione tra trasporti individuali e collettivi a favore di una visione unitaria ed integrata in un'ottica di una "città della mobilità come servizio".

3.2 La nuova struttura dei servizi di trasporto collettivo, il paradigma MaaS e sistemi di smart demand management

Anche la funzione e la struttura dei servizi di trasporto non-individuale dovrebbero subire delle notevoli trasformazioni per effetto della settima rivoluzione. Oggi il trasporto collettivo è tipicamente associato a servizi di linea, ossia a percorso e orario di esercizio predefiniti e sostanzialmente fissi durante la giornata, effettuati su gomma con autobus o su ferro con ferrovie regionali, metropolitane urbane e linee tranviarie. I secondi sono detti anche servizi di trasporto rapido di massa o in sede propria, in quanto non utilizzano la carreggiata stradale utilizzata dalle automobili. Ad oggi, è immaginabile che le traiettorie dei due sistemi, gomma e ferro, divergeranno nelle città del futuro. Infatti, nonostante la massimizzazione dell'efficienza delle flotte, l'automobile non può competere con gli elevati livelli di capacità e densità assicurati dal trasporto su ferro; basti pensare che un servizio di metropolitana può raggiungere una capacità di linea di 35.000 passeggeri/h per direzione di marcia. I veicoli del trasporto pubblico, dunque, possono trasportare un numero molto più elevato di persone contemporaneamente, riducendo così la congestione e ottimizzando l'utilizzo dello spazio

overnight parking, shelter and recharging of the thousands of vehicles in the sharing fleets.

In this scenario, it is not yet clear what the settlement trend will be and how this will affect urban dispersion. In other words, commuting by car will also be easier and, therefore, people could choose to move away from the city centres to enjoy nature or choose to stay in the city to benefit from the more liveable and healthier environment. This second scenario appears the most likely, despite the choice being strongly influenced by individual preferences, thanks to the improved quality of life in the city and also due to the higher costs of a sharing service connected to the greater distance to be travelled; as well as the greater difficulties of managing car fleets in low-density areas that could push the vehicle ownership model to remain.

Finally, it should be noted that the idea of a 'car-free city' is a topic repeatedly addressed in the urban debate and in reflections on mobility. In literature, this concept has been explored for decades, starting from the first works that highlighted the criticalities of the self-centred model (such as, for example, [6][94]) through to [95], considered a pioneer in the formalisation of a 'car-free' city model, to more recent works that highlight its benefits in social, economic and environmental terms ([96][97][98][99]). However, so far, this approach has found practical application only in limited city areas where access to cars has been limited or reduced. This cultural strand, however, has always referred to existing technologies and, in particular, to the model of car use that has characterised the past decades. Today it could be put with different methods and theories in the post automobile city.

On the other hand, as a result of the seventh revolution, local public transport will see a profound transformation in the configuration and management of services on both rail and road; up to overcoming the traditional distinction between individual and collective transport in favour of a unitary and integrated vision with a view to a "city of mobility as a service".

3.2 New structure of collective transport services, the MaaS paradigm and smart demand management systems

The function and organisation of non-individual transport services should also undergo considerable transformations as a result of the seventh revolution. Today, collective transport is typically associated with scheduled services, that is, with a predefined route and operating time that is substantially fixed during the day, carried out by road with bus or by rail with regional railways, urban subways and tram line services. The latter are also called mass or right of way rapid transport services, as they do not use the carriageway used by cars. To date, it is conceivable that the trajectories of the two road and rail systems will diverge in the cities of the future. In fact, despite the maximisation of fleet efficiency, the car cannot compete with the high levels of capacity and density ensured by rail transport; just think that a metro service can reach a line capacity of 35,000 passengers/h

urbano. L'inefficienza spaziale dei veicoli a motore privati rispetto a quelli rapidi di massa è illustrata nella Fig. 31, che mostra il numero di persone che possono attraversare una corsia da 3,5 metri in un'ora con diverse tecnologie di trasporto.

Per questo motivo, rimane pressante la necessità di innovare e rendere più efficiente le modalità di trasporto collettivo in sede propria e integrarle con le altre forme di mobilità, non solo dal punto di vista modale attraverso soluzioni combinate (ad esempio, parcheggi – o meglio – aree di intercambio), ma anche dal punto di vista della frequenza delle corse e delle operazioni di prenotazione e tariffazione. Già oggi, in molte città – Roma, Milano, Parigi, Londra, ecc. – esistono diverse linee di metropolitane automatiche, o driverless ([101][102][103]), che consentono di abbattere i costi di esercizio e offrire servizi su archi temporali molto ampi e con frequenze adattate al giorno e alla fascia oraria. Si può immaginare che queste tecnologie saranno estese a tutti i sistemi ferroviari migliorandone le prestazioni e riducendo i costi. Il trasporto di linea su gomma, invece, potrà sperimentare due evoluzioni molto diverse. Da una parte, per le direttrici a domanda sostenuta si va verso sistemi in sede propria, BRT (Bus Rapid Transit) o tram, grazie alla possibilità di sfruttare la capacità stradale liberata dalle auto in sosta; dall'altra, per contesti a domanda più debole e dispersa sul territorio, si va verso l'adozione di servizi a chiamata che combinano flessibilità ed efficienza in un'ottica di piena corrispondenza tra domanda e offerta. In particolare, i sistemi BRT combinano la flessibilità degli autobus con l'efficienza dei sistemi ferroviari in quanto utilizzano corsie dedicate, separate dal traffico privato, che permettono ai mezzi di

per direction of travel. Public transport vehicles, therefore, can transport a much higher number of persons at the same time, thus reducing congestion and optimising the use of urban areas. Fig. 31 illustrates the spatial inefficiency of private motor vehicles compared to mass rapid ones, which shows the number of people who can cross a 3.5-metre lane in one hour with different transportation technologies.

For this reason, there is still a pressing need to innovate and make collective transport methods more efficient in-situ and integrate them with other forms of mobility, not only from the modal point of view through combined solutions (for example, car parks – or rather – interchange areas), but also from the point of view of the frequency of trips and booking and pricing operations. In many cities – Rome, Milan, Paris, London, etc. – there are already today several automatic or driverless metro lines, ([101][102][103]), which allow reducing operating costs and offering services over very large time frames and with frequencies adapted to the day and time slot. We can imagine that these technologies will be extended to all railway systems, improving their performance and reducing costs. On the other hand, road transport can undergo two very different evolutions. On the one hand, for high-demand routes, we move towards right of way systems, BRT (Bus Rapid Transit) or trams, thanks to the possibility of exploiting the road capacity freed up by parked cars; on the other, for contexts with weaker and more dispersed demand in the territory, we go towards the adoption of on-call services that combine flexibility and efficiency with a view to fully matching supply and demand. In particular, BRT systems combine the flexibility of buses with the efficiency of railway systems as they use dedicated lanes, separated from private traffic, which allow vehicles to move quickly even in the presence of heavy

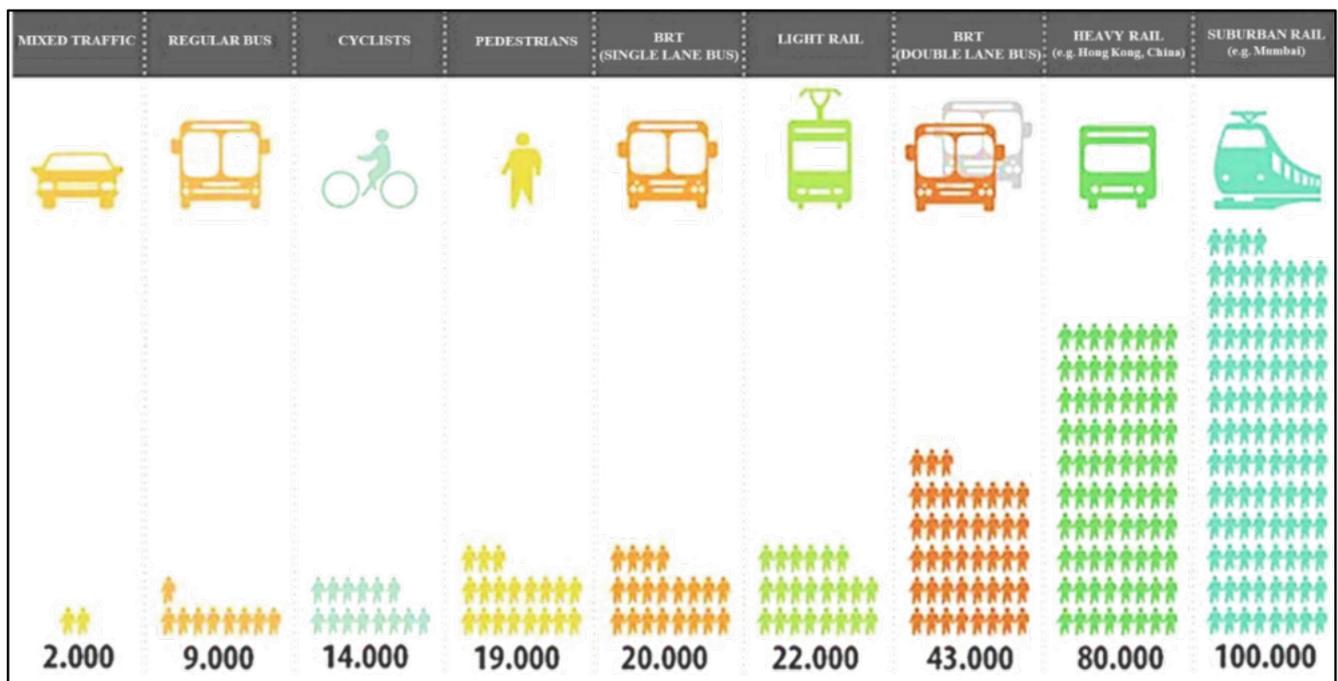


Figura 31 – Capacità di carico delle diverse tecnologie di trasporto [100].
 Figure 31 – Load capacity of the different transport technologies [100].

muoversi rapidamente anche in presenza di elevata congestione stradale [104]. Ciò si traduce in maggiore efficienza e prestazioni elevate (maggiore puntualità e frequenza). A ciò si aggiunge l'utilizzo di veicoli e terminali potenziati. I veicoli presentano caratteristiche quali alta capacità, layout di incarrozzamento ottimizzato per ridurre i tempi di fermata, alimentazioni green, ecc.; mentre, i terminali sono molto più simili a stazioni e dotati di servizi accessori e tecnologicamente avanzati quali infotainment, e-ticketing, ecc. L'attrattività di tale servizio è, poi, ulteriormente incrementata da una strategia di branding che lo rende immediatamente riconoscibile dall'utente e ne promuove la fidelizzazione. Servizi BRT sono già presenti in diverse città italiane come, ad esempio, Perugia [105], Taranto [106] e Bari [107]. Anche nel caso di sistemi di linea, è ipotizzabile l'utilizzo di veicoli autonomi, Autonomous BRT, che di nuovo dovrebbero garantire prestazioni migliori e costi minori. Sia nel caso dei servizi su ferro che su gomma rapidi, le stazioni/fermate, nonché le aree di parcheggio/interscambio, non saranno più semplici nodi intermodali, ma veri e propri hub di servizi, con diverse attività e funzioni urbane; alcune strettamente legate alla mobilità (es. possibilità di ricarica di veicoli elettrici), ma anche servizi al cittadino (es. sportelli per pratiche amministrative), attività di svago, ecc. Tali hub urbani mirano a creare spazi accessibili e integrati, in grado di soddisfare le diverse esigenze dei cittadini, promuovendo la sostenibilità, l'efficienza e la qualità della vita urbana. Per quanto riguarda i servizi a chiamata, noti in letteratura come Demand Responsive Transport (DRT), si tratta di sistemi a metà tra i servizi taxi e quelli di linea, che presentano diverse possibili soluzioni, a partire da un percorso fisso con fermate definite che possono essere o meno prenotate, fino ad arrivare a un percorso totalmente variabile da tutti i punti a tutti i punti (many-to-many), passando per soluzioni intermedie che prevedono un'area buffer ristretta in cui poter estendere il servizio (Fig. 32).

La piena corrispondenza tra domanda e offerta assicurata da questi sistemi evita la presenza di mezzi che viaggiano vuoti (o quasi) e, dunque, porta un beneficio anche in termini di riduzione delle emissioni. Se a ciò si aggiunge il fatto che per i DRT si impiegano solitamente mezzi di ridotte dimensioni con alimentazione green, il beneficio cresce ulteriormente. Molti studi hanno quantificato tale riduzione in termini di emissioni di CO₂, mostrando che l'introduzione di tali sistemi può arrivare a generare un risparmio maggiore dell'80% ([109][110]). Tali sistemi saranno prevedibilmente disponibili anche con veicoli a guida autonoma come nel caso delle prime sperimentazioni di Monaco di Baviera [111] e Ginevra [112], aumentando ulteriormente la capillarità e la flessibilità e riducendone i costi.

La trasformazione della mobilità urbana potrà andare al di là della evoluzione dei trasporti individuali e collettivi come li percepiamo oggi, evolvendo verso una visione unitaria dei servizi di mobilità, o i MaaS (Mobility-as-a-Service) come vengono definiti attualmente, pur se con rife-

road congestion [104]. This translates into greater efficiency and high performance (greater punctuality and frequency). In addition to this is the use of upgraded vehicles and terminals. The vehicles have features such as high capacity, optimised carriage layout to reduce stop times, green power supplies, etc.; while the terminals are much more similar to stations and equipped with accessory and technologically advanced services such as infotainment, e-ticketing, etc. The attractiveness of this service is then further increased by a branding strategy that makes it immediately recognisable by the user and promotes loyalty. BRT services are already present in several Italian cities such as, for example, Perugia [105], Taranto [106] and Bari [107]. Even in the case of line systems, we can hypothesise the use of autonomous vehicles, Autonomous BRT, which again should guarantee better performance and lower costs. Both in the case of rapid rail and road services, the stations/stops, as well as the parking/interchange areas, will no longer be simple intermodal nodes, but real service hubs, with different urban activities and functions; some closely related to mobility (e.g. possibility of charging electric vehicles), but also services for the citizen (e.g. counters for administrative procedures), leisure activities, etc. These urban hubs aim to create accessible and integrated spaces, capable of meeting the different needs of citizens, promoting sustainability, efficiency and the quality of city life. As for on-call services, known in literature as Demand Responsive Transport (DRT), these are systems halfway between taxi and scheduled services, which present several possible solutions, starting from a fixed route with defined stops that can be booked or not, up to a totally variable route from all points to all points (many-to-many), passing through intermediate solutions that provide a restricted buffer area in which the service can be extended (Fig. 32).

The full correspondence between demand and supply ensured by these systems avoids the presence of vehicles that travel empty (or almost) and, therefore, also brings a benefit in terms of reducing emissions. The benefit grows even more if in addition to this there are small green power vehicles which are usually used for DRTs. Many studies have quantified this reduction in terms of CO₂ emissions, proving that the introduction of such systems can generate savings of more than 80% ([109][110]). Such systems will predictably also be available with self-driving vehicles as in the case of the first trials in Munich [111] and Geneva [112], further increasing their capillarity and flexibility and reducing the costs thereof.

The transformation of urban mobility will be able to go beyond the evolution of individual and collective transport as we perceive it today, evolving towards a unitary vision of mobility services, or MaaS (Mobility-as-a-Service) as they are currently defined, although with reference mainly to traditional collective transport systems. Therefore, different mobility services will be available, from individual cars to mass transport, with different price options that will probably not be fixed, as is the case today, but will be paid in relation to the individual trip, as in advanced yield management systems for air or rail transport. You can therefore have different rates in

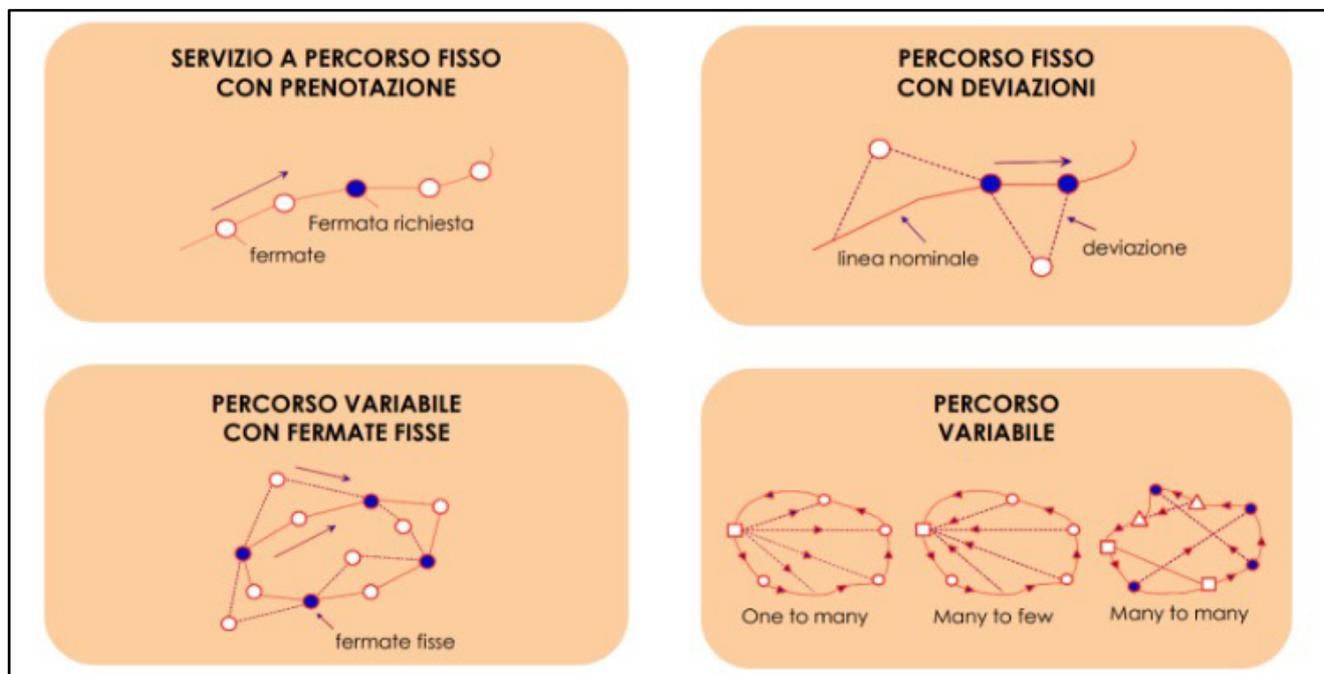


Figura 32 – Differenti tipologie di servizi a chiamata [108].
 Figure 32 – Different types of on-call services [108].

rimento principalmente ai sistemi di trasporto collettivo tradizionale. Saranno, quindi, disponibili diversi servizi di mobilità, dall'auto individuale al trasporto di massa, con diverse opzioni di prezzo che probabilmente non saranno fisse, come avviene oggi, ma si pagherà in relazione al singolo viaggio, come nei sistemi avanzati di yield management del trasporto aereo o ferroviario. Si potranno quindi avere tariffe differenziate in relazione al livello di comfort, all'orario e al livello di congestione, alla disponibilità di attendere per il servizio, alla flessibilità del percorso e così via, come se si stesse scegliendo da una sorta di 'menù dei trasporti' [113]. L'adattamento dinamico dei servizi e delle tariffe in risposta alla domanda, noto in letteratura come 'Flexible Mobility On Demand (FMOD)', ovviamente, richiede algoritmi complessi di previsione della domanda e di ottimizzazione della tariffazione e dell'erogazione del servizio come quello proposto da [114] [115]. Un altro aspetto rilevante in questo contesto è la segmentazione dei clienti. Questo significa che le aziende non trattano tutti i clienti allo stesso modo, ma li suddividono in gruppi in base a caratteristiche specifiche come la disponibilità a pagare, le preferenze di acquisto o il tipo di utilizzo del servizio. Le tariffe potrebbero essere personalizzate per ciascun segmento, massimizzando il valore derivante da ogni gruppo ([116][117]). In altre parole, come mostrato in Fig. 33, a partire dall'insieme dei servizi disponibili, delle possibili tariffe, della presenza o meno di servizi accessori, ecc., in una prima fase, vi è una selezione delle diverse opzioni che sono coerenti con la domanda e l'offerta al momento della richiesta; successivamente, attraverso un processo di ottimizzazione delle combinazioni delle opzioni elementari (proprio come se fossero gli

relation to the level of comfort, the time and the level of congestion, the willingness to wait for the service, the flexibility of the route and so on, as if you were choosing from a sort of 'transport menu' [113]. The dynamic adaptation of services and tariffs in response to demand, known in literature as 'Flexible Mobility On Demand (FMOD)', of course, requires complex algorithms for forecasting demand and optimising pricing and service delivery such as the one proposed by [114] [115]. Another relevant aspect in this context is customer segmentation. This means that companies do not treat all customers the same way but divide them into groups based on specific characteristics such as willingness to pay, purchasing preferences or the type of use of the service. Rates could be customised for each segment, maximising the value deriving from each group ([116][117]). In other words, as shown in Fig. 33, in a first phase, starting from the set of available services, possible rates, the presence or not of ancillary services, etc., there is a selection of the different options that are consistent with the demand and supply at the time of the request; subsequently, different travel solutions are proposed to the user through a process of optimisation of the combinations of elementary options (just as if they were the ingredients of a recipe), which makes the most of the availability of services and adapts the rates to the level of congestion, willingness to pay, etc., (as if they were different dishes obtained from those ingredients, hence the similarity with the menu).

While, on the one hand, the technological innovations of the seventh revolution could make motorised transport modes more efficient and attractive; on the other, they can be used to encourage forms of micromobility and soft mobility (feet and bikes) and, more generally, to "manage" urban

ingredienti di una ricetta), che sfrutta al meglio la disponibilità dei servizi e adegua le tariffe al livello di congestione, della disponibilità a pagare ecc., si propongono all'utente diverse soluzioni di viaggio (come se fossero diverse pietanze ottenute da quegli ingredienti, da qui la similitudine con il menù).

Se, da una parte, le innovazioni tecnologiche della settima rivoluzione potrebbero rendere più efficienti e attrattive le modalità di trasporto motorizzato; dall'altra, possono essere utilizzate per incentivare forme di micromobilità e mobilità dolce (piedi e bici) e, più in generale, per "gestire" la mobilità urbana in modo da ridurre i fenomeni di congestione e promuovere l'utilizzo di modalità di trasporto più sostenibili e più salubri. Questi obiettivi, già oggi, possono essere perseguiti migliorando l' "offerta di pedonalità" con la creazione di infrastrutture sicure e confortevoli: marciapiedi ampi e continui, attraversamenti pedonali ben visibili e percorsi protetti, illuminazione adeguata e l'arredo urbano.

Questi strumenti potranno essere affiancati da altri basati sulle nuove tecnologie che rientrano nella ampia classe delle tecnologie per la gestione intelligente della mobilità (smart mobility management). Queste vanno dalla promozione dei pacchetti di viaggio intermodali di cui si è detto nei sistemi MaaS, alla maggiore efficacia delle politiche di restrizione dell'utilizzo di veicoli motorizzati basate su tecnologie di controllo remoto (telecamere e image recognition per il rilievo delle targhe). Appartengono a questa tipologia di politiche quelle di limitazione della sosta, zone 30 per rallentare il flusso veicolare, zone a basse emissioni (note in letteratura come Low Emission Zone – LEZ [118]) in cui l'accesso è vietato ai veicoli più inquinanti, le strade e le piazze scolastiche [119] mirate a trasformare gli spazi antistanti le scuole in ambienti più sicuri, vivibili e a misura di bambino, l'adozione di spazi urbani da parte degli stessi cittadini per permetterne la salvaguardia e la valorizzazione e la limitazione di accesso a zone a traffico limitato grazie alle tecnologie di remote control (telecamere e image recognition).

A queste politiche, già oggi in uso e rese più efficaci dalla possibilità di controlli automatizzati, se ne possono aggiungere altre che oggi sono ancora nella fase di studio. Da molti anni si parla di politiche di road pricing finalizzate alla riduzione della congestione in città. Queste politiche, pur molto apprezzate dagli studiosi di mobilità urbana ([120][121]), trovano, ad oggi, applicazioni limita-



Figura 33 – Flexible Mobility On Demand e i pacchetti di mobilità.
 Figure 33 – Flexible Mobility On Demand and mobility packages.

mobility in order to reduce congestion and promote the use of more sustainable and healthier transport modes. These objectives can be pursued already today by improving the "pedestrian offer" with the creation of safe and comfortable infrastructures: wide and continuous sidewalks, clearly visible pedestrian crossings and protected paths, adequate lighting and urban decoration.

These tools can be supported by others based on new technologies that fall into the broad class of technologies for intelligent mobility management (smart mobility management). These range from the promotion of intermodal travel packages mentioned in MaaS systems, to the greater effectiveness of policies to restrict the use of motor vehicles based on remote control technologies (cameras and image recognition for licence plate surveys). These types of policies include those of limiting parking, 30 km/h zones to slow down the flow of vehicles, low-emission zones (known in literature as the Low Emission Zone – LEZ [118]) in which access is forbidden to the most polluting vehicles, roads and school squares [119] aimed at transforming the spaces in front of schools into safer, more liveable and child-friendly environ-

te come tipologie di pricing; si hanno tariffe fisse per lo più ad un cordone per entrare nei centri urbani, come la zona C a Milano o la Congestion Charge Zone (CCZ) a Londra o ancora la Stockholm Congestion Charge (Trängselskatt) nella capitale svedese ([122][123][124]). Tuttavia, già da anni in letteratura si immaginano forme più complesse di pricing per regolare tramite il prezzo comportamenti di mobilità in relazioni ai livelli di congestione, di inquinamento, di disponibilità di alternative di percorso o modi di trasporto. I contributi si distinguono in due filoni: i. sistemi di trip pricing [125]; ii. sistemi di crediting [126]. I primi applicano il pricing ai percorsi, rappresentando i possibili viaggi su qualsiasi modalità o combinazione di modalità nella rete di trasporto, piuttosto che su collegamenti esclusivamente per auto (in questo senso, il road pricing è un caso particolare del trip pricing in cui l'unica modalità di trasporto utilizzata è l'auto); mentre, i secondi mirano ad incentivare comportamenti di mobilità sostenibili premiando, ossia fornendo dei "crediti", a chi fa scelte virtuose. In altre parole, quando le persone utilizzano mezzi pubblici, biciclette, monopattini elettrici o veicoli a basse emissioni, accumulano crediti che possono essere utilizzati per ottenere vantaggi economici, come sconti sul costo del trasporto o l'accesso a zone a traffico limitato. Le tecnologie sviluppate negli ultimi anni consentirebbero già oggi di tracciare gli spostamenti e, dunque, l'applicazione di un pedaggiamento differenziato o la gestione di un sistema di crediti di mobilità.

4. Conclusioni

L'avvento di nuove forme di mobilità e le relative evoluzioni hanno condizionato la conformazione del tessuto urbano nel corso dei secoli. Le città di oggi sono, almeno nel caso di città storiche, la sovrapposizione della città del carro, della città ferroviaria e della città dell'auto. Similmente, la decarbonizzazione, la mobilità autonoma e connessa e i nuovi servizi di mobilità, direttrici principali della 7^a rivoluzione, hanno il potenziale di produrre trasformazioni urbane nei prossimi decenni, disegnando una città del futuro caratterizzata dalla presenza di modalità di trasporto e strumenti di organizzazione della offerta e di gestione della domanda di mobilità che oggi sono solo nella fase preliminare. È possibile immaginare un nuovo rapporto con l'automobile, o più propriamente i veicoli di mobilità individuale, i nuovi servizi di Mobility as a Service, le nuove politiche di pricing o i nuovi servizi di trasporto collettivo. Queste innovazioni rivoluzionarie potranno influire sulla struttura delle città e l'utilizzazione degli spazi pubblici e privati, consentendo una evoluzione dalla città dell'auto ad una città post-auto. In generale, si può immaginare una città con una utilizzazione più equilibrata ed una maggiore separazione degli spazi fra mobilità motorizzata, a prescindere dal vettore energetico, e la mobilità ciclo-pedonale, almeno per le aree a maggiore densità insediativa. Questo nuovo assetto potrà consentire anche di ripensare l'utilizzazione degli spazi e il recupero di funzioni per le aree periferiche, secondo un approccio

ments, the adoption of urban areas by citizens themselves to allow their protection and enhancement and the limitation of access to limited traffic areas thanks to remote control technologies (cameras and image recognition).

Others can be added to these policies, already in use and made more effective by the possibility of automated controls, that are still in the study phase. For many years we have been talking about road pricing policies aimed at reducing congestion in the city. These policies, although highly appreciated by researchers of urban mobility ([120][121]), to date have limited applications as types of pricing; there are fixed rates mostly on a cordon to enter city centres, such as zone C in Milan or the Congestion Charge Zone (CCZ) in London or even the Stockholm Congestion Charge (Trängselskatt) in the Swedish capital ([122][123][124]). However, for years in literature, more complex forms of pricing have been imagined to discipline mobility behaviours through price in relation to the levels of congestion, pollution, availability of alternative routes or transport modes. The contributions are divided into two strands: i. trip pricing systems [125]; ii. credit systems [126]. The former apply pricing to routes, representing possible trips on any mode or combination of modes in the transport network, rather than on connections exclusively by car (in this sense, road pricing is a special case of trip pricing in which the only transport mode used is the car); while the latter aim to encourage sustainable mobility behaviours by rewarding, that is, providing "credits" to those who make virtuous choices. In other words, when people use public transport, bicycles, electric scooters or low-emission vehicles, they accumulate credits that can be used to obtain economic benefits, such as discounts on the cost of transport or access to restricted traffic areas. The technologies developed in recent years would already allow the tracking of displacements and, therefore, the application of differentiated tolling or the management of a mobility credit system.

