



Promofer



il futuro corre su binari sicuri

dal 1945

CLF con le società controllate, Sifel, Tes e Sitec ha raggiunto, in oltre mezzo secolo di storia, un elevato grado di specializzazione nella progettazione, manutenzione e realizzazione di nuove linee ferroviarie, tranviarie e metropolitane in Italia e all'estero.

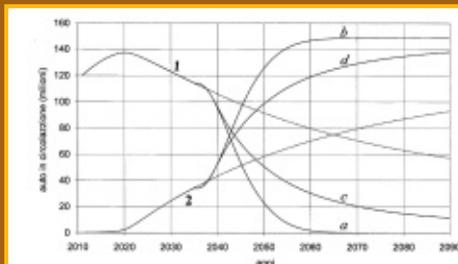
La forza che spinge CLF verso lo sviluppo è la conoscenza di tutto il processo sia nel campo delle infrastrutture che nel settore del materiale rotabile.



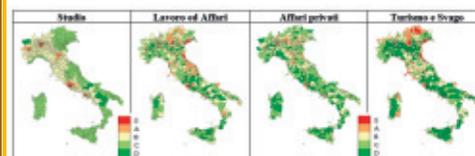
Via della Cooperazione, 34 - 40129 (Bologna - Italy) - Tel. +39 051 323424 - Fax +39 051 324135 - clf.spa@clfspa.it - www.clfspa.com

INGEGNERIA FERROVIARIA - Marzo 2023
ISSN: 0020 - 0956
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

In questo numero
In this issue



Conseguenze del bando alle vendite di auto con motore a combustione interna
Consequences of the ban on sale of internal combustion engine cars



Modello multimodale per la simulazione della mobilità delle persone
Multimodal model for the simulation of mobility of people



CONTENUTI

- I Indice e presentazione del Presidente
- II Avvenimenti e celebrazioni che ricorrono nell'anno 2023
- III Organigramma del C.I.F.I. con indirizzi e numeri telefonici
- IV Elenco Soci collettivi del C.I.F.I.
- V Pagine pubblicitarie delle Società che sponsorizzano la pubblicazione (distribuite nel testo)
- VI Pagine agenda in formato settimanale ridotto
- VII Amministrazioni Ferroviarie Europee e altre Organizzazioni del trasporto su rotaia (UIC, UITP, UNIFE ...)
- VIII Commissione Europea per i trasporti e Direzione Generale Mobilità e Trasporti (ERA, ...)
- IX Agenzie Nazionali per la sicurezza delle ferrovie (ANSFISA, ...)
- X Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Dipartimento dei Trasporti Terrestri
- XI Autorità di Regolazione dei Trasporti (ART, ...)
- XII Gruppo FS, altre Imprese Ferroviarie, Interporti, Autorità Portuali
- XIII Assessorati Regionali Trasporti, Società di Trasporto Pubblico Locale
- XIV Organizzazioni sindacali, sociali e culturali del settore trasporti
- XV Ordine degli Ingegneri (CNI e Ordini territoriali)
- XVI Elenco Soci SIDT (Società Italiana Docenti Trasporti)
- XVII Repertorio Industrie che hanno sponsorizzato la pubblicazione
- XVIII Indice alfabetico dei nominativi riportati nell'ANNUARIO

È possibile che alcuni Organigrammi possano avere variazioni rispetto alla precedente edizione. Nel testo è riportata la data in cui avverrà l'aggiornamento.

Il costo dell'ANNUARIO CIFI 2023 è fissato in € 20,00 comprensivo di IVA al 22% e spese di spedizione, per i Soci CIFI in regola con le quote di associazione il prezzo verrà scontato del 20% (€ 16,00).

L'Annuario CIFI 2023 sarà disponibile a partire da dicembre 2022 ma è possibile ordinarlo già da ora (è richiesto l'invio di pagamento anticipato mediante):

- CCP N° 31569007 intestato al Collegio degli Ingegneri Ferroviari Italiani, via Giolitti 46 00185 ROMA;
- Bonifico Bancario sul C/C N° 000101180047 intestato al Collegio degli Ingegneri Ferroviari Italiani presso UNICREDIT BANCA AG. ROMA ORLANDO Via Vittorio Emanuele Orlando 70 00185 Roma IBAN: IT 29 U 02008 05203 000101180047 codice BIC SWIFT: UNCRITM1704;
- pagamento on-line (www.shop.cifi.it/web/).

I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.M.T. – GENOVA
 A.T.M. S.p.A. – MILANO
 ABB S.p.A. – GENOVA
 AI2 SRL – APPLICAZIONI DI INGEGNERIA S.r.l. – BARI
 AIAS – ASS.NE ITALIANA AMBIENTE E SICUREZZA – SESTO SAN GIOVANNI (MI)
 AKKA ITALIA S.r.l. - BOLOGNA
 ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. – SAVIGLIANO (CN)
 ALSTOM TRANSPORTATION S.p.A. – ROMA
 ANCEFERR – ROMA
 ANIAF – ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO – ROMA
 ANSFISA – FIRENZE
 ANTFER – ASS.NE NAZIONALE TECNOLOGIE DEL SETTORE FERROVIARIO – ROMA
 ARMAFER S.r.l. – LECCE
 ASS.TRA – ASSOCIAZIONE TRASPORTI – ROMA
 ASSIFER – ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE – MILANO
 ATAC S.p.A. – ROMA
 AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE – TRIESTE
 B. & C. PROJECT S.r.l. – SAN DONATO MILANESE (MI)
 BONOMI EUGENIO S.p.A. – MONTICHIARI (BS)
 BOSCH SECURITY SYSTEMS SPA – MILANO
 BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. – BRESCIA
 BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. – MILANO
 C.E.M.E.S. S.p.A. – PISA
 C.L.F. COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.A. – BOLOGNA
 CAPTRAIN ITALIA S.r.l. – PIOSSASCO (TO)
 CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO
 CEIE CLAMPS S.r.l. – CHIETI
 CEMBRE S.p.A. – BRESCIA
 CEPAV DUE – MILANO
 CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. – ORVIETO (TR)
 CIRCET ITALIA S.p.A. – SAN GIOVANNI TEATINO (CH)
 Co.Me.F. S.r.l. – ROMA
 COET S.p.A. – SAN DONATO MILANESE (MI)
 COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – SAN DONATO MILANESE (MI)
 COMESVIL S.p.A. – VILLARICCA (NA)
 COMMEL S.r.l. – ROMA
 CONSORZIO SATURNO – ROMA
 CONSORZIO TRIVENETO ROCCIATORI S.c.a.r.l. – FONZASO (BL)
 COSTRUIRE ENERGIE S.r.l. – GUIDONIA MONTECELIO (RM)
 CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – CAIRO MONTENOTTE (SV)
 CZ LOKO ITALIA S.r.l. – PORTO MANTOVANO (MN)
 D&T S.r.l. – MILANO
 D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. UNIPERSONALE – MONTORIO AL VOMANO (TE)
 DINAZZANO PO – REGGIO NELL'EMILIA
 DITECFER S.p.A. DI EUGENIO DI GENNARO & CO – SENAGO (MI)
 DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA
 DYNASTES S.r.l. – ROMA
 E.M.S. SPARE PARTS S.r.l. – BARI
 EAV ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI
 EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI
 ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI – VENEZIA
 ETS SRL SOCIETÀ DI INGEGNERIA – LATINA
 FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – PIOSSASCO (TO)
 FER S.r.l. – FERROVIE EMILIA ROMAGNA – FERRARA
 FERONE PIETRO & C. S.r.l. – NAPOLI
 FERROTRAMVIARIA S.p.A. – BARI
 FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. – BARI
 FERROVIE DELLA CALABRIA SRL - CATANZARO
 FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. – BARI
 FERROVIE DELLO STATO S.p.A. – ROMA
 FERROVIE DEL SUD EST – BARI
 FERROVIE NORD MILANO S.p.A. – MILANO
 FIDA S.r.l. – ROMA
 FONDAZIONE FS ITALIANE – ROMA
 FOR.FER S.r.l. – ROMA
 FRANCESCO COMUNE COSTRUZIONI S.r.l. – GIUGLIANO IN CAMPANIA (NA)
 G.C.F. S.p.A. – ROMA
 G.T.T. – GRUPPO TRASPORTI TORINESE S.p.A. – TORINO
 GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE – BOLZANO
 GECO SRL – GALLIATE (NO)
 GEOSINTESI S.p.A. – GOZZANO (NO)
 GESTIONE GOVERNATIVA FERROVIA CIRCUMETNEA – ROMA
 GILARDONI S.p.A. – MANDELLO DEL LARIO (LC)
 GRANDI STAZIONI RAIL S.p.A. – ROMA
 GROUND TRANSPORTATION SYSTEMS ITALIA S.r.l. – SESTO FIORENTINO (FI)
 HARPACEAS S.r.l. – MILANO
 HILTI ITALIA S.r.l. – SESTO SAN GIOVANNI (MI)
 HIMA ITALIA – MILANO
 HITACHI RAIL STS S.p.A. – NAPOLI
 HUPAC S.p.A. – BUSTO ARSIZIO (VA)
 IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. – MILANO
 IMATEQ ITALIA S.r.l. – RIVALTA SCRIVIA (AL)
 IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. – BELLUNO
 INFRARAIL FIRENZE SRL - FIRENZE
 INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. – PIOVE DI SACCO (PD)
 INTECS S.p.A. – ROMA
 ITALCERTIFER S.p.A. – FIRENZE
 ITALFERR S.p.A. – ROMA
 ITALO – N.T.V. S.p.A. – MILANO
 IVECOS S.p.A. – COLLE UMBERTO (TV)
 KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. – CAMPI BISENZIO (FI)
 KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG – TITTMONING (GERMANIA)
 LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. – AREZZO
 LEF S.r.l. – FIRENZE
 LOTRAS S.r.l. – FOGGIA
 LUCCHINI RS S.p.A. – LOVERE (BG)
 MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – PONTE SAN GIOVANNI (PG)
 MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – CISTERNA DI LATINA (LT)
 MATISA S.p.A. – SANTA PALOMBA (RM)
 MER MEC S.p.A. – MONOPOLI (BA)
 MICOS S.p.A. – LATINA
 MICROELETTRICA SCIENTIFICA – BUCCINASCO (MI)
 MM METROPOLITANA MILANESE SPA - MILANO
 MONT-ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI)
 MOSDORFER RAIL S.r.l. – RHO (MI)
 NICCHERI TITO S.r.l. – AREZZO
 NIER INGEGNERIA S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)
 NORD_ING S.r.l. – SARONNO (VA)
 PANDROL ITALIA S.r.l. – AGRATE BRIANZA (MB)
 PLASSER ITALIANA S.r.l. – VELLETRI (RM)
 POLISTUDIO S.p.A. – MOSCHETTO (VE)
 PRATI ARMATI S.r.l. – OPERA (MI)
 PROGETTO BR S.r.l. – COSTA DI MEZZATE (BG)
 PROGRESS RAIL SIGNALING S.p.A. – SERRAVALLE PISTOIESE (PT)
 PROJECT AUTOMATION S.p.A. – MONZA (MI)
 PTF S.r.l. – CARINI (PA)
 RAIL TRACTION COMPANY – VERONA
 RAVA – REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA – POLLEIN (AO)
 R.F.I. S.p.A. – RETE FERROVIARIA ITALIANA – ROMA
 RINA CONSULTING S.p.A. – GENOVA
 S.I.C.E. DI ROCCHI ROBERTO & C. – CHIUSI (PI)
 S.T.A. S.p.A. – STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE – BOLZANO
 SADEL S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO)
 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. - MILANO
 SENAF SRL - CASTEL MAGGIORE (BO)
 SICURFERR S.r.l. – CASORIA (NA)
 SIELTE S.p.A. – ROMA
 SIEMENS S.p.A. SETTORE TRASPORTI – MILANO
 SILSUD S.r.l. – FERENTINO (FR)
 SIMPRO S.p.A. – TORINO
 SINTAGMA S.r.l. – SAN MARTINO IN CAMPO (PG)
 SPII S.p.A. – SARONNO (MI)
 SPIITEK S.r.l. – PRATO
 SVECO S.p.A. – BORGOMANERO (VA)
 T&T S.r.l. – NAPOLI
 T.M.C. S.r.l. – TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT – POMPEI (NA)
 TE.SI.FER. S.r.l. – FIRENZE
 TECNOFER S.p.A. – (MN)
 TECNOLOGIE MECCANICHE S.r.l. – ARICCIA (RM)
 TEKFER S.r.l. – BEINASCO (TO)
 TELEFIN S.p.A. – VERONA
 TEORESI S.p.A. - TORINO
 TERMINALI ITALIA – VERONA
 TESMEC S.p.A. – GRASSOBBIO (BG)
 THERMIT ITALIANA S.r.l. – RHO (MI)
 TRAINING S.r.l. – VERONA
 TRASPORTO PASSEGGERI EMILIA ROMAGNA – TPER – BOLOGNA
 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
 URETEK ITALIA S.p.A. – BOSCO CHIESANUOVA (VR)
 VERICERT S.r.l. – FORNACE ZARATTINI (RA)
 VERTIV S.r.l. – ROMA
 VOITH TURBO S.r.l. – REGGIO EMILIA
 VOSSLOH SISTEMI S.r.l. – CESENA
 VTG RAIL EUROPE GmbH – SARONNO (VA)
 WEGH GROUP S.p.A. – FORNOVO DI TARO (PR)
 Z LAB S.r.l. – VERONA

INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	I copertina
PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM)	pagina 254
POSSANZINI – Jesi (AN)	pagina 272
PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM)	pagina 273
SALCEF GROUP S.p.A. – Roma	pagina 274
ESSEN ITALIA S.p.A – Roma	III copertina

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2023

- Soci Ordinari e Aggregati (con entrambe le riviste periodiche da scegliere tra cartaceo e online)	€/anno	85,00
- Soci Ordinari e Aggregati under 35 (con entrambe le riviste periodiche da scegliere tra cartaceo e online)	€/anno	60,00
- Soci Junior (che hanno già maturato 3 anni di iscrizione e under 28 , con entrambe le riviste periodiche solo online)	€/anno	25,00
- Nuovi Associati (under 35, per i primi 3 anni “considerati in modo retroattivo”, con entrambe le riviste periodiche solo online)	€/anno	00,00
- Soci Collettivi (con entrambe le riviste periodiche: IF una copia online più una copia cartacea – TP una copia cartacea)	€/anno	600,00

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 “ASSOCIARSI” e l’iscrizione decorre dopo il versamento della quota tramite:

- c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti, 46 – 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 – Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma - IBAN IT29 U 02008 05203 000101180047 - BIC: UNCRITM 1704;
- pagamento online, collegandosi al sito www.cifi.it;
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

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.

Le associazioni, se non disdette, vengono rinnovate d’ufficio; le disdette debbono pervenire entro il 30 settembre di ciascun anno.

Le associazioni devono essere rinnovate entro il 31 dicembre.

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

Indirizzo skype: REDAZIONE I.F. C.I.F.I.

Servizio Pubblicità - Advertising Service

Roma: 06.47307819 - redazioneip@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
Simon David IWNIKI
Marino LUPI
Adoardo LUZI
Gabriele MALAVASI
Giampaolo MANCINI
Vito MASTRODONATO
Enrico MINGOZZI
Elena MOLINARO
Francesco NATONI
Umberto PETRUCCELLI
Luca RIZZETTO
Stefano ROSSI
Francesco VITRANO
Dario ZANINELLI

Consulenti - Consultants

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

Redazione - Editorial Staff

Massimiliano BRUNER
Ivan CUFARI
Francesca PISANO
Federica THOLOSANO DI VALGRISANCHE



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

Parità 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 LXXVIII | **Marzo 2023** | 3**Condizioni di Associazione al CIFI****198**

**CONSEGUENZE DEL BANDO ALLE VENDITE DI AUTO
CON MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA IN EUROPA
CONSEQUENCES OF THE BAN ON SALE OF INTERNAL
COMBUSTION ENGINE CARS IN EUROPE**

Paolo FERRARI

201

**UN MODELLO MULTIMODALE PER LA SIMULAZIONE
DELLA MOBILITÀ DI MEDIA E LUNGA PERCORRENZA
DELLE PERSONE IN ITALIA
A MULTIMODAL MODEL FOR THE SIMULATION OF MEDIUM
AND LONG-DISTANCE MOBILITY OF PEOPLE IN ITALY**

Mario TARTAGLIA

Sara NOURBAKHSH

Lorenzo VANNACCI

Angela CHINDEMI

Giulia CARBONE

Marina FERRARA

William SOMMARIO

Marcella MARINO

217**Notizie dall'interno****255****Notizie dall'estero***News from foreign countries***263****IF Biblio****271****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****278****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria***Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria***281****Fornitori di prodotti e servizi****282**

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

LINEE GUIDA PER GLI AUTORI

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

La collaborazione è aperta a tutti.

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

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

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

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

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

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

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

GUIDELINES FOR THE AUTHORS

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

The collaboration is open to everyone.

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

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

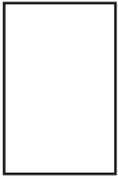
The Direction of the journal reserves the right to use the received papers for the publication on other journals under condition to provide the source citation.

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

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

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

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



Conseguenze del bando alle vendite di auto con motore a combustione interna in Europa

Consequences of the ban on sale of internal combustion engine cars in Europe

Paolo FERRARI

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.03.2023.ART.1.>)

Sommario - Questo articolo studia le conseguenze dell'imposizione del bando alle vendite di auto dotate di solo motore a combustione interna (MCI) deciso dal Parlamento della Unione Europea. Utilizzando un modello dinamico di ripartizione della circolazione fra auto MCI e auto elettriche, si è mostrato che queste conseguenze dipendono sostanzialmente dall'atteggiamento verso l'auto elettrica dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni da un lato e dei possessori di auto MCI dall'altro. La combinazione di atteggiamenti favorevoli, sia dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni sia dei possessori di auto MCI, conduce, in seguito alla imposizione del bando, alla rapida scomparsa delle auto MCI dalla circolazione. La conseguenza nel caso di combinazione di atteggiamenti sfavorevoli è invece la permanenza in circolazione di auto MCI oltre il termine che si sarebbe verificato in assenza di divieti.

1. Introduzione

Una recente decisione del Parlamento della UE [10] prevede il bando alla vendita delle auto dotate di solo motore a combustione interna (MCI) a partire dal 2035. Lo scopo di questo provvedimento è la progressiva riduzione della circolazione delle auto MCI nei territori della UE a partire da quella data, e la sua sostituzione con auto non inquinanti a livello locale, essenzialmente auto elettriche, anche se non sono queste le sole non inquinanti a livello locale, fino alla sua definitiva scomparsa.

È importante tenere presente, per valutare le conseguenze di tale iniziativa, alle quali sono state dedicate diverse ricerche [4][5][14], che la progressiva eliminazione dalla circolazione delle auto MCI, in seguito al bando alla loro vendita, è un processo in cui intervengono numerosi fattori, fra i quali molto importanti, oltre al costo, sono l'offerta di energia elettrica per alimentare le auto elettriche, e la dotazione di infrastrutture per la ricarica delle batterie, oltre all'atteggiamento dei possessori di auto MCI, costretti fra l'altro a modificare l'organizzazione quotidiana in seguito alla sostituzione della propria auto.

Summary - This paper studies the consequences of the imposition of the ban on sale of internal combustion engine cars (ICE) decided by the Parliament of the European Union. By using a dynamical model of the circulation split between ICE cars and electric cars it has been shown that these consequences essentially depend on the attitude to the electric car of Government and Public Administrations on the one hand, and of the ICE owners on the other. The combination of favourable attitude of both Governments and ICE car owners leads, after the ban imposition, to quick disappearance of ICE cars from circulation. Instead the consequences in the case of unfavourable attitude is the permanence in circulation of ICE cars beyond the threshold that have occurred in the absence of ban.

1. Introduction

A recent decision of the Parliament of the European Union [10] includes the ban on sale of cars equipped with only internal combustion engine (ICE) starting from 2035. The purpose of this measure is the progressive reduction of the circulation of ICE cars in the European territories and their replacement with locally non-polluting cars, essentially electric cars – even if the latter are not the only locally non-polluting cars – until its final disappearance. It is important to take into account, in order to assess the consequences of this measure, to which several researches [4][5][14] have been dedicated, that the progressive removal from circulation of ICE cars, following the ban on their sale, is a process in which several factors intervene, among which, besides the cost, the supply of electricity to power electric cars and the infrastructural equipment to charge batteries are very important, along with the attitude of the ICE car owners, who are forced among other things to change their daily organization following the replacement of their car.