4. Conclusions

The advent of new forms of mobility and the related evolutions have conditioned the conformation of the urban fabric over the centuries. Today's cities are, at least in the case of historical cities, the overlap of the city of the wagon, the railway city and the automobile city. Similarly, decarbonisation, autonomous and connected mobility and new mobility services, the main drivers of the 7th revolution, have the potential to produce city transformations in the coming decades, designing a city of the future characterised by the presence of transport modes and tools for organising the supply and management of the demand for mobility that are only in the preliminary phase today. A new relationship can be imagined with the car, or more properly individual mobility vehicles, new Mobility as a Service, new pricing policies or new collective transport services. These revolutionary innovations will have an impact on the structure of cities and the use of public and private areas, allowing an evolution from the automobile city to a post-automobile city. In general, we can imagine a city with a more balanced use and a greater separation of areas between motorised mo-

che potremmo definire di recupero degli spazi dell'automobile. Dal punto di vista della diffusione, è possibile immaginare che alcune innovazioni saranno utilizzate ampiamente perché corrispondono a cambiamenti di paradigma, come ad esempio il passaggio dal possesso all'uso dei veicoli individuali, la diffusione di forme di sharing con veicoli autonomi, l'introduzione di sistemi collettivi automatici e di servizi Demand Responsive non di linea. Altre innovazioni sono, invece, degli abilitatori di un set più ampio di politiche urbane, come i crediti di mobilità e la riserva di maggiori spazi per la mobilità dolce e, quindi, forniranno alle diverse città una maggiore possibilità di effettuare scelte. Si può immaginare che la dimensione della città non aumenti ancora, sia per il calo demografico, sia perché le innovazioni anticipabili non alterano significativamente la velocità di spostamento urbano e, quindi, la dimensione spaziale massima. Potrebbe andare in direzione contraria la diffusione di massa di vettori aerei a decollo e atterraggio verticale (VTOL) di cui pure i primi prototipi sono in sperimentazione. Questa modalità di trasporto potrà svilupparsi per usi commerciali, ma l'elevato costo dell'energia necessaria per il sostentamento in aria, ad oggi, sembra indicare una utilizzazione di nicchia piuttosto che una diffusione paragonabile a quella dei veicoli terrestri. Pur con queste considerazioni generali, non è possibile prefigurare, ad oggi, la evoluzione delle città come è avvenuto per le rivoluzioni del passato, secondo una caratteristica propria dei cambiamenti rivoluzionari. Sarà necessario seguire con attenzione le trasformazioni che si concretizzeranno nei prossimi decenni, non dando per scontata la organizzazione attuale dei sistemi di mobilità e dello spazio urbano, ma piuttosto immaginando nuovi approcci alla progettazione urbana che tengano in conto delle innovazioni della settima rivoluzione.

bility, regardless of the energy carrier, and cycle-pedestrian mobility, at least for areas with a higher settlement density. This new structure will also allow us to rethink the use of spaces and the recovery of functions for peripheral areas, according to an approach that we could define as the recovery of car spaces. From the point of view of diffusion, we can imagine that some innovations will be widely used because they correspond to paradigm changes, such as the transition from ownership to the use of individual vehicles, the diffusion of forms of sharing with autonomous vehicles, the introduction of automatic collective systems and non-line Demand Responsive services. Other innovations are, instead, the enablers of a broader set of urban policies, such as mobility credits and the reserve of more spaces for soft mobility and, therefore, will provide different cities with a greater possibility to make choices. We can imagine that the size of the city does not increase yet, both because of the demographic decline, and because the anticipated innovations do not significantly alter the speed of urban movement and, therefore, the maximum spatial size. The mass diffusion of vertical take-off and landing (VTOL) air carriers, of which the first prototypes are also being tested, could go in the opposite direction. This transport mode may be developed for commercial uses, but the high cost of energy necessary for subsistence in the air, to date, seems to indicate a niche use rather than a diffusion comparable to that of land vehicles. Despite these general considerations, to date, we cannot prefigure the evolution of cities as happened for the past revolutions, according to a characteristic of revolutionary changes. We will have to carefully follow the transformations that will take place in the coming decades, not taking for granted the current organisation of mobility systems and urban space but rather imagining new approaches to design that consider the innovations of the seventh revolution.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] CASCETTA E., HENKE I. (2023), *"The seventh transport revolution and the new challenges for sustainable mobility"*. Journal of Urban Mobility, Vol. 4, 100059, <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2023.100059>.
- [2] CASCETTA E., HENKE I., DI BARTOLOMEO M.I. (2021a), *"Le sei rivoluzioni dei trasporti e le loro evoluzioni. Una breve storia dalle origini ai giorni nostri"*. Ingegneria Ferroviaria, Vol. 76, Issue 5, 389–418.
- [3] CASCETTA E., HENKE I., DI BARTOLOMEO M.I. (2021b), *"La settima rivoluzione dei trasporti. Le innovazioni in corso e i possibili scenari futuri"*. Ingegneria Ferroviaria, Vol. 76, Issue 6, 461–492.
- [4] MUSSINELLI E., TARTAGLIA A. (2020), *"Nodi infrastrutturali e rigenerazione urbana. Stazioni, spazio pubblico, qualità ambientale"*. Maggioli Editore, collana Studi e Progetti, ISBN 978-88-916-3891-5.
- [5] VIOLA F. (2005), *"Ferrovie in città. Luoghi e architetture nel progetto urbano"*. Officina Editore, ISBN 108887570744.
- [6] JACOBS J. (1961), *"The death and life of great American cities"*, Random House, USA.
- [7] VENTURI R., SCOTT BROWN D., IZENOUR S. (1972), *"Learning from Las Vegas"*, Mit Pr, USA.
- [8] MOKHTARIAN P.L., CHEN C. (2004), *"TTB or not TTB, that is the question: A review and analysis of the empirical literature on travel time (and money) budgets"*. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 38, Issue 9–10, 643–675, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2003.12.004>.
- [9] ZAHAVI Y. (1974), *"Travel time budget and mobility in urban areas"*. Federal Highway Administration, Washington DC, U.S. Department of Transportation, NTIS PB 234 145.

- [10] ZAHAVI Y., RYAN J.M. (1980), “*Stability of travel components over time*”. Transportation Research Record, Vol. 750, 19–26, ISSN: 0361-1981.
- [11] ZAHAVI Y., TALVITIE A. (1980), “*Regularities in travel time and money expenditures*”. Vol. 750, 13–19, ISSN: 0361-1981.
- [12] HUPKES G. (1982), “*The law of constant travel time and trip-rates*”. Futures, Vol. 14, Issue 1, 38–46, [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(82\)90070-2](https://doi.org/10.1016/0016-3287(82)90070-2).
- [13] BIEBER A., MASSOT M.H., ORFEUIL J.P. (1994), “*Prospects for daily urban mobility*”. Transport Reviews, Vol. 14, Issue 4, 321–339. <https://doi.org/10.1080/01441649408716888>.
- [14] VILHELMSON B. (1999), “*Daily mobility and the use of time for different activities. The case of Sweden*”. GeoJournal, Vol. 48, N. 3, 177–185, <https://www.jstor.org/stable/41147369>.
- [15] SCHAFER A., VICTOR D.G. (2000), “*The future mobility of the world population*”. Transportation research part a: policy and practice, Vol. 34, Issue 3, 171–205, [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(98\)00071-8](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(98)00071-8).
- [16] JOLY I. (2004), “*Travel Time Budget – Decomposition of the worldwide mean*”. In IATUR, ISTAT. Italian National Statistical Institute. Time Use: What’s New in Methodology and Application Fields? Rome, Italy.
- [17] AHMED A., STOPHER P. (2014), “*Seventy minutes plus or minus 10 – A review of travel time budget studies*”. Transport Reviews, Vol. 34, Issue 5, 607–625, <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.946460>.
- [18] ELIASSON J. (2022), “*Will we travel less after the pandemic?*”. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, Vol. 13, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100509>.
- [19] CHRISTELLER W. (1933), “*Die zentralen Orte in Süddeutschland (Le località centrali della Germania meridionale)*”, Wissenschaftliche Buchgesellschaft – WBG, Germania.
- [20] Wordpress.com: <https://dinromerohistory.wordpress.com/2015/06/05/the-city-of-ur-and-uruk/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [21] GISOTTI G. (2016), “*Uruk, la prima città della storia*”. Ecologia Urbana, Vol. 28, Issue 1, 3–9.
- [22] Ancient-wisdom.com: <http://www.ancient-wisdom.com/iraqur.htm>, ultimo accesso marzo 2025.
- [23] ZINGARELLO M. (2014), “*Le mura dimenticate di Nippur. Analisi del circuito urbano di una città mesopotamica nel III millennio a.C.*”. Contributi e materiali di archeologia orientale, Vol. 16, 299–333.
- [24] PIGGOTT S. (1978), “*Antiquity depicted: Aspects of archeological illustration*”. Thames and Hudson, London, UK.
- [25] Jeanclaudegolvin.com: <https://jeanclaudegolvin.com/en/memphis/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [26] ZUIDERHOEK A. (2016), “*Urban landscape and environment*”. In The Ancient City, 56–77, Cambridge University Press.
- [27] REIS H.A. (2008), “*Emergence of shape and flow structure in nature in the light of constructal theory*”. In: Shape and Thermodynamics, Florence University Press, Florence 2008, ISBN: 978–88–8453–836–9.
- [28] TheColosseum.net: <https://the-colosseum.net/wp/it/mappe/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [29] ORBIS.edu: <https://orbis.stanford.edu/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [30] GREGOROVIVUS F. (1875), “*Storia della città di Roma nel Medioevo dal secolo V al XVI*”, Antonelli Editore.
- [31] ESCH A. (2021), “*Roma dal Medioevo al Rinascimento (1378 – 1484)*”. Collana La storia, Viella Editore, ISBN 9788833134536.
- [32] LE GOFF J. (2011), “*La città medioevale*”. Giunti, ISBN 108809758803.
- [33] GROHMANN A. (2003), “*La città medioevale*”. Laterza Editore. ISBN 108842068446.
- [34] DÖRRBECKER M. (2001), “*Mappa delle mura di Erice*”. Disponibile al link: https://it.m.wikipedia.org/wiki/File:Map_of_the_Mura_di_Erice.png, ultimo accesso marzo 2025.
- [35] STRAFFORELLO G. (1893), “*La patria, geografia dell’Italia*”. Parte 5, Italia insulare: Sicilia, Unione Tipografico, Torino.
- [36] PLESNER J. (1938), “*Una rivoluzione stradale del Dugento*”. Acta Jutlandica, Vol. 10, Issue 1.
- [37] LAZZAROTTI M., MUÑOZ A. (1908), “*Filarete, scultore e architetto del secolo XV*”. W. Modes, editore Roma.
- [38] Beniculturalionline.it: https://www.beniculturalionline.it/location-3486_Piazza-del-Campidoglio---Monte-Capitolino.php, ultimo accesso marzo 2025.
- [39] Meisterdrucke.it: <https://www.meisterdrucke.ie/fine-art-prints/Matteo-Florimi/324967/Map-of-Florence,-1595.html>, ultimo accesso marzo 2025.

- [40] ROMEO R. (1978), *“Cavour e il suo tempo (1842 – 1854)”*. Laterza, Bari.
- [41] BARBOPOULOS N., BALTAS P., MILAKIS D. (2005), *“The impacts of rail transit on urban sprawl and mobility of the western city from late nineteenth century to the Second World War. The case of London and Los Angeles”*. In Proceedings of the 3rd International Conference “Tourism and the History of Transport, Traffic and Mobility”. York, UK, 6–9 October.
- [42] NEWMAN P., KENWORTHY J. (1999), *“Sustainability and cities, overcoming dependence”*. Island Press, Washington D.C., USA. ISBN 1559636602.
- [43] CARPENTIERI G. (2018), *“La risposta all’industrialismo è la scienza dell’urbanistica”*. In Rigenerazione a Salerno. La rigenerazione urbana attraverso la bioeconomia, tesi di laurea, Università degli studi di Parma.
- [44] GARNIER T. (1917), *“Une Cité industrielle, étude pour la construction des villes. De l’utopie à la théorie urbaine”*. Auguste Vincent Editeur, Paris, France.
- [45] HOWARD E. (1989), *“To-morrow: A peaceful path to real reform”*. Swan Sonnenschein & Company, London, UK.
- [46] HOWARD E. (1902), *“Garden cities of to-morrow”*. Swan Sonnenschein & Company, London, UK.
- [47] FERREIRA FRANCO B. (2012), *“Il patrimonio industriale della Sardegna: Il parco geominerario come strumento per lo sviluppo del territorio”*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Cagliari.
- [48] HEBBERT J.M., CLOUT H.D., EHRLICH B. (2025), *“Character of the city”*. Disponibile in: <https://www.britannica.com/place/London/Character-of-the-city>, ultimo accesso marzo 2025.
- [49] MAGGI S. (2021), *“Una breve storia dei treni”*. In “Anno europeo delle ferrovie: il treno come mezzo intelligente, sicuro e sostenibile”, Webinar Formez PA, marzo 2021. Disponibile al link: <http://eventipa.formez.it/node/299125>, ultimo accesso marzo 2025.
- [50] ATKINS A.G., BEAR W., HYDE D.J., TOURRET R. (1975), *“A history of GWR goods wagons”*. Vol. 1. Newton Abbot: David and Charles, Londra, ISBN: 0-7153-6532-0.
- [51] EDWARDS D., PIGRAM R. (1983), *“The golden years of the metropolitan railway and the metro-land dream”*. Midas Book, London.
- [52] PASTOR A.B., CANNIFFE E., JIMÉNEZ C. J. R. (2023), *“Learning from Letchworth and Welwyn garden city: Garden cities policies for the development of existing settlements in the contemporary world”*. Land Use Policy, Vol. 132, ISSN 0264–8377, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106759>.
- [53] POLLARD, A.J. (1996), *“Middlesbrough: Town and community 1830–1950”*. Sutton Pub, Gloucestershire, UK, ISBN 10–0750912707.
- [54] ALBERTI L.B. (1452), *“De re ædificatoria”*. Trattato manoscritto.
- [55] VITRUVIO POLLIONE M. (≈15 a.C.), *“De architectura”*. Trattato manoscritto.
- [56] INDOVINA F. (1999), *“La città diffusa: Cos’è e come si governa”*. In Dalla città diffusa all’arcipelago metropolitano (F. Indovina ed. 2009), 81–90, Franco Angeli, Milano.
- [57] LI Y., YE H., SUN X., ZHENG J., MENG D. (2021), *“Coupling analysis of the thermal landscape and environmental carrying capacity of urban expansion in Beijing (China) over the past 35 years”*. Sustainability, Vol. 13(2), 584, 10.3390/su13020584.
- [58] Eurostat (2024), *“Key figures on European transport” – 2024 ed.* Disponibile a: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/15216629/20875401/KS-01-24-021-EN-N.pdf/57b33b96-c376-0e03-f7e1-11ac0f902eba?version=3.0&t=1737466616960>, ultimo accesso marzo 2025.
- [59] FHWA (2024), *“Summary of Travel Trends: 2022 National Household Travel Survey. Report of Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation”*. Disponibile su <https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/fotw-1356-august-19-2024-household-vehicles-were-parked-95-typical-day-2022>, ultimo accesso marzo 2025.
- [60] Gitnux, <https://gitnux.org/average-parking-spot-size/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [61] Carcitymotors, <https://carcitymotors.com/parking-space-dimensions/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [62] Dott (2023), *“Dott highlights the space occupied by cars in Europe’s cities”*. Report. Disponibile su <https://ridedott.com/press-release/dott-highlights-the-space-occupied-by-cars-in-europes-cities/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [63] BURLANDO C., IVALDI E., PARRA SAIANI P., PENCO L. (2019), *“To own or not to own? Car ownership and consumer awareness: Evidence from an Italian survey”*. Research in Transportation Business & Management, Vol. 33, 100435, ISSN 2210–5395. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100435>.

- [64] FRONTELI M. H., PACHECO PALADINI E. (2023), “Trends, enablers, and barriers for car ownership”. *Transportation Research Record*, Vol. 2677, 1290–1310. <https://doi.org/10.1177/03611981221103863>.
- [65] IACOBUCCI E. (2024), “Would it be weird to live here without a car?: Using social media to understand car ownership decisions”. *Transportation*, Springer, Vol. 51, 475–500. <https://doi.org/10.1007/s11116-022-10340-6>.
- [66] DUARTE F., RATTI C. (2018), “The impact of autonomous vehicles on cities: A review”. *Journal of Urban Technology*. Vol. 25, 4, 3–18, <https://doi.org/10.1080/10630732.2018.1493883>.
- [67] LEHTONEN E., MALIN F., LOUW T., MUN LEE Y., ITKONEN T., INNAMAA S. (2022), “Why would people want to travel more with automated cars?”. *Transportation Research Part F*, Vol. 89, 143–154. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.06.014>.
- [68] KOLLECK A. (2021), “Does car-sharing reduce car ownership? Empirical evidence from Germany”. *Sustainability*, Vol. 13, Issue 13. <https://doi.org/10.3390/su13137384>.
- [69] LIAO F., MOLIN E., TIMMERMANS H., VAN WEE B. (2020), “Carsharing: The impact of system characteristics on its potential to replace private car trips and reduce car ownership”. *Transportation*, Vol. 47, 935–970. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9929-9>.
- [70] SANDES F. S., LEANDRO J., BOAVENTURA P., DA SILVA JUNIOR A. F. (2019), “I do not own a car anymore: An analysis of possessions’ disposal and changes in consumers’ identities”. *International Journal of Consumer Studies*, Vol. 43, 446–456. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12524>.
- [71] SILVESTRI F., DE FABIIS F., COPPOLA P. (2024), “Consumers’ expectations and attitudes towards owning, sharing, and riding autonomous vehicles”. *Case Studies on Transport Policy*, Vol. 15. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.101112>.
- [72] SMIRNOV A., SMOLOKUROV E., MAZHAIKHOV A., GAREEVA L. (2023), “Changing trends in personal vehicle use”. *Transportation Research Procedia*, Vol. 68, 197–204, ISSN 2352–1465. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.026>.
- [73] MADRIGAL A. (2023), “Rise of the robotaxis: How autonomous vehicles could reshape transportation in San Francisco”. Online article. Disponibile su <https://www.kqed.org/forum/2010101893895/rise-of-the-robotaxis-how-autonomous-vehicles-could-reshape-transportation-in-san-francisco>, ultimo accesso marzo 2025.
- [74] VAZIFEH M.M., SANTI P., RESTA G., STROGATZ S.H., RATTI C. (2018), “Addressing the minimum fleet problem in on-demand urban mobility”. *Nature*, Vol. 557, 534–538. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0095-1>.
- [75] NITSCHKE L. (2020), “Reconstituting automobility: the influence of non-commercial carsharing on the meanings of automobility and the car”. *Sustainability*, Vol. 12, Issue 17, <https://doi.org/10.3390/su12177062>.
- [76] POJANI E., VAN ACKER V., POJANI D. (2018), “Cars as a status symbol: Youth attitudes toward sustainable transport in a post-socialist city”. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, Vol. 58, 210–227, <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.06.003>.
- [77] VERHOEF E.T., VAN WEE B. (2000), “Car ownership and status”. Discussion Paper N. 00–076/3, Tinbergen Institute, Amsterdam and Rotterdam.
- [78] Carlogos.org: <https://www.carlogos.org/reviews/craziest-future-concept-cars.html>, ultimo accesso marzo 2025.
- [79] DE VOS J., LÄTTMAN K., VAN DER VLUGT A.L., WELSCH J., OTSUKA N. (2022), “Determinants and effects of perceived walkability: a literature review, conceptual model and research agenda.” *Transport Reviews*, Vol. 43, Issue 2, 303–324. <https://doi.org/10.1080/01441647.2022.2101072>
- [80] VANORE M. (2020), “L’infrastrutturazione urbana del benessere. Streetscape: Strade vitali, reti della mobilità sostenibile, vie verdi”. In: *La città come cura e la cura della città*, 265–278, ISBN 9788822905536.
- [81] Landscapeperformance.org: <https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs/cheonggyecheon-stream-restoration-project>, ultimo accesso marzo 2025.
- [82] ROBINSON A., MYVONWYNN H. (2011), “Cheonggyecheon stream restoration project.” *Landscape Performance Series*. Landscape Architecture Foundation. <https://doi.org/10.31353/cs0140>.
- [83] BADAMI A. (2024), “Urbanrewilding: Lanatura selvaggia entraincittà. Ilcasodistudiodellarigenerazione dipiazzaBudolfinelcentro storico di Aalborg (DK)”. In BRUNETTA G., CASU A., CONTICELLI E., LAI S. (a cura di) *Patrimonio ambientale e transizione ecologica nei progetti di rigenerazione urbana e dei territori*. Atti della XXV Conferenza Nazionale SIU Transizioni, giustizia spaziale e progetto di territorio. 15–16 giugno 2023, Cagliari, Vol. 04 Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti, Roma-Milano ISBN: 978-88-99237-58-5.
- [84] Lokalplan Aalborg, (2017), Disponibile al link: <https://apps.aalborgkommune.dk/images/teknisk/PLANBYG/lokplan/01/1-1-117.pdf>, ultimo accesso marzo 2025.
- [85] BADAMI A. (2022), “Ecosystem services as a device for urban regeneration. The reopening of the Østerå river in Aalborg (DK)”, *Abitare la Terra*, XXI (58 (suppl. 7-8)), 21-23.

- [86] Stirworld.com: <https://www.stirworld.com/see-news-fornebu-brygge-s-regeneration-to-pioneer-a-sustainable-ocean-economy-in-oslo>, ultimo accesso marzo 2025.
- [87] HAMILTON R.W. (2021), *“The burdens and the benefits: Exploring the distribution of Oslo’s quality of urban life and transportation network accessibility”*. Master Thesis, RWTH Aachen University, Germany.
- [88] Haptic Architects and Oslo Works (2023), <https://archello.com/project/fornebu-brygge>, ultimo accesso marzo 2025.
- [89] Metropolitana SpA. Disponibile al link: <https://www.metropolitanadinapoli.it/inaugurazione-area-nord-di-piazza-garibaldi-29-novembre-2019/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [90] Report incidentalità ISTAT (2024), Disponibile su <https://www.istat.it/wp-content/uploads/2024/07/REPORT-IN-CIDENTI-STRADALI-2023.pdf>, ultimo accesso marzo 2025.
- [91] CRIVELLI G. (2023), *“Louis Vuitton fa rivivere il garage Traversi con la collezione Yayoi Kusama”*. Articolo online su <https://www.ilsole24ore.com/art/louis-vuitton-fa-rivivere-garage-traversi-la-collezione-yayoi-kusama-AEZquLVC>, ultimo accesso marzo 2025.
- [92] Archiportale, https://www.archiportale.com/news/2021/03/case-interni/la-brace-la-conversione-di-un-ex-garage-in-ristorante_81359_53.html, ultimo accesso marzo 2025.
- [93] DEL VAGLIO R. (2022), *“Prima e dopo: 4 garage trasformati in appartamenti completi”*. Articolo online disponibile su <https://www.houzz.it/magazine/prima-e-dopo-4-garage-trasformati-in-appartamenti-completi-stsetivw-vs~163808082>, ultimo accesso marzo 2025.
- [94] KUNSTLER J.H. (1994), *“Geography of now here: The rise and decline of America’s man-made landscape”*. Simon and Schuster, Usa, ISBN 09780671888251.
- [95] CRAWFORD J.H. (2000), *“Carfree cities”*. ISBN 9057270374, International books, Utrecht.
- [96] AUMANN S., KINIGADNER J., DURAN-RODAS D., BÜTTNER B. (2023), *“Driving towards car-independent neighborhoods in Europe: A typology and systematic literature review”*. Urban Planning, Car Dependency and Urban Form, Vol. 8, 84–98, <https://doi.org/10.17645/up.v8i3.6552>.
- [97] HERBERT G. (2023), *“What are the economic benefits of car-free cities?”*. Disponibile al link: <https://www.euro-news.com/next/2023/09/21/what-are-the-economic-benefits-of-car-free-cities#:~:text=Rise%20in%20land%20values%20due%20to%20liveability&text=Removing%20or%20restricting%20cars%20in,of%20commercial%20and%20residential%20properties>, ultimo accesso marzo 2025.
- [98] NIEUWENHUIJSEN M.J., KHREIS H. (2016), *“Car free cities: Pathway to healthy urban living”*. Environment International, Vol. 94, 251–262, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.032>.
- [99] YANG X., MCCOY E., HOUGH K., DE NAZELLE A. (2022), *“Evaluation of low traffic neighbourhood (LTN) impacts on NO2 and traffic”*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol. 113, ISSN 1361-9209, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103536>.
- [100] FISHMAN E., DAVIES L. (2016), *“Road user pricing: Driverless cars, congestion and policy responses”*. In 38th Australasian Transport Research Forum (ATRF 2016), Melbourne, 16-18 November 2016.
- [101] CARTENÌ A., HENKE I., DI BARTOLOMEO M. I., REGNA M. (2019), *“A cost-benefit analysis of a fully-automated driverless metro line in a high-density metropolitan area in Italy”*. IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Genova, Italy, 1–6, <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2019.8783471>.
- [102] JANSSON E., OLSSON N. O., FRÖIDH O. (2023), *“Challenges of replacing train drivers in driverless and unattended railway mainline systems—A Swedish case study on delay logs descriptions”*. Transportation research interdisciplinary perspectives, Vol. 21, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100875>.
- [102] WANG Y., ZHANG M., MA J., ZHOU X. (2016), *“Survey on driverless train operation for urban rail transit systems”*. Urban Rail Transit, Vol. 2, 106–113, <https://doi.org/10.1007/s40864-016-0047-8>.
- [104] NAVARRETE-HERNANDEZ P., ZEGRAS P. C. (2023), *“Mind the perception gap: The impact of bus rapid transit infrastructure on travelers’ perceptions of affective subjective well-being”*. Transportation Research Part A, Vol. 172, 103670, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103670>.
- [105] BOVI D. (2025), *“Perugia, BRT: parte la progettazione della seconda linea, ma va sciolto nodo politico”*. Articolo online disponibile su <https://www.umbria24.it/attualita/perugia-brt-parte-la-progettazione-della-seconda-linea-ma-va-sciolto-nodo-politico/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [106] SAMMALI N. (2024), *“BRT, aperto il cantiere dei bus rapidi: entro il 2025 i primi passeggeri”*. Articolo online disponibile su https://www.quotidianodipuglia.it/AMP/taranto/aperto_cantiere_bus_rapidi_entro_2025_primi_passeggeri_brt_cosa_sappiamo-8117724, ultimo accesso marzo 2025.

- [107] ANDRISANI N. (2024), “*La rivoluzione dei bus a Bari con il BRT: 4 linee e corsie preferenziali, pronto entro il 2026*”. Articolo online disponibile su <https://www.baritoday.it/attualita/bus-rapidi-bari-nuove-linee-percorsi>, ultimo accesso marzo 2025.
- [108] Autoruote.it: <https://www.autoruote.it/public/tpl.php#trasporto-chiamata>, ultimo accesso marzo 2025.
- [109] COUTINHO F., OORT N., CHRISTOFOROU Z., ALONSO G.M., CATS O., HOOGENDOORN S. (2020), “*Impacts of replacing a fixed public transport line by a demand responsive transport system: Case study of a rural area in Amsterdam*”. *Research in Transportation Economics*, Vol. 83. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100910>.
- [110] VIERGUTZ K., SCHMIDT C. (2019), “*Demand-responsive transport vs. conventional public transport: A MATSim study about the rural town of Colditz, Germany*”. *Procedia Computer Science*, Vol. 151, 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.04.013>.
- [111] HEITMAN X. (2023), “*Mezzi di trasporto pubblico locali automatizzati: Ioki è partner tecnologico del progetto di ricerca MINGA a Monaco di Baviera*”. Ioki Report. Disponibile su https://ioki.com/wp-content/uploads/2023/07/PI_MIN-GA_IT.pdf, ultimo accesso marzo 2025.
- [112] RAVALDINI F. (2023), “*Mobilità connessa e autonoma: Le applicazioni nel trasporto pubblico*”. Articolo online disponibile su <https://www.mobilitafutura.eu/terra/mobilita-connessa-e-autonoma-le-applicazioni-nel-trasporto-pubblico/32508/>, ultimo accesso marzo 2025.
- [113] STRÖMBERG H., KARLSSON I.C.M., SOCHOR J. (2018), “*Inviting travelers to the smorgasbord of sustainable urban transport: [110]Evidence from a MaaS field trial*”. *Transportation*, Vol. 45, 1655–1670. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9946-8>.
- [114] ATASOY B., IKEDA T., SONG X., BEN-AKIVA M.E. (2015), “*The concept and impact analysis of a flexible mobility on demand system*”. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 56, 373–392, ISSN 0968–090X, <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.04.009>.
- [115] ATASOY B., IKEDA T., BEN-AKIVA M.E. (2016), “*Optimizing a flexible mobility on demand system*”. *Transportation Research Record*, Vol. 2563, Issue 1, 76–85. <https://doi.org/10.3141/2536-10>.
- [116] KRISWARDHANA W., ESZTERGÁR-KISS D. (2023), “*A systematic literature review of Mobility as a Service: Examining the socio-technical factors in MaaS adoption and bundling packages*”. *Travel Behaviour and Society*, Vol. 31, 232–243, ISSN 2214–367X, <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.12.007>.
- [117] SILVESTRI F., SILVESTRI F., COPPOLA P. (2025), “*Mobility as a Service (MaaS) bundle uptake: A case study in Milan, Italy*”. *European Transport Research Review*, Vol. 17, N. 3, <https://doi.org/10.1186/s12544-024-00698-2>.
- [118] CECCATO R., ROSSI R., GASTALDI M. (2024), “*Low emission zone and mobility behavior: Ex-ante evaluation of vehicle pollutant emissions*”. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 185, 104101. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.104101>.
- [119] GISOTTI M. R., MASIANI B. (2023), “*La scuola fa città. Il ruolo degli spazi aperti scolastici e di quartiere nelle pratiche di educazione alla democrazia*”. *IN_BO. Ricerche E Progetti Per Il Territorio, La Città E l'architettura*, 14(18), 198–217. <https://doi.org/10.6092/issn.2036-1602/14836XXXX>.
- [120] WALKER J. (2018), “*Road Pricing: Technologies, economics and acceptability*”, IET The Institution of Engineering and Technologies, ISBN: 978-1-78561-205-3.
- [121] HOSFORD K., FIRTH C., BRAUER M., WINTERS M. (2021), “*The effects of road pricing on transportation and health equity: A scoping review*”. *Transport Reviews*, Vol. 41, 766–787, <https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1898488>.
- [122] CROCI E. (2016), “*Urban road pricing: A comparative study on the experiences of London, Stockholm and Milan*”. *Transportation Research Procedia*, Vol. 14, 253–262, ISSN 2352–1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.062>.
- [123] KEAT TANG C. (2021), “*The cost of traffic: Evidence from the London congestion charge*”. *Journal of Urban Economics*, Vol. 121, ISSN 0094–1190, <https://doi.org/10.1016/j.jue.2020.103302>.
- [124] LICHTIN F., KEITH SMITH E., AXHAUSEN K.W., BERNAUER T. (2024), “*How to design publicly acceptable road pricing? Experimental insights from Switzerland*”. *Ecological Economics*, Vol. 218, ISSN 0921–8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108102>.
- [125] CASCETTA E., MONTANINO M. (2022), “*Unleashing the potential of price-based congestion management schemes: A unifying approach to compare alternative models under multiple objectives*”. arXiv:2207.12041. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.12041>
- [126] JALOTA D., LAZARUS J., BAYEN A., PAVONE M. (2023), “*Credit-based congestion pricing: Equilibrium properties and optimal scheme design*”. 2nd IEEE Conference on Decision and Control (CDC), Singapore, 4124–4129, doi: 10.1109/CDC49753.2023.10384266.

Per una mobilità urbana efficiente e sicura



Armamento ferroviario

Molatura e diagnostica binario

Energia, segnalamento e TLC

Macchine ferroviarie

Materiali ferroviari

Ingegneria e progettazione



Visita della sezione CIFI Milano all'impianto di manutenzione di Ferroviennord per i treni ad idrogeno di Rovato (BS)

(Ing. Giorgio SPADI – Preside Sezione CIFI di Milano)

Il giorno 4 Aprile, la sezione CIFI di Milano ha organizzato una visita tecnica al nuovo impianto di manutenzione per i treni ad idrogeno di Ferroviennord realizzato presso la stazione di Rovato (BS)

Alla visita erano presenti 25 soci, tra i quali il Segretario Generale del CIFI Ing. V. GIOVINE e il Vice Presidente Area Nord, Prof. R. GENOVA (Fig.1).

Il nuovo impianto per la manutenzione dei treni ad idrogeno (Fig. 2) è stato realizzato a fianco della stazione di Rovato Borgo (anch'essa completamente rinnovata) capolinea della bre-

ve tratta Bornato - Rovato (7 km) che collega la linea Brescia Iseo Edolo di Ferroviennord alla rete nazionale RFI, alla quale la stazione di Rovato Borgo FN è connessa, con un raccordo che si innesta nella stazione di Rovato RFI.

Un tempo molto utilizzato per il transito dei treni merci che servivano le acciaierie presenti in alta Valcamonica, ma ancora perfettamente agibile.

Il nuovo impianto manutentivo, realizzato in circa 36 mesi, si compone di:

- un capannone in cemento armato che ospita 2 binari lunghi 110 m per la manutenzione dei nuovi treni ad idrogeno, dotati di fosse per ispezione sotto cassa, passerelle per i lavori sull'imperiale, impianto cala carrelli;
- un binario esterno plateato per il lavaggio;
- l'area e le attrezzature per il rifornimento dell'idrogeno (Fig. 3).

In particolare, in questo sito, il rifornimento di idrogeno è previsto esclusivamente mediante utilizzo del "carro bombolaio" dovendosi provve-



Figura 1 – I partecipanti alla visita tecnica.



Figura 2 - Il nuovo impianto per la manutenzione dei treni ad idrogeno di Rovato.



Figura 3 - Impianto rifornimento idrogeno a Rovato.

dere solo a piccoli rifornimenti per attività manutentive che necessitano dello svuotamento dei serbatoi dei treni.

Lungo la linea Brescia Edolo (101 km di lunghezza) sono previsti invece 3 posti di rifornimento di idrogeno a Brescia Borgo San Giovanni, ad Iseo e Edolo con produzione in loco di idrogeno, utilizzando, tra le altre fonti, l'energia delle centrali idroelettriche della Valcamonica e l'energia

prodotta dal termovalorizzatore di Brescia.

Ing. F. GHIGLIAZZA di FNM e Ing. M. CHIUDINELLI di Trenord hanno illustrato ai partecipanti le particolarità di questo impianto, soprattutto per quanto riguarda le dotazioni di sicurezza sia per la parte del deposito vero e proprio, sia per l'area di rifornimento di idrogeno, che rappresentano un unicum nel panorama ferroviario italiano.

I partecipanti hanno potuto constatare il completamento dell'opera, che verrà messa a disposizione di Trenord e dove, nei prossimi mesi, sono attesi i primi treni alimentati ad idrogeno, per l'effettuazione delle corse prova in linea, propedeutiche per l'ottenimento dell'AMIS.

La flotta, a regime, sarà costituita da 14 treni, prodotti da Alstom nello stabilimento di Savigliano.

A fianco del capannone per la manutenzione dei treni ad idrogeno è prevista anche la futura realizzazione di un ulteriore capannone con ulteriori 3 binari coperti, per la manutenzione dei treni elettrici Trenord di media capacità (gli ETR 204 Donizetti) che gravitano nell'area di Brescia, Bergamo e Cremona e che utilizzeranno il binario di raccordo con la stazione di Rovato RFI, per raggiungere le stazioni capolinea del servizio ferroviario regionale della Lombardia.

A fine visita è arrivata a Rovato, da Iseo, l'automotrice storica Aln 668.121 appena entrata a far parte del parco rotabili storici di Trenord - Ferrovienord, riportata nelle condizioni di utilizzo degli anni '70-'80 (arredi interni, livrea storica crema-arancio della SNFT, la società che ha gestito la linea prima che passasse a Ferrovienord) a seguito di un sapiente lavoro di restauro diretto da Paolo Magni, responsabile della flotta storica di Trenord (Fig. 4).

Il gruppo CIFI ha potuto effettuare una corsa prova da Rovato ad Iseo con questa bellissima automotrice, constatando tra l'altro l'ottimo stato della linea Rovato - Bornato, sul quale al momento non si svolge servizio pubblico di linea, ma viene utilizzata per treni turistici e corse prova, e che presto conoscerà una regolare e continua circolazione, proprio in virtù della localizzazione a Rovato del nuovo impianto di manutenzione.

La splendida giornata si è conclusa con un pranzo sociale in riva al lago di Iseo che ha permesso anche di gustare le specialità gastronomiche del lago.

Il Preside del CIFI ha qui saluta-



Figura 4 - L'automotrice storica Aln 668.121.

to tutti i partecipanti, ringraziando in particolar modo Ing. S. GERVASINI di Trenord e Ing. S. ERBA di FNM che

hanno contribuito alla organizzazione di questa interessante visita, e dato appuntamento a tutti, quanto prima

possibile, per conoscere più da vicino i nuovi treni ad idrogeno che percorreranno questa storica linea.

NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

Giuseppe ACQUARO

LA SICUREZZA FERROVIARIA

Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee

Il progetto politico comunitario di riassetto del comparto ferroviario europeo si basa sul principio della libera circolazione di persone, beni e servizi.

Scopo del progetto è rendere il “sistema di trasporto ferroviario”, sia delle merci sia delle persone, strategico fra tutti gli strumenti a disposizione per raggiungere obiettivi di sostenibilità sociale.

In particolare, l’obiettivo primario posto dall’Unione, è dar vita a uno spazio unico europeo privo di ostacoli residui tra i sistemi nazionali, facilitando in tal modo sia il processo di integrazione che l’emergere di nuovi operatori multinazionali e multimodali.

Tutto ciò deve però avvenire all’interno di un quadro normativo di tutela della pubblica sicurezza nei trasporti mediante la definizione di un sistema di regole che garantiscono trasporti sicuri ispirati a criteri universalmente riconosciuti di buona gestione.

I recenti cambiamenti introdotti nella normativa europea e nazionale in tema di sicurezza dei sistemi ferroviari. In particolare i recenti decreti legislativi 50 e 57 di giugno 2019, hanno recepito il pilastro tecnico del cosiddetto pilastro tecnico del IV pacchetto ferroviario europeo nonché il nuovo regolamento europeo (n. 762/2016) sui requisiti dei sistemi di gestione della sicurezza.

Con questi nuovi provvedimenti il legislatore ha voluto rimarcare l’importanza, nella gestione dei servizi ferroviari, di un approccio di tipo rischio-centrico. Ciò in quanto, nel trasporto ferroviario gli incidenti possono dare origine a conseguenze catastrofiche e questi sono prevalentemente legati a fattori umani: l’uomo, infatti, nonostante gli enormi progressi raggiunti dalla tecnologia a favore della sicurezza, rimane ancora un elemento nella gestione della sicurezza.

Per garantire elevati standard di sicurezza, i sistemi ferroviari devono quindi essere gestiti con approcci e metodi che consentano di ottenere il giusto equilibrio fra l’offerta di un servizio di mobilità (delle persone e delle merci) efficiente ed economico oltreché interoperabile nell’Unione e i vincoli - e i costi - della sicurezza: in altre parole, è necessario che nelle aziende sia radicata la cosiddetta “giusta cultura”.

A tale scopo, già da tempo sia legislatore (nazionale ed europeo) che gli organismi di normazione tecnica, si sono preoccupati di regolamentare minuziosamente tutti gli aspetti gestionali che possono avere un impatto sulla sicurezza. Tuttavia, l’enorme sforzo profuso nella definizione di norme a garanzia della incolumità della popolazione ha generato un quadro normativo che, allo stato attuale, si presenta copioso e, molto frammentato.

Questo volume si propone di fornire al lettore un quadro organico ed omogeneo degli approcci e dei modelli gestionali che devono essere adottati nel rispetto dei principi e dei criteri definiti nelle norme tecniche e nella vigente legislazione in tema di sicurezza ferroviaria, ivi compreso, appunto, il recente pilastro tecnico del quarto pacchetto ferroviario e le principali norme attuative ad esso correlate: un significativo numero di figure tabelle aiutano ad acquisire una visione d’insieme di molti aspetti altrimenti descritti in modo frammentato nella normativa.

Il libro è suddiviso in tre parti. Nella parte prima è descritto il contesto normativo di riferimento europeo e nazionale, il quale viene descritto all’interno della cornice costituita dal processo di liberalizzazione del trasporto ferroviario.



Nella parte seconda è affrontata la tematica legata alla implementazione dei sistemi di gestione della sicurezza e, più in generale, alla gestione della sicurezza integrata. Infatti, ormai è universalmente riconosciuta - e questo è anche l’orientamento del legislatore - la necessità di gestire gli aspetti di sicurezza dell’esercizio, di sicurezza dei lavoratori e degli addetti nonché di tutela dell’ambiente con un approccio di tipo integrato, vista la loro mutua interferenza.

In questa parte, quindi, particolare attenzione è posta al tema del controllo e della gestione dei rischi, alla gestione degli asset in logica rischio-centrica e alla realizzazione dell’interoperabilità, vista non già solo come strumento per abbattere le barriere nazionali, ma anche come definizione di standard di sicurezza tecnici e operativi minimi da realizzare.

Infine, nella parte è affrontato il grande tema della valutazione e del miglioramento delle prestazioni di sicurezza. In questa parte, una particolare attenzione è stata dedicata alla tematica della cultura della sicurezza e dell’importanza dei ritorni di esperienza, quale strumento fondamentale per tenere sotto controllo e ridurre la probabilità di accadimento degli errori umani.

Formato cm 24x17, 331 pagine in b/n,

Prezzo di copertina € 25,00.

E’ acquistabile presso il CIFI con modalità e sconti come riportato nelle pagine “Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI” sempre presente in questa rivista.

Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Sicilia: a Palermo nuova sala operativa e moderne tecnologie per la circolazione

Un altro passo avanti nell'ammodernamento complessivo dell'infrastruttura ferroviaria siciliana. Rete Ferroviaria Italiana (Gruppo FS) ha concluso i lavori di restyling della Sala Operativa Circolazione di Palermo e attivato l'SCCM (Sistema Comando e Controllo Multistazione), moderno sistema di supervisione e regolazione della circolazione (Fig. 1).

Determinante il ruolo di Italferr (Gruppo FS), che, in sinergia con RFI, ha progettato l'intervento e ne ha curato la realizzazione attraverso la Direzione Lavori, confermandosi ancora una volta un'eccellenza nel campo dell'ingegneria ferroviaria italiana.

Gli interventi, del valore di circa 9,5 milioni di euro, hanno coinvolto complessivamente 50 persone del Gruppo FS Italiane e delle ditte appaltatrici.

La Sala Operativa Circolazione di Palermo è la cabina di regia che consente la gestione dei circa 500 treni che ogni giorno viaggiano sui 1370 km di linea della rete siciliana, un intervento coordinato ed efficace sui guasti e le informazioni ai viaggiatori; quotidianamente opera in sinergia con la Sala Blu per l'assistenza ai viaggiatori con ridotta mobilità. Ogni giorno vi lavorano circa 100 persone, che si alternano nell'arco delle 24 ore. Quella di Palermo è una delle 15 Sale Territoriali di RFI, tutte in costante contatto con la Sala Operativa Nazionale di Roma.

L'attivazione dell'SCCM rappresenta la prima evoluzione della tecnologia che dovrà interfacciarsi con i futuri Apparat Centrali Computerizzati Multistazione (ACCM), che permettono il controllo di tutte le stazioni di uno stesso tratto di linea, e con i sistemi ERTMS (*European Rail Traffic Management System*) che consentono un miglioramento della regolarità della circolazione e della qualità del servizio.

Il nuovo SCCM di Palermo è stato realizzato utilizzando soluzioni tecnologiche innovative su monitor di grande formato (75"), che permettono di gestire con maggiore efficacia il traffico sulle principali direttrici: Palermo Aeroporto-Palermo Centrale-Messina, Messina-Catania-Siracusa.

Il rinnovo delle tecnologie determinerà un sensibile miglioramento della qualità del servizio e della regolarità della circolazione, garantendo una maggiore affidabilità dell'infrastruttura e un'ottimizzazione della gestione in caso di anomalie (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FS Italiane*, 14 aprile 2025).

Lazio-Abruzzo: avviati i lavori per il raddoppio della tratta Roma-Pescara

Martedì 8 aprile, sono stati ufficialmente avviati i lavori di raddoppio dei Lotti 1 e 2 della tratta ferroviaria Roma-Pescara, un intervento fondamentale per il potenziamento del collegamento trasversale appenninico che segna un balzo in avanti nella velocizzazione della linea ferroviaria (Fig. 2).

Il potenziamento della Roma-Pescara, parte di un programma più ampio - il Global Project - mira a migliorare la frequenza dei servizi e ridurre i tempi di percorrenza tra l'Abruzzo, la Capitale e la direttrice adriatica.



(Fonte: Italferr; Gruppo FS Italiane).

Figura 1 - Un altro passo avanti nell'ammodernamento complessivo dell'infrastruttura ferroviaria siciliana: conclusi i lavori di restyling della Sala Operativa Circolazione di Palermo, e attivato l'SCCM (Sistema Comando e Controllo Multistazione), moderno sistema di supervisione e regolazione della circolazione.

Il “Global Project” si articola in una serie di interventi, alcuni già in corso e altri in fase di progettazione o in iter autorizzatorio, tra cui il raddoppio delle tratte Pescara Porta Nuova-San Giovanni Teatino, San Giovanni Teatino-Chieti, Chieti-Interporto d’Abruzzo, Interporto d’Abruzzo-Manoppello (Lotto 1), Manoppello-Scafa (Lotto 2), Pratola Peligna-Sulmona (Lotto 3), Avezzano-Tagliacozzo (Lotto 4) e Lunghezza-Roma.

Le tratte Manoppello-Scafa e Interporto-Manoppello, per un’estensione totale di circa 14 km, rappresentano le priorità di questo ambizioso progetto. Un’opera ferroviaria complessa che prevede la realizzazione di circa 3,5 km di viadotti, con l’inserimento di 5 ponti ferroviari di significativo pregio ingegneristico, e 9,8 km di rilevati/trincee, oltre alla realizzazione di due nuove stazioni ed una fermata assicurando la ricucitura e la valorizzazione ambientale del territorio attraversato (Da: *Comunicato Stampa Italferr Gruppo FS Italiane*, 8 aprile 2025).

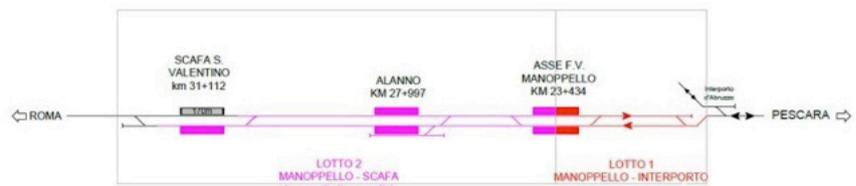
Campania-Puglia: stato di avanzamento lavori nuova linea AV/AC Napoli-Bari

Nell’ambito della realizzazione del Corridoio trasportistico europeo “TEN-T Scandinavo-Mediterraneo”, si inserisce il potenziamento infrastrutturale dell’asse trasversale ferroviario Napoli-Benevento-Foggia-Bari. L’intervento, relativo alla costruzione della linea AV/AC Napoli-Bari, prevede un investimento complessivo di circa 6 miliardi di euro, suddivisi su 7 Lotti Funzionali per una lunghezza totale di circa 145 km. Il finanziamento proviene principalmente dai Fondi europei del PNRR - Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, nonché dai Fondi PON. A partire da agosto 2022, tutti i Lotti sono in fase di realizzazione e procedono in linea con gli obiettivi prefissati.

Italferr ne ha curato sia la progettazione preliminare che quella definitiva e ne sta attualmente seguendo la realizzazione.



Inquadramento degli interventi Lotto 1 e Lotto 2



Layout di progetto raddoppio completo Lotto 1 e Lotto 2

(Fonte: Italferr Gruppo FS Italiane)

Figura 2 – Nei lavori di raddoppio della Roma-Pescara, Italferr ha curato la progettazione posta a base di gara, ha affiancato RFI in tutta la fase autorizzatoria, ha provveduto all’acquisizione delle aree e ne seguirà la realizzazione sino alla messa in esercizio.

Il nuovo servizio ferroviario garantirà un miglioramento delle performance, con una velocità massima di viaggio pari a 250 km/h, e un potenziamento significativo del trasporto merci, consentendo così un collegamento diretto tra Napoli e Bari in sole 2 ore (rispetto alle attuali 4 ore), e tra Roma e Bari in 3 ore (con un risparmio di circa due ore rispetto all’attuale).

Il 9 aprile 2025 è stato raggiunto un traguardo importante con il completamento dello scavo di due gallerie: la Galleria Artificiale “Telese” nell’ambito del Lotto Frasso Telesino-Telese e la Galleria Naturale “Reventa” nell’ambito dei Lotti Telese - S. Lorenzo - Vitulano.

- Lotto Frasso Telesino – Telese

I lavori relativi al Lotto Frasso Telesino - Telese sono stati affidati nel 2019 al Consorzio Frasso Scarl, com-

posto dalle imprese Pizzarotti, Ghella, Itinera, Salcef ed EdS Infrastrutture. Il tracciato si sviluppa per una lunghezza complessiva di 11,2 km, di cui circa 5 km in affiancamento alla linea esistente e i restanti 6 km in variante. E’ prevista la costruzione della nuova fermata di Amorosi e l’ampliamento della stazione di Telese, nonché l’attraversamento del fiume Calore mediante un’opera significativa in viadotto lungo 765 m, con 25 campate, di cui una unica da 65 m per lo scavalco del fiume. Grazie alla Galleria artificiale “Telese”, si migliorerà l’ingresso nella città di Telese Terme, eliminando l’impatto del transito ferroviario sul centro abitato. Quest’opera sotterranea, lunga 2,9 km e realizzata con il metodo “Milano” (cut and cover), è stata completata attraverso l’avanzamento simultaneo da 4 fronti di scavo (Fig. 3).

- Lotti Telese - S. Lorenzo - Vitulano



(Fonte: Italferr Gruppo FS Italiane)

Figura 3 - Con il completamento dello scavo della Galleria Telese e la successiva realizzazione della campata unica di 65 m sul fiume Calore, tutti i principali ostacoli naturali presenti nella tratta Frasso Telesino - Telese saranno superati, consentendo così di dare un deciso impulso alle opere di sede e alla sovrastruttura ferroviaria, in vista del completamento in linea con gli obiettivi PNRR.

I lavori relativi ai Lotti Telese - S. Lorenzo - Vitulano sono stati affidati nel 2020 al Consorzio Telese Scarl, composto dalle imprese Ghella, Itinera, Salcef e Coget Impianti. Il tracciato si estende per una lunghezza complessiva di 19 km collegandosi alla tratta Vitulano - Benevento già raddoppiata e attualmente in esercizio. Per un tratto di circa 1,5 km si sviluppa in affiancamento alla linea storica, mentre la restante parte procede principalmente in variante di tracciato, attraverso 14 viadotti e 7 gallerie naturali. In linea con gli obiettivi PNRR sono state completate le elevazioni delle principali opere in viadotto e sono attivi 18 fronti di scavo per la realizzazione delle 7 gallerie naturali, tra le quali la prima ad essere completata è la galleria "Reventa" lunga 215 m (Fig. 4) (Da: *Comunicato Stampa Italferr Gruppo FS Italiane*, 9 aprile 2025).

TRASPORTI URBANI

Lazio: partono i collegamenti per trasportare con modalità "Tutto Treno" le nuove metro di Roma

Mercitalia Rail, società del Polo Logistica del Gruppo FS, ha avviato i collegamenti per il trasporto in mo-

dalità "tutto treno" dei nuovi mezzi destinati alla Metro di Roma. Il primo convoglio è arrivato a destinazione nella Capitale.

I treni sono prodotti da Hitachi Rail nello stabilimento di Reggio Calabria e verranno utilizzati da ATAC per le linee B della Capitale (Fig. 5).

I mezzi dal capoluogo calabro raggiungono direttamente su ferro il deposito ATAC di Magliana Nord grazie all'utilizzo dell'infrastruttura nazionale di RFI fino a Roma Ostiense, da dove si immette sulla linea Roma-Lido gestita da ASTRAL. Questa



(Fonte: Italferr Gruppo FS Italiane)

Figura 4 - I risultati sinora conseguiti sono frutto della dedizione e della competenza della grande squadra Italferr che sta introducendo tutto il proprio impegno per contribuire alla realizzazione di un intervento di assoluta rilevanza strategica.

modalità permette di evitare l'utilizzo dei camion per il trasporto di ultimo miglio, eliminando la circolazione di 138 mezzi pesanti per le strade della Capitale e permettendo di non dover scomporre e ricomporre la metropolitana.

"Siamo orgogliosi di rinnovare la collaborazione con un player così importante come Hitachi Rail per il trasporto delle sue Metropolitane nelle principali città italiane" ha dichiarato S. DE FILIPPIS, AD di Mercitalia Logistics. "Grazie alla grande sinergia con tutti gli attori coinvolti, siamo riusciti a mettere in campo una modalità di trasporto door-to-door interamente su ferro che abbatte le emissioni ed evita la circolazione dei tir nei tratti urbani della capitale. Una gestione efficiente, innovativa e sostenibile per ridurre l'impatto ambientale e sociale sui romani e sui tanti turisti che visiteranno la Capitale in questo anno giubilare".

La commessa prevede oltre 20 viaggi dal capoluogo calabrese per trasferire altrettanti treni, con un risparmio di CO₂ di 215 tonnellate rispetto al trasporto su camion. Ogni convoglio trasportato è composto da 6 casse e due carri scudo, ha una lunghezza di circa 134 m e un peso di circa 210 tonnellate.

I servizi fanno parte di una gara aggiudicata da Hitachi Rail a Mercitalia Rail nei mesi scorsi che conso-

lida la sua leadership nel settore dei trasporti ferroviari eccezionali e speciali (Da: *Comunicato Stampa Mercitalia Logistics Gruppo FS Italiane*, 10 aprile 2025).

Campania: patto Comune di Torre Annunziata, Eav e Parco archeologico di Pompei

Un biglietto Eav per promuovere la Villa Poppea e una biglietteria per l'acquisto dei biglietti del Parco archeologico di Pompei presso la stazione di Piazza Garibaldi. Due azioni di marketing e di sinergia tra il Parco archeologico, il Comune di Torre Annunziata e l'EAV per la promozione dei siti della Grande Pompei.

La prima è una iniziativa promossa dal Comune di Torre Annunziata con il Parco Archeologico di Pompei e la Direzione Eav per sostenere l'offerta turistica dell'area archeologica di Oplontis.

Nelle biglietterie Eav saranno disponibili 10mila ticket del circuito "Urbano Napoli". Al centro del biglietto una foto della Villa di Poppea e lo slogan "Visit Oplontis".

L'iniziativa, che rientra nel Protocollo d'Intesa sottoscritto tra Comune e Eav per attività di co-marketing, è stata presentata ieri presso la Direzione di Eav a Napoli. Alla conferenza hanno partecipato il sindaco di Torre Annunziata C. CUCCURULLO, il Direttore del Parco Archeologico di #Pompei, G. ZUCHTRIEGEL, il Presidente di Eav U. DE GREGORIO e l'Assessore al Turismo della Regione Campania F. CASUCCI.

"L'idea del ticket di viaggio con l'immagine di Oplontis nasce dalla volontà di supportare la promozione dell'area archeologica e intercettare i tantissimi turisti che arrivano sull'area metropolitana di Napoli. Torre Annunziata offre tanto oltre la Villa di Poppea: sostenere la promozione di Oplontis consente anche di allargare l'attenzione su chiese, centro storico e scorci che abbiamo sul nostro territorio. La Direzione del Parco sta facendo un lavoro straordinario per promuovere l'area archeologica dell'intero territorio vesuviano me-



(Fonte: Mercitalia Logistics Gruppo FS Italiane)

Figura 5 – Mercitalia Rail, società del Polo Logistica del Gruppo FS, ha avviato i collegamenti per il trasporto in modalità "tutto treno" dei nuovi mezzi destinati alla Metro di Roma. Il primo convoglio è arrivato a destinazione nella Capitale.

glio nota come la Grande Pompei. Ogni Comune deve fare la propria parte per intercettare flussi turistici e l'iniziativa del ticket, lanciata dall'assessore Ascione e inserita nel Protocollo d'Intesa sottoscritto con Eav, vuole essere da supporto in questa direzione". – dichiara il Sindaco di Torre Annunziata C. CUCCURULLO.

Altra novità è la sottoscrizione dell'accordo Eav – Parco per l'attivazione di una postazione presso la biglietteria della stazione della circumvesuviana di Piazza Garibaldi per la vendita di biglietti del Parco Archeologico di Pompei. Un'azione finalizzata ad agevolare l'accesso dei visitatori nei siti della Grande Pompei che, una volta arrivati nei luoghi da visitare, potranno immediatamente entrare senza fare file. Presso il sito di Pompei dallo scorso novembre è stato introdotto il limite giornaliero di accesso al sito e il biglietto nominativo. Acquistando il biglietto in stazione i visitatori in arrivo con la circumvesuviana potranno assicurarsi e velocizzare la procedura di ingresso.

"È un'ottima iniziativa per la battaglia per la Grande Pompei in cui ci affiancano sempre più istituzioni e attori locali. – ha aggiunto il Direttore del Parco, G. ZUCHTRIEGEL – Il Parco punta sul concetto di una Grande

Pompei, ovvero di un ampio parco diffuso che connette la città antica di Pompei con le ville suburbane del territorio, cioè Villa di Poppea a Torre Annunziata, Villa Regina a Boscoreale, e le Ville Arianna e San Marco a Castellammare di Stabia. Ben venga ogni azione di promozione territoriale che aiuti in questa direzione. Un plauso al comune di Torre Annunziata per l'iniziativa proposta, che si aggiunge l'accordo di vendita dei biglietti del Parco alla stazione."

"Il ruolo di EAV, oltre a quello istituzionale di connettore territoriale, sta assumendo sempre più la connotazione di facilitatore delle iniziative culturali locali – dichiara U. DE GREGORIO, Presidente di EAV – Essere coinvolti in progetti di promozione e valorizzazione dei Comuni che serviamo con il trasporto pubblico, sottolinea l'apprezzamento delle istituzioni verso l'impegno profuso da EAV. Ancora più importante per noi è la creazione di nuove sinergie con il Parco Archeologico di Pompei che costituisce una nuova opportunità per realizzare una offerta più ampia di servizi rivolti verso l'utenza all'interno della stazione di Garibaldi, punto focale del turismo regionale" (Da: *Comunicato Stampa EAV*, 4 aprile 2025).

Piemonte: Linee Star, in servizio i nuovi minibus elettrici INDCAR

Entrano in servizio i minibus elettrici INDCAR e-B6: dal 5 marzo sulla linea STAR 1 ed entro fine maggio sulla linea STAR 2, che sarà riattivata con un percorso ottimizzato per integrarsi con ulteriori parcheggi d'interscambio. I nuovi mezzi, acquistati con fondi del PNRR sono destinati alla transizione ecologica del trasporto pubblico, sono stati presentati venerdì 28 febbraio alla stampa con un breve tour nel centro cittadino.

I minibus (Fig. 6) sono stati presentati a fine febbraio. All'evento sono intervenuti il sindaco di Torino S. LO RUSSO, l'assessora alla Mobilità e C. FOGLIETTA, l'amministratrice Delegata di GTT S. LANCIONE e del CEO di INDCAR G. QUERALT.

La presentazione è stata l'occasione per evidenziare le caratteristiche e le potenzialità della nuova flotta, parte di un progetto di riorganizzazione delle linee STAR. Concepite come un'alternativa efficiente e sostenibile all'uso dell'auto privata, queste linee mirano a rendere gli spostamenti urbani più agevoli e accessibili. La flotta rinnovata porta con sé miglioramenti sostanziali: percorsi più ampi, frequenze incrementate e orari di servizio estesi.