In order to evaluate the importance of the electricity supply we can start from the consideration that, as a study of NISSAN [3] shows, the average mileage of an electric car in Europe is 14,000 km per year, while the average consumption of an electric car is 0.2 kWh per km, so that the

Al fine di valutare l'importanza dell'offerta di energia elettrica si può partire dalla considerazione che, come risulta da uno studio eseguito dalla NISSAN [3], la percorrenza media di un'auto elettrica in Europa è 14.000 km all'anno, mentre il consumo medio di un'auto elettrica è 0.2 kWh per km, per cui il consumo medio annuo è 2.800 kWh. Dai dati raccolti da ACEA [1] risulta che nel 2020 hanno circolato nei territori della UE $246.3 \cdot 10^6$ auto. Si ha quindi che, per sostituire le auto circolanti nei territori della UE nel 2020, in grandissima parte auto MCI, con auto esclusivamente elettriche, sarebbe stata necessaria un'offerta di energia elettrica pari a $2.8 \cdot 246.3 \cdot 10^9$ kWh = 689.64 TWh. Considerando che il consumo totale di energia elettrica nei paesi della UE nello stesso anno 2020 è stato 2.329 TWh [11], la percentuale di offerta supplementare di energia elettrica sarebbe stata $689.64/2,329 = 0.296$ (per questi numeri si veda anche [8]). Questo aumento di circa il 30% sarebbe d'altra parte dovuto derivare da fonti rinnovabili, perché altrimenti la sostituzione di auto MCI con auto elettriche non avrebbe senso.

Per avere un'idea dell'entità dell'incremento nella dotazione di infrastrutture di ricarica delle batterie necessario per sostituire le auto MCI con auto elettriche, comprendenti veicoli BEV e PHEV, si consideri che nel 2020 erano presenti nei territori della UE 314.000 stazioni di ricarica [2][16], corrispondenti ad una dotazione di $(246.3 \cdot 10^6) / (314 \cdot 10^3) = 784$ auto per stazione di ricarica se tutte le auto MCI fossero state sostituite con auto elettriche da ricaricare mediante rete elettrica.

Da queste considerazioni si ricava che il raggiungimento dell'obiettivo del bando alla vendita di auto MCI richiede una sostanziale modifica sia nell'offerta di energia elettrica sia nella dotazione di infrastrutture di ricarica. D'altra parte l'incremento nel tempo di queste ultime è strettamente legato a quello dell'offerta di energia elettrica. Uno scarso valore di quest'ultima causerebbe una riduzione del flusso di elettricità alle stazioni di ricarica, allo scopo di evitare problemi alla rete elettrica generale, e ciò costituirebbe un disincentivo all'aumento del numero delle stazioni di ricarica.

Una insufficiente offerta di energia elettrica e di infrastrutture di ricarica creerebbe problemi agli utenti di auto elettriche e influirebbe sul processo di trasferimento dalla mobilità MCI a quella elettrica. Un altro fattore che influisce su questo trasferimento è l'atteggiamento dei possessori di auto MCI, in particolare l'entità della loro avversione al rischio: se questa è bassa si tende a conservare per lungo tempo la propria vecchia auto MCI, sottovalutando il rischio di frequenti e costosi interventi di manutenzione oltre agli oneri derivanti dai limiti imposti alla circolazione delle auto MCI che accompagnano il bando alla loro vendita.

Allo scopo di scoprire il modo in cui l'offerta di energia elettrica e di infrastrutture di ricarica, e l'atteggiamento dei possessori di auto MCI influisce su questo processo di trasferimento, questo articolo presenta un modello dinamico di evoluzione nel tempo del numero di auto MCI in

yearly average consumption is 2,800 kWh. We have from the data collected by ACEA [1] that $246.3 \cdot 10^6$ cars circulated in the territories of EU in 2020. Thus we have that, to replace the cars circulating in the territories of EU, in most part ICE cars, with purely electric cars, a supply of electricity equal to $2.8 \cdot 246.3 \cdot 10^9$ kWh = 689.64 TWh would have been necessary. Considering that the total consumption of electricity in EU countries in the same year 2020 was 2,329 TWh [11], the percentage of additional supply of electricity would have been $689.64/2,329 = 0.296$ (for these numbers see also [8]). On the other hand this about 30 percent increase should have come from renewable sources, as otherwise the replacement of ICE cars would not have sense.

To have an idea of the extent of the increase in the battery charging equipment that would be necessary to replace ICE cars with electric cars, inclusive of BEV and PHEV vehicles, consider that in 2020 there were 314,000 charging stations [2][16] in the territories of EU, corresponding to an equipment of $(246.3 \cdot 10^6) / (314 \cdot 10^3) = 784$ car per charging station, if all ICE cars were replaced with electric cars to be charged via electric network.

We derive from these considerations that the achievement of the objective of the ban on sale of ICE cars needs a substantial change in both the electricity supply and the charging equipment. On the other hand the increase over time in the latter is closed linked to that of the electricity supply. A low value of the latter would cause a decrease in the electricity flow to the charging stations, in order to avoid problems to the general electric network, and that would be a disincentive to the increase in the number of charging stations.

An insufficient supply of electricity and of charging infrastructures would cause problems to users of electric cars and would affect the process of the shift from the ICE mobility to the electric one. Another factor that affects the shift is the attitude of ICE owners, in particular the value of their risk aversion: if the latter is low, they tend to keep their old car for a long time, underestimating the risk of frequent and expensive maintenance, in addition to charges deriving from ICE car traffic restrictions that would accompany the ban on their sale.

In order to know the way in which the supply of electricity and of charging infrastructures, and the attitude of ICE car owners affect this shift process, this paper presents a dynamic model of evolution over time of the number of ICE cars in circulation after the ban on their sale. The model considers, among other things, that both for economic reasons and low confidence in a sufficient provision of infrastructures for battery charging, only a little fraction of ICE car owners who have identified an electric car preferable to the ICE car they possess, actually replace the latter.

The model is presented in the next Section. Then it is applied in Section 3 to the study of the evolution over time of the number of ICE cars in circulation, after the imposition of the ban on their sale, in the set of the six European countries that are the top buyers of electric cars in Europe, in order to know the way in which the circulation of ICE cars

circolazione, successivamente alla imposizione del bando alla loro vendita. Il modello tiene conto tra l'altro del fatto che, sia per ragioni di carattere economico, sia per scarsa fiducia nella sufficiente dotazione di infrastrutture per la ricarica delle batterie, solo una piccola frazione dei possessori di auto MCI, che hanno individuato un'auto elettrica preferibile a quella MCI da essi posseduta, effettivamente sostituiscono quest'ultima.

Il modello è presentato nella prossima Sezione. Esso viene quindi applicato nella Sezione 3 allo studio dell'evoluzione nel tempo del numero di auto MCI in circolazione, dopo l'imposizione del bando alla loro vendita, nell'insieme dei sei paesi europei che risultano essere i maggiori acquirenti di auto elettriche in Europa, allo scopo di individuare il modo con cui evolverebbe in un caso reale la circolazione delle auto MCI al variare dell'offerta di energia elettrica e della dotazione di infrastrutture per la ricarica delle batterie, e come tale evoluzione dipenda dall'atteggiamento dei possessori di auto MCI. Infine nella Sezione 4 è presentato un sommario dei punti principali e sono avanzate alcune conclusioni.

2. Un modello per studiare le conseguenze della imposizione del bando alla vendita delle auto MCI

Consideriamo un territorio in cui circolano due tipologie di auto: auto MCI, dotate di solo motore a combustione interna, e auto elettriche, comprendendo fra queste anche le ibride. Il modello studia l'evoluzione del numero delle due tipologie di auto circolanti nel territorio durante due sequenze di intervalli temporali unitari (della durata per esempio di un anno) i cui numeri d'ordine individuano la sequenza dei tempi t : una sequenza Σ_1 in cui non è imposto alcun vincolo alla vendita di auto MCI, ed una successiva sequenza Σ_2 in cui la vendita di auto MCI è vietata. Supponiamo che il numero complessivo T^t di auto circolanti al tempo t nel territorio in un intervallo temporale unitario aumenti nel tempo col tasso r^t tendendo ad un valore asintotico K . Il tasso r^t diminuisce nel tempo al crescere di T^t e tende a zero quando T^t si approssima a K . Indicando con \bar{r} il valore iniziale di r^t , corrispondente ad un valore nullo di T^t , si ha che l'evoluzione nel tempo di T^t è data dalla seguente equazione:

$$T^{t+1} = T^t [1 + \bar{r}(1 - T^t / K)] \quad (1)$$

2.1. Evoluzione dei numeri delle due tipologie di auto circolanti nella sequenza Σ_1

Indichiamo come tempo iniziale $t = 0$ della sequenza Σ_1 quello in cui è introdotta sul mercato l'auto elettrica. Etichettando con **1** le auto MCI e con **2** le auto elettriche, indichiamo con x_1^t e x_2^t le proporzioni di T^t al tempo t della sequenza Σ_1 composte rispettivamente da auto MCI ed elettriche, per cui i corrispondenti numeri di auto circolanti sono $x_1^t T^t$ e $x_2^t T^t$.

in Europe would evolve in a real case as the supply of electricity and the provision of charging infrastructures vary, and how this evolution depends on the attitude of ICE owners. Lastly, a summary of the main points is presented and some conclusions are put forward in Section 4.

2. A model to study the consequences of the imposition of the ban on sale of ICE cars

Consider a territory in which two typologies of cars circulate: ICE cars, equipped only with internal combustion engine, and electric cars, including among them the hybrid as well. The model studies the evolution of the numbers of the two typologies of cars circulating in the territory during two sequences of unit time intervals (e.g. one year), whose order numbers identify the sequence of times t : a sequence Σ_1 in which no ban is imposed on the sale of ICE cars, and a sequence Σ_2 in which the sale of ICE cars is banned. Suppose that the overall number T^t of cars circulating at time t in the territory in an unit time interval increases over time with rate r^t tending to an asymptotic value K . Rate r^t decreases over time as T^t increases and tends to zero when T^t approaches K . Denoting as \bar{r} the initial value of r^t , corresponding to a zero value of T^t , we have that the evolution over time of T^t is given by the following equation:

$$T^{t+1} = T^t [1 + \bar{r}(1 - T^t / K)] \quad (1)$$

2.1. Evolution of the numbers of the two typologies of cars circulating in sequence Σ_1

*We denote as $t = 0$ the initial time of sequence Σ_1 in which the electric car is introduced on the market. Labelling with **1** the ICE cars and with **2** the electric cars, we denote as x_1^t and x_2^t the proportions of T^t at time t of sequence Σ_1 composed by ICE and electric cars respectively, so that the corresponding numbers of circulating cars are $x_1^t T^t$ and $x_2^t T^t$.*

Consider an individual who at time t of sequence Σ_1 examines the possibility to buy a car. He evaluates advantages and disadvantages of the various types of cars placed on the market. Many factors intervene in the evaluation [9], among which: a) relation between vehicle performance on the one hand, purchase price and operating cost on the other; b) level of knowledge of potential buyers of the technical characteristics of the vehicle; c) reliability of vehicle components; d) problems relative to the charging of electric car batteries; e) environmental context, in particular attitude of Public Administrations, so far supportive of electric cars. We can imagine that the potential buyer summarizes his evaluations by assigning a number, with the same criterion for all potential buyers, to each type (plug-in, plug-in hybrid, hybrid) and to each model of electric cars, and to each type (gasoline and diesel) and to each model of ICE cars. The higher the number is, the less preferable the vehicle is. Then he compares the two types of ICE and electric cars to which he assigned the minimum number in the sets of ICE cars and electric cars respectively, and chooses the electric car if this number resulted less for the electric car.