Il percorso della linea STAR 1 sarà ampliato, raggiungendo il parcheggio Bixio e il Campus Einaudi:

- Direzione corso Farini

dal capolinea in via Nino Bixio prosegue per corso Ferrucci, via Cavalli, corso Inghilterra, corso Castelfidardo, corso Stati Uniti, corso Galileo Ferraris, largo Vittorio Emanuele II, corso Vittorio Emanuele II, corso Re Umberto, corso Matteotti, via XX Settembre, via Santa Teresa, via Maria Vittoria, piazza Carlo Emanuele II (Carlina), via Accademia Albertina, via Rossini, lungo Dora Siena, corso Tortona, corso Regina Margherita, corso Farini (capolinea).

- Direzione via Nino Bixio

dal capolinea in corso Farini

prosegue per largo Berardi, via Vanchiglia, via Santa Giulia, via Sant'Ottavio, via Gaudenzio Ferrari, via Rossini, via Accademia Albertina, piazza Carlo Emanuele II (Carlina), via Accademia Albertina, via Giolitti, piazza C.L.N. via Roma, via Gramsci, via XX Settembre, corso Matteotti, corso Re Umberto, corso Vittorio Emanuele II, corso Galileo Ferraris, corso Stati Uniti, via Morosini, corso Vittorio Emanuele II, via Borsellino, via Nino Bixio (capolinea).

La linea STAR 2 collegherà nuovamente i pendolari in arrivo a Porta Susa con il centro e, con il nuovo capolinea al Valentino, si profila come futura arteria di interscambio per il parcheggio del V Padiglione, i cui lavori di ristrutturazione sono in corso. Si sta inoltre lavorando all'introduzione di una terza linea STAR. Anche gli orari di servizio sono stati ampliati: la linea STAR 1 sarà attiva dalle 7.00 alle 23.00 (circa 15 minuti di frequenza), e la linea STAR 2 dalle 7.00 alle 21.00 (15-20 minuti di frequenza).

A sostegno di tale strategia fortemente sostenuta dal Comune di Torino, il sistema Park&Ride agevola l'intermodalità, offrendo agli automobilisti la possibilità di parcheggiare presso gli hub Palagiustizia, Bixio, Fontanesi e, a breve, V Padiglione, e di utilizzare gratuitamente le linee STAR per tutta la durata della sosta, rendendo gli spostamenti in città più agevoli e vantaggiosi. Con una lunghezza di 5,9 m, una capacità di trasporto fino a 33 passeggeri e un'autonomia superiore ai 200 km, i minibus elettrici INDCAR e-B6 garantiscono flessibilità operativa e un impatto ambientale ridotto. All'avanguardia anche nelle tecnologie di bordo, il modello destinato a GTT include sistemi



(Fonte: GTT)

Figura 6 – I nuovi mezzi, acquistati con fondi del PNRR destinati alla transizione ecologica del trasporto pubblico, sono stati presentati venerdì 28 febbraio alla stampa con un breve tour nel centro cittadino.

innovativi come e-mirrors, telecamere e monitor ad alta definizione per migliorare la sicurezza della guida, oltre al GSR, un sistema per il controllo della velocità e l'avviso di cambio corsia (Da: *Comunicato Stampa GTT*, 28 febbraio 2025).

TRASPORTI INTERMODALI

Nazionale: sinergia ferro-gomma per trasporto di prefabbricati in calcestruzzo

Una nuova collaborazione per rendere la logistica più efficiente e a basso impatto ambientale: Polo Logistica FS, Baraclit e Murano S.p.A. annunciano l'avvio di un innovativo modello di trasporto intermodale di prefabbricati in calcestruzzo che ottimizza i flussi logistici e riduce le emissioni di CO₂, riducendo gli spostamenti su gomma (Fig. 7).

L'iniziativa è stata anticipata durante il convegno "Il ruolo della logistica nella transizione energetica e nella crescita economica", organizzato da ALIS (Associazione Logistica dell'Intermodalità Sostenibile) nell'ambito della fiera LetExpo di Verona.

Grazie al Polo Logistica, i manufatti in calcestruzzo prodotti da Baraclit nel suo stabilimento di Bibbiena (AR), vengono caricati sul treno di



(Fonte: Mercitalia Logistics Gruppo FS Italiane)

Figura 7 – Una nuova collaborazione per rendere la logistica più efficiente e a basso impatto ambientale: Polo Logistica FS, Baraclit e Murano S.p.A. annunciano l'avvio di un innovativo modello di trasporto intermodale di prefabbricati in calcestruzzo che ottimizza i flussi logistici e riduce le emissioni di CO₂, riducendo gli spostamenti su gomma.

rettamente in fabbrica mediante Trasporto Ferroviario Toscano - TFT e, con un treno Mercitalia Rail, raggiungono il terminal di Marcianise (CE), dove *Mercitalia Shunting & Terminal* li carica su camion per il trasporto in cantiere. Un modello di logistica integrata che valorizza la sinergia tra le aziende del Polo Logistica, fornendo soluzioni efficienti e sostenibili per creare valore per i partner.

“Questa sinergia fa parte del percorso evolutivo del nostro Piano Strategico, che prevede una serie di azioni mirate a favorire la massima collaborazione tra i diversi segmenti del trasporto in un’ottica di sistema sull’intera supply chain con il treno come vettore principale sulle lunghe distanze”, ha dichiarato S. DE FILIPPIS, AD di *Mercitalia Logistics*. “Un approccio che parte prima di tutto dell’innovazione culturale che sta vivendo il Polo Logistica del Gruppo FS: il cliente e la sua domanda al centro dei processi operativi, le partnership e le sinergie quali must del piano, la sostenibilità ambientale, economica e sociale come faro per il raggiungimento degli sfidanti obiettivi che ci siamo prefissati per proporci sempre più come *Freight Forwarder* a supporto del si-

stema industriale europeo”.

L'adozione di questo modello di trasporto consente di eliminare circa 280 camion dalla rete stradale, evitando l'emissione di circa 195 tonnellate di CO₂ rispetto al trasporto esclusivamente su gomma, secondo le stime del Polo Logistica FS.

L'iniziativa si inserisce in un momento simbolico per Murano S.p.A., azienda leader italiana nel settore della frutta secca con il marchio Fatina, che celebra 80 anni di attività con la costruzione di un nuovo stabilimento all'avanguardia. Questa struttura, caratterizzata da dimensioni, tecnologia e innovazione uniche in Europa, è stata affidata a Baraclit, azienda toscana di riferimento nel settore dei prefabbricati ad alto contenuto tecnologico ed estetico.

Questa partnership rappresenta un nuovo passo avanti nel percorso di intermodalità promosso dal Polo Logistica, in continuità con il progetto ferro-mare-gomma realizzato lo scorso anno insieme a Baraclit e Gruppo Grendi. Un'ulteriore milestone verso una logistica sempre più sostenibile, efficiente e in linea con gli obiettivi ESG delle aziende partner (Da: Co-

municato Stampa Mercitalia Logistics Gruppo FS Italiane, 13 marzo 2025).

INDUSTRIA

Nazionale: “mobilità”, nel 2024 aumentati livelli di domanda passeggeri e merci

Continua la tendenza positiva della domanda di mobilità per quasi tutte le modalità di trasporto, che nel 2024 registra una crescita rispetto all'anno precedente, con aumenti sino al +15%. Confrontando i dati a consuntivo del 2024 con quelli pre-pandemici emerge come, ad oggi, quasi tutte le modalità di trasporto abbiano pressoché recuperato i livelli di domanda del 2019, con punte del +16% per i passeggeri del trasporto marittimo su crociere, del +14% per i passeggeri del trasporto ferroviario IC/ICN e del +13% per il trasporto aereo passeggeri e merci. Fanno eccezione i soli passeggeri sul trasporto pubblico locale su ferro che mostrano ancora un disavanzo dell'11%.

È quanto emerge dal Report trimestrale sulle tendenze della mobilità - IV trimestre 2024 predisposto dalla Struttura Tecnica di Missione (STM) del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) 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. 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.

Con riferimento alle abitudini di mobilità degli italiani si rileva come, a dicembre 2024, gli italiani che si spostano ogni giorno sono circa 36,2 milioni (circa il 72,5% della popolazione di riferimento), ciascuno dei quali effettua mediamente 2,51 spostamenti al giorno per un totale di quasi 91 mi-

lioni di spostamenti, pari a oltre 2,1 miliardi di spostamenti*km/giorno. Nei giorni feriali ci si sposta leggermente di più di quelli festivi e con un maggior numero di spostamenti medi pro-capite. La maggior parte degli spostamenti è di natura locale, infatti la percentuale di utenti medi/giorno che si sposta entro i 50 km è oltre il 67% del totale.

Da una analisi degli spostamenti regionali emerge che mediamente il 6% della mobilità di un giorno feriale medio è extraregionale. Questa aliquota di spostamenti non è costante tra le Regioni italiane; in particolare, è molto contenuta per le Regioni insulari (Sardegna e Sicilia, 1-2% sul totale giornaliero) e per quelle caratterizzate da una bassa accessibilità trasportistica extraregionale, sino a punte del 14-21% del totale per le Regioni di piccole dimensioni come Basilicata e Molise. Inoltre, con riferimento alla sola aliquota di spostamenti extraregionali, si osserva che mediamente il 78% della mobilità di un giorno medio è di breve/media percorrenza (fino a 250 km), con punte intorno al 90% e oltre per le Regioni di più piccole dimensioni come Liguria, Umbria, Valle d'Aosta, Basilicata e Molise.

Il report riporta anche diverse novità rispetto al passato come, ad esempio: l'aggiornamento per l'anno 2024 delle matrici passeggeri origine-destinazione provinciali elaborate dall'FS Research Centre del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane su dati telefonici TELCO Vodafone; le tendenze del mercato dell'automobile in Italia secondo le stime dell'Automobile Club d'Italia (ACI), relative alla consistenza del parco veicolare, alle immatricolazioni, alle radiazioni ed ai trasferimenti netti delle autovetture; l'analisi dei dati annuali delle merci movimentate negli Interporti, con riferimento alla domanda ferroviaria (UTI, TEU, container, semirimorchi e casse mobili) e all'offerta di servizi di treni in ingresso/uscita dai principali terminali italiani (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 17 aprile 2025).

Nazionale: ANFIA, nuovo

crollo per l'indice della produzione dell'industria automotive italiana, -31,3% a febbraio

A febbraio 2025, secondo i dati ISTAT, la produzione dell'industria automotive italiana nel suo insieme (Codice Ateco 29: fabbricazione di autoveicoli, fabbricazione di carrozzerie autoveicoli, rimorchi e semirimorchi e fabbricazione di parti e accessori per autoveicoli e loro motori, esclusi pneumatici) registra un calo del 31,3% rispetto a febbraio 2024, mentre nei primi due mesi del 2025 diminuisce del 28,7%.

Guardando ai singoli comparti produttivi del settore, l'indice della fabbricazione di autoveicoli (Per "autoveicoli" si intendono le autovetture e i veicoli commerciali leggeri e pesanti) (codice Ateco 29.1) registra una variazione tendenziale negativa del 33,5% a febbraio 2025 e diminuisce del 34,9% nei primi due mesi del 2025 rispetto allo stesso periodo del 2024; quello della fabbricazione di carrozzerie per autoveicoli, rimorchi e semirimorchi (codice Ateco 29.2) cresce del 2,3% nel mese e del 4,4% nel bimestre, e quello della fabbricazione di parti e accessori per autoveicoli e loro motori (Codice Ateco 29.3, non include pneumatici) risulta in calo del 25,6% a febbraio e del 20,6% nel periodo gennaio-febbraio 2025.

Secondo i dati preliminari di ANFIA, la produzione domestica delle sole autovetture a febbraio 2025 ammonta a circa 22mila unità, in calo del 49,7% rispetto a febbraio 2024. Nel cumulato dei due mesi, invece, sono state prodotte 33mila autovetture, in diminuzione del 55,2% su gennaio-febbraio 2024.

Il comparto produttivo automotive si colloca nel contesto di una produzione industriale italiana complessiva ancora in flessione a febbraio 2025 rispetto ai livelli del secondo mese dello scorso anno: l'indice della produzione industriale nel suo complesso (corretto per gli effetti di calendario: i giorni lavorativi sono stati 20 a febbraio 2025 contro i 21 di febbraio 2024, è escluso il comparto Co-

struzioni). A partire da gennaio 2024, gli indici della produzione industriale sono diffusi da ISTAT nella nuova base di riferimento 2021=100), infatti, cala del 2,7% a febbraio e chiude a -1,8% i primi due mesi dell'anno in corso rispetto allo stesso periodo del 2024.

Il fatturato dell'industria in senso stretto (escluso il comparto Costruzioni) registra una variazione negativa dell'1,4% a gennaio 2025, ultimo dato disponibile (-1,6% sul mercato interno e -0,8% sui mercati esteri) e chiude l'intero 2024 a -3,4% (-3,8% il mercato interno e -2,6% i mercati esteri).

G. GIORDA, Direttore Generale ANFIA, commenta, "Non si arresta il trend negativo dell'indice della produzione automotive italiana, che registra un'ulteriore pesante flessione a doppia cifra a febbraio (-31,3%).

Come nel mese precedente, mantengono una variazione negativa sia l'indice della fabbricazione di autoveicoli (-33,5%) – complice il significativo calo, -49,7%, registrato, secondo i dati preliminari di ANFIA dalla produzione di autovetture, per un totale di circa 22mila unità prodotte – sia l'indice della produzione di parti e accessori per autoveicoli e loro motori, in peggioramento (-25,6%).

I numeri parlano da sé e descrivono uno scenario preoccupante - anche alla luce dei recenti provvedimenti dell'Amministrazione Trump in tema di dazi - che necessita di interventi mirati ed immediati. In queste settimane abbiamo espresso le nostre perplessità sul 'Piano d'azione per l'Automotive' presentato dalla Commissione europea, auspicando una revisione nei contenuti e nella forma, che metta alla base la piena neutralità tecnologica come principio fondamentale e implementi misure rivolte alla salvaguardia della competitività delle imprese – per esempio in riferimento alla mitigazione dei costi dell'energia e alla riduzione degli oneri burocratici – e un piano di rinnovo del parco circolante auto europeo. Urgente anche l'adozione della proposta di emendamento al Regolamento CO₂ degli autoveicoli leggeri che

introduce una flessibilità su tre anni (2025-2027) nel calcolo delle sanzioni per i Costruttori derivanti dal mancato raggiungimento dei target.”

A gennaio-dicembre 2024 (ultimo dato disponibile), l'export di autoveicoli (autovetture e veicoli industriali nuovi) dall'Italia vale 17,6 miliardi di Euro, mentre l'import vale 36,8 miliardi di Euro. Gli Stati Uniti rappresentano, in valore, il primo Paese di destinazione dell'export di autoveicoli dall'Italia, con una quota del 18,9%, seguiti da Germania (15,3%) e Francia (11,3%).

Nello stesso periodo, l'export della componentistica automotive vale 24,6 miliardi di Euro, con un saldo positivo di 6,8 miliardi di Euro.

Il fatturato (dati grezzi; i dati aggiornati a gennaio saranno pubblicati da Istat il 29 aprile 2025) del settore automotive nel suo complesso presenta una flessione del 23,2% a gennaio (ultimo dato disponibile), a causa di una componente interna in calo del 27,8% e di una componente estera a -19,5%. Nell'intero 2024, il fatturato cala invece del 14,7% (-16,9% il fatturato interno e -12,6% quello estero).

Infine, il fatturato delle parti e accessori per autoveicoli e loro motori presenta una variazione tendenziale negativa del 20,8% a gennaio (-30% la componente interna e -11,7% la componente estera). Nel periodo gennaio-dicembre 2024, l'indice del fatturato di questo comparto registra un decremento del 14,4%, con un calo del 24,3% della componente interna e del 2,3% della componente estera (Da: *Comunicato Stampa ANFIA*, 10 aprile 2025).

VARIE

Piemonte: pubblicati due bandi di gara per l'attrezzaggio del tunnel di base della Torino-Lione

TELT ha pubblicato due bandi di gara riguardanti l'assistenza alle operazioni di attrezzaggio del tunnel di base, per un valore complessivo stimato di 64 milioni di euro. Si tratta

di procedure denominate “con negoziazione”, ossia gare che prevedono una fase di negoziazione tra il committente e i partecipanti prima della presentazione dell'offerta finale.

I due bandi, che sono stati concepiti per accompagnare il Promotore Pubblico fino alla messa in servizio della linea, affiancano quello pubblicato nel giugno 2023 per la «progettazione ed esecuzione dei lavori di ingegneria civile secondaria e degli impianti ferroviari e non ferroviari e manutenzione della sezione transfrontaliera del collegamento Torino-Lione», dal valore stimato di 2,93 miliardi di euro.

Il primo bando, che sarà aperto fino al 19 giugno per la presentazione delle candidature, riguarda i servizi di assistenza alla gestione dell'operazione, l'assistenza tecnica per le fasi di progettazione e realizzazione degli impianti, e l'accompagnamento alla messa in esercizio della sezione transfrontaliera della nuova linea ferroviaria Torino-Lione. Si suddivide in tre lotti per un valore totale stimato di 62,2 milioni di euro:

- Il primo lotto riguarda l'assistenza nella gestione dell'operazione per l'intero contratto di progettazione, costruzione e manutenzione degli impianti del cantiere operativo CO12. L'aggiudicatario fornirà supporto per la supervisione dei programmi, dei costi e delle interfacce, nonché per l'organizzazione e il monitoraggio amministrativo del contratto.

- Il secondo lotto riguarda l'assistenza tecnica al committente, che fornirà supporto ingegneristico in fase di progettazione e successivamente al monitoraggio dell'installazione delle attrezzature ferroviarie e tecnologiche sulla nuova linea e dei suoi collegamenti con la linea esistente.

- L'ultimo lotto concerne il supporto alla gestione e all'esercizio della linea, con l'assistenza di uno Shadow Operator o Gestore d'infrastruttura virtuale (GIV) che avrà il compito di anticipare le esigenze operative per ottimizzare la progettazione e la realizzazione dell'opera.

Il GIV supporterà TELT in diversi ambiti: l'organizzazione e la formazione dei team operativi, la gestione operativa del traffico, della sicurezza, degli asset e della loro manutenzione, la definizione di una strategia di commercializzazione delle tratte e la gestione delle due stazioni internazionali. Il secondo avviso, del valore stimato di 1,8 milioni di euro, sarà aperto fino al 17 giugno per le candidature e riguarda l'assistenza tecnica per il supporto a TELT nell'analisi degli aspetti economici dei trasporti e nella valutazione degli impatti sociali ed economici del futuro funzionamento dell'infrastruttura.

Gli avvisi che descrivono il perimetro delle prestazioni e le condizioni di partecipazione possono essere consultati sul sito degli appalti dell'Unione Europea: 244682-2025 – Gara – TED e 24630-2025 – Gara – TED (Da: *Comunicato Stampa TELT*, 16 aprile 2025).

Calabria-Sicilia: porti, il MIT avvia iter finale per nomina presidente AdSP dello Stretto

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha trasmesso ai governatori R. OCCHIUTO e R. SCHIFANI la comunicazione formale di intesa relativa alla proposta di nomina dell'avvocato F. RIZZO quale presidente dell'Autorità di Sistema Portuale dello Stretto.

La lettera, sottoscritta dal vicepresidente del Consiglio e ministro M. SALVINI, rappresenta un passaggio fondamentale verso la conclusione del percorso di nomina, che prevede ora l'espressione del parere da parte della Regione Sicilia e della Regione Calabria, prima della trasmissione agli organi parlamentari competenti (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 18 aprile 2025).

Campania: collaborazione ANSFISA e Procura di Napoli su sicurezza reti infrastrutturali di mobilità

Siglato un protocollo d'Intesa tra L'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali e la Procura di

Napoli per lo sviluppo di una reciproca collaborazione finalizzata alla tutela degli interessi pubblici correlati alla sicurezza delle reti infrastrutturali ferroviarie, stradali e autostradali e dei trasporti a impianti fissi.

L'intesa prevede in particolare che, nel rispetto delle rispettive competenze e attribuzioni, ANSFISA e Procura della Repubblica di Napoli sviluppino una cooperazione stabile e strutturata finalizzata alla sicurezza sulle reti di mobilità e trasporto terrestre sempre più efficace.

ANSFISA, fra i numerosi compiti istituzionali che svolge, vigila sui gestori e sulle infrastrutture stradali, sui gestori e veicoli ferroviari e degli impianti fissi attraverso prove e attività ispettive anche sul campo. L'Agenzia, inoltre, raccoglie e analizza dati sugli incidenti o inconvenienti con l'obiettivo di vigilare sull'operato dei gestori in merito alle tematiche della tutela della sicurezza.

Nell'ambito dell'intesa, ANSFISA attraverso il Direttore dell'Agenzia, fornirà supporto tecnico, anche con l'ausilio di personale specializzato, nelle materie di propria competenza e condividerà dati, notizie e informazioni, eventualmente ritenute rilevanti, acquisite nel corso delle proprie attività ispettive e di monitoraggio (Da: *Comunicato Stampa ANSFISA*, 15 aprile 2025).

Emilia Romagna: "Giornata della Sicurezza 2025" approcci diversificati per un fine comune

Il 21 marzo scorso si è tenuta la quarta edizione della "Giornata della Sicurezza 2025" di Trenitalia Tper, fondamentale appuntamento di confronto e sensibilizzazione sui temi della sicurezza del lavoro in ferrovia e dell'esercizio ferroviario. L'evento ha alternato momenti giocati sulle emozioni e sull'arte a momenti di riflessione e approfondimento sui più importanti temi ferroviari.

La nutrita platea degli intervenuti,

Da una parte hanno assistito all'esibizione delle persone di Trenitalia Tper, "chiamate alle arti" nei mesi precedenti la Giornata. Il coro di B. VALENTINO ha celebrato il valore della sicurezza e delle sue sfaccettature, con una canzone composta partendo dalla "nuvola di parole" e dai temi con cui si era conclusa la Giornata della Sicurezza 2024. Il gruppo teatrale diretto da L. NAVARRINI ha poi portato in scena lo spettacolo "6 (quasi) personaggi in cerca di sicurezza", che ha esplorato diversi approcci personali al tema: c'è chi trova la sua sicurezza nelle connessioni tecnologiche, chi in quelle umane, chi in quelle culturali e chi nella scaramanzia. Al centro rimane sempre la persona, con la propria consapevolezza e la propria unica sensibilità.

Sul tema dell'interazione tra lavoro e fattore umano sono intervenuti (Fig. 8) A. PATACCHINI, di European Railway Agency, G. ROSSI e C. FORCONI. Il dibattito, in modo totalmente informale, ha permesso la presentazione dei fattori contribuenti HOF (*Human and Organisational Factors*) e della nuova metodologia di interpretazione degli stessi, ispirata al "Modello 5x5",

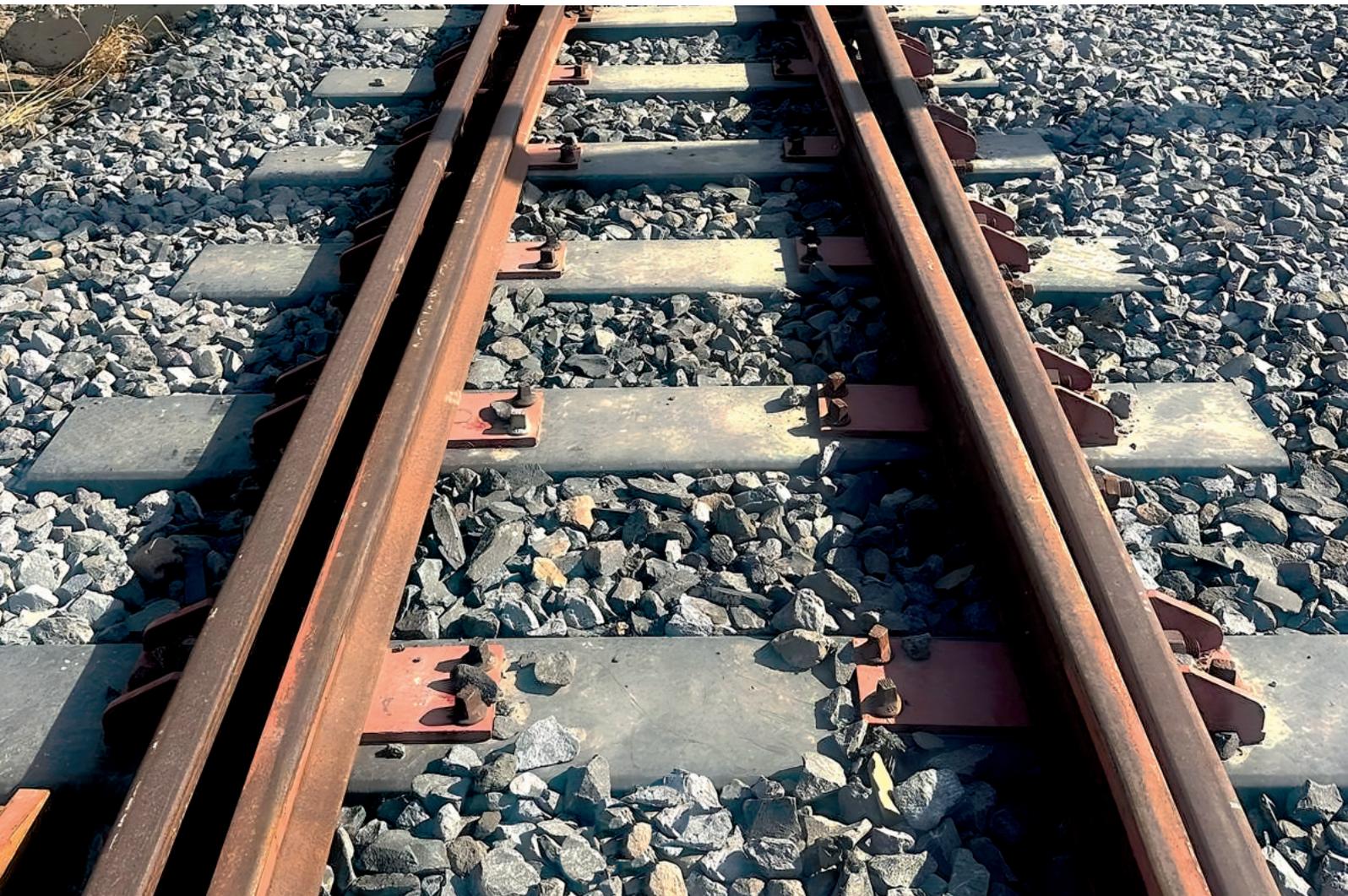
utile per la progettazione dei processi dei sistemi di gestione della sicurezza e per una migliore comprensione degli inconvenienti e degli incidenti di esercizio ferroviario. Proprio con il fine di analizzare un inconveniente di esercizio, è nata l'esperienza di collaborazione presentata, con un intervento congiunto, da D. FESTA (Trenitalia Tper) e F. ANGELONI (Rete Ferroviaria Italiana, Gruppo FSI). In particolare, è stata illustrata l'attività di monitoraggio dei guasti infrastrutturali che le due realtà operative (rispettivamente una Impresa Ferroviaria ed un Gestore dell'Infrastruttura) portano avanti da mesi, con l'obiettivo di migliorare la sicurezza per il personale e i passeggeri.

L'evento si è concluso con un dibattito sull'uso delle "bodycam", dispositivi di video sorveglianza, che in modo facoltativo verranno utilizzate dal personale di bordo su base volontaria, e con la premiazione del Concorso Artistico "Concentrati qui e Ora", vinto da A. WIQUEL con il racconto "Pillole di sicurezza" (Da: *Comunicazione Stampa Ufficiale Trenitalia TPER*, 1 aprile 2025).



(Fonte: Trenitalia TPER)

Figura 8 – Interazione tra esercizio ferroviario, fattore umano ed organizzazione: dibattito tecnico (da sinistra a destra) C. FORCONI (Trenitalia TPER, Referente SGS), G. ROSSI (Esperto per l'analisi HOF), A. PATACCHINI (European Railway Agency).



Guarda al futuro! SI alla traversa "green"



carico per asse
max. 22,5 to



traverse per binario e
traversoni & deviatoio



possibili modifiche con
attrezzi ordinari



durata in servizio
> 50 anni

Notizie dall'estero *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA RAILWAY TRANSPORTATION

Regno Unito: nuovo contratto per la costruzione di treni interurbani a batteria

Arriva Group ha annunciato un ordine per nove treni ibridi a batteria all'avanguardia (Fig. 1) per sostituire l'intera flotta di Grand Central, dando un forte impulso alle economie regionali e offrendo ai passeggeri opzioni di viaggio più comode e più ecologiche.

L'ordine per 45 carrozze "tri-mo-
de" Hitachi Rail, che offrono la flessibilità di viaggiare su binari elettrificati e non elettrificati, insieme a un contratto di manutenzione decennale, rappresenta un investimento di circa 300 milioni di sterline. Tri-mo-
de significa che i treni possono essere alimentati a elettricità, batterie o diesel.

Questo accordo fa seguito all'approvazione da parte dell'autorità di regolamentazione ferroviaria per l'estensione dei diritti di accesso ai binari per i servizi esistenti di Grand Central fino al 2038, con l'investimento che rafforza l'impegno a lungo termine di Arriva nei confronti delle ferrovie del Regno Unito e per la fornitura di soluzioni di trasporto pubblico sostenibili alle comunità di tutto il paese e di tutta Europa.

I treni saranno prodotti nello stabilimento Hitachi di Newton Aycliffe, contribuendo a salvaguardare posti di lavoro e competenze presso la sede produttiva britannica. Nel frattempo, la componente batterie dell'ordine apre una nuova opportunità di produzione avanzata per lo stabilimento

e per una più ampia catena di fornitura. L'ordine supporta sia la strategia industriale del governo britannico che la sua missione per la crescita economica, consolidando il ruolo del Nord Est come hub per le batterie del Regno Unito.

I nuovi treni aumenteranno il numero di posti a sedere del 20%, il che significa che 400.000 posti aggiuntivi all'anno saranno disponibili per i passeggeri che viaggiano tra il Nord Est, lo Yorkshire e Londra. Grazie alla loro capacità trimodale, i treni potrebbero essere utilizzati su altre tratte in futuro. Si prevede inoltre che ridurranno sia le emissioni che il rumore.

I treni saranno consegnati nel 2028 nell'ambito di un contratto di leasing decennale, in partnership e finanziato da Angel Trains.

A. FURLONG, Amministratore Delegato di Arriva UK Trains, ha dichiarato: "Questo importante investimento sottolinea il nostro impegno nel mercato britannico. Siamo orgogliosi di collegare le comunità meno servite con i centri regionali e nazionali, contribuendo a rendere il viaggio in treno sostenibile la scelta più semplice. Questi treni, i migliori della categoria e più ecologici, offriranno viaggi più confortevoli e un cambiamento radicale nella capacità dei nostri popolari servizi Grand Central. Non vediamo l'ora di annunciare ulteriori ordini di materiale rotabile, creando posti di lavoro e maggiori benefici economici, man mano che la nostra rete crescerà".

Il Segretario di Stato per i Trasporti, H. ALEXANDER MP, ha dichiarato: "A soli quattro mesi da quando il Primo Ministro e io abbiamo accolto con favore un accordo significativo per Hi-

tachi e la sua forza lavoro a Newton Aycliffe, questo nuovo investimento da 300 milioni di sterline segna un ulteriore passo avanti per garantire il futuro della produzione ferroviaria nel Nord-Est. Questo storico accordo è la prova che il nostro Piano per il Cambiamento sta dando risultati, creando il giusto ambiente per gli investimenti, che a sua volta sostiene posti di lavoro altamente qualificati, stimola la crescita economica e apporta un reale miglioramento alla vita delle persone. Questa nuova tecnologia per le batterie non solo offrirà viaggi più ecologici ai passeggeri, ma migliorerà anche le competenze della forza lavoro e creerà posti di lavoro a prova di futuro qui a Newton Aycliffe, mentre continuiamo a realizzare una ferrovia adatta al XXI secolo".

Il sindaco del Nord-Est, K. McGUINNESS, ha dichiarato: "Una delle mie priorità assolute, come sindaco, è stata garantire il futuro di Hitachi nella contea di Durham e, di conseguenza, il lavoro di centinaia di persone che lavorano nello stabilimento di Newton Aycliffe. L'annuncio odierno, che conferma un nuovo ordine da 300 milioni di sterline da parte di Arriva per treni all'avanguardia, è solo l'ultimo segnale del nostro successo. Questa è un'ottima notizia per Hitachi e la sua forza lavoro altamente qualificata, a dimostrazione della reale fiducia nella produzione avanzata nel Nord-Est dell'Inghilterra. Sono orgoglioso di poter affermare che nel prossimo futuro l'intera flotta della Grand Central, che collega Sunderland a York e Londra, sarà costruita con orgoglio nella nostra regione."

J. BREWIN, Direttore Generale di Hitachi Rail per Regno Unito e Irlanda, ha dichiarato: "Mentre celebriamo i 200 anni dalla nascita della ferrovia moderna nel Nord-Est, è simbolico che a Newton Aycliffe vengano sviluppati treni a batteria innovativi". La capacità dei treni a batteria di offrire viaggi più economici, più ecologici e più affidabili significa che stiamo aprendo una nuova opportunità di produzione avanzata per il settore ferroviario. Dopo il successo della sperimentazione di questa

pionieristica tecnologia a batteria lo scorso anno, Arriva e Angel Trains stanno trasformando l'investimento di 17 milioni di sterline di Hitachi in R&S nel primo ordine di treni a batteria da costruire nel Regno Unito.

D. JORDAN, COO di Angel Trains, ha dichiarato: "Il nostro investimento multimilionario in questi treni trimodali all'avanguardia offrirà vantaggi significativi ai passeggeri di Grand Central, collegando le comunità del Nord dell'Inghilterra e stimolando una crescita economica essenziale. Quest'ultimo sviluppo si basa sullo slancio creato dalla conclusione positiva della nostra sperimentazione a batteria con Hitachi Rail alla fine dello scorso anno e dimostra il potenziale trasformativo della tecnologia a batteria sia nelle flotte esistenti che in quelle nuove".

Questa tecnologia pionieristica ridurrà le emissioni e il consumo di carburante di circa il 30%. I treni possono entrare e uscire dalle stazioni in modalità batteria a zero emissioni, contribuendo a migliorare la qualità dell'aria e a ridurre il rumore nei centri urbani. I nuovi treni includeranno il 20% di posti a sedere in più rispetto al materiale rotabile esistente, contribuendo a soddisfare la crescente domanda dei passeggeri e incoraggiando il passaggio al trasporto pubblico. I viaggiatori beneficeranno inoltre di un maggiore spazio per i bagagli, di prese elettriche integrate nei sedili e di un sistema di prenotazione elettronico. Arriva ha accolto con favore la rapida decisione dell'autorità di regolamentazione, l'ORR (Office of Rail and Road), e il sostegno del Dipartimento dei Trasporti e di Network Rail per l'estensione dei diritti di accesso ai binari. Ha altre due richieste in sospeso attualmente in fase di valutazione che, se accolte, estenderebbero le tratte esistenti per portare servizi ferroviari diretti alle comunità sottoservite del Regno Unito. Il Gruppo ha anche un'opzione per l'acquisto di altri treni se le richieste vengono approvate.

- Nota per i lettori:

L'ordine sul materiale rotabile fa seguito all'approvazione da parte



(Fonte - Source: Hitachi Rail)

Figura 1 – Rappresentazione artistica del treno Tri-mode con livrea Grand Central.

Figure 1 – Artists' impression of Tri-mode train with Grand Central Livery.

dell'Office of Rail and Road (ORR) della richiesta di Arriva di estendere i diritti di accesso ai binari esistenti per Grand Central fino al 2038.

Grand Central gestisce i servizi sulla linea principale della costa orientale dal 2007 come operatore ad accesso libero, il che significa che non riceve finanziamenti o sussidi governativi.

Arriva ha formalmente presentato all'ORR una richiesta per estendere i suoi servizi Grand Central al Lincolnshire a partire dal 2026, fornendo il primo servizio ferroviario diretto da Cleethorpes a Londra dal 1992. Sta inoltre cercando di ottenere l'approvazione per le proposte di due servizi di andata e ritorno giornalieri aggiuntivi tra Bradford e Londra e un servizio di andata e ritorno la mattina presto e la sera tardi da Seaham, nella contea di Durham, che rappresenterebbe il primo e unico collegamento diretto della città con la capitale.

Gli operatori ferroviari del Gruppo Arriva includono Grand Central, Chiltern Railways, CrossCountry e Arriva Rail London. È l'unico gruppo proprietario con esperienza in tutte le tipologie contrattuali attualmente

in uso sulle ferrovie britanniche, inclusi i contratti ferroviari nazionali, un contratto di concessione e una società ad accesso aperto. Arriva supporta inoltre la manutenzione critica del materiale rotabile tramite Arriva Train Care e fornisce servizi di sostituzione ferroviaria tramite Arriva Road Transport Solutions. Possiede inoltre una piattaforma digitale di biglietteria intelligente, Arriva Customer Engine. Hitachi Rail e Angel Trains hanno sperimentato con successo la tecnologia tri-mode sulla rete ferroviaria del Regno Unito nel 2024. Ulteriori informazioni sulla sperimentazione e sulle potenzialità della tecnologia tri-mode sono disponibili qui (Da: *Comunicato Stampa Gruppo Hitachi*, 3 aprile 2025).

United Kingdom: new contract to build intercity battery trains

Arriva Group announced an order for nine cutting-edge battery hybrid trains (Fig. 1) to replace its entire Grand Central fleet, providing a major boost to regional economies and offering passengers more comfortable, greener travel options.

The order for 45 Hitachi Rail 'tri-mode' cars, which have the flexibility to run on electrified and non-electrified

tracks, along with a 10-year maintenance contract, represents an investment of around £300 million. Tri-mode means the trains can be powered using electricity, battery or diesel.

It follows approval by the rail regulator for extended track access rights for Grand Central's existing services through to 2038, with the investment underpinning Arriva's long-term commitment to UK rail and to delivering sustainable public transport solutions to communities up and down the country and across Europe.

The trains will be manufactured at Hitachi's Newton Aycliffe factory, helping to protect jobs and skills at their UK manufacturing base. Meanwhile, the battery element of the order unlocks a new advanced manufacturing opportunity for the factory, and wider supply chain. The order supports both the UK Government's Industrial Strategy and mission for economic growth, cementing the North East's role as UK battery hub.

The new trains will increase seat numbers by 20 per cent which means 400,000 additional seats per year will be available to passengers travelling between the Northeast, Yorkshire and London. Because of their tri-mode capability the trains could be used on other routes in the future. They are also expected to reduce both emissions and noise.

The trains will be delivered in 2028 under a 10-year leasing arrangement, in partnership and financed by Angel Trains.

A. FURLONG, Managing Director of Arriva UK Trains, said: "This major investment underscores our commitment to the UK market. We are proud to connect under-served communities with regional and national centres, helping make sustainable train travel the easy choice. These best-in-class, greener trains will deliver more comfortable journeys and a step-change in capacity on our popular Grand Central services. We look forward to announcing further rolling stock orders, providing jobs and wider economic benefits, as and when our network grows."

Secretary of State for Transport, H.

ALEXANDER MP, said: "Just four months since the Prime Minister and I welcomed a significant deal for Hitachi and its workforce in Newton Aycliffe, this new £300m investment marks yet another step forward in securing the future of rail manufacturing in the North East. The landmark deal is proof that our Plan for Change is delivering results – creating the right environment for investment, which in turn supports high-skilled jobs, drives economic growth and delivers real improvement in people's lives. Not only will this new battery technology deliver greener journeys for passengers, but it will also boost skills for the workforce and futureproof jobs here in Newton Aycliffe as we continue to deliver a railway fit for the 21st century."

North East Mayor, K. MCGUINNESS, said: "I made it one of my first priorities as Mayor to secure the future of Hitachi in County Durham, and with that the jobs of hundreds of people who work at the Newton Aycliffe plant. Today's announcement confirming a new £300m order by Arriva for state-of-the-art trains is just the latest sign we are succeeding. This is great news for Hitachi and its highly skilled workforce, showing there's real confidence in advanced manufacturing in North East England.

"I'm so proud to say that in the very near future, the entire Grand Central fleet which links Sunderland to York and London will have been proudly built in our region."

J. BREWIN, Hitachi Rail Chief Director of UK & Ireland, said: "As we celebrate 200 years since the birth of the modern railway in the North East, it's symbolic that innovative battery trains are being developed in Newton Aycliffe. Battery trains' ability to deliver cheaper, greener, and more reliable journeys means we are unlocking a new advanced manufacturing opportunity for rail today. Following the successful trial of this pioneering battery technology last year, Arriva and Angel Trains are transforming Hitachi's £17 million R&D investment into the first battery train order to be built in the UK."

D. JORDAN, COO of Angel Trains, said: "Our multimillion-pound in-

vestment into these state-of-the-art tri-mode trains will deliver significant benefits for Grand Central passengers, connecting communities across the North of England and driving essential economic growth. This latest development builds on the momentum created by the successful conclusion of our battery trial with Hitachi Rail at the end of last year and demonstrates the transformative potential of battery technology in both existing and new fleets."

The pioneering technology will cut emissions and fuel consumption by around 30 per cent. The trains can enter and exit stations in zero-emission battery mode, helping improve air quality and reduce noise in urban centres. The new trains will include 20 per cent more seats than existing rolling stock, helping to meet increased passenger demand and encouraging the switch to public transport. Travelers will also benefit from more luggage storage, in-seat power and an electronic reservation system.

Arriva has welcomed the swift decision-making by the regulator, the ORR (Office of Rail and Road) and the backing of the Department for Transport and Network Rail to extend its track access rights. It has two further outstanding applications currently under consideration, which if granted, would extend existing routes to bring direct rail services to under-served communities in the UK. The Group also has an option to buy more trains if applications are approved.

- Note to Readers:

The rolling stock order follows approval by the Office of Rail and Road (ORR) of Arriva's application to extend existing track access rights for Grand Central until 2038.

Grand Central has been running services on the East Coast mainline since 2007 as an open access operator, which means it receives no government funding or subsidy.

Arriva formally applied to the ORR to expand its Grand Central Services into Lincolnshire from 2026, providing the first direct train service from Cleethorpes to London since 1992. It is

also seeking approval for proposals for two extra daily return services between Bradford and London and an early morning and late evening return from York to London, together with services to Seaham in County Durham, which would be the town's first and only direct connection to the Capital.

Arriva Group's train operators include Grand Central, Chiltern Railways, CrossCountry and Arriva Rail London. It is the only owning group with experience of all contract types currently in use on Britain's railway, including national rail contracts, a concessionary contract and an open access company. Arriva also supports the critical maintenance of rolling stock through Arriva Train Care and provides rail replacement services through Arriva Road Transport Solutions. It also owns a digital smart ticketing platform, Arriva Customer Engine.

Hitachi Rail and Angel Trains successfully trialed the tri-mode technology on the UK rail network in 2024. More information on the trial and the capabilities of tri-mode technology can be viewed here (From: Hitachi Group Press Release, April 3rd, 2025).

TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

Germania: nuovi equipaggiamenti digitali per l'esercizio della S-Bahn di Amburgo

Alstom ha firmato un contratto con la S-Bahn di Amburgo per l'aggiornamento tecnologico di 82 treni di tipo BR 490. I treni della S-Bahn saranno dotati del Sistema Europeo di Controllo dei Treni (ETCS - European Train Control System) e della moderna tecnologia ATO (Automated Train Operation) per la gestione automatizzata dei treni. Ciò include la gestione semiautomatica dei treni con GoA2 (Grade of Automation, GoA2 sta per "semi-automatized train operations with macchinista a bordo"). Il valore del contratto supera i 60 milioni di euro.

Alstom equipaggerà quattro veicoli prototipo con unità ETCS Onvia e tecnologia ATO entro il 2029 e li ri-omologa. Questo lavoro sarà eseguito presso la sede Alstom di Hennigsdorf. Il contratto include anche la fornitura delle attrezzature tecniche per il retrofit dei restanti 78 treni. Alstom supporterà inoltre il processo di retrofitting seriale, che sarà eseguito da Deutsche Bahn. Gli 82 treni della S-Bahn fanno parte del primo lotto di treni BR 490 ordinato nel 2013. Sessantaquattro treni della S-Bahn del secondo lotto sono dotati fin dall'inizio di ETCS e ATO in fabbrica. In futuro, l'intera flotta di BR 490 della S-Bahn di Amburgo sarà pronta per le operazioni ferroviarie digitali.

“La combinazione di digitalizzazione e automazione è la chiave per una mobilità ferroviaria più green. Permette intervalli di percorrenza più brevi e un numero maggiore di passeggeri, riducendo al contempo il consumo energetico. In questo modo, la tutela del clima e il passaggio della mobilità alla ferrovia vanno di pari passo”, afferma T. DAWIDOWSKY, Presidente della regione Europa Centrale e Settentrionale di Alstom. “Con questo progetto, la S-Bahn di Amburgo sta dando un contributo importante alla digitalizzazione del sistema ferroviario in Germania. Alstom supporta questo impegno con competenza, esperienza e tecnologie all'avanguardia.”

J. SCHRÖDER, Presidente del Consiglio di Amministrazione di S-Bahn Hamburg, ha dichiarato: “Con la completa digitalizzazione di S-Bahn Hamburg, stiamo definendo nuovi standard per il futuro del trasporto ferroviario. Sono lieto che siamo riusciti ad assicurarci un partner solido come Alstom per il retrofit degli ultimi 82 veicoli. La completa digitalizzazione della flotta rappresenta una pietra miliare per l'aumento della capacità, la migliore qualità e una maggiore efficienza nelle operazioni della S-Bahn. Un ringraziamento speciale va alla città di Amburgo e all'Autorità per i Trasporti e la Mobilità in Transizione per il loro for-

te impegno nei confronti di S-Bahn Hamburg”.

Con oltre 120 progetti ETCS in tutto il mondo, circa 24.800 unità di bordo Onvia Cab installate in oltre 200 tipologie di veicoli e oltre 13.300 km di binari attrezzati, Alstom è leader mondiale nella digitalizzazione del trasporto ferroviario. Onvia Cab è progettato per l'installazione e l'integrazione su tutti i tipi di nuovi treni e per il retrofit dei veicoli esistenti. Onvia Cab è compatibile con l'ultimo standard TSI 2023 al livello Baseline 3, garantendo compatibilità e conformità (Da: Comunicato Stampa Alstom, 10 aprile 2025).

Germany: new equips in S-Bahn Hamburg for digital rail operations

Alstom has signed a contract with S-Bahn Hamburg for a technology upgrade of 82 S-Bahn trains of type BR 490. The S-Bahn trains will be equipped with the European Train Control System (ETCS - European Train Control System) and modern ATO (Automated Train Operation) technology for automated train operations. This involves semi-automatic train operation with GoA2 (Grade of Automation, GoA2 stands for semi-automatized train operations with driver on board). The contract value exceeds 60 million euros.

Alstom will equip four prototype vehicles with ETCS Onvia units and ATO technology by 2029 and re-homologate them. This work will be carried out at Alstom's Hennigsdorf location. The contract also includes the delivery of the technical equipment for the retrofit of the remaining 78 trains. Additionally, Alstom will support the serial retrofitting process, which will be carried out by Deutsche Bahn. The 82 S-Bahn trains are part of the first batch of BR 490 trains ordered in 2013. Sixty-four S-Bahn trains from the second batch are from the start equipped with ETCS and ATO in the factory. In the future, the entire BR 490 fleet of the Hamburg S-Bahn will be ready for digital rail operations.

“The combination of digitalisa-

tion and automation is the key to more green mobility on rail. It allows shorter headways and higher passenger numbers while at the same time reducing energy consumption. This way, climate protection and the mobility shift to rail go hand in hand," says T. DAWIDOWSKY, President of the Central and Northern Europe region, Alstom. "With this project, the Hamburg S-Bahn is making an important contribution to the digitalisation of rail in Germany. Alstom supports this effort with expertise, experience, and cutting-edge technology."

J. SCHRÖDER, Chairman of the Management Board of S-Bahn Hamburg, said: "With the full digitalisation of S-Bahn Hamburg, we are setting new standards for the future of rail. I am pleased that we were able to secure a strong partner like Alstom for the retrofit of the last 82 vehicles. The full digitalisation of the fleet is a milestone for increased capacity, better quality, and much higher efficiency in S-Bahn operations. My special thanks go to the city of Hamburg and the Authority for Transport and Mobility Transition for their strong commitment to S-Bahn Hamburg."

With over 120 ETCS projects worldwide, around 24,800 Onvia Cab onboard units in over 200 vehicle types, and more than 13,300 kilometers of equipped tracks, Alstom is a global leader in the digitalisation of rail transport. Onvia Cab is designed for installation and integration on all types of new trains as well as for retrofitting existing vehicles. Onvia Cab is compatible with the latest, TSI 2023 standard at Baseline 3 level ensuring compatibility and compliance (From: Alstom Press Release, April 10th, 2025).

Turchia: RESA Yapi Elektromekanik A.S. installerà il primo sistema di catenaria aerea rigida per la nuova linea ad alta velocità

Alstom ha firmato un accordo con RESA Yapi Elektromekanik A.S. per la fornitura del sistema di catenaria aerea rigida (ROCS) per una trat-

ta della nuova linea ferroviaria ad alta velocità (Fig. 2) della Turchia, tra Halkali e Kapikule. La linea farà parte della Rete Transeuropea di Trasporto (TEN-T), 153 km di dorsale di trasporto integrata e sostenibile, strategica per lo sviluppo socio-economico dell'intera Unione Europea. Una volta completata, ridurrà la pressione sui sistemi di trasporto locali con un aumento dell'80% del traffico passeggeri e del 45% del trasporto merci, facilitando gli scambi tra le due aree della regione di Istanbul.

Alstom fornirà il sistema di alimentazione aerea lungo la galleria TBM, una galleria a doppio binario di circa 7 km per lato (14 km in totale) e 8,3 m di diametro, che passerà sotto aree residenziali e il lago Küçükçekmece. Questo progetto rappresenta la prima applicazione di un sistema di catenaria aerea rigida per una linea ad alta velocità in Turchia. Il sito Alstom di Valmadrera (Lecco) sarà responsabile della progettazione, produzione e fornitura dei componenti ROCS, con Alstom Algeria che parteciperà alla progettazione dell'installazione della catenaria sulla linea.

"Siamo orgogliosi di fornire il primo sistema di catenaria aerea rigida per la nuova linea ad alta velocità in Turchia", ha dichiarato E. GINO, Direttore del sito Alstom di Valmadrera. "Questo contratto dimostra non solo l'eccellenza e l'approccio innovativo del nostro sito, ma riconosce anche

il nostro impegno nella modernizzazione dell'infrastruttura ferroviaria a livello globale, contribuendo ad avvicinare ulteriormente l'Europa al resto del mondo."

Il ROCS di Alstom è una soluzione efficiente ed economica per la catenaria aerea rigida, particolarmente adatta per spazi ristretti e retrofit di gallerie. È caratterizzato da un profilo conduttore in alluminio abbinato a un filo di contatto in rame, garantendo facilità di installazione e ridotta manutenzione. Il design compatto non solo offre elevate prestazioni, ma migliora anche la resistenza al fuoco. Il ROCS si integra facilmente con le linee esistenti e supporta diverse tensioni di alimentazione, rendendolo una scelta versatile per un'ampia gamma di applicazioni.

Da oltre un secolo, Alstom a Valmadrera (Lecco) è specializzata nella produzione di materiali per l'elettificazione delle principali linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie, esportati non solo in Italia, ma in tutto il mondo. Lo stabilimento produce catenarie e componenti per l'elettificazione, morsetti per sottostazioni e linee di distribuzione elettrica, catenarie rigide per sistemi di alimentazione aerea, terze rotaie per linee metropolitane e APS (sistema di alimentazione dinamica a terra) per linee tranviarie, nonché alimentazione elettrica per carriponte (Da: *Comunicato Stampa Alstom*, 9 aprile 2025).



(Fonte - Source: Alstom)

Figura 2 – Un esempio di installazione Alstom della catenaria rigida per esercizio AV.

Figure 2 – An example of Alstom installation of rigid catenary for HS operation.

Turkey: RESA Yapi Elektromekanik A.S. will install the first Rigid Overhead Catenary System for new high-speed line

Alstom has signed an agreement with RESA Yapi Elektromekanik A.S. to supply the Rigid Overhead Catenary System (ROCS) for a section of Türkiye's new high-speed railway line (Fig. 2) between Halkali and Kapikule. The line will be part of the Trans-European Transport Network (TEN-T), 153 km of integrated and sustainable transport backbone strategic for the socio-economic development of the entire European Union. Once completed, it will reduce the pressure on local transport systems with an 80% increase in passengers and 45% increase in freight, facilitating exchange between the two areas of the Istanbul region.

Alstom will provide the aerial feeding system along the TBM tunnel, a double-track tunnel of approximately 7 km each (14 km total) and 8.3 meters in diameter, which will pass under residential areas and Lake Küçükçekmece. This project represents the first Rigid Overhead Catenary System application for a high-speed line in Türkiye. The Alstom site in Valmadrera (Lecco) will be responsible for the design, production and supply of the ROCS components, with Alstom Algeria participating for the catenary installation design of the line.

"We are proud to supply the first Rigid Overhead Catenary System for Türkiye's new high-speed line," said E. GİNO, Alstom Valmadrera Site Director. "This contract demonstrates not only the excellence and innovative approach of our Site but also recognises our commitment to modernising rail infrastructure globally, supporting to bring Europe even closer to the rest of the world."

Alstom's ROCS is an efficient and cost-effective solution for rigid overhead catenary, particularly suitable for confined spaces and tunnel retrofits. It features an aluminum conductor profile paired with a copper contact wire, ensuring both ease of installation and low maintenance. The compact design

not only offers high performance but also enhances fire resistance. ROCS integrates easily with existing lines and accommodates different supply voltages, making it a versatile choice for a wide range of applications.

For more than a century, Alstom in Valmadrera (Lecco) has specialised in the production of materials for the electrification of the main railway, metro and tram lines, exported not only in Italy, but all over the world. The site manufactures catenaries and components for electrification, clamps for substations and power distribution lines, rigid catenaries for aerial feeding systems, third rails for metro lines and APS (ground dynamic feeding system) for tramway lines, as well as electrical feeding for overhead cranes (From: Alstom Press Release, April 9th, 2025).

Regno Unito-Francia: piano per lanciare un nuovo collegamento Alta Velocità Londra - Parigi

Il Gruppo FS Italiane annuncia un piano per il lancio di un nuovo servizio ferroviario ad Alta Velocità che collegherà Londra e Parigi entro il 2029.

Con un investimento previsto di 1 miliardo di euro, il nuovo collegamento si inserisce tra gli obiettivi del Piano Strategico 2025-2029 che pone tra le priorità del Gruppo FS l'estensione dei collegamenti Alta Velocità in Europa. È stato siglato un Memorandum of Understanding (MoU) fra il Gruppo FS e il consorzio spagnolo Evolyn, guidato dalla famiglia Cosmen, che vanta una solida esperienza nella gestione e nell'espansione di progetti di mobilità, così da rafforzare ulteriormente il progetto di leadership nell'Alta Velocità europea.

"Questo investimento rappresenta un passo decisivo nella visione del Gruppo FS di costruire una rete ferroviaria europea più integrata, competitiva e sostenibile, in linea con gli obiettivi del Piano Strategico 2025-2029, che pone un'attenzione sempre più ampia al trasporto dei passeggeri all'estero per accelerare lo sviluppo internazionale del Gruppo FS", ha di-

chiarato S. A. DONNARUMMA, Amministratore Delegato e Direttore Generale del Gruppo FS. "L'alta velocità ferroviaria è la spina dorsale di una mobilità efficiente e rispettosa dell'ambiente e, espandendo la nostra presenza su corridoi chiave, non solo investiamo in infrastrutture e innovazione, ma anche nel futuro del trasporto europeo. Maggiore concorrenza contribuirà a creare un settore più efficiente e orientato ai clienti, offrendo una reale alternativa ai viaggi aerei".

L'obiettivo è aumentare così la competitività ferroviaria fra Londra e Parigi e il nuovo collegamento sarà servito con convogli ispirati al Frecceiarossa, eccellenza del Made in Italy in termini di efficienza energetica, comfort e qualità del servizio.

L'annuncio arriva dopo la conferenza dell'Office of Rail and Road (ORR) del Regno Unito sulla possibilità di accesso al deposito di manutenzione di Temple Mills, consentendo così l'ingresso di un nuovo operatore fra Londra e Parigi.

La consolidata presenza di Ferrovie dello Stato Italiane sia in Francia, con Trenitalia France, sia nel Regno Unito, con Trenitalia UK, offre un vantaggio competitivo importante per entrare in questo corridoio strategico: il Gruppo potrà, infatti, offrire ai viaggiatori una maggiore offerta, un servizio sempre più di qualità e una biglietteria semplificata, sfruttando un marchio già conosciuto.

Dopo aver ottenuto le licenze e i permessi necessari in Francia, il Gruppo FS sta collaborando con i principali soggetti coinvolti per gestire gli aspetti regolatori e operativi. Attualmente sono in corso valutazioni tecniche per garantire un'integrazione ottimale dei nuovi servizi ad alta velocità tramite l'Eurotunnel e le reti ferroviarie di Regno Unito e Francia. Inoltre, la pianificazione operativa della capacità aggiuntiva nella stazione di St. Pancras è già in una fase avanzata, mentre si stanno valutando possibili fonti di finanziamento.

Il lancio ufficiale del servizio sarà determinato in base al completamento delle infrastrutture e delle autoriz-

zazioni tecniche e segnerà l'inizio di una nuova era di concorrenza e accessibilità nel panorama ferroviario europeo ad Alta Velocità.

- Il Gruppo FS in Francia e nel Regno Unito

In Francia, il Gruppo FS è stato il primo operatore alternativo sulla rete AV dal 2021 con il Frecciarossa Milano-Parigi, collegamento riattivato dal 1° aprile, dopo l'interruzione dovuta alla frana nella valle della Maurienne; con la gestione dei servizi navetta tra Parigi e Lione e, dal 15 giugno 2025, con il collegamento Frecciarossa tra Parigi e Marsiglia.

Con oltre tre milioni di passeggeri serviti e un tasso di soddisfazione del 98%, Ferrovie dello Stato Italiane si impegna a rafforzare ed espandere i propri corridoi esistenti per migliorare ulteriormente la connettività e la disponibilità dei servizi.

Il Gruppo FS vanta una presenza consolidata anche nel Regno Unito, dove è presente dal 2017 con l'acquisizione di c2c, ed è inoltre un partner chiave di Avanti West Coast con una partecipazione del 30% nella joint venture con FirstGroup, con cui collabora attivamente con il governo e le istituzioni per lo sviluppo e la promozione del progetto HS2.

Oltre al collegamento Londra – Parigi, il Gruppo FS sta studiando ulteriori opportunità di espansione dell'Alta Velocità in Europa. Sono in corso valutazioni per possibili estensioni del servizio Londra – Parigi attraverso Lille, Ashford, Lione, Marsiglia e Milano (Da: *Comunicato Stampa Gruppo FS Italiane*, 8 aprile 2025).

UK-France: plan to launch a new High-Speed London-Paris link

FS Italiane Group announces a plan to launch a new High-Speed rail service that will connect London and Paris by 2029.

With an expected investment of 1 billion euros, the new connection is one of the objectives of the Strategic Plan 2025-2029 which places the extension of High-Speed connections in Europe

among the priorities of the FS Group. A Memorandum of Understanding (MoU) was signed between the FS Group and the Spanish consortium Evolyn, led by the Cosmen family, which boasts solid experience in the management and expansion of mobility projects, so as to further strengthen the leadership project in European High-Speed.