Consideriamo un individuo che al tempo t della sequenza Σ_t prende in considerazione l'idea di comperare un'auto. Egli valuta vantaggi e svantaggi dei vari tipi di auto MCI ed elettriche offerti sul mercato. Nella valutazione intervengono numerosi fattori [9], fra i quali: a) relazione fra prestazioni del veicolo da un lato, prezzo di acquisto e costo di esercizio dall'altro; b) livello di conoscenza da parte del potenziale compratore delle caratteristiche tecniche del veicolo; c) affidabilità dei componenti; d) problemi relativi alla ricarica delle batterie delle auto elettriche; e) contesto ambientale, in particolare l'atteggiamento delle Pubbliche Amministrazioni, finora molto favorevoli all'auto elettrica. Possiamo immaginare che il potenziale compratore sintetizzi le sue valutazioni attribuendo un numero, con lo stesso criterio per tutti i potenziali compratori, a ciascun tipo (plug-in, plug-in ibrido, ibrido) e a ciascun modello di veicolo elettrico, e a ciascun tipo (a benzina e diesel) e a ciascun modello di auto MCI. Più alto è il numero meno preferibile è il tipo di auto. Pone quindi a confronto i due tipi di auto MCI ed elettrica a cui ha attribuito il minimo numero negli insiemi di auto MCI ed elettriche rispettivamente, e sceglie l'auto elettrica se tale numero risulta minore per l'auto elettrica.

Le valutazioni di un potenziale compratore di un'auto elettrica, che è un prodotto innovativo, sono dominate dall'incertezza, la cui importanza nei processi di diffusione delle innovazioni è documentata da una vasta letteratura sull'argomento [15][17][21][23]. L'incertezza è dovuta essenzialmente alla mancanza di conoscenza circa le potenzialità del nuovo prodotto e la sua capacità di soddisfare le esigenze di chi lo adotta. È massima al tempo in cui il prodotto è immesso sul mercato, e diminuisce man mano che la diffusione aumenta, perché contemporaneamente cresce la conoscenza delle sue potenzialità, acquisita attraverso le opinioni di coloro che l'hanno acquistato e lo utilizzano [19]. In questo compito di diffusione della conoscenza un ruolo fondamentale è giocato dagli *opinion leaders*, in primo luogo i mass media, i quali presentano i vantaggi del nuovo prodotto a quei componenti del contesto sociale che non hanno l'inclinazione o la capacità di mantenersi al corrente delle più recenti informazioni sulle innovazioni e sono quindi disposti ad ascoltare i loro consigli [19].

L'incertezza crea insicurezza: data la generale avversione al rischio [18][20], il potenziale compratore tende ad attribuire ad un'auto che si propone di acquistare un numero tanto più elevato quanto maggiore è l'incertezza. Poiché le valutazioni sono disperse nella popolazione dei potenziali compratori, dipendendo dalle caratteristiche psicologiche e socio-economiche di ciascuno di essi, e anche dall'ambiente circostante, i numeri attribuiti ai diversi tipi di auto sono variabili aleatorie. Indichiamo con C_1^t e C_2^t le medie dei numeri minimi attribuiti alle auto MCI ed elettriche, rispettivamente, e denominiamo tali medie rispettivamente costo delle auto MCI ed elettriche. Supponendo che i numeri attribuiti ai vari tipi di auto MCI ed elettriche rispettivamente siano variabili aleatorie di Gumbel indipendenti con parametro di scala uguale a 1, è

The evaluations of a potential buyer of an electric car, which is an innovative product, are dominated by uncertainty, whose importance in the processes of the diffusion of innovations is documented by a large literature on the subject [15][17][21][23]. Uncertainty is due essentially to lack of knowledge about the potential of the new product and of its ability to meet the needs of those who buy it. It is maximum at time when the product is placed on the market, and it decreases as sales increase, for at the same time the knowledge of its potential grows, acquired through the opinions of those who bought it and use it [19]. In this task of knowledge diffusion a substantial role is played by the opinion leaders, mainly the mass media, which present the potential of the new product to those components of the social context who do not have the inclination or the capability to remain abreast of the most recent information about innovations, so they instead take the advice of the opinion leaders [19].

Uncertainty causes insecurity: given the general risk aversion [18][20], the potential buyer tends to attribute to a car he intends to buy a higher number the greater uncertainty is. As the evaluations are dispersed in the population of potential buyers, depending on the psychological and socio-economic characteristics of each of them, and on the surrounding environment as well, the numbers attributed to the various types of cars are random variables. We denote as C_1^t and C_2^t the averages of the minimum numbers attributed to ICE cars and to electric cars, respectively, and name these averages cost of ICE cars and of electric cars, respectively. Supposing that the numbers attributed to the various types of ICE cars and electric cars are independent Gumbel random variables, with scale parameter equal to 1 it has been proved in [12] that the probability that the potential buyer chooses the electric car is given by:

$$P_2^t = \frac{1}{1 + \exp(C_2^t - C_1^t)} \quad (2)$$

For the reasons examined above, C_1^t and C_2^t are increasing function of uncertainty, which decreases as the car diffusion increases. Thus C_1^t and C_2^t are decreasing functions of the number of ICE cars and electric cars, respectively, in circulation. We can think that cost is very high for electric cars at the beginning of the diffusion process, since uncertainty is very high, and it decreases more or less rapidly as the number of electric cars in circulation increases. Instead, for ICE cars cost diminishes slightly as the number of cars in circulation increases, as their potential is known for a long time, and thus uncertainty is very low. Since the potential buyers do not know the number of cars that will circulate in the year in which they make their choice, the model assumes that uncertainty that accompanies their evaluations on each typology of cars is decreasing function of the corresponding number of cars circulating the previous year. It follows that costs C_1^{t+1} and C_2^{t+1} at time $t+1$ are decreasing functions of the numbers $x_1^t T^t$ and $x_2^t T^t$ of ICE cars and electric cars, respectively, circulating at time t : $C_1^{t+1} = c_1(x_1^t T^t)$, $C_2^{t+1} = c_2(x_2^t T^t)$. We name $c_1(x_1^t T^t)$ and $c_2(x_2^t T^t)$ cost functions

stato provato in [12] che la probabilità che il potenziale compratore scelga l'auto elettrica è data da:

$$P_2^t = \frac{1}{1 + \exp(C_2^t - C_1^t)} \quad (2)$$

Per le ragioni viste sopra, C_1^t e C_2^t sono funzioni crescenti dell'incertezza, la quale diminuisce al crescere della diffusione delle auto. Pertanto C_1^t e C_2^t sono funzioni decrescenti del numero di auto MCI ed elettriche, rispettivamente, in circolazione. È lecito pensare che per le auto elettriche il costo sia molto alto all'inizio del processo di diffusione, cioè all'inizio della sequenza Σ_1 , perché molto grande è l'incertezza, e diminuisca più o meno rapidamente al crescere del numero di auto elettriche in circolazione. Invece per le auto MCI il costo diminuisce poco all'aumentare delle auto in circolazione, perché le loro potenzialità sono note da molto tempo, e quindi l'incertezza è molto bassa. Poiché i potenziali compratori non conoscono il numero di auto che circoleranno nell'anno in cui fanno la loro scelta, il modello assume che l'incertezza che accompagna le loro valutazioni circa ciascuna tipologia di auto è funzione decrescente del corrispondente numero di auto circolanti nell'anno precedente. Da ciò segue che i costi C_1^{t+1} e C_2^{t+1} al tempo $t+1$ sono funzioni decrescenti dei numeri $x_1^t T^t$ e $x_2^t T^t$ di auto MCI ed elettriche, rispettivamente, circolanti al tempo t : $C_1^{t+1} = c_1(x_1^t T^t)$, $C_2^{t+1} = c_2(x_2^t T^t)$. Chiamiamo $c_1(x_1^t T^t)$ e $c_2(x_2^t T^t)$ funzioni di costo, e attribuiamo ad esse l'espressione di funzione esponenziale discendente:

$$c_i(x_i^t T^t) = a_{i,0} + a_{i,1} \exp(a_{i,2} x_i^t T^t) \quad i = 1, 2 \quad (3)$$

dove $a_{1,2} < 0$.

Quindi si ha dalla (2) che la probabilità P_2^{t+1} che al tempo $t+1$ venga scelta l'auto elettrica si scrive come segue:

$$P_2^{t+1} = \frac{1}{1 + \exp[c_2(x_2^t T^t) - c_1(x_1^t T^t)]} \quad (4)$$

dove $x_1^t = 1 - x_2^t$.

Indichiamo con \bar{x}_2^t la frazione di T^{t+1} che sarebbe composta da auto elettriche se tutti i potenziali compratori, che hanno scelto l'auto elettrica, effettivamente la comprassero. P_2^{t+1} è una buona stima della proporzione di auto elettriche vendute. Assumendo con accettabile approssimazione che quest'ultima si possa confondere con la proporzione \bar{x}_2^t di auto elettriche circolanti, si ha dalla (4):

$$\bar{x}_2^t = \frac{1}{1 + \exp[c_2(x_2^t T^t) - c_1(x_1^t T^t)]} \quad (5)$$

È da considerare che, a causa dell'incertezza circa il futuro, riguardante per esempio la dotazione di infrastrutture per la ricarica delle batterie e l'affidabilità nel tempo

and attribute to them the expression of descending exponential function:

$$c_i(x_i^t T^t) = a_{i,0} + a_{i,1} \exp(a_{i,2} x_i^t T^t) \quad i = 1, 2 \quad (3)$$

where $a_{1,2} < 0$.

Thus we have from Eq. (2) that probability P_2^{t+1} that at time $t+1$ the electric car is chosen is written as follows:

$$P_2^{t+1} = \frac{1}{1 + \exp[c_2(x_2^t T^t) - c_1(x_1^t T^t)]} \quad (4)$$

where $x_1^t = 1 - x_2^t$.