“This investment represents a decisive step in the FS Group’s vision of building a more integrated, competitive and sustainable European rail network, in line with the objectives of the 2025-2029 Strategic Plan, which places an ever-increasing focus on passenger transport abroad to accelerate the international development of the FS Group”, said S. A. DONNARUMMA, CEO and General Manager of the FS Group. “High-speed rail is the backbone of efficient and environmentally friendly mobility and, by expanding our presence on key corridors, we are not only investing in infrastructure and innovation, but also in the future of European transport. Greater competition will help create a more efficient and customer-oriented sector, offering a real alternative to air travel”.

The aim is to increase rail competitiveness between London and Paris and the new connection will be served by trains inspired by the Frecciarossa, an example of Made in Italy excellence in terms of energy efficiency, comfort and quality of service.

The announcement comes after the UK Office of Rail and Road (ORR) confirmed that it would be able to access the Temple Mills maintenance depot, allowing a new operator to enter between London and Paris.

The consolidated presence of Ferrovie dello Stato Italiane both in France, with Trenitalia France, and in the UK, with Trenitalia UK, offers a significant competitive advantage to enter this strategic corridor: the Group will be able to offer travellers a greater range of services, an increasingly high-quality service and simplified ticketing, leveraging an already well-known brand.

Having obtained the necessary licences and permits in France, the FS Group is working with the main

stakeholders to manage the regulatory and operational aspects. Technical assessments are currently underway to ensure optimal integration of the new high-speed services via the Eurotunnel and the UK and French rail networks. In addition, operational planning for the additional capacity at St. Pancras station is already at an advanced stage, while possible sources of funding are being assessed.

The official launch of the service will be determined based on the completion of the infrastructure and technical authorizations and will mark the beginning of a new era of competition and accessibility in the European High-Speed rail landscape.

- *FS Group in France and the United Kingdom*

In France, the FS Group has been the first alternative operator on the AV network since 2021 with the Frecciarossa Milan-Paris, a connection reactivated from 1 April, after the interruption due to the landslide in the Maurienne valley; with the management of shuttle services between Paris and Lyon and, from 15 June 2025, with the Frecciarossa connection between Paris and Marseille.

With over three million passengers served and a 98% satisfaction rate, Ferrovie dello Stato Italiane is committed to strengthening and expanding its existing corridors to further improve connectivity and service availability.

The FS Group also has a consolidated presence in the United Kingdom, where it has been present since 2017 with the acquisition of c2c, and is also a key partner of Avanti West Coast with a 30% stake in the joint venture with FirstGroup, with which it actively collaborates with the government and institutions for the development and promotion of the HS2 project.

*In addition to the London – Paris connection, the FS Group is studying further opportunities for the expansion of High Speed in Europe. Evaluations are underway for possible extensions of the London – Paris service through Lille, Ashford, Lyon, Marseille and Milan (From: *FS Italiane Press Release Group*, April 8th, 2025).*

TRASPORTI INTERMODALI
INTERMODAL TRANSPORTATION

**Internazionale: Hupac
mantiene stabili i volumi e
investe nella resilienza**

Nel 2024 il Gruppo Hupac ha trasportato 949.000 spedizioni stradali nel trasporto combinato strada/rotaia. Ciò significa che il volume dei trasporti è rimasto sostanzialmente invariato. Hupac contrasta le prestazioni talvolta critiche dell'infrastruttura ferroviaria con diverse misure.

Hupac considera positivamente il ruolo guida della Svizzera nel nuovo corridoio TEN-T Mare del Nord-Reno-Mediterraneo e l'assunzione della responsabilità congiunta del corridoio da parte della Svizzera e del Belgio. La fusione dei due corridoi transalpini svizzeri rappresenta un altro passo importante verso una gestione più efficiente del trasporto ferroviario internazionale di merci.

• Sviluppo dei trasporti 2024

L'anno scorso il Gruppo Hupac ha trasportato circa 949.000 spedizioni stradali pari a 1.818.000 TEU nel trasporto combinato strada/ferrovia e nell'hinterland marittimo. Ciò corrisponde a un calo del 2,6% o di 26.000 spedizioni rispetto all'anno precedente. Nel suo core business del trasporto transalpino attraverso la Svizzera, Hupac è riuscita a mantenere stabile il traffico (-0,2%) nonostante le limitazioni di capacità nella galleria di base del Gottardo. L'interruzione della linea via Modane e gli adeguamenti della rete nel nord-est dell'Italia hanno determinato un forte calo del traffico transalpino attraverso la Francia e l'Austria. Il traffico non transalpino con i mercati dell'Europa occidentale, nordorientale e sudorientale è rimasto sostanzialmente stabile, con un lieve calo dell'1,2%.

• Costruire in modo compatibile con il trasporto merci: ecco come

Oltre al calo ciclico della domanda di trasporto, le condizioni problematiche della rete ferroviaria sono la causa principale di uno sviluppo del traffico inferiore alle aspettative. Le

prestazioni precarie di un'infrastruttura ferroviaria obsoleta, soprattutto in Germania, incidono negativamente sull'affidabilità del trasporto. La ristrutturazione della ferrovia Riedbahn, tra Francoforte e Mannheim, recentemente completata, dimostra che è possibile realizzare un'opera a misura di trasporto merci. I fattori decisivi sono:

- capacità sufficiente sugli itinerari alternativi in relazione alle tracce disponibili, anche attraverso la riduzione del trasporto passeggeri e l'istituzione di servizi sostitutivi in pullman;
- percorsi alternativi elettrificati con pochi km aggiuntivi;
- parametri di produzione identici per i treni in termini di profilo, lunghezza e peso del treno;
- buona qualità tecnica dei percorsi alternativi grazie alla manutenzione preventiva;
- assenza di lavori di costruzione simultanei sul rispettivo corridoio internazionale;
- tempo di preparazione sufficiente per le ferrovie.
- Hupac investe in resilienza e stabilità

Questi criteri non dovrebbero essere presi in considerazione solo per le grandi opere di rinnovamento dei corridoi, ma in generale per tutti i cantieri, ad esempio anche per l'espansione della ferrovia della Valle del Reno. L'attenzione deve essere rivolta all'efficienza e alla sostenibilità economica per gli utenti della ferrovia. "Una capacità di deviazione dell'80% è il minimo indispensabile per evitare che il traffico merci migri verso la strada", afferma M. STAHLHUT, CEO di Hupac. "Se i costi aggiuntivi sono considerevoli, ci aspettiamo che il gestore dell'infrastruttura faccia delle concessioni. Dopo tutto, l'attuale crisi della performance è il risultato della negligenza strutturale e dei finanziamenti insufficienti del passato".

Hupac stessa sta adottando una serie di misure per aumentare la resilienza e la stabilità dei propri servizi. In occasione della chiusura totale

della ferrovia della Valle del Reno nell'agosto 2024 per lavori di costruzione, Hupac ha avviato un progetto pionieristico di cooperazione transfrontaliera tra Francia, Germania e Svizzera. È stata istituita una navetta diesel attraverso l'Alsazia che ha permesso di aggirare l'interruzione della linea con 20 treni merci per direzione e giorno. Il servizio è stato fornito da FFS Cargo International e Captrain senza discriminazioni.

"A partire dall'inizio del 2025, una parte dei nostri trasporti tra il Belgio e l'Italia viene condotta attraverso la Francia anziché la Germania. Questo ci permette di ridurre il rischio di irregolarità e di migliorare l'affidabilità dei nostri servizi di trasporto", sottolinea STAHLHUT. Sono in preparazione ulteriori soluzioni per il reindirizzamento dei trasporti. Le misure operative comprendono la messa a disposizione di composizioni di riserva, l'impiego di macchinisti di riserva e la pianificazione di capacità aggiuntive nei fine settimana per assorbire l'arretrato dei treni cancellati durante la settimana.

Oltre a questi sforzi interni, Hupac richiede il massimo impegno da parte di tutti gli attori della catena di trasporto per garantire una capacità in linea con il mercato. Per quanto riguarda le infrastrutture, Hupac raccomanda la creazione di binari di stazionamento lungo il corridoio nord-sud che attraversa la Svizzera, ad esempio a Basilea, Karlsruhe, Offenburg e Chiasso. "Una misura importante per ridurre l'impatto delle interruzioni e mantenere il flusso del traffico".

• La strategia di Hupac per il futuro del trasporto combinato

Nonostante l'attuale difficile situazione economica, Hupac resta fedele alla sua strategia di sviluppo del trasporto combinato. Al centro di questa strategia c'è l'ampliamento della capacità dei terminal in collaborazione con i partner. "Per quest'anno prevediamo l'apertura del nuovo terminal di Piacenza e di quello di Barcellona, cui seguirà, l'anno prossimo, il terminal di Milano Smistamento", afferma Hans-Jörg BERTSCHI, presi-

dente del Consiglio di Amministrazione. Inoltre, Hupac riconosce un grande potenziale nella digitalizzazione. “Stiamo lavorando, insieme ai rappresentanti di tutta la filiera, alla standardizzazione e all’ottimizzazione dei processi principali. Questo ridurrà la complessità e i costi operativi, migliorando la competitività del trasporto combinato rispettoso del clima”.

- Cooperazione internazionale per un’infrastruttura ferroviaria efficiente

La gestione dei corridoi transfrontalieri è un fattore cruciale per il futuro del trasporto intermodale in Europa. Il 90% dei treni merci del trasporto combinato attraversa i confini nazionali: una chiara indicazione del fatto che la politica e la gestione delle infrastrutture in Europa devono essere internazionalizzate con urgenza. “L’impegno congiunto di Svizzera e Belgio per il corridoio merci Mare del Nord-Reno-Mediterraneo rappresenta un significativo passo avanti. Ci aspettiamo ulteriori miglioramenti nella gestione dei corridoi, in particolare un migliore coordinamento e un’elevata affidabilità delle misure infrastrutturali internazionali, in un’ottica di sostegno alla politica di trasferimento modale verso la ferrovia”, ha concluso BERTSCHI.

Un passo concreto sarebbe l’espansione del corridoio Anversa-Metz-Basilea, da tempo in discussione, a un profilo di 4 m. La mozione della Commissione, adottata dal Parlamento svizzero nel 2023, prevede il cofinanziamento dell’ampliamento dei tunnel dei Vosgi sulla riva sinistra del Reno. BERTSCHI ha concluso: “Sosteniamo il dialogo con tutte le parti interessate a favore di soluzioni pragmatiche nell’interesse della competitività delle economie europee” (Da: *Comunicato Stampa Hupac*, 10 febbraio 2025)

International: Hupac keeps volumes stable and invests in resilience

In 2024, the Hupac Group transported around 949,000 road consign-

ments in combined road/rail transport. The transport volume has thus remained largely stable. Hupac is countering the critical performance of the railway infrastructure in some areas with several measures.

Hupac takes a positive view of Switzerland’s leading role in the newly created TEN-T North Sea-Rhine-Mediterranean corridor and the assumption of joint corridor responsibility by Switzerland and Belgium. The merging of the two Swiss transalpine corridors is another important step towards more efficient management of international rail freight transport.

- **Traffic development 2024**

Last year, the Hupac Group transported around 949,000 road consignments or 1,818,000 TEU in combined road/rail transport and maritime hinterland transport. This represents a decrease of 2.6% or 26,000 consignments compared to the previous year. In its core business of transalpine transport through Switzerland, Hupac was able to keep traffic stable despite the capacity restrictions in the Gotthard base tunnel (-0.2%). The interruption of the Modane line and network adjustments in north-east Italy led to a sharp decline in transalpine traffic via France and Austria. Non-transalpine traffic with the markets of west, north-east and south-east Europe remained largely stable with a slight decrease of 1.2%.

- **Freight-friendly construction – here’s how**

In addition to the cyclical decline in demand for transport, the problematic condition of the rail network is the main reason for the below-expectations development of traffic. The precarious performance of an ageing rail infrastructure, particularly in Germany, is a burden on transport reliability. However, the recently completed refurbishment of the Riedbahn line between Frankfurt and Mannheim shows that freight-friendly construction is possible. The key factors:

- *sufficient capacity on the alternative routes in terms of available train paths, also by thinning out passenger traffic through the establishment of rail replacement services;*

lectrified diversionary routes with few additional km;

- *identical production parameters for the trains in terms of profile, train length and train weight;*
- *good technical quality of the alternative lines thanks to preventive maintenance;*
- *no major simultaneous works on the international corridor concerned;*
- *sufficient time for the railways to prepare.*
- **Hupac invests in resilience and stability**

These criteria should be considered not only for the major corridor renovations, but generally for all construction sites, for example also for the upgrade of the Rhine Valley line. The focus must be on performance and economic viability for rail customers. “A diversion capacity of 80% is the absolute minimum to prevent freight traffic from migrating to the roads,” says M. STAHLHUT, CEO of Hupac. “If there are significant additional costs, we expect the infrastructure managers to make concessions. After all, the current performance crisis is the result of structural neglect and underfunding in the past.”

Hupac itself is taking several measures to increase the resilience and stability of its services. On the complete closure of the Rhine Valley Railway in August 2024 due to construction work, Hupac initiated a pioneering project of Franco-German-Swiss cooperation. By setting up a diesel shuttle through Alsace, 20 freight trains per day in each direction were able to avoid the closure. The service was provided by SBB Cargo International and Captrain on a non-discriminatory basis.

“Since the beginning of 2025, we have been routing some of our traffic Belgium-Italy traffic through France instead of Germany. This enables us to counter the risk of irregularities and increase the reliability of our transport operations,” says STAHLHUT. Other diversion concepts are in the pipeline. Operational measures include the provision of reserve compositions, the use of re-

serve locomotive drivers and the planning of additional capacity at weekends to deal with the backlog of train services cancelled during the week.

In addition to these internal efforts, Hupac expects the highest level of commitment from all parties along the transport chain in order to guarantee capacity in line with market requirements. On the infrastructure side, Hupac advocates the installation of storage sidings along the north-south corridor through Switzerland, for example in Basel, Karlsruhe, Offenburg and Chiasso. "This is an important measure to reduce the impact of disruptions and maintain the flow of traffic."

- Hupac's strategy for the future of combined transport

Despite the current difficult economic situation, Hupac is sticking to its strategy for the further development of combined transport. The focus is on expanding terminal capacities together with partners. "This year we expect the new terminals in Piacenza and Barcelona to come on stream, followed next year by the Milano Smistamento terminal," says H. J. BERTSCHI, Chairman of the Board of Directors. Hupac sees great potential in digitalisation. "Together with representatives from the entire value chain, we are working on standardising and optimising core processes. This will enable us to reduce complexity and operating costs and thus contribute to the competitiveness of climate-friendly combined transport.

- International cooperation for an efficient rail infrastructure

Cross-border corridor management is a decisive factor for the future of intermodal transport in Europe. 90% of combined freight trains cross national borders – a clear indication of the urgent need to internationalise infrastructure policy and management in Europe. "The joint engagement of Switzerland and Belgium in the North Sea-Rhine-Mediterranean freight corridor is a step in the right direction. For a sustainable modal shift policy, we expect further improvements in corridor management, in particular greater coordination and reliability of inter-

national infrastructure measures", BERTSCHI continues.

One concrete step would be the long-discussed widening of the Antwerp-Metz-Basel corridor to a 4-m profile. The Commission's proposal, adopted by the Swiss Parliament in 2023, provides for the co-financing of the upgrading of the Vosges tunnels on the left bank of the Rhine. BERTSCHI: "We support the dialogue with all parties involved in favour of pragmatic solutions in the interest of Europe's competitiveness as a business location (From: Hupac Press Release, February 10th, 2025).

Senegal: rafforzare le catene di approvvigionamento dell'Africa occidentale con il primo hub logistico integrato di Maersk

A.P. Moller - Maersk (Maersk) ha inaugurato il suo nuovo magazzino all'avanguardia in Senegal (Fig. 3). Questo importante traguardo evidenzia l'impegno di Maersk nello sviluppo e nel potenziamento delle infrastrutture logistiche in tutta l'Africa occidentale. La posizione strategica del magazzino offre molteplici vantaggi ai clienti, tra cui la vicinanza

ai mercati finali, alle attività di produzione e alle infrastrutture portuali entro un raggio di 10 km. Questa posizione consente una distribuzione più efficiente all'interno del Senegal e facilita il trasporto transfrontaliero verso i paesi limitrofi dell'Africa occidentale.

Il magazzino offre una capacità di stoccaggio coperta di 5.100 m² con 7.036 posizioni pallet, a cui si aggiungono 500 m² di spazio esterno. Questa configurazione versatile consente a Maersk di gestire un'ampia gamma di prodotti, tra cui beni di largo consumo, prodotti per la vendita al dettaglio, prodotti lifestyle e articoli tecnologici.

Oltre alle tradizionali capacità di stoccaggio, la struttura offre servizi completi a valore aggiunto, tra cui pallettizzazione, elaborazione e gestione degli ordini, distribuzione, etichettatura, imballaggio e personalizzazione dei pallet. Questo approccio "one-stop-shop" consente ai clienti di esternalizzare tutte le attività di movimentazione merci a Maersk, semplificando le operazioni e riducendone la complessità.

"L'Africa occidentale rappresenta un mercato dinamico e in rapida evo-



(Fonte - Source: Maersk)

Figura 3 - La struttura di 10.000 m², situata strategicamente tra il porto di Dakar e la zona industriale di Dakar, rappresenta l'impegno di Maersk nel fornire soluzioni integrate per la catena di fornitura in grado di soddisfare le esigenze dei clienti.

Figure 3 – The 10,000 square meter facility, strategically located between the Port of Dakar and Dakar's industrial area, represents Maersk's dedication to providing integrated supply chain solutions to match the customers' needs.

luzione, con sfide logistiche uniche”, ha detto T. THEEUWES, Managing Director for Maersk West Africa. “I nostri clienti meritano soluzioni di magazzino affidabili ed efficienti, che si integrino perfettamente con i servizi di trasporto. Questa struttura risponde direttamente a queste esigenze e contribuirà alla crescita economica della regione.”

Il magazzino integra tecnologie all'avanguardia attraverso il suo Sistema di Gestione del Magazzino (WMS) e le funzionalità di Scambio Elettronico di Dati (EDI), offrendo ai clienti visibilità delle transazioni in tempo reale, una migliore tracciabilità e opportunità di integrazione tecnologica con i loro sistemi esistenti.

Sostenibilità e sicurezza sono fondamentali nella progettazione e nelle attività della struttura. Il magazzino funziona al 60% con energia solare e utilizza attrezzature elettriche per la movimentazione dei materiali, riflettendo l'impegno globale di Maersk per la decarbonizzazione della logistica. Le funzionalità di sicurezza complete includono sistemi di sicurezza per carrelli elevatori con telecamere posteriori e sensori pedonali, un'ampia infrastruttura antincendio e un sistema di videosorveglianza CCTV attivo 24 ore su 24, 7 giorni su 7, conforme sia alle normative locali che agli standard internazionali.

Il nuovo hub logistico integrato di Dakar rafforza la rete di strutture di Maersk nell'Africa occidentale, che si estende su otto paesi e oltre 100.000 mq, con una presenza in punti strategici come Dakar, Abidjan, Tema, Douala, Lagos, Conakry, Lomé e Cotonou, tutti conformi agli stessi elevati standard HSSE del magazzino recentemente inaugurato (Da: *Comunicato Stampa Maersk*, 17 aprile 2025).

Senegal: strengthening West Africa's Supply Chains with Maersk's first integrated logistics hub

A.P. Moller - Maersk (Maersk) inaugurated its new state-of-the-art warehouse facility in Senegal (Fig. 3).

This significant milestone highlights Maersk's commitment to developing and enhancing logistics infrastructure across West Africa. The facility's strategic location provides multiple benefits for customers, including proximity to end markets, manufacturing operations, and port facilities that are within a distance of 10 km. This positioning enables more efficient distribution within Senegal and facilitates cross-border transportation to neighbouring West African countries.

The warehouse offers 5,100 square meters of indoor storage capacity with 7,036 pallet positions, complemented by 500 square meters of outdoor storage. This versatile setup allows Maersk to handle a wide range of commodities, including fast-moving consumer goods, retail merchandise, lifestyle products, and technology items.

Beyond traditional storage capabilities, the facility provides comprehensive value-added services, including palletization, order processing and management, distribution, labelling, packaging, and pallet customization. This one-stop-shop approach enables customers to outsource all cargo handling activities to Maersk, streamlining operations and reducing complexity.

“West Africa represents a dynamic and rapidly evolving market with unique logistics challenges,” said T. Theeuwes, Managing Director for Maersk West Africa. “Our customers deserve reliable, efficient warehouse solutions that connect seamlessly with transportation services. This facility directly addresses those needs and will contribute to the economic growth in the region.”

The warehouse incorporates cutting-edge technology through its Warehouse Management System (WMS) and Electronic Data Interchange (EDI) capabilities, providing customers with real-time transaction visibility, enhanced traceability, and opportunities for technological integration with their existing systems.

Sustainability and safety are central to the facility's design and operations. The warehouse operates on 60% solar energy and utilises electric material handling equipment, reflect-

ing Maersk's global commitment to decarbonising logistics. Comprehensive safety features include forklift safety systems with rear-view cameras and pedestrian sensors, extensive firefighting infrastructure, and 24/7 security with CCTV surveillance that complies with both local regulations and international standards.

The new integrated logistics hub in Dakar strengthens Maersk's network of facilities in West Africa, which spans eight countries and covers over 100.000 sq. m., with a presence in key gateways such as Dakar, Abidjan, Tema, Douala, Lagos, Conakry, Lome, and Cotonou, all of which adhere to the same high HSSE standards as the recently launched warehouse (From: Maersk Press Release, April 17th, 2025).

INDUSTRIA MANUFACTURES

Canada: Airbus Lancia la nuova cabina passeggeri Airspace per l'A220

L'A220 entra a far parte della famiglia di cabine Airspace (Fig. 4) e decollerà per la prima volta con il cliente di lancio Air Canada. La nuova cabina dell'A220 vanterà l'intera suite Airspace, inclusi i nuovi vani portaoggetti Airspace XL, con consegne a partire dall'inizio del 2026.

La cabina dell'A220 offre un'esperienza Airspace all'avanguardia, combinando nuovi elementi con le poltrone, il corridoio e la cabina e i finestrini più ampi della sua categoria. A bordo, i nuovi vani portaoggetti offrono un aumento del volume del 20%, sono più leggeri del 10% e consentiranno all'equipaggio di effettuare turni di volo più rapidi, poiché sono più facili da gestire. La cabina offre anche nuove funzionalità di illuminazione Airspace, tra cui una terza striscia LED opzionale sotto i nuovi vani, che contribuisce a creare un'atmosfera di cabina eccezionale.

Airbus ha annunciato la nuova cabina Airspace nel 2023. L'installazione in linea dell'A220 è prevista per la fine del 2025, mentre il retrofit



(Fonte - Source: Airbus)

Figura 4 – La cabina Airspace per i passeggeri dell’A220 utilizzata sui nuovi velivoli di Air Canada.

Figure 4 - The A220 Airspace cabin with Air Canada.

sarà disponibile per i clienti dell’A220 nei prossimi anni. Il nuovo design dei vani portaoggetti Airspace XL aumenterà la capacità dei bagagli del 15%, ovvero fino a 19 bagagli in più, sull’A220-300 e, grazie al design a quattro telai, permetterà di ospitare oggetti più lunghi e pesanti. Per completare i vani portaoggetti Airspace XL, Airbus ha anche colto l’opportunità di sviluppare un’Unità di Servizio Passeggeri (PSU) migliorata, in linea con il design Airspace.

J. MOODY, Amministratore Delegato dei Prodotti di Bordo di Air Canada, ha dichiarato: “L’A220 è già diventato uno dei preferiti dai nostri clienti e siamo entusiasti di essere il cliente di lancio della prossima evoluzione della cabina di questo aeromobile progettato e assemblato in Canada. In Air Canada, siamo sempre alla ricerca di opportunità per evolvere i nostri prodotti e rendere i viaggi più comodi e convenienti. L’introduzione di vani portaoggetti più grandi sui futuri A220 significa più spazio per i vostri effetti personali, un imbarco più rapido e un’esperienza di bordo ancora migliore.”

I. WUGGETZER, Vice President Cabin Marketing di Airbus, ha dichiarato: “Siamo estremamente lieti di lanciare la cabina Airspace dell’A220 con Air Canada e siamo molto orgo-

giosi che la compagnia di bandiera canadese stia introducendo la nostra ultima innovazione a supporto del suo programma di rinnovamento della flotta. Con l’introduzione della cabina Airspace dell’A220, ora offriamo un’esperienza passeggeri completamente coerente su tutte le nostre piattaforme, offrendo il comfort di un widebody su aeromobili a corridoio singolo”.

Altri vantaggi della cabina Airspace dell’A220 includono: maggiore affidabilità e minori attività di manutenzione grazie ai meccanismi mobili semplificati; maggiore comfort per i passeggeri, semplificando l’esperienza di imbarco e offrendo un inizio di viaggio rilassato. L’esperienza dell’equipaggio migliorerà significativamente grazie alla gestione dei nuovi vani fissi, che evitano di sollevare pesanti vani girevoli durante la sistemazione dei bagagli. I vani più semplici e leggeri porteranno anche a un miglioramento complessivo dei tempi di turnaround e ridurranno il peso della struttura della cabina di circa 300 libbre, migliorando direttamente l’efficienza operativa e la generazione di fatturato della compagnia aerea.

Includendo l’ultimo riordino, il totale degli ordini fermi di Air Canada per l’A220-300 ammonta a 65 aeromobili. La compagnia di bandie-

ra canadese prevede la consegna del suo primo A220-300 con i nuovi vani portaoggetti XL installati entro l’inizio del 2026. I vani portaoggetti XL diventeranno il nuovo standard entro la fine del 2026.

Il Crystal Cabin Award, il premio più prestigioso al mondo per l’innovazione degli interni aeronautici, ha recentemente annunciato la cabina Airspace dell’Airbus A220 come finalista nella categoria comfort passeggeri, il cui obiettivo è offrire un’esperienza di viaggio rilassata e piacevole (Da: *Comunicato Stampa Airbus*, 8 aprile 2025).

Canada: Airbus launches the A220 Airspace cabin

The A220 is joining the Airspace cabin Family and will take off for the first time with launch customer Air Canada. The new A220 cabin will boast the full Airspace suite including new Airspace XL bins with deliveries starting in early 2026.

The A220 cabin provides a leading Airspace experience, combining new elements with the widest seats, aisle, and largest cabin and windows in its class. Onboard, new bins offer 20% increase in volume, are 10% lighter and will enable a faster turnaround for crew as they are easier to handle. The cabin also offers new Airspace lighting features, including an optional third LED lightstrip under the new bins, contributing to the great cabin ambience (Fig. 4).

Airbus announced the new Airspace cabin in 2023. A220 line-fit is expected later in 2025 with retrofitting being available to A220 customers in the coming years. The new Airspace XL bins design will increase bag capacity by 15% - or up to 19 more passenger bags - on the A220-300 and will accommodate longer and heavier payload items thanks to its four-frame design. To complement the Airspace XL bins, Airbus has also taken the opportunity to develop an improved Passenger Service Unit (PSU) in line with Airspace design.

J. Moody, Managing Director, On-board Product, at Air Canada, said: “The A220 has already become a favourite among our customers, and we’re

thrilled to be the launch customer for the next cabin evolution of this Canadian-designed and assembled aircraft. At Air Canada, we're always looking for opportunities to evolve our products and make travel more comfortable and convenient. The introduction of larger overhead bins on future A220s means more space for your belongings, quicker boarding, and an even better experience on board."

I. WUGGETZER, Vice President Cabin Marketing, at Airbus, said: "We are extremely happy to launch the A220 Airspace cabin with Air Canada and very proud the Canadian flag carrier is introducing our latest innovation to support its fleet renewal programme. Through the introduction of the A220 Airspace cabin, we now enable a fully consistent passenger experience on all our platforms providing widebody comfort on single aisle aircraft."

Other benefits of the A220 Airspace cabin include: increased reliability and reduced maintenance tasks due to the simplified movable mechanisms; enhanced passenger comfort by easing the boarding experience and providing a relaxed start to the overall journey. Crew experience will be improved significantly thanks to the handling of the new fixed bins which avoid lifting heavy pivoting bins while rearranging luggage. The simpler and lighter bins will also lead to an overall improvement of the turnaround time and will reduce the weight of the cabin structure by around 300 lbs – directly improving the airline's operational efficiency and revenue generation.

Including its latest reorder, Air Canada's total firm orders for the A220-300 stands at 65 aircraft. Canada's flag carrier expects delivery of its first A220-300 with the new XL bins installed by early 2026. XL bins will become the new standard later in 2026.

The world's most prestigious honour for aircraft interior innovation, the Crystal Cabin Award, has recently announced the Airbus A220 Airspace cabin as a finalist in the category of passenger comfort which purpose is of a relaxed and enjoyable passenger experience (From: Airbus Press Release, April 8th, 2025).

Internazionale: Stellantis presenta STLA AutoDrive, tecnologia di guida autonoma

Stellantis N.V. ha presentato STLA AutoDrive 1.0, il primo sistema di guida autonoma sviluppato internamente che offre funzionalità mani libere e occhi chiusi (Livello 3 SAE). STLA AutoDrive è parte integrante della strategia tecnologica di Stellantis insieme a STLA Brain e STLA Smart Cockpit e permette di migliorare l'intelligenza del veicolo, l'automazione e l'esperienza a bordo (Fig. 5).

STLA AutoDrive consente la guida autonoma a velocità fino a 60 km/h riducendo il ruolo attivo del conducente nel traffico stop-and-go e offrendo tempo prezioso a bordo vettura.

Ideale per chi guida nelle aree urbane ad alta densità, STLA AutoDrive consentirà ai conducenti di dedicare una parte del proprio tempo a bordo ad attività diverse dalla guida, come

ad esempio guardare un film, leggere e-mail, sfogliare un libro o semplicemente guardare il panorama.