Denote \bar{x}_2^t as the fraction of T^{t+1} that would be composed of electric cars if all the buyers who have chosen the electric car actually bought it. P_2^{t+1} is a good estimate of the proportion of cars sold. Assuming with acceptable approximation that the latter can be confused with the proportion \bar{x}_2^t of circulating electric cars, we have from Eq. (4).

$$\bar{x}_2^t = \frac{1}{1 + \exp[c_2(x_2^t T^t) - c_1(x_1^t T^t)]} \quad (5)$$

We have to consider that, because of uncertainty about the future concerning e.g. the provision of infrastructures for charging the batteries and the reliability over time of the electric car, only a fraction of those who consider the latter preferable to an ICE car actually buy it. It follows that $x_2^{t+1} - x_2^t$ is only a fraction of $\bar{x}_2^t - x_2^t$, so that we have:

$$x_2^{t+1} = x_2^t + \beta(\bar{x}_2^t - x_2^t) \quad (6)$$

where parameter β , $0 < \beta < 1$, which we suppose to be constant, is the ratio of the difference $x_2^{t+1} - x_2^t$ between the proportions of electric cars circulating at times t and $t + 1$ to the difference $\bar{x}_2^t - x_2^t$ that would occur if all those who have considered the electric car preferable to an ICE car actually bought it. β can be considered a measure of the confidence of potential buyers in the future of the electric car: the higher is the confidence, the greater is β .

The iterated application of Eq. (6), starting with the initial values x_2^0 of x_2^t , and T^0 of T^t , furnishes the time sequences of proportions x_2^t and $x_1^t = 1 - x_2^t$ of electric cars and ICE cars, respectively, in circulation, and those of the numbers $x_1^t T^t$ and $x_2^t T^t$ of ICE cars and electric cars in circulation, where the values of T^t are given by Eq. (1).

2.2. Evolution of the numbers of the two typologies of cars circulating in sequence Σ_2

Consider at this point the owner of an ICE car who, at time t of sequence Σ_2 in which the sale of ICE cars is banned, examines the various types of electric cars placed on the market in order to evaluate the convenience of replac-

dell'auto elettrica, solo una frazione di coloro che considerano quest'ultima preferibile ad un'auto MCI effettivamente l'acquistano. Da ciò segue che $x_2^{t+1} - x_2^t$ è solo una frazione di $\bar{x}_2^t - x_2^t$, per cui si ha:

$$x_2^{t+1} = x_2^t + \beta(\bar{x}_2^t - x_2^t) \tag{6}$$

dove il parametro β , $0 < \beta < 1$, che supponiamo sia costante, è il rapporto tra la differenza $x_2^{t+1} - x_2^t$ delle proporzioni di auto elettriche circolanti ai tempi t e $t + 1$ e la differenza $\bar{x}_2^t - x_2^t$ che si realizzerebbe se tutti coloro che hanno ritenuto l'auto elettrica preferibile ad una MCI effettivamente l'acquistassero. β può essere considerato una misura della fiducia dei potenziali compratori nel futuro dell'auto elettrica, la quale è tanto maggiore quanto più elevato è β .

La iterata applicazione della (6), a partire dal valore iniziale x_2^0 di x_2^t , e T^0 di T^t , fornisce la sequenza temporale delle proporzioni x_2^t e $x_1^t = 1 - x_2^t$ di auto elettriche e auto MCI in circolazione e quella dei numeri $x_1^t T^t$ e $x_2^t T^t$ delle auto MCI ed elettriche circolanti, dove i valori di T^t sono dati dalla (1).

2.2. Evoluzione dei numeri delle due tipologie di auto circolanti nella sequenza Σ_2

Consideriamo a questo punto il proprietario di un'auto MCI il quale al tempo t della sequenza Σ_2 , nella quale è vietata la vendita delle auto MCI, esamina i vari tipi di auto elettriche offerte sul mercato allo scopo di valutare la convenienza di sostituire la sua auto MCI con il tipo di auto elettrica che a lui appare più idonea. Per fare ciò egli opera un confronto fra le due auto valutandone le rispettive caratteristiche: a) costo monetario, difficoltà di ricarica delle batterie e affidabilità dell'auto elettrica; b) costo di manutenzione, stato di usura e conseguente affidabilità della sua auto MCI. Possiamo immaginare che per operare questo confronto, come nel caso dei decisori della sequenza Σ_1 , egli attribuisca un numero alla sua auto e ai vari tipi di auto elettriche offerte sul mercato. Più alto è il numero peggiori sono le sue valutazioni. Poiché queste valutazioni sono disperse nella popolazione dei possessori di auto MCI, dipendendo dalle loro caratteristiche psicologiche e socio-economiche, i numeri attribuiti alla propria auto e alle auto elettriche sono determinazioni di variabili aleatorie.

Sia Θ_2 l'insieme dei vari tipi di auto elettriche offerte sul mercato e sia m il loro numero. Sia $a^t - \eta^t$ il numero attribuito alla propria auto MCI e siano $b_i^t - \eta_i^t$, $i = 1...m$, i numeri attribuiti ai vari elementi dell'insieme Θ_2 , dove a^t è la media dei numeri attribuiti dai vari possessori di auto MCI alla propria auto e b_i^t sono le medie dei numeri attribuiti ai vari tipi di auto elettriche, mentre η^t e η_i^t , $i = 1...m$, sono variabili aleatorie identicamente e indipendentemente distribuite con media nulla.

Per prendere la sua decisione il possessore di un'auto MCI pone a confronto la propria auto con il tipo di auto

ing his ICE car with the type of electric car which seems to him the most suitable. To do that he makes a comparison between the two cars evaluating the respective characteristics: monetary cost, difficulty charging the batteries and reliability of the electric car; maintenance cost, state of wear and consequent reliability of his ICE car. We can imagine that to make this comparison, as in the case of the decision makers of sequence Σ_1 , he attributes a number to his car and to various types of electric cars placed on the market. The higher the number is, the worse his evaluations are. As these evaluations are dispersed in the population of ICE car owners, depending on their psychological and socio-economic characteristics, the numbers attributed to his car and to electric cars are determinations of random variables.

Let Θ_2 be the set of the various types of electric cars placed on the market ad let m be their number. Let $a^t - \eta^t$ be the number attributed to his ICE car and let $b_i^t - \eta_i^t$, $i = 1...m$, be the numbers attributed to the various elements of the set Θ_2 , where a^t is the average of the numbers attributed to their car by the various ICE owners, and b_i^t are the averages of the numbers attributed to the various types of electric cars, while η^t and η_i^t , $i = 1...m$, are identically and independently distributed random variables with zero mean.

To make his decision the owner of an ICE car compares his car with the type of electric car to which he has attributed the minimum number in set Θ_2 , and chooses the latter if it results to be preferable. This event occurs if the minimum among the numbers attributed to the various elements of set Θ_2 results to be less than number $a^t - \eta^t$ attributed to his car, that is $\min_{\forall i} (b_i^t - \eta_i^t) < a^t - \eta^t$, that is $\max_{\forall i} (-b_i^t + \eta_i^t) > -a^t + \eta^t$. Thus the probability of the event is written as follows:

$$P_2^t = P \left[\max_{\forall i} (-b_i^t + \eta_i^t) > -a^t + \eta^t \right] \tag{7}$$

Suppose that η_i^t , $i = 1...m$, are Gumbel random variables, identically and independently distributed with zero mean and scale parameter equal to 1. In this case also $\max_{\forall i} (-b_i^t + \eta_i^t)$ is a Gumbel random variable with scale parameter equal to 1, whose mean is $\ln \sum_{\forall i} \exp(-b_i^t)$ [6], p. 170. Denote $C_1^t = a^t$ and $C_2^t = \ln \sum_{\forall i} \exp(-b_i^t)$ as cost at time t of ICE cars and of electric cars, respectively, so that Eq. (7) is written as follows:

$$P_2^t = P \left[-C_2^t + \epsilon_2^t > -C_1^t + \eta^t \right] \tag{8}$$

where η^t and ϵ_2^t are identically and independently distributed Gumbel random variables with zero mean and scale parameter equal to 1.

Eq. (8) leads to the multinomial logit model [6], so that we have:

elettrica a cui ha attribuito il numero minimo nell'insieme Θ_2 , e sceglie quest'ultima se essa risulta preferibile. Questo evento si verifica se il più piccolo fra i numeri attribuiti ai vari elementi dell'insieme Θ_2 risulta minore del numero $a^t - \eta^t$ attribuito alla propria auto, cioè $\min_{\forall i} (b_i^t - \eta_i^t) < a^t - \eta^t$, ovvero $\max_{\forall i} (-b_i^t + \eta_i^t) > -a^t + \eta^t$. Quindi la probabilità dell'evento si scrive:

$$P_2^t = P \left[\max_{\forall i} (-b_i^t + \eta_i^t) > -a^t + \eta^t \right] \quad (7)$$

Supponiamo che $\eta_i^t, i = 1..m$, siano variabili aleatorie di Gumbel identicamente e indipendentemente distribuite con media nulla e parametro di scala uguale a 1. In questo caso anche $\max_{\forall i} (-b_i^t + \eta_i^t)$ è una variabile di Gumbel con parametro di scala uguale a 1, la cui media è $\ln \sum_{\forall i} \exp(-b_i^t)$ [6], p. 170. Chiamiamo $C_1^t = a^t$ e $C_2^t = \ln \sum_{\forall i} \exp(-b_i^t)$ costo al tempo t delle auto MCI e delle auto elettriche, rispettivamente, per cui la (7) si scrive come segue:

$$P_2^t = P \left[-C_2^t + \varepsilon_2^t > -C_1^t + \eta^t \right] \quad (8)$$

dove η^t e ε_2^t sono variabili di Gumbel identicamente e indipendentemente distribuite a media nulla e parametro di scala uguale a 1.

La (8) conduce al modello logit multinomiale [6], per cui si ha:

$$P_2^t = \frac{1}{1 + \exp(C_2^t - C_1^t)} \quad (9)$$

Indichiamo con T_1^t e T_2^t i numeri di auto MCI ed elettriche, rispettivamente, circolanti al tempo t della sequenza Σ_2 . A causa del fatto che le difficoltà derivanti dalla insufficiente offerta di energia elettrica e dalla insufficiente dotazione di stazioni di ricarica delle batterie aumentano al crescere del numero di auto elettriche in circolazione, il numero attribuito a ciascuna auto elettrica aumenta al crescere di T_2^t . Da ciò segue che C_2^t è funzione crescente, $c_2(T_2^t)$, di T_2^t .

Poiché i possessori di auto MCI non hanno certezze circa i valori nel tempo dei costi di manutenzione e della affidabilità delle loro auto, e l'incertezza cresce col passare del tempo man mano che l'usura delle auto aumenta, mentre il numero di auto in circolazione diminuisce perché vengono progressivamente sostituite da auto elettriche, si ha che questa diminuzione è accompagnata da aumento dell'incertezza. L'incertezza genera insicurezza. Data la generale avversione al rischio, si ha che il costo attribuito alle auto MCI aumenta al crescere dell'incertezza e quindi al diminuire del numero delle auto MCI in circolazione. Da ciò segue che C_1^t è funzione decrescente, $c_1(T_1^t)$, di T_1^t .

$$P_2^t = \frac{1}{1 + \exp(C_2^t - C_1^t)} \quad (9)$$

Denote T_1^t and T_2^t as the numbers of ICE cars and of electric cars, respectively, circulating at time t of sequence Σ_2 . Since the difficulties caused by the insufficient supply of electricity and by the insufficient equipment of stations for charging batteries increase as the number of electric cars in circulation increases, the number attributed to each electric car rises as T_2^t increases. It follows that C_2^t is increasing function, $c_2(T_2^t)$, of T_2^t .

As the owners of ICE cars have not certainty about the values over time of the maintenance costs and of the reliability of their car, and uncertainty rises over time as wear of cars increases, while the number of cars in circulation decreases as they are progressively replaced with electric cars, we have that this decrease is accompanied by increase in uncertainty. Uncertainty causes insecurity. Given the general risk aversion, we have that the cost attributed to ICE cars rises as uncertainty increases, and thus as the number of cars in circulation decreases. It follows that C_1^t is decreasing function, $c_1(T_1^t)$, of T_1^t .

We denote $c_1(T_1^t)$ and $c_2(T_2^t)$ as cost functions. We attribute to $c_1(T_1^t)$ the expression of descending exponential function:

$$c_1(T_1^t) = a_1^0 \exp[a_1^1 (T_1^t - T_1^0)] \quad a_1^1 < 0 \quad (10)$$

and to $c_2(T_2^t)$ the expression of increasing second order polynomial function:

$$c_2(T_2^t) = a_2^0 + a_2^1 (T_2^t - T_2^0) + a_2^2 (T_2^t - T_2^0)^2 \quad (11)$$

where T_1^0 and T_2^0 are the values T_1^t and T_2^t at time $t = 0$ of sequence Σ_2 .

The parameters of Eq. (10) and of Eq. (11) are such that the values of C_1 and C_2 corresponding to values T_1^0 and T_2^0 are equal to values C_1 and C_2 furnished by Eq. (3) in correspondence of the $x_1^t T$ and $x_2^t T$ at the end of sequence Σ_1 , equal to values T_1^0 and T_2^0 of sequence Σ_2 .

The pattern of the (positive) derivative of the cost function of electric cars depends on the attitude to the electric car of Governments and of Public Administrations on which the supply of electricity and of charging stations depends. The more favourable this attitude is, the less the value of this derivative is, the number of electric cars in circulation being the same. The pattern of the absolute value of the (negative) derivative of the cost function of ICE cars depends on the attitude of the owners of these cars: the lower their risk aversion is the lower the absolute value of this derivative is.

As the owners of ICE cars do not know the number of cars that will circulate in the year in which they make their choice, the model assumes that they attribute the numbers to cars on the basis of the number of cars which circulated

Chiamiamo $c_1(T_1^t)$ e $c_2(T_2^t)$ funzioni di costo. Attribuiamo a $c_1(T_1^t)$ l'espressione di funzione esponenziale discendente:

$$c_1(T_1^t) = a_1^0 \exp[a_1^1 (T_1^t - T_1^0)] \quad a_1^1 < 0 \quad (10)$$

ed a $c_2(T_2^t)$ l'espressione di funzione polinomiale crescente del secondo ordine.

$$c_2(T_2^t) = a_2^0 + a_2^1 (T_2^t - T_2^0) + a_2^2 (T_2^t - T_2^0)^2 \quad (11)$$

dove T_1^0 e T_2^0 sono i valori di T_1^t e T_2^t al tempo $t = 0$ della sequenza Σ_2 .

I parametri delle (10) e (11) sono tali che i valori di C_1 e C_2 corrispondenti ai valori T_1^0 e T_2^0 sono uguali ai valori di \bar{C}_1 e \bar{C}_2 forniti dalla (3) in corrispondenza degli $x_1^t T$ e $x_2^t T$ al termine della sequenza Σ_1 , uguali ai valori T_1^0 e T_2^0 della sequenza Σ_2 .

L'andamento della derivata (positiva) della funzione di costo delle auto elettriche dipende dall'atteggiamento verso l'auto elettrica dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni da cui dipende l'offerta di energia elettrica e di stazioni di ricarica: più favorevole è tale atteggiamento, minore è il valore di tale derivata a parità di numero di auto elettriche in circolazione. L'andamento del valore assoluto della derivata (negativa) delle funzione di costo delle auto MCI dipende dall'atteggiamento dei possessori di queste auto: minore è la loro avversione al rischio, minore è il valore assoluto di tale derivata.

Poiché i possessori di auto MCI non conoscono il numero di auto che circoleranno nell'anno in cui fanno la loro scelta, il modello assume che essi attribuiscono i numeri alle auto sulla base del numero di auto circolanti nell'anno precedente. Si ha quindi che i costi C_1^{t+1} e C_2^{t+1} al tempo $t + 1$ sono funzioni dei numeri T_1^t e T_2^t di auto MCI ed elettriche, rispettivamente, che hanno circolato l'anno precedente: $C_1^{t+1} = c_1(T_1^t)$ e $C_2^{t+1} = c_2(T_2^t)$.

Quindi si ha dalla (9) che la probabilità P_2^{t+1} che nell'anno $t + 1$ il possessore di un'auto MCI scelga di sostituirla con un'auto elettrica è data da:

$$P_2^{t+1} = \frac{1}{1 + \exp[c_2(T_2^t) - c_1(T_1^t)]} \quad (12)$$

Indichiamo con y_1^{t+1} la frazione del numero T^{t+1} di auto MCI circolanti, uguale al numero di possessori di auto MCI, che in un intervallo unitario al tempo $t + 1$ della sequenza Σ_2 viene sostituita con auto elettriche, e con \bar{y}_1^t la frazione che sarebbe sostituita se tutti coloro che ritengono un'auto elettrica migliore dell'auto MCI posseduta effettivamente sostituissero quest'ultima. Considerando P_2^{t+1} una buona stima di \bar{y}_1^t si ha:

the previous year. Thus we have that the costs C_1^{t+1} and C_2^{t+1} at time $t + 1$ are functions of the numbers T_1^t and T_2^t of ICE cars and of electric cars, respectively, which circulated the previous year: $C_1^{t+1} = c_1(T_1^t)$ and $C_2^{t+1} = c_2(T_2^t)$.

Thus we have from Eq. (9) that the probability P_2^{t+1} that in the year $t + 1$ the owner of an ICE car chooses to replace his car with an electric car is given by:

$$P_2^{t+1} = \frac{1}{1 + \exp[c_2(T_2^t) - c_1(T_1^t)]} \quad (12)$$

We denote as y_1^{t+1} the fraction of the number T^{t+1} of circulating ICE cars, equal to the numbers of owners of ICE cars, which in an unit interval at time $t + 1$ of sequence Σ_2 is replaced with electric cars, and as \bar{y}_1^t the fraction that would be replaced if all those who consider an electric car better than the owned car replaced the latter. Considering P_2^{t+1} a good estimate of \bar{y}_1^t , we have:

$$\bar{y}_1^t = \frac{1}{1 + \exp[c_2(T_2^t) - c_1(T_1^t)]} \quad (13)$$

We have to consider that, as in the case studied in Section 2.1., due to the uncertainty about the future of electric car, concerning for instance the infrastructural equipment for charging batteries and the reliability of the electric car, only a fraction of the ICE owners who consider the electric car preferable the ICE car, actually replace the latter. It follows that, denoted y_1^t as the fraction of T_1^t actually replaced at time t , $y_1^{t+1} - y_1^t$ is only a fraction of $\bar{y}_1^t - y_1^t$, so that we have:

$$y_1^{t+1} = y_1^t + \beta (\bar{y}_1^t - y_1^t) \quad (14)$$

where parameter β , which we suppose to be constant, is the ratio between the fraction of ICE cars that is actually replaced and that which would be replaced if all those who consider the electric car preferable to the owned ICE car would actually replace the latter. β can be considered as a measure of the confidence of the owners of ICE cars in the electric car: the greater the confidence is the higher β is. The iterated application of Eq. (14), where \bar{y}_1^t is given by Eq. (13), starting from the values y_1^0, T_1^0, T_2^0 at the initial time $t = 0$ of sequence Σ_2 , provides the sequence of the values y_1^t of the proportions of ICE cars which is replaced in the successive times of Σ_2 . Thus the sequence of the numbers T_1^t of the ICE cars in circulation is generated by:

$$T_1^{t+1} = T_1^t (1 - y_1^t). \quad (15)$$

starting from the value T_1^0 at the beginning of Σ_2 .

The value of the number of electric cars in circulation at time $t + 1$ is given by the sum of number T_2^0 of the electric cars circulating at the beginning of Σ_2 , plus the number $T_1^0 - T_1^t$ of electric cars deriving from the replacement of ICE cars in the interval $(0, t)$, plus the number $T^t - T^0$ of electric cars acquired anew in the same interval, where T^t and T^0 are

$$\bar{y}_1^t = \frac{1}{1 + \exp[c_2(T_2^t) - c_1(T_1^t)]} \quad (13)$$

È da considerare che, come nel caso studiato nella Sezione 2.1., a causa dell'incertezza circa il futuro dell'auto elettrica, riguardante per esempio la dotazione di infrastrutture per la ricarica delle batterie e l'affidabilità dell'auto elettrica, solo una frazione dei possessori di auto MCI che ritengono l'auto elettrica preferibile all'auto MCI posseduta, effettivamente sostituiscono quest'ultima. Da ciò segue che, detta y_1^t la frazione di T_1^t effettivamente sostituita al tempo t , $y_1^{t+1} - y_1^t$ è solo una frazione di $y_1^t - \bar{y}_1^t$, per cui si ha:

$$y_1^{t+1} = y_1^t + \beta(\bar{y}_1^t - y_1^t) \quad (14)$$

dove il parametro β , che supponiamo sia costante, è il rapporto fra la frazione di auto MCI che viene effettivamente sostituita e quella che sarebbe sostituita se tutti coloro che ritengono l'auto elettrica preferibile a quella MCI posseduta effettivamente sostituissero quest'ultima. β può essere considerato una misura della fiducia dei possessori di auto MCI nell'auto elettrica: maggiore è la fiducia più elevato è β . La iterata applicazione della (14), dove \bar{y}_1^t è dato dalla (13), partendo dai valori y_1^0, T_1^0, T_2^0 al tempo $t = 0$ iniziale della sequenza Σ_2 , fornisce la sequenza dei valori y_1^t delle proporzioni di auto MCI che viene sostituita nei successivi tempi di Σ_2 . La sequenza dei numeri T_1^t delle auto MCI in circolazione è quindi generata da:

$$T_1^{t+1} = T_1^t(1 - y_1^t). \quad (15)$$

partendo dal valore T_1^0 all'inizio di Σ_2 .