"Per Stellantis, aiutare gli automobilisti a utilizzare al meglio il loro tempo è estremamente importante", ha dichiarato N. CURIC, Chief Engineering and Technology Officer di Stellantis. "Gestendo le attività di guida di routine, STLA AutoDrive migliorerà l'esperienza di guida, rendendo l'esperienza a bordo più efficiente e piacevole".

Il sistema è progettato per essere semplice: quando le condizioni del traffico e dell'ambiente attorno alla vettura lo consentono, il conducente viene avvisato che STLA AutoDrive è pronta ad entrare in funzione. Una volta attivato attraverso un pulsante, il sistema prende il controllo del veicolo mantenendo le distanze di sicurezza, regolando la velocità e gestendo la sterzata e la frenata senza soluzione di continuità in base al flusso del traffico.



(Fonte - Source: Gruppo Stellantis)

Figura 5 – La tecnologia di guida autonoma sviluppata da Stellantis è pronta per essere integrata a bordo, funzionalità mani libere e occhi chiusi (Livello 3 SAE) disponibile fino a 60 km/h, anche al buio e in condizioni atmosferiche difficili, STLA AutoDrive abilita anche le funzionalità di Livello 2 (mani sul volante) e di Livello 2+ (mani libere, occhi sulla strada) a velocità più elevate, tra cui il Cruise Control adattivo e le funzioni di mantenimento della corsia,

Progettato per aggiornarsi, con potenzialità di operare a velocità fino a 95 km/h e con capacità off-road.

Figure 5 - Stellantis-developed automated driving technology is ready for deployment, hands-Free and Eyes-Off (SAE Level 3) functionality available up to 60 km/h (37 mph), even at night and in challenging weather conditions, STLA AutoDrive also enables Level 2 (hands on) and Level 2+ (hands off, eyes on) capabilities at higher speed, including Adaptive Cruise Control and lane centering functions, designed to evolve, with potential for higher speed operation up to 95 km/h (59 mph) and off-road capabilities.

STLA AutoDrive monitora continuamente l'ambiente circostante attraverso una serie di sensori per garantire uno stile di guida preciso e sicuro ed un funzionamento affidabile anche in caso di guida al buio o in condizioni atmosferiche difficili, ad esempio in caso di pioggia leggera. Per mantenere le prestazioni costanti, un sistema automatico di pulizia dei sensori pulisce i componenti critici in modo da garantire affidabilità e funzionalità ottimali.

Gli ingegneri di Stellantis hanno perfezionato STLA AutoDrive per reagire in modo rapido e naturale, assicurando che il sistema sia fluido, attendibile e simile ad una vettura guidata da un essere umano in condizioni normali. Sia che si tratti di mantenere la distanza di sicurezza sia nel caso in cui ci si debba adattare al traffico più intenso, il sistema opera senza soluzione di continuità in modo da garantire una guida sicura e priva di stress.

A velocità più elevate, STLA AutoDrive offre la comodità del Cruise Control adattivo e le funzioni di mantenimento della corsia nelle modalità di Livello 2 (mani sul volante) e livello 2+ (mani libere, occhi sulla strada).

Progettato su un'architettura scalabile, STLA AutoDrive è pronto per l'implementazione e può essere adattato sulle vetture dei brand di Stellantis nei mercati globali, garantendo un'implementazione continua a seconda delle strategie commerciali e della domanda del mercato. Il sistema è inoltre collegato al cloud, che consente miglioramenti continui grazie agli aggiornamenti over-the-air e all'integrazione dei dati in tempo reale per ottimizzare le prestazioni.

STLA AutoDrive è conforme alle normative vigenti nei mercati supportati e richiede che il conducente rimanga seduto, con la cintura allacciata e pronto ad assumere il controllo quando richiesto. Inoltre, il sistema rispetta le leggi regionali sulla condotta dei conducenti, comprese le restrizioni sull'uso del telefono.

STLA AutoDrive è stato progettato come una piattaforma in evoluzione, con sviluppi in corso e futuri miglioramenti

potenzialmente capaci di offrire:

- Funzionamento a mani libere e con occhi chiusi a velocità superiori, fino a 95 km/h.
- Automazione off-road migliorata per alcuni modelli.
- Con la sua attenzione alla sicurezza, alla flessibilità e all'adattabilità a lungo termine, STLA AutoDrive rappresenta un ulteriore passo avanti di Stellantis verso esperienze di guida più intelligenti, confortevoli e intuitive (Da: *Comunicato Stampa Gruppo Stellantis*, 20 febbraio 2025)

International: Stellantis unveils STLA AutoDrive, hands-free and eyes-off autonomous technology

Stellantis N.V. unveiled STLA AutoDrive 1.0, the Company's first in-house-developed automated driving system, delivering Hands-Free and Eyes-Off (SAE Level 3) functionality. STLA AutoDrive is a key pillar of Stellantis' technology strategy, alongside STLA Brain and STLA Smart Cockpit, advancing vehicle intelligence, automation and user experience (Fig. 5).

STLA AutoDrive enables automated driving at speeds up to 60 km/h (37 mph), reducing driver workload in stop-and-go traffic and giving back valuable time.

Ideal for commuters in dense urban areas, STLA AutoDrive will allow drivers to temporarily engage in non-driving tasks such as watching a movie, catching up on emails, reading a book or simply looking out the window, reclaiming valuable time.

"Helping drivers make the best use of their time is a priority," said N. Curric, Stellantis Chief Engineering and Technology Officer. "By handling routine driving tasks, STLA AutoDrive will enhance the driving experience, making time behind the wheel more efficient and enjoyable."

The system is designed for simplicity: when traffic and environmental conditions align, drivers are notified

that STLA AutoDrive is available. Once activated by a physical button, the system takes control, maintaining safe distances, adjusting speed, and managing steering and braking seamlessly based on traffic flow.

STLA AutoDrive continuously monitors its surroundings through an advanced suite of sensors to ensure high-precision awareness and reliable operation, even at night or in challenging weather conditions such as light rain or road spray. To maintain consistent performance, an automated sensor-cleaning system keeps critical components clear for optimal reliability and functionality.

Stellantis engineers have refined STLA AutoDrive to react quickly and naturally, ensuring that the system feels smooth, predictable and human-like in real-world conditions. Whether maintaining safe following distances or adjusting to merging traffic, the system operates seamlessly to provide a confident, stress-free drive.

At higher speeds, STLA AutoDrive offers the convenience of Adaptive Cruise Control and lane centering functions in Level 2 (hands-on) and Level 2+ (hands-off, eyes-on) modes.

Built on a scalable architecture, STLA AutoDrive is ready for deployment and can be adapted for global markets across Stellantis branded vehicles, ensuring a smooth rollout as commercial strategies align with market demand. The system is also cloud-connected, enabling continuous enhancements through over-the-air updates and real-time data integration for optimized performance.

STLA AutoDrive complies with applicable regulations in supported markets and requires drivers to remain seated, belted and ready to assume control when prompted. It also respects regional laws on driver conduct, including phone use restrictions.

STLA AutoDrive is designed as an evolving platform, with ongoing research and future advancements potentially capable of unlocking:

- Hands-Free and Eyes-Off operation at higher speeds, up to 95 km/h (59 mph).

- *Enhanced off-road automation for select models.*
- *With its focus on safety, flexibility and long-term adaptability, STLA AutoDrive represents Stellantis' next step toward more intelligent, comfortable and intuitive driving experiences (From: Stellantis Group Press Release, February 20th, 2025).*

VARIE OTHERS

Internazionale: il Consiglio di Amministrazione dell'ERA sceglie O. GHERGHINESCU come futura Direttrice Esecutiva dell'ERA

Dottorato in economia internazionale, O. GHERGHINESCU (Fig. 6) è una leader affermata con oltre 22 anni di esperienza, di cui 11 di servizio dedicato all'ERA e 13 anni in ruoli dirigenziali. Riconosciuta per la sua forte leadership, la sua mentalità strategica e la capacità di guidare cambiamenti di impatto, O. GHERGHINESCU ha svolto un ruolo fondamentale nel plasmare il successo dell'ERA nell'ultimo decennio e porta con sé una profonda conoscenza istituzionale e un approccio visionario al futuro dell'Agenzia. La sua competenza nella gestione di progetti internazionali e nello sviluppo sostenibile, unita al suo impegno per l'innovazione, la rendono la persona ideale per guidare l'ERA verso il prossimo capitolo.

“Siamo entusiasti di dare il benvenuto alla Sig.ra GHERGHINESCU come Direttrice Esecutiva dell'Agenzia”, ha dichiarato la Sig.ra P. IRIBAS FORCAT, Presidente del Consiglio di Amministrazione dell'ERA. “Proseguendo il suo lavoro come Responsabile dell'Ufficio Esecutivo, le competenze diversificate e la vasta esperienza della Sig.ra GHERGHINESCU continuano a contribuire in modo significativo alla sicurezza ferroviaria e all'interoperabilità all'interno dell'Unione Europea e siamo fiduciosi che porterà avanti la nostra missione.”

A. TZITZIKOSTAS, Commissario per i



(Fonte - Source: ERA)

Figura 6 - 19 marzo 2025, durante la 68° riunione del consiglio di amministrazione dell'ERA a Lille, Francia; da sinistra a destra: la Sig.ra P. IRIBAS FORCAT, Presidente del consiglio di amministrazione dell'ERA, la Sig.ra O. GHERGHINESCU, Direttore esecutivo nominato dell'Agenzia dell'Unione europea per le ferrovie, la Sig.ra M. KOPCZYŃSKA, Direttore generale per la mobilità e i trasporti presso la Commissione europea.

Figure 6 - 19 March 2025, during the 68th Management Board meeting of ERA in Lille, France; from left to right: Ms P. IRIBAS FORCAT, Chair of the ERA Management Board, Ms O. GHERGHINESCU, selected Executive Director of the European Union Agency for Railways, Ms M. KOPCZYŃSKA, Director-General for Mobility and Transport at the European Commission.

Trasporti Sostenibili e il Turismo, ha dichiarato: “La visione strategica di O. GHERGHINESCU e la sua vasta esperienza all'interno dell'ERA la rendono la leader ideale per guidare l'Agenzia. La sua profonda conoscenza istituzionale e il suo impegno per l'innovazione contribuiranno a promuovere la sicurezza ferroviaria, la digitalizzazione e lo Spazio Ferroviario Unico Europeo.”

“Sono molto onorata di essere stata eletta prossimo Direttore Esecutivo per il sistema ferroviario europeo dell'ERA più veloce, più intelligente e più importante! Ci attendono tempi difficili, ma insieme a tutte le parti interessate possiamo trasformarli in opportunità significative!”, ha dichiarato O. GHERGHINESCU.

Il processo di selezione del Consiglio di Amministrazione si è concluso

a Lille il 19 marzo 2025 (Decisione n. 374 del Consiglio di Amministrazione dell'ERA). Il 9 aprile 2025, la candidata selezionata ha presentato una presentazione alla Commissione Trasporti e Turismo del Parlamento europeo (TRAN). La sua nomina a Direttore Esecutivo seguirà, con una data di inizio effettiva ancora da confermare.

Fino al completamento formale della procedura e all'assunzione dell'incarico da parte del nuovo Direttore Esecutivo, il Sig. P. GUIDO continuerà a ricoprire il ruolo di Direttore Esecutivo facente funzioni. Il Sig. Guido ha assunto la guida dell'Agenzia il 1° gennaio 2025, garantendo la continuità dopo che il Sig. Josef DOPPELBAUER ha lasciato la carica di Direttore Esecutivo il 31 dicembre 2024, alla scadenza del suo mandato

decennale (Da: *Comunicato Stampa ERA*, 11 aprile 2025).

International: ERA Management Board selects O, GHERGHINESCU as future ERA Executive Director

Holding a doctorate in international economics, O. GHERGHINESCU (Fig. 6) is an accomplished leader with over 22 years of experience, including 11 years of dedicated service within ERA, and 13 years in leadership roles. Recognised for her strong leadership, strategic mindset, and ability to drive impactful change, O. GHERGHINESCU has played a pivotal role in shaping ERA's success over the past decade, and she brings a deep institutional knowledge and a visionary approach to the Agency's future. Her expertise in international project management and sustainable development, combined with her commitment to innovation, makes her a great fit to lead ERA into the next chapter.

"We are thrilled to welcome Mrs GHERGHINESCU as Executive Director to the Agency", said Ms P. IRIBAS FORCAT, Chair of the ERA Management Board. "Continuing on from her work as Head of the Executive Office, Mrs GHERGHINESCU's diverse skill set and extensive experience continue to contribute significantly to the railway safety and interoperability within the European Union, and we are confident that she will drive our mission forward."

A. TZITZIKOSTAS, Commissioner for Sustainable Transport and Tourism stated: "O. GHERGHINESCU's strategic vision and extensive experience within ERA makes her the right leader to drive the Agency forward. Her deep institutional knowledge and commitment to innovation will help advance rail safety, digitalisation, and the Single European Railway Area."

"Very honoured to be elected as the next Executive Director for a faster, smarter, and stronger ERA and EU rail

system! Challenging times ahead, but together with all the stakeholders, we can turn them into meaningful opportunities!", said O. GHERGHINESCU.

The Management Board selection process was concluded in Lille on 19 March 2025 (Decision n°374 of the ERA MB). On 9 April 2025, the selected candidate made a presentation to the European Parliament's Committee on Transport and Tourism (TRAN). Her appointment as Executive Director will follow, with the actual start date yet to be confirmed.

Until the procedure is formally completed, and the new Executive Director assumes office, Mr P. GUIDO will continue to serve as Acting Executive Director. Mr Guido took over as head of the Agency on 1 January 2025, ensuring the continuity after Mr J. DOPPELBAUER vacated the function of Executive Director on 31 December 2024 when his 10-year mandate expired (From: ERA Press Release, April 11th, 2025).



La qualità è il nostro viaggio quotidiano.

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

LE NOSTRE APPLICAZIONI

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

SERVIZI DI QUALITÀ

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





www.isoil.it



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



Le soluzioni che contano

INDICE PER ARGOMENTO

- 1 – CORPO STRADALE, GALLERIE, PONTI, OPERE CIVILI
- 2 – ARMAMENTO E SUOI COMPONENTI
- 3 – MANUTENZIONE E CONTROLLO DELLA VIA

- 4 – VETTURE
- 5 – CARRI
- 6 – VEICOLI SPECIALI
- 7 – COMPONENTI DEI ROTABILI

- 8 – LOCOMOTIVE ELETTRICHE
- 9 – ELETTROTRENI DI LINEA
- 10 – ELETTROTRENI SUBURBANI E METRO
- 11 – AZIONAMENTI ELETTRICI E MOTORI DI TRAZIONE
- 12 – CAPTAZIONE DELLA CORRENTE E PANTOGRAFI
- 13 – TRENI, AUTOMOTRICI E LOCOMOTIVE DIESEL
- 14 – TRASMISSIONI MECCANICHE E IDRAULICHE
- 15 – DINAMICA, STABILITÀ DI MARCIA, PRESTAZIONI, SPERIMENTAZIONE

- 16 – MANUTENZIONE, AFFIDABILITÀ E GESTIONE DEL MATERIALE ROTABILE
- 17 – OFFICINE E DEPOSITI, IMPIANTI SPECIALI DEL MATERIALE ROTABILE

- 18 – IMPIANTI DI SEGNALAMENTO E CONTROLLO DELLA CIRCOLAZIONE - COMPONENTI
- 19 – SICUREZZA DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO
- 20 – CIRCOLAZIONE DEI TRENI

- 21 – IMPIANTI DI STAZIONE, NODALI E LORO ESERCIZIO
- 22 – FABBRICATI VIAGGIATORI
- 23 – IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI E LORO ESERCIZIO

- 24 – IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

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

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

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

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

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

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2025

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

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

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

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

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

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

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

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

RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI ED ESTRATTI

Prezzi IVA inclusa

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

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

TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2025

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

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

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

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

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

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

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

PURCHASE OF OLD ISSUES AND ARTICLES

Price including VAT

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

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

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

	IF Biblio	<i>Dinamica, stabilità di marcia, prestazioni, sperimentazione</i>	15
	<p>316 <i>Analisi dell'affidabilità e costi della manutenzione correttiva per un componente di una flotta di tram.</i></p> <p>(SELECH - MATIJOSIUS – KILIKEVICIUS – MARINKOVIC)</p> <p><i>IReliability Analysis and the Costs of Corrective Maintenance for a Component of a Fleet of Trams Tehnicki Vjesnik, 31 Dicembre 2025, Volume 32, Numero 1, pp. 205 – 216.</i></p> <p>Questo documento presenta i risultati delle indagini di analisi dell'affidabilità e i costi della manutenzione correttiva dei componenti del tram più frequentemente danneggiati e tra i più costosi da riparare. Avendo un database di tempi di guasto per singoli componenti, è facile determinare la durata media di vita fino al guasto dell'elemento e la deviazione standard per questo tempo, il problema sorge quando si seleziona la forma appropriata di distribuzione. L'oggetto dell'indagine era il controller master nei tram, che è un interruttore multiposizione progettato per la transizione degli avvolgimenti del motore elettrico o degli elementi ausiliari ed è responsabile dell'accelerazione e della frenata di un tram. [...] I risultati consentono ai ricercatori e all'operatore</p>	<p>della flotta di prevedere possibili guasti dei componenti in esame e di calcolare i costi finanziari associati. Questo approccio completo fornisce informazioni preziose sugli aspetti economici e operativi dei sistemi tranviari nel trasporto pubblico.</p> <p><i>This paper presents the results of reliability analysis investigations and the costs of corrective maintenance of the most frequently damaged and one of the most expensive to repair tram components. Having a database of failures times for individual components, it is easy to determine the average lifetime to failure the element and the standard deviation for this time, the problem arises when selecting the appropriate form of distribution. The subject of the investigation was the master controller in trams, which is a multiposition switch designed for transitioning electric motor windings or auxiliary elements and is responsible for the acceleration and braking of a tram. [...] The results allow researchers and the fleet operator to predict possible failures of the components under review and calculate the associated financial costs. This comprehensive approach provides valuable information on the economic and operational aspects of tram systems in public transportation. © 2025, Strojariski Facultet. All rights reserved.</i></p>	

	IF Biblio	<i>Manutenzione, affidabilità e gestione del materiale rotabile</i>	16
	<p>127 <i>Valutazione delle prestazioni strutturali del telaio per veicoli elettrici in carichi statici e dinamici.</i></p> <p>(ZAMZAM - RAMZY – ABDELAZIZ – ELNADY - EL-WAHAB)</p> <p><i>Scientific Reports, Open Access, Volume 15, Numero 1 Dicembre 2025, Numero Articolo 5168. Structural performance evaluation of electric vehicle chassis under static and dynamic loads.</i></p> <p>Questo documento si concentra sull'analisi dinamica di un telaio EV soggetto a forze di sospensione transitoria a causa dei fine corsa e propone un fattore di carico tra carichi statici e dinamici. Un quarto di modello di veicoli è stato adottato e risolto utilizzando Matlab Simulink per simulare la forza transitoria trasmessa al telaio in diverse dimensioni e velocità del veicolo. I risultati ottenuti dagli studi di analisi dinamica hanno mostrato che lo stress massimo era di 288 MPa con un fattore di sicurezza di 1,12, mentre lo stress massimo nell'analisi statica era di 64 MPa con un fattore di sicurezza di 5,69. Inoltre, è stato rivelato un fattore di carico di 4,44 tra</p>	<p>carichi statici e dinamici. Sulla base di questi risultati, il telaio sperimenta solo una deformazione elastica ed è considerato sicuro per l'uso pratico.</p> <p><i>This paper focuses on the dynamic analysis of an EV chassis subjected to transient suspension forces due to hitting speed bumps and proposes a load factor between static and dynamic loads. A quarter vehicle model was adopted and solved using MATLAB Simulink to simulate the transient force transmitted to the chassis under different bump dimensions and vehicle speeds. The results obtained from the dynamic analysis studies showed that the maximum stress was 288 MPa with a safety factor of 1.12, while the maximum stress in the static analysis was 64 MPa with a safety factor of 5.69. Additionally, a load factor of 4.44 between static and dynamic loads was revealed. Based on these findings, the chassis experiences only elastic deformation and is considered safe for practical use.</i></p>	



PLASTIROMA® Srl
1966 | 2025





WWW.plastiroma.it
info@plastiroma.it

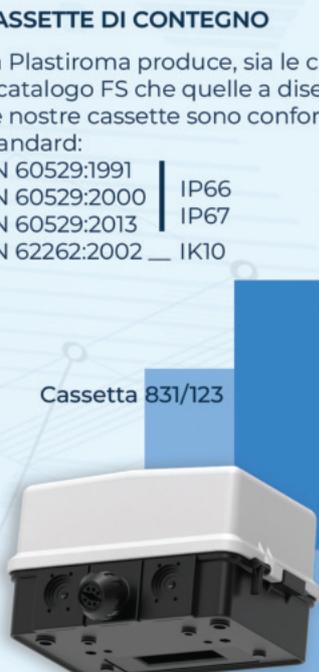


CASSETTE DI CONTEGNO

La Plastiroma produce, sia le cassette a catalogo FS che quelle a disegno. Le nostre cassette sono conforme agli standard:

EN 60529:1991	IP66
EN 60529:2000	IP67
EN 60529:2013	IP67
EN 62262:2002	IK10

Cassetta 831/123



Cassetta 121 con protezione



Cassetta 832/722



Cassetta 831/124



Cassetta 120 con 5 passacavo



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

2 – TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

- 2.2 L. MAYER – “Impianti ferroviari - Tecnica ed Esercizio” (Nuova edizione a cura di P.L. Guida-E. Milizia) € 50,00
- 2.5 G. BONO - C. FOCACCI - S. LANNI – “La Sovrastruttura Ferroviaria” € 50,00
- 2.7 L. FRANCESCHINI - A. GAROFALO - R. MARINI - V. RIZZO – “Elementi generali dell’esercizio ferroviario” 2a Edizione € 40,00
- 2.8 P.L. GUIDA - E. MILIZIA – “Dizionario Ferroviario - Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza” € 35,00
- 2.9 P. DE PALATIS – “L’avvenire della sicurezza - Esperienze e prospettive” € 20,00
- 2.10 AUTORI VARI – “Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management” € 25,00
- 2.12 R. PANAGIN – “Costruzione del veicolo ferroviario” € 40,00
- 2.13 F. SENESI - E. MARZILLI – “Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia” € 40,00
- 2.14 AUTORI VARI – “Storia e Tecnica Ferroviaria - 100 anni di Ferrovie dello Stato” € 50,00
- 2.15 F. SENESI - E. MARZILLI – “ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)” € 60,00
- 2.16 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carrozze e carri” € 20,00
- 2.18 B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA - A. Ventimiglia – “L’Alta Velocità Ferroviaria” € 40,00
- 2.19 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carri” € 30,00

- 2.20 L. LUCCINI – “Infortuni: Un’esperienza per capire e prevenire” € 7,00
- 2.21 AUTORI VARI – “Quali velocità quale città. AV..... e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia” € 150,00
- 2.22 G. ACQUARO – “I Sistemi di Gestione della Sicurezza Ferroviaria” € 25,00
- 2.24 G. ACQUARO – “La Sicurezza Ferroviaria - Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee” € 25,00
- 2.25 F. BOCCHIMUZZO – “La Realizzazione dei Lavori pubblici nelle Ferrovie - volume 1 Le regole generali” € 38,00
- 2.26 ERTMS/ETCS – Pianificazione e Funzioni Base - Volume A - Fabio Senesi e Autori Vari prezzo di copertina € 32,00
- 2.33 Collana ERTMS/ETCS – Cofanetto contenente i Volumi A-B-C-D-E-F + Appendice - Fabio Senesi e Autori Vari € 224,00
- 2.34 M. MORZIELLO – “High Speed Railway System” € 34,00
- 2.35 F. SENESI e AUTORI VARI – “ERTMS/ETCS - Planning and Basic Functions” € 32,00
- 2.36 G.P. PAVIRANI “La Manutenzione della Infrastruttura” € 36,00
- 2.37 V. VALFRÈ – G. STANZANI – D. OCCHIENA “Le Protezioni da Doppie Contatti Ordinati e Separati Con Verifica Dimensionale dei Parametri di Linea” Formato Digitale PDF € 34,00
- 2.38 G.P. PAVIRANI “La Manutenzione della Infrastruttura” € 36,00

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. M. GERLINI – P. MORI – R. PAIELLA “Architettura Ferroviaria” € 120,00

4 – ATTI CONVEGNI

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

6 – TESTI ALTRI EDITORI

6.5.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con Carrozze Media Distanza”	€ 25,00	6.12.	A. BUSSI (ed. Luigi Pellegrini Editore) “Due Vite, Tante Vite (Storie di ferrovia e resistenza)”	€ 16,00
6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani”	€ 28,00	6.61.	M. MORZIELLO “Sistema Ferroviario Italiano Alta Velocità”	€ 34,00
6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia”	€ 35,00	6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) – “Un Mondo su rotaia”	€ 29,00
6.8.	E. PRINCIPE – “Treni italiani - ETR 500 Frecciarossa”	€ 25,00	6.65.	A. CARPIGNANO – “La Locomotiva a vapore (Viaggio tra tecnica e condotta di un Mezzo di ieri)” 2° Edizione - L'Artistica Editrice Savigliano (CN)	€ 70,00
6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia”	€ 20,00	6.66.	P. MESSINA – “Ferrovie e Filobus nella Pubblicità” ...	€ 26,00
6.10.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Le carrozze dei nuovi treni di Trenitalia”	€ 24,00	6.67.	P. MESSINA – “Per Mare intorno all’Elba e verso il Continente – Traghetti, imbarcazioni e navi da crociera”	€ 23,00
6.11.	R. MARINI (ed. Plasser & Theurer - Plasser Italiana). “Treni nel Mondo”	€ 30,00	6.68.	P. MESSINA – “I Trasporti all’Elba”	€ 28,00

N.B.: I prezzi indicati sono comprensivi dell'I.V.A. Gli acquisti delle pubblicazioni, con pagamento anticipato, possono essere effettuati mediante versamento sul conto corrente postale 31569007 intestato al Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, Via Giolitti, 46 – 00185 Roma o tramite bonifico bancario: UNICREDIT – AGENZIA ROMA ORLANDO – VIA V. EMANUELE, 70 – 00185 ROMA – IBAN: IT29U0200805203000101180047. Nella causale del versamento si prega indicare: “Acquisto pubblicazioni”. La ricevuta del versamento dovrà essere inviata unitamente al modulo sottoindicato. Per spedizioni l'importo del versamento dovrà essere aumentato del 10% per spese postali.

Sconto del 20% per i soci CIFI (individuali, collettivi e loro dipendenti)

Sconto del 15% per gli studenti universitari - Sconto alle librerie: 25%

**Sconto del 10% per gli abbonati alle riviste La Tecnica Professionale e Ingegneria Ferroviaria
(Solo tramite bonifico bancario o conto corrente postale; per informazioni contattare info@cifi.it)**

Modulo per la richiesta dei volumi

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

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

Indirizzo: Telefono:

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

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

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

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

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

La consegna dovrà avvenire al seguente indirizzo:

.....

Data

Si allega la ricevuta del versamento

Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (P.I. 00929941003)

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

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

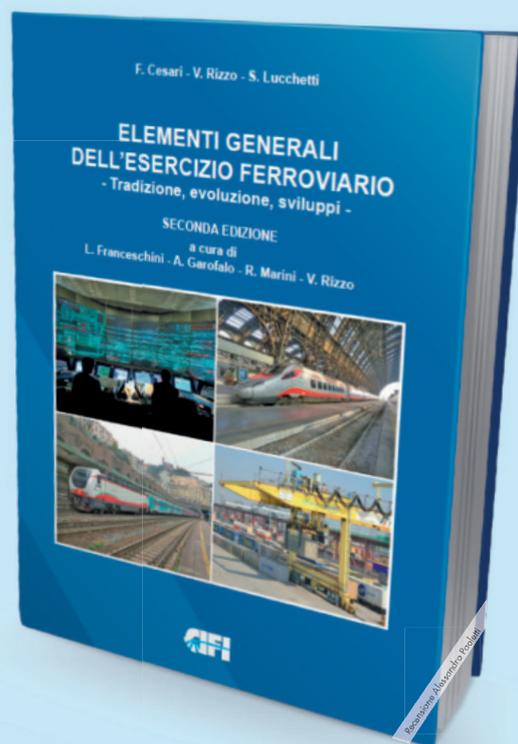
Il CIFI ha pubblicato la seconda edizione del libro "Elementi generali dell'esercizio ferroviario". La prima edizione era stata data alle stampe nel 1999. Andata esaurita anche la ristampa, il CIFI ha giustamente ritenuto opportuno, anziché procedere ad un'ulteriore ristampa, di pubblicare una nuova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

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

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

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

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



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

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

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

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

NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

La prima vera opera completa sull'edilizia delle Ferrovie dello Stato

Massimo Gerlini, Paolo Mori, Raffaello Paiella

ARCHITETTURA FERROVIARIA

Progetti di fabbricati civili e industriali in Italia ...dall'Ottocento all'Alta Velocità

Il CIFI presenta questa nuova opera editoriale, unica nel suo genere. Questo testo, che segue a distanza di pochi anni il volume "Architettura e progetti per le stazioni italiane dall'Ottocento ...all'Alta Velocità." degli stessi autori, è ora rivolta al repertorio complessivo dell'edilizia civile e industriale delle Ferrovie dello Stato Italiane.

Oltre agli immancabili esempi di stazioni, vengono illustrati, cronologicamente (dal 1839 ai giorni nostri), complessi edilizi con diverse destinazioni d'uso, molti dei quali di interesse architettonico o funzionale e, nei casi più significativi, di "particolare interesse culturale".

Scopo della pubblicazione (edita in due volumi vista l'entità degli elementi raccolti), articolata in cinque capitoli e 30 schede di approfondimento, è catalogare e raccogliere in un'unica opera, attraverso la visuale del "progetto", cenni storici, caratteri funzionali, morfologici e tipologici nonché criteri di progettazione relativi ai periodi di realizzazione dei complessi edilizi rimandando alle pubblicazioni specialistiche esistenti per i necessari approfondimenti.