Il valore del numero di auto elettriche in circolazione al tempo $t + 1$ è dato dalla somma del numero T_2^0 di auto elettriche circolanti all'inizio di Σ_2 , più il numero $T_1^0 - T_1^t$ di auto elettriche derivanti dalla sostituzione delle auto MCI nell'intervallo $(0, t)$, più il numero $T^t - T^0$ di auto elettriche acquistate ex novo nello stesso intervallo, dove T^t e T^0 sono i numeri complessivi di auto circolanti ai tempi t e 0 della sequenza Σ_2 . Quindi la sequenza dei numeri T_2^t di auto elettriche in circolazione è generata da:

$$T_2^{t+1} = T_2^0 + T_1^0 - T_1^t + T^t - T^0 \quad (16)$$

3. Un'applicazione del modello allo studio della evoluzione del numero di auto MCI in circolazione dopo il bando alla loro vendita

In questa Sezione il modello presentato nella Sezione precedente è applicato allo studio della evoluzione nel tempo del numero di auto MCI circolanti dopo il bando alla loro vendita. Si è fatto riferimento, come caso di studio, ai sei Paesi che risultano essere i maggiori acquirenti di auto elettriche in Europa [16]: Francia, Germania, Pae-

the overall numbers of cars circulating at times t and 0 of sequence Σ_2 . Thus the sequence of the numbers T_2^t in circulation is generated by:

$$T_2^{t+1} = T_2^0 + T_1^0 - T_1^t + T^t - T^0 \quad (16)$$

3. An application of the model to the study of the evolution of the number of ICE cars in circulation after the ban on their sale

In this Section the model presented in the previous Section is applied to the study of the evolution over time of ICE cars circulating after the ban on their sale. We have referred, as a study case, to six countries which result to be the top buyers of electric cars in Europe [16]: France, Germany, Netherlands, Norway, Sweden, UK, and we have studied first the evolution over time of the number of ICE cars and of electric cars circulating in sequence Σ_1 , in the absence of ban on sale of ICE cars, then in sequence Σ_2 , in the presence of ban, so that to compare the two types of evolution.

IEA [16] registered the numbers of electric cars registered yearly, between 2005 and 2020, in these six countries, which practically coincide with numbers of electric cars circulating in these six countries. The values before 2011 are so low as to be absolutely negligible, so that we have considered only the values between 2011 and 2019. Considering these data, and the total number of cars circulating yearly in the six countries in the same time period, recorded by ACEA [1], we have computed the proportions x_2^t of electric cars circulating yearly between 2011 and 2019. These values are shown in Fig. 1.

By using the sequence relative to the period 2011-2019 of x_2^t so obtained, and the corresponding sequence of the total numbers T^t of cars circulating annually in the six countries, we have estimated, through the procedure shown in Appendix in [13], parameter β of Eq. (6) and the coefficients of cost functions $c_i(x_i^t T^t)$, $i = 1, 2$, taken to be exponential functions, as previously mentioned. In this way we have estimated that $\beta = 0.02277$, while estimation of the coefficients furnishes the following expressions of functions $c_i(x_i^t T^t)$, $i = 1$ for ICE cars, and $i = 2$ for electric cars:

$$\begin{aligned} c_1(x_1^t T^t) &= 2.22034 - 4.49007 \exp(-7.63458 x_1^t T^t) \\ c_2(x_2^t T^t) &= 1 + 5.07119 \exp(-0.57427 x_2^t T^t) \end{aligned} \quad (17)$$

where T^t is expressed in million cars.

The pattern of cost functions furnished by Eq. (17) in shown in Fig. 2. We see that at the beginning of the diffusion process, when the number of circulating electric cars is practically zero, the cost attributed to them is very high, due to the uncertainty of potential buyers, but it decreases quickly as the number of cars in circulation increases, as uncertainty decreases, and at a certain point it becomes less than the cost of ICE cars: this quick decrease is due very probably to the effectiveness of the action of opinion leaders,

si Bassi, Norvegia, Svezia, UK, e si è dapprima studiata l'evoluzione nel tempo del numero di auto MCI ed elettriche circolanti nella sequenza Σ_1 , in assenza di divieto di vendita di auto MCI, successivamente nella sequenza Σ_2 , in presenza di divieto, in modo da operare un confronto fra i due tipi di evoluzione.

IEA [16] ha registrato i numeri di auto elettriche immatricolate annualmente, fra il 2005 e il 2020 in questi sei Paesi, numeri che coincidono praticamente con quelli dei numeri di auto elettriche circolanti in questi Paesi. I valori prima del 2011 sono così bassi da essere assolutamente trascurabili, per cui abbiamo considerato solo i valori fra il 2011 e il 2020. Considerando questi dati, ed il numero totale di auto circolanti annualmente nei sei Paesi, registrato da ACEA [1], abbiamo calcolato le proporzioni x_2^t di auto elettriche circolanti annualmente tra il 2011 e il 2020. Questi valori sono riportati in Fig. 1.

Utilizzando la sequenza, relativa al periodo 2011-2020, degli x_2^t così ricavati, e la corrispondente sequenza dei numeri totali T^t di auto circolanti nei sei Paesi, sono stati stimati, mediante la procedura esposta in Appendice in [13], il parametro β della (6) ed i coefficienti delle funzioni di costo $c_i(x_i^t T^t)$, $i = 1, 2$, che abbiamo supposto essere funzioni esponenziali, come si è detto precedentemente. Abbiamo così stimato che $\beta = 0.02277$, mentre la stima dei coefficienti fornisce le seguenti espressioni per le funzioni di costo:

$$\begin{aligned} c_1(x_1^t T^t) &= 2.22034 - 4.49007 \exp(-7.63458 x_1^t T^t) \\ c_2(x_2^t T^t) &= 1 + 5.07119 \exp(-0.57427 x_2^t T^t) \end{aligned} \quad (17)$$

dove T^t è espresso in milioni di auto.

L'andamento delle funzioni di costo fornite dalla (17) è mostrato nella Fig. 2. Si vede che all'inizio del processo di diffusione, quando il numero di auto elettriche circolanti è praticamente nullo, il costo ad esse attribuito è molto elevato, a causa dell'incertezza dei potenziali compratori, ma diminuisce rapidamente all'aumentare del numero di auto in circolazione, perché l'incertezza diminuisce, e ad un certo punto diventa inferiore al costo delle auto MCI: questa rapida diminuzione è molto probabilmente dovuta alla efficacia della azione degli opinion leaders, in primo luogo i mass media [19]. Invece il costo attribuito alle auto MCI varia poco col numero di auto in circolazione: ciò è dovuto al fatto che l'incertezza circa le potenzialità delle auto MCI è molto modesta, data la loro presenza sul mercato da un tempo molto lungo.

firstly the mass media [19]. Instead the cost attributed to ICE cars changes little with the number of cars in circulation: this is due to the fact that the uncertainty about the potential of ICE cars is very low, given their presence on the market for a long time.

Assigning expression (17) to cost functions, and putting $\beta = 0.02277$ in Eq. (6), the iterated application of the latter, starting from the initial values $T^0 = 120 \cdot 10^6$ and $x_2^0 = 0.00007$ registered in 2011, furnishes the estimate of the proportions x_2^t of the electric cars that travel the roads of the six Countries in the period 2011-2020. The trajectory of x_2^t is shown in Fig. 1, superimposed on the registered points.

Then we have thought to estimate the number of ICE cars and of electric cars which will travel the roads of the six countries in the years after 2020. The first step has been to estimate the values of \bar{r} and K in Eq. (1). The estimated values, $\bar{r} = 0.13$ and $K = 150 \cdot 10^6$, are those for which Eq. (1) gives rise to a pattern over time of T^t that approaches closest to values registered in the period 2011-2020. The trajectory of T^t is shown in Fig. 3, superimposed on points obtained from experimental data.

Suppose that the diffusion process of the electric car evolves over time in such a way that β keeps the estimated value $\beta = 0.02277$ and that the costs of the ICE car and of the electric car continue to be close to the values furnished by Eq. (17), while the evolution over time of T^t is that given by Eq. (1) with $\bar{r} = 0.13$ and $K = 150 \cdot 10^6$. In this case the expressions (17) of $c_1(x_1^t T^t)$ and $c_2(x_2^t T^t)$ can be used to compute, through Eq. (5) and Eq. (6), the sequence of x_2^t and $x_1^t = 1 - x_2^t$, and then of numbers $T_1^t = x_1^t T^t$ and $T_2^t = x_2^t T^t$ of ICE cars and of electric cars circulating in the years after 2020. The trajectories T_1^t (line 1) and T_2^t (line 2) are shown

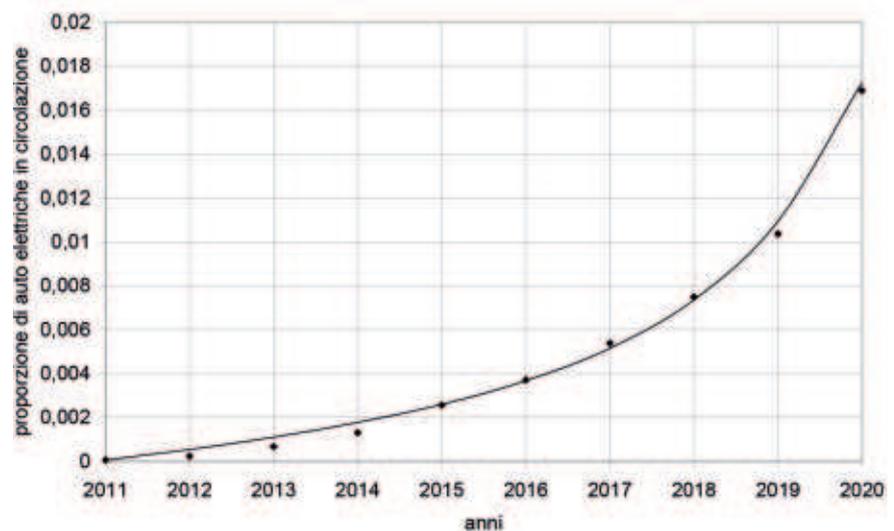


Figura 1 – Traiettorie della proporzione delle auto elettriche circolanti nei sei Paesi Europei sovrapposta ai punti registrati fra il 2011 e il 2020.

Figure 1 – Trajectory of the proportion of electric cars circulating in the six European countries superimposed on the points registered between 2011 and 2020.

Attribuendo le espressioni (17) alle funzioni di costo, e ponendo $\beta = 0.02277$ nella (6), la iterata applicazione di quest'ultima, partendo dai valori iniziali $T^0 = 120 \cdot 10^6$ e $x_2^0 = 0.00007$ registrati nel 2011, fornisce la stima delle proporzioni x_2^t delle auto elettriche che percorrono le strade dei sei Paesi nel periodo 2011-2020. La traiettoria degli x_2^t così ottenuta è riportata in Fig. 1, sovrapposta ai punti ricavati dai dati registrati.