Nel primo volume, il Capitolo 1 è dedicato ai fabbricati di stazione -evoluzione e sviluppo di edifici e complessi edilizi localizzati nell'ambito delle stazioni e lungo le linee. Vengono definiti e classificati gli "Impianti ferroviari" comprese le stazioni, con considerazioni sugli aspetti tipologici e urbanistici. Vengono analizzati i "fabbricati" secondo le diverse funzioni d'uso originarie e attuali, tra cui: fabbricati viaggiatori e strutture connesse, fabbricati tecnologici e di servizio, cabine apparati.

Il Capitolo 2 è dedicato alle opere complementari e decorative nelle stazioni - elementi di arredo, design, finitura, segnaletica informativa e opere d'arte nelle stazioni. Si riportano qui anche note relative alle vicende del design in Italia tra gli anni '20 e '60.

Conclude il primo volume il Capitolo 3, dedicato ai fabbricati industriali -evoluzione e sviluppo di edifici e complessi edilizi annessi alle stazioni o ubicati in altri Impianti. Vengono esaminati scali e magazzini merci, terminali intermodali, depositi e officine per il materiale rotabile e per la manutenzione dell'Infrastruttura, fabbricati di sottostazioni elettriche ed altri fabbricati con caratteristiche tipologiche riconducibili all'edilizia industriale.

Nel secondo volume, al Capitolo 4, dedicato ai fabbricati civili - evoluzione e sviluppo di edifici e complessi edilizi con varie utilizzazioni in ambito ferroviario, vengono prese in esame le strutture edilizie di tipo civile, generalmente ubicate esternamente rispetto agli Impianti ferroviari e inserite in contesti urbani, secondo le diverse funzioni d'uso tradizionali e attuali, tra cui: sedi compartimentali e sedi centrali (edifici storici), uffici, fabbricati per il personale, strutture sanitarie, ferrotel, scuole professionali, caserme polizia ferroviaria ed altre funzioni.

Viene dato ampio spazio, come testimonianza storica, al vastissimo settore, un tempo considerato "fiore all'occhiello delle FS", costituito dall'edilizia socio - assistenziale per il personale ed i propri familiari, tra cui: case per ferrovieri, colonie, collegi e sedi per il dopolavoro.

Il Capitolo 5 è dedicato al "riuso" dei fabbricati ferroviari - esempi di trasformazione per nuovi usi di edifici e complessi edilizi civili e industriali) di alcuni complessi edilizi, non più strettamente funzionali all'esercizio ferroviario, tra cui gli Impianti utilizzati della Fondazione FS Italiane, come le sedi museali e i depositi officina per rotabili storici.



Viene riportata, a conclusione dell'opera, la bibliografia generale relativa agli argomenti trattati, per altro già citata in modo specifico, insieme alle numerose fonti di riferimento consultate, a chiusura dei singoli paragrafi.

Anche in questa occasione, come per il precedente volume, gli autori si sono posti l'obiettivo di raccontarne l'evoluzione che attraverso quasi due secoli di storia. Ne è risultata un'opera ampia e articolata (circa 900 pagine con circa 3000 illustrazioni) considerata l'eterogeneità degli argomenti trattati. Filo conduttore della ricerca è stato indagare l'aspetto progettuale, illustrandone, ove rintracciabili, le caratteristiche metodologiche e i dettagli. Particolare attenzione è stata posta dagli autori all'attività di progettazione interna alla Ferrovie, ed in particolare ad opera dell'Ufficio Architettura tra gli anni '20 e gli anni '70. Attività rivolta oltre che alla progettazione di specifici edifici, strutture connesse ed arredi, anche alla tipizzazione di alcuni di questi, in quanto funzionalmente ripetibili in diverse situazioni.

Per ciascuna di queste architetture selezionate gli autori hanno prodotto una documentazione, spesso inedita, resa possibile oltre che dalla loro specifica competenza di architetti che hanno operato a lungo nei settori tecnici e di architettura delle Ferrovie dello Stato, da un lungo e paziente lavoro di ricerca svolto anche come collaboratori nella cura e nell'organizzazione dell'Archivio Architettura che hanno contribuito a costituire all'interno della Fondazione FS Italiane.

L'augurio è che questa "ricerca" che raccoglie svariati argomenti e numerosi esempi relativi all'edilizia delle Ferrovie dello Stato difficilmente reperibili in una unica catalogazione, sia accolta con grande interesse da una estesa platea di lettori, così come è già avvenuto con il successo del precedente libro. Rivolta quindi a cultori della materia, ricercatori, studenti, professionisti, facoltà universitarie di architettura ed ingegneria, appassionati del mondo ferroviario, ma anche, come strumento base di formazione.

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

FORNITORI DI PRODOTTI E SERVIZI

Costruttori di materiale rotabile ed impianti ferroviari – Società di progettazione – Produttori di ricambi e prodotti vari per le ferrovie – Imprese appaltatrici di lavori di ogni genere per ferrovie nazionali, regionali, metropolitane e di trasporto pubblico urbano.

- A** Lavori ferroviari, edili e stradali – Impianti di riscaldamento e sanitari – Lavori vari
- B** Studi e indagini geologiche-palificazioni
- C** Attrezzature e materiali da costruzione
- D** Meccanica, metallurgia, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici
- E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria
- F** Prodotti chimici ed affini
- G** Articoli di gomma, plastica e vari
- H** Rilievi e progettazione opere pubbliche
- I** Trattamenti e depurazione delle acque
- L** Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro
- M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari
- N** 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, metallurgia,
macchinari, materiali,
impianti elettrici ed elettronici**

ARTHUR FLURY S.r.l. – Via Settimio Raimondi, 7G – 44034 COPPARO (FE) – Tel. +39/3471759819 – E-mail: info@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: canavera@canavera.com – www.canavera.com – Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino a 200 kg – Lavorazioni meccaniche – Costruzione componenti per carri, carrozze, tram e metropolitane.

CEMBRE S.p.A. – Via Serenissima, 9 – 25135 BRESCIA – Tel. 030/36921 – (r.a. + Sel. pass.) – Fax 030/3365766 – E-mail: info@cembre.com – Produzione e commercio di: capicorda e connettori elettrici – Utensili per la compressione dei capicorda e connettori, tranciacavi e tranciacuni oleodinamici – Trapani adatti alla foratura di rotaie e di apparecchi del binario nelle applicazioni ferroviarie – Trapani per traverse in legno – Pandrolatrici – Avvitatori portatili – Troncatrici di rotaie.

CINEL OFFICINE MECCANICHE S.p.A. Via Sile, 29 – 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV) – Tel. 0423/490471 – Fax 0423/498622 – E-mail: info@cinelspa.it – www.cinelspa.it – Stabilimenti: Via Sile, 29 – 31033 Castelfranco Veneto (TV) – Via Scalo Merci, 21 – 31030 Castello di Godego (TV) – Forniture per i settori ferroviario e tranviario: scambi ferroviari e tranviari, Kit cuscinetti elastici e autolubrificanti, Kit piastre per controrotaie 33C1, giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giunzione, blocchi, caviglie, chiavarde, casse di manovra per deviatoio e accessori, tiranterie, zatteroni, traverse cave, fermascambi, immobilizzatori, dispositivi di bloccaggio, apparecchiature per segnalamento e sicurezza, passaggi a livello, materiali per rotabili.

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@dotssystem.it – www.dotssystem.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.

ISOIL INDUSTRIA S.p.A. – Via F.lli Gracchi, 27 – 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) – Tel. 02/660271 – Fax 02/6123202 – E-mail: vendite@isoil.it – www.isoil.com – Strumentazione del materiale rotabile: Pick-up ad effetto Hall per misure di velocità anche multicanale – Generatori di velocità – Sensori Radar ad effetto doppler per velocità e distanza – Indicatori di velocità standard e applicazioni di sicurezza (SIL 2) – Juridical Recorder – MMI: Multifunctional Display per ERTMS – Videocamere – Passenger Information – Switch e Fotocellule di Sicurezza per porte – Livelli carburante – Pressostati e Termostati – Agente esclusivo di: DEUTA WERKE / JAQUET / GEORGIN / KAMERA & SYSTEM TECHNIK.

LA CELSIA SAS – Via A. Di Dio, 109 – 28877 ORNAVASSO (VB) – Tel. 0323/837368 – Fax 0323/836182 – Dal 1974 progettazione, produzione e vendita di contatti elettrici sinterizzati ed affini, materiali sinterizzati da metallurgia delle polveri, connessioni flessibili e particolari vari, annessi per interruttori, commutatori, sezionatori per tutte le apparecchiature elettromeccaniche di potenza e trasmissione dell'energia.

LUCCHINI RS S.p.A. – Via G. Paglia, 45 – 24065 LOVERE (BG) – Tel. 035/963562 – Fax 035/963552 – E-mail: rollinstock@lucchini.it – www.lucchini.it – Materiale rotabile per trasporti ferroviari urbani, suburbani e metropolitani; ruote cerchiata; ruote elastiche; ruote monoblocco; assili; cerchioni; boccole; sale montate da carro, carrozza e locomotiva completa di componenti; cuori fusi al manganese per scambi ferroviari – Riparazione e ripristino di sale montate con sostituzione di ruote e cerchioni – Revisione e collaudo di altri componenti.

MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – Via A. Chiarucci, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – E-mail: info@mariniimpianti.it

– www.mariniimpianti.it – Registratori Cronologici di Eventi (RCE) – Monitoraggio della temperatura delle rotaie (UMTR) – Apparecchiature di diagnostica centralizzate degli impianti di Segnalamento di linea e di stazione (SDC) – Sistemi di supervisione – Strumenti di misura per sotto stazioni – Rilevatore differenziale per segnali luminosi alti a commutazione statica SDO – Generatore di alimentazione 83 Hz PSK – Progettazione ed installazione degli impianti.

MATISA S.p.A. – Via Ardeatina, km. 21 – Loc. S. Palomba – 00040 POMEZIA (ROMA) – Tel. 06/918291 – Telefax 06/91984574 – E-mail: matisa@matisa.it – Vagliatrici, rinalzatrici, profilatrici, veicoli di servizio per infrastruttura e catenaria, drasine di misura della geometria del binario, treni di costruzione nuovo binario, incavigliatrici, foratrasverse, forarotaie, apparecchiatura di controllo, segarotaie, gruppi rinalzatrici a lame vibranti.

MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – Via Lucania, 2 – 20090 BUCCINASCIO (MI) – Tel. +39/02/575731 – E-mail: info.MIL@microelettrica.com – www.microelettrica.com – Applicazioni Bordo Veicolo ed Industriali di: – Contattori e Sezionatori fino a 4.000V ca/cc – Interruttori Extrarapidi in fino a 4.000V e 10.000A in cc – Relè di protezione ca/cc – Trasduttori e Sistema di Misura – Resistenze di frenatura, MAT del neutro, filtri e banchi di carico – Metering, Sistemi di misura in Tensione e Corrente, Misura dell'Energia a bordo veicolo secondo norma EN50463 – Unità Funzionali e Box integrati – Ventilatori Assiali e Ventilatori Centrifughi.

MONT-ELE S.r.l. – Via Cavera, 21 – 20034 GIUSSANO (MI) – Tel. 0362/850422 – Fax 0362/851555 – E-mail: mont-ele@mont-ele.it – www.mont-ele.it – Ingegneria di sottostazioni di conversione e di sottostazioni di alimentazione sistemi A.V. 25 kV – Produzione di quadri innovativi, alimentatori, raddrizzatori, sezionatori bipolari, quadri filtri, quadri misure – Produzione commutatori 3600 V 3000 A, sezionatori bipolari 3000 A, trasduttori di corrente, quadri di sezionamento 25 kV (52 kW) e sezionatori di alta tensione – Realizzazione di impianti, sottostazioni fisse e mobili lato alternata e continua.

MOSDORFER RAIL S.r.l. – Sede operativa: Via Achille Grandi, 46 – 20017 RHO (MI) – Tel. +39 02/64088142 – E-mail: inforail.it@mosdorfer.com – Sviluppo e produzione di componenti T.E. per la linea di contatto ferroviaria e tramviaria: TENSOREX C+, sospensioni in alluminio ed acciaio, isolatori compositi, dispositivi di messa a terra, morsetti in CuNiSi, in bronzo/alluminio ed acciaio forgiato. MOSDORFER RAIL S.r.l. fa parte della Multinazionale austriaca KNILL GROUP, leader mondiale nella progettazione, produzione e fornitura di morsetteria per linee di trasmissione ad alta tensione.

ORA ELETTRICA S.r.l. a socio unico – Sede legale: Corso XXII Marzo, 4 – 20135 MILANO – Sede operativa: Via Filanda, 12 – 20010 CORNAREDO (MI) – Tel. +39/02/93563308 – Fax +39/02/93560033 – E-mail: info@

ora-elettrica.com – www.ora-elettrica.com – Progettazione, produzione, commercializzazione, installazione e manutenzione di apparecchiature elettroniche specifiche per la gestione del tempo: centrali orarie controllate via DCF e GPS, NTP server, sistemi di supervisione, orologi analogici e digitali (per interni ed esterni), orologi da pensilina, orologi monumentali da facciata, RCE Registratori Cronologici di Eventi, sistemi integrati per il controllo degli accessi veicolari e pedonali, sistemi TVPL, TVCC, sistemi di rilevamento presenze certificati SAP.

PANDROL S.r.l. – Via De Capitani, 14/16 – 20864 AGRATE BRIANZA (MB) – Tel. +39/039/9080007/ +39/039/9153752 – E-mail: info.it@pandrol.com – www.pandrol.com – Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

PISANI S.r.l. – Via Vilfredo Pareto, 20 – 27058 VOGHERA (PV) – Tel. +39/347/4318990 – E-mail: giorgio@pisani.eu – Sistemi informatizzati, non invasivi di monitoraggio e certificazione dei processi di realizzazione e controllo in esercizio della lunga rotaia saldata e della posizione planimetrica 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.

SIRTEL S.r.l. – Via Taranto, 87A/10 – 74015 MARTINA FRANCA (TA) – Tel. 080/4834959 – E-mail: info@sirtelsrl.it – www.sirtelsrl.it – Lanterne portatili ricaricabili ad uso ferrotranviario con luce principale LED e segnalazione posteriore con corone LED ad elevata luminosità (fino a 3 diversi colori sulla stessa lanterna).

SITE S.p.A. – Divisione Trasporti – Via della Chimica, 3 – 40064 OZZANO DELL'EMILIA (BO) – Tel. 051/794820 – E-mail: site@sitespa.it – www.sitespa.it/railways – IMPIANTI DI SEGNALAMENTO FERROVIARIO: Progettazione e realizzazione di impianti di segnalamento per la sicurezza ferroviaria – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di segnalamento come il Blocco Automatico a Correnti Codificate, Sistemi di Controllo Marcia del Treno, Apparat Centrali Elettrici a Itinerari, etc. – Manutenzione, formazione e assistenza tecnica – RETI & SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI: Progettazione e realizzazione di reti Wireline e Wireless, di reti GSM-R e di sistemi SDH – Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di: Informazione al Pubblico, Videosorveglianza, Supervisione per la sicurezza e la manutenzione, telefonia selettiva, Bigliettazione, etc. – Manutenzione, Formazione e assistenza tecnica – MESSA IN SICUREZZA GALLERIE: Progettazione layout impianti di Messa in Sicurezza delle Gallerie – Realizzazione di impianti per la copertura radio, il rilevamento e spegnimento incendi, la telefonia d'emergenza, diffusione sonora d'emergenza, illuminazione d'emergenza, etc.

SPII S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA) – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spil.it – info@spil.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di contatto di potenza – Elettromagneti –

Relè di potenza e ausiliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Teleruttori per c.a. e per c.c., per bassa ed alta tensione – Sezionatori – Motori e motoriduttori frazionari in c.c. – Connettori – Dispositivi di interblocco multiplo a chiave – Combinatori e manipolatori – Equipaggiamenti integrati completi per la trazione pesante e leggera.

SUPERUTENSILI S.r.l. – Via A. Del Pollaiolo, 14 – 50142 FIRENZE – Tel. 055/717457 – Fax 055/7130576 – Forniture ferrotranviarie: filtri e pannelli filtranti, utensili, macchinari, strumenti di misurazione, rimozione graffiti, certificazioni CE e rimessa a norma macchinari, grassi e lubrificanti.

TECNEL SYSTEM S.p.A. – Via Brunico, 15 – 20126 MILANO – Tel. 02/2578803 r.a. – Fax 02/27001038 – E-mail: tecnel@tecnelsystem.it – www.tecnelsystem.it – Pulsanti – Interruttori – Selettori – Segnalatori serie SWT04 per banchi manovra – Segnalatori a LED serie SI 30 – Pulsanti apertura/chiusura porte serie 56 e 57 – Pulsanti mancorrente richiesta fermata serie SWT84 – Pulsanti ed interruttori antivandalo – Sistemi di comando e protezione porte – Avvisatori ottici ed acustici – Sirene – Temporizzatori – Sensori movimento/presenza apertura porte – Pressacavi AGRO in materiale sintetico, ottone nichelato, acciaio inox – Guaina aperta autoavvolgente AGROsnap.

TEKFER S.r.l. – Via Gorizia, 43 – 10092 BEINASCO (TO) – Tel. 011/0712426 – Fax 011/0620580 – E-mail: segreteria@tekfer.com – www.tekfer.com – Sistemi per impianti di sicurezza e segnalamento – Apparecchiature per il blocco automatico – INFILL – Codificatori statici – Relè elettronici (TR, HR, DR, relè a disco e altri) – Prodotti per 83,3 Hz (generatori di potenza fino a 15 kVA, filtri e rifasatori) – Telecomandi in sicurezza – Diagnostica impianti – Progettazione e installazione impianti.

THERMIT ITALIANA S.r.l. – Via Sirtori, 11 – 20017 RHO (MI) – Tel. 02/93180932 – Fax 02/93501212 – Materiali ed attrezzature per la saldatura alluminotermica delle rotaie.

TESMEC RAIL – C/Da Bajone z.i. snc – Via Fogazzaro, 51 – 70053 MONOPOLI (BA) – Tel. 080/9374002 – Fax 080/4176639 – E-mail: info@tesmec.com – www.tesmec.com – Progettazione, costruzione e commercializzazione di mezzi d'opera ferroviari per l'elettrificazione e la manutenzione della catenaria: autoscale multifunzione ad assi e carrelli, scale motorizzate e unità di stendimento. Veicoli e sistemi per la diagnostica dell'armamento e della catenaria; sistemi diagnostici per il rilievo di difetti nelle gallerie ferroviarie e per la valutazione degli apparecchi di binario.

T&T S.r.l. – Via Vicinale S. Maria del Pianto – Complesso Polifunzionale Inail – Torre 1 – 80143 NAPOLI – Tel./Fax 081/19804850/3 – E-mail: info@ttsolutions.it – www.ttsolutions.it – T&T (Technology & Transportation) opera da anni in ambito ferroviario offrendo servizi di consu-

lenza ingegneristica – Specializzata per attività di System & Test Engineering – Progettazione e Sviluppo di Sistemi Embedded Real-Time per applicazioni Safety-Critical, Analisi RAMS, Verifica & Validazione, Preparazione Safety Assessment, Supporto alla Progettazione e alla Configurazione di Impianti di Segnalamento Ferroviario, Commissioning & Maintenance.

VAIA CAR S.p.A. – Via Isorella, 24 – 25012 CALVISANO (BS) – Tel. 030/9686261 – Fax 030/9686700 – E-mail: vaiacar@vaiacar.it – Saldatrici mobili strada-rotaia per la saldatura elettrica a scintillio delle rotaie – Gru mobili/ Escavatori strada-rotaia completi di accessori intercambiabili – Macchine operatrici mobili strada-rotaia con equipaggiamenti specifici – Macchine operatrici mobili ferroviarie e/o strada-rotaia per la manutenzione delle linee ferroviarie e delle linee elettriche aeree – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi ferroviari, campate, traverse e rotaie – Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi e campate tranviari e/o metropolitani – Treni completi di sistemi per la costruzione delle linee ferroviarie ad alta velocità – Treni di sostituzione delle rotaie con sistemi per il carico e lo scarico delle rotaie – Unità di rinalzata del binario e di compattamento della massicciata.

VOESTALPINE RAILWAY SYSTEMS GMBH – Sales Office Italia – Via Alessandria, 91 – 00198 ROMA – Tel. 06/84241106 – Fax 06/96037869 – E-mail: Railwaysystems-Italia@voestalpine.com – www.voestalpine.com/railway-systems – Scambi ferroviari A.V., apparecchi di binario convenzionali e tranviari, cuscinetti autolubrificanti, piastre per controrotaia, casse di manovra ferroviarie e tranviarie – Sistemi diagnostici e monitoraggio per scambi e materiale rotabile – Rotaie Vignole, a gola, consulenza saldature, analisi LCC e service (rilievi usura e difettosità, fresatura profili in loco).

E Impianti di aspirazione e di depurazione aria

F Prodotti chimici ed affini

G Articoli di gomma, plastica e vari

FLUORTEN S.r.l. – Via Cercone, 34 – 24060 CASTELLI CALEPIO (BG) – Tel. 035/4425115 – Fax 035/848496 – E-mail: fluorten@fluorten.com – www.fluorten.com – Semilavorati e prodotti finiti in PTFE e RULON® per industria meccanica, chimica, elettrica ed elettronica – Progettazione, costruzione stampi e stampaggio tecnopolimeri

– Esclusivista Du Pont per l'Italia di semilavorati e finiti in Du Pont™ VESPEL®. Produzione di piastre in PTFE Certificate dal Politecnico di Milano a norma EN 1337-2. Certificazione sistema di gestione qualità per il settore aerospaziale EN 9100:2009 Certificate n. 5695/0. Certificazione sistema di gestione qualità ISO 9001:2008 Certificate n. 21. Certificazione sistema di gestione ambientale ISO 14001:2004 Certificate n. 27.

KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG – Goellstrasse, 8 – D-84529 TITTMONING (Germania) – Tel. +49(8683)701-151 – Fax +49(8683)701-45151 – www.strail.com – STRAIL sistemi di attraversamenti a raso & STRAILastic sistemi di isolamento per rotaie – Goellstrasse, 8 – D 84529 TITTMONING – Tel. +39/392/9503894 – Fax +39/02/87151370 – E-mail: tommaso.sa vi@strail.it – www.strail.it – Sistemi modulari in gomma vulcanizzata per attraversamenti a raso STRAIL, innoSTRAIL, pedeSTRAIL, pontiSTRAIL – Moduli esterni per i carichi più pesanti – veloSTRAIL – Moduli interni che eliminano la gola – Per tutti i tipi di traffico, strade e armamento (anche per ponti, scambi, gallerie, curve, impianti industriali) – Dispositivi elastici per la riduzione del rumore, delle vibrazioni oltre che per l'isolamento elettrico del binario – STRAILastic_P, STRAILastic_S, STRAILastic_R, STRAILastic_K, STRAILastic_DUO, STRAILastic_USM ed infine STRAILastic_A costituiscono la gamma completa di questa nuova linea.

PANTECNICA S.p.A. – Via Magenta, 77/14A – 20017 RHO (MI) – Tel. 02/93261020 – Fax 02/93261090 – E-mail: info@pantecnica.it – www.pantecnica.it – Sistemi antivibranti per materiale rotabile e per armamento ferrotranviario – Completa gamma di guarnizioni per tenuta fluidi – Certificata ISO 9001:2015 e EN 9120:2018 – Fornitore Trenitalia.

PLASTIROMA S.R.L. – VIA PALOMBARESE, km 19,100 – 00012 GUIDONIA MONTECELIO (ROMA) – Tel. 0774/367431-32 – Fax 0774/367433 – E-mail: info@plastiroma.it – www.plastiroma.it – Morsetterie, contropiastre, cassette per C.D.B., materiale isolante per C.D.B., segnali bassi di manovra, segnali alti di chiamata, shunt, componenti in materiale plastico per relè FS, progettazione di articoli tecnici.

H Rilievi e progettazione opere pubbliche

ABATE dott. ing. Giovanni – Via Piedicavallo, 14 – 10145 TORINO – Tel./Fax 011/755161 – Cell. 335/6270915 – E-mail: abateing@libero.it – Armamento ferroviario – Progettazione e direzione lavori di linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie – Armamento ferroviario e linee per trazione elettrica – Redazione di progetti costruttivi preliminari e definitivi comprensivo dei piani di sicurezza e di coordinamento sia in fase di progettazione che in fase di esecuzione

per raccordi industriali – Rilievi e tracciamenti finalizzati alla progettazione di linee ed impianti ferroviari.

ARMAMENTO FERROVIARIO – Ing. Marino CINQUEPALMI – Tel. 347/6766033 – E-mail: info@armamentoferroviario.com – www.armamentoferroviario.com – Rilievo dello stato dei luoghi con restituzione cartografica in coordinate rettilinee assolute e relative – Progettazione preliminare, definitiva, esecutiva, costruttiva dell'armamento in coordinate rettilinee assolute e relative – Redazione, valutazione computi metrici estimativi armamento – Redazione, valutazione fabbisogno materiali armamento – Redazione piani di manutenzione armamento – Redazione piani della qualità per lavori d'armamento – Correzione delle curve su base relativa con il metodo Hallade – Analisi di adeguamento delle infrastrutture ferroviarie alle STI "Infrastruttura" – Analisi di velocizzazione delle linee ferroviarie – Studi di fattibilità per nuove linee ferroviarie e stazioni – Project Management nei progetti di infrastrutture ferroviarie.

ISiFer S.r.l. – Sede legale: Via Mazzini, 15 – 80053 CASTELLAMMARE DI STABIA (NA) – Sede operativa: Via Gorizia, 1 – CICCIANO (NA) – Tel. 081/5741055 – Fax 081/5746835 – E-mail: segreteria@isifer.com – info@isifer.com – www.isifer.com – Azienda di ingegneria specializzata nel settore ferroviario con particolare riferimento alle attività di Concezione, Progettazione, Realizzazione, Verifica, Validazione, Collaudo, Messa in Servizio, Diagnostica e Manutenzione.

PRISMA ENGINEERING S.r.l. – Via Villa Lidia, 45 – 16014 CERANESI (GE) – Tel./Fax 010/7172078 – E-mail: nadia.barbagelata@prismaengineering.net – www.prismaengineering.net – Impianti di segnalamento ferroviario – Realizzazione Progetti di Fattibilità, Definitivi, Esecutivi e Costruttivi di impianti IS (ACEI-ACC-ACCM-SCMT-ERT-MS_L2) – Realizzazioni di Verifiche e Validazioni dei progetti comprese prove di campo.

I Trattamenti e depurazione delle acque

L Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro

SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. (SEIT) – Sede Centrale: Via Santa Croce, 1 – 20122 MILANO – Tel. +39/02/89426332 – Fax +39/02/83242507 – E-mail: franco.pedrinazzi@schweizer-electronic.com – www.schweizer-electronic.com – **Sede legale: Via Gustavo Modena, 24 – 20129 Milano** – Sistemi di Sicurezza Protezione Cantieri (SAPC) e può fornire servizio chiavi in mano, di protezione cantieri con SAPC "Sistema Minimel 95", comprensivo di: Progettazione, installazione, formazione del personale, disinstallazione, manutenzione ed a richiesta gestione

del SAPC in cantiere con proprio personale – Sistemi di segnalamento fisso, Minimel, ISP, che integrano le parti mobili di SAPC Minimel 95 nel segnalamento esistente – Sistemi di comunicazione nell'ambito della sicurezza ad alto contenuto tecnologico.

M Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari

N Vetrofanie, targhette e decalcomanie

O Formazione

D&T srl – Largo Promessi Sposi - 20142 Milano – Tel. 3486979791 - E-mail: 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 – Organismo notificato n. 1960 (Direttiva 2008/57/CE) – Verificatore indipendente di sicurezza (linee guida ANSF) – Organismo di ispezione di tipo A (norma EN 17020) per sottosistemi ferroviari e per la validazione di progetti civili – Laboratori accreditati per prove di componenti e sottosistemi ferroviari.

Q Società di progettazione e consulting

INTERLANGUAGE S.r.l. – Strada Scaglia Est 134 – 41126 MODENA – Tel. 059/344720 – Fax 059/344300 – E-mail: info@interlanguage.it – www.interlanguage.it – Traduzioni tecniche, giuridiche, finanziarie e pubblicitarie – Impaginazione grafica, localizzazione software e siti web. Qualificati nel settore ferroviario.

R Trasporto materiale ferroviario

FERRENTINO S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV) – Tel. 019/2160203 – Cell. +39/3402736228 – Fax 019/2042708 – E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulship.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

S Servizi assicurativi

ASSIFIDI SPA – Piazza del Sole 81 – 00144 Roma – tel.06.87652053 – E-mail: info@assifidi.it - http://www.assifidi.it - Broker di Assicurazioni specializzato nel settore degli appalti, delle costruzioni e professioni tecniche. Assistenza nella partecipazione a gare d'appalto, affidamenti cauzioni, analisi dei bandi di gara, per quanto attiene aspetti fideiussori ed assicurativi, collocamento delle garanzie e coperture previste in caso di aggiudicazione. Responsabilità Civile Professionale, RC Progettista "ex Merloni", Responsabilità Civile verso Terzi e Dipendenti, All Risks studio professionale, Tutela Legale, Cyber Risk, Piani Sanitari.

Prof. Ing. Stefano Ricci, *direttore responsabile*
Registrazione del Trib. di Roma 16 marzo 1951, n. 2035 del Reg. della Stampa

Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma
Finito di stampare nel mese di Maggio 2025

ALTA PRESTAZIONE | PRECISIONE | AFFIDABILITÀ

Plasser Italiana



Plasser **InfraSpector Truck**

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

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



MACHINE

plasser.it | plassertheurer.com    

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

IL CIFI PRESENTA UNA NUOVA PUBBLICAZIONE



Intero € 120,00
Soci CIFI € 96,00

Architettura Ferroviaria

Progetti di fabbricati civili e industriali in Italia dall'Ottocento all'alta velocità

Massimo Gerlini - Paolo Mori - Raffaello Paiella



PER INFO E PRENOTAZIONI

info@cifi.it 

+39 - 064742986 - 064882129 