Ci si è quindi proposto di stimare il numero di auto MCI ed elettriche che percorreranno le strade dei sei Paesi negli anni successivi al 2020. Il primo passo è stato quello di stimare i valori di \bar{r} e K nella (1). I valori stimati, $\bar{r} = 0.13$ e $K = 150 \cdot 10^6$, sono quelli per cui la (1) dà luogo ad un andamento di T^t nel tempo che si approssima maggiormente ai valori registrati nel periodo 2011-2020. La traiettoria di T^t è riportata in Fig. 3, sovrapposta ai punti corrispondenti ai dati sperimentali.

Supponiamo che il processo di diffusione dell'auto elettrica evolva nel tempo in modo che β conservi il valore stimato $\beta = 0.02277$ e che i costi dell'auto MCI e di quella elettrica continuino ad essere vicini ai valori forniti dalle (17), mentre l'evoluzione nel tempo di T^t è quella data dalla (1) con $\bar{r} = 0.13$ e $K = 150 \cdot 10^6$. In questo caso le espressioni (17) di $c_1(x_1^t T^t)$ e $c_2(x_2^t T^t)$ possono essere utilizzate per calcolare, tramite la (5) e la (6), la sequenza di x_2^t e $x_1^t = 1 - x_2^t$, e quindi dei numeri $T_1^t = x_1^t T^t$ e $T_2^t = x_2^t T^t$ di auto MCI ed elettriche circolanti negli anni successivi al 2020. Le traiettorie di T_1^t (linea 1) e T_2^t (linea 2) sono riportate nella Fig. 4. Si vede che la traiettoria relativa all'auto elettrica presenta la tipica forma ad S di evoluzione delle innovazioni [22].

A seguito del bando alla vendita delle auto elettriche queste traiettorie si interrompono nel 2035, che è l'anno iniziale della sequenza Σ_2 , alla quale si è fatto riferimento nella Sezione 2. Si è visto nella Sezione 2 che la derivata delle funzioni di costo – polinomiali crescenti del secondo ordine – delle auto elettriche è tanto minore quanto più favorevole verso l'auto elettrica è l'atteggiamento dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni, e il valore assoluto della derivata negativa delle funzioni di costo – esponenziali decrescenti – delle auto MCI è tanto più basso quanto minore è l'avversione al

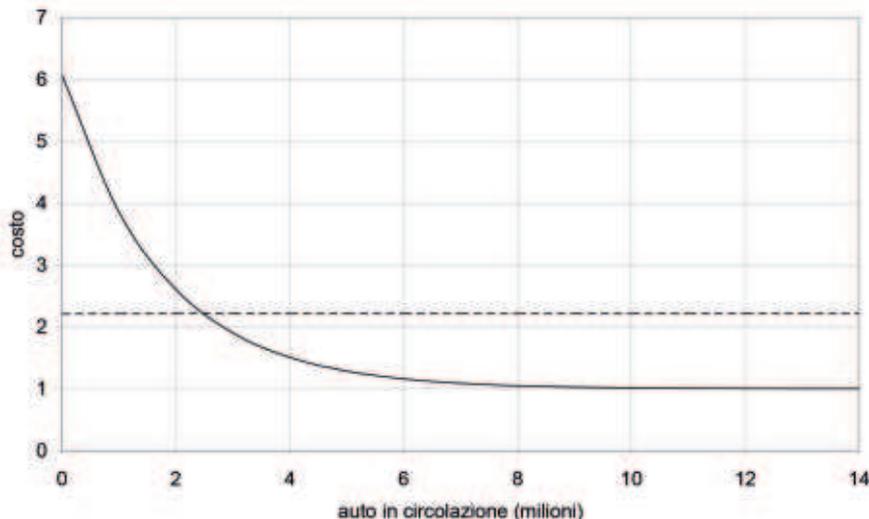


Figura 2 – Traiettorie delle funzioni di costo per le auto MCI (linea tratteggiata) e per le auto elettriche (linea continua) durante la sequenza Σ_1 .
 Figure 2 – Trajectories of cost functions for ICE cars (broken line) and for electric cars (continuous line) during the sequence Σ_1 .

in Fig. 4. We see that the trajectory relative to the electric car shows the S shape of evolution of innovations [22].

Following the ban on sale of electric cars these trajectories are interrupted in 2035, which is the initial year of sequence Σ_2 , to which reference was made in Section 2. We have seen in Section 2 that the more favourable to the electric car the attitude of Governments and of Public Administration is the less the derivative of the polynomial second order increasing cost functions of electric car is, and the less

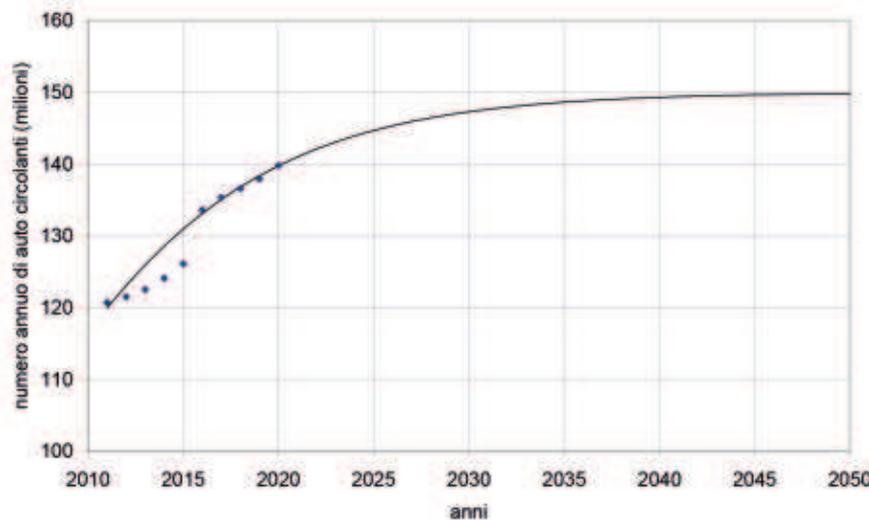


Figura 3 – Traiettorie del numero di auto circolanti annualmente nei sei Paesi Europei sovrapposte ai punti registrati fra il 2011 e il 2020.
 Figure 3 – Trajectory of the number of cars circulating yearly in the six European countries superimposed on the points registered between 2011 and 2020.

rischio dei proprietari delle auto MCI. Allo scopo di valutare l'influenza dell'atteggiamento dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni e dei proprietari di auto MCI sulla evoluzione del numero di auto MCI circolanti nella sequenza Σ_2 , dopo il bando alla loro vendita, è stato supposto, come caso di studio, che le funzioni di costo durante la sequenza Σ_2 assumano nei vari casi due possibili espressioni per le auto MCI e per le auto elettriche rispettivamente. Le espressioni per le auto MCI sono:

$$c_1^a(T_1^t) = 2.22 \exp[0.00261(114 - T_1^t)] \quad (18)$$

$$c_1^b(T_1^t) = 2.22 \exp[0.0132(114 - T_1^t)] \quad (19)$$

dove (18) e (19) si riferiscono a bassa e alta avversione al rischio, rispettivamente, dei proprietari di auto MCI.

Le espressioni per le auto elettriche sono:

$$c_2^a(T_2^t) = 1 + 0.05(T_2^t - 34) + 0.0002(T_2^t - 34)^2 \quad (20)$$

$$c_2^b(T_2^t) = 1 + 0.12(T_2^t - 34) + 0.005(T_2^t - 34)^2 \quad (21)$$

dove (20) e (21) si riferiscono ad un atteggiamento favorevole e sfavorevole verso l'auto elettrica, rispettivamente dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni.

I parametri di tali funzioni, che sono rappresentate in Fig. 5 e Fig. 6, sono tali che i costi corrispondenti ai valori dei flussi nell'anno iniziale della sequenza Σ_2 sono uguali a quelli nell'anno finale della sequenza Σ_1 . Attribuendo le espressioni (18) e (19) alla funzione di costo (10) e le espressioni (20) e (21) alla funzione di costo (11), attraverso la iterata applicazione della (14) sono state calcolate le proporzioni y_1^t delle auto MCI circolanti che vengono sostituite da auto elettriche nei successivi tempi della sequenza Σ_2 . Poiché i valori di queste proporzioni dipendono dal valore del parametro β della (14), cioè dalla fiducia dei proprietari delle auto MCI nell'auto elettrica, sono stati considerati due valori di β , uno dei quali, $\beta = 0.02277$, molto basso, quindi rappresentativo di scarsa fiducia, è quello che è stato stimato precedentemente con riferimento al periodo 2011-2020, mentre l'altro, uguale a 0.05 è rappresentativo di una fiducia alquanto maggiore. Utilizzando questi valori di y_1^t sono state calcolate, attraverso la (15) e la (16), le traiettorie dei valori di T_1^t e di T_2^t , rappresentate in Fig. 7 e Fig. 8. La Fig. 7 è relativa al caso $\beta = 0.02277$, la Fig. 8 al caso $\beta = 0.05$.

Le traiettorie *a* e *b*, relative alle

the risk aversion of the owners of ICE cars is the lower the absolute value of the negative derivative of the decreasing cost functions of ICE cars is. In order to evaluate the influence of the attitude of Government and Public Administrations and of owners of ICE cars on the evolution of the number of ICE cars circulating in sequence Σ_2 , after the ban on their sale, we have supposed, as a study case, that the cost functions during the sequence Σ_2 assume in the various cases two possible expressions for ICE cars and for electric cars, respectively. The exponential expressions for ICE cars are:

$$c_1^a(T_1^t) = 2.22 \exp[0.00261(114 - T_1^t)] \quad (18)$$

$$c_1^b(T_1^t) = 2.22 \exp[0.0132(114 - T_1^t)] \quad (19)$$

where Eq. (18) and Eq. (19) refer to low and high risk aversion, respectively, of owners of ICE cars.

The second order polynomial expressions for electric cars are:

$$c_2^a(T_2^t) = 1 + 0.05(T_2^t - 34) + 0.0002(T_2^t - 34)^2 \quad (20)$$

$$c_2^b(T_2^t) = 1 + 0.12(T_2^t - 34) + 0.005(T_2^t - 34)^2 \quad (21)$$

where Eq. (20) and Eq. (21) refer to a favourable and unfavourable attitude, respectively, to electric cars, of Government and Public Administrations.

The parameters of these functions, which are represented in Fig. 5 and Fig. 6, are such that the costs corresponding to the flow values in the initial year of sequence Σ_2 are equal to those in final year of sequence Σ_1 . Attributing the expressions (18) and (19) to cost function (10) and the expressions (20) and (21) to cost function (11), through the it-

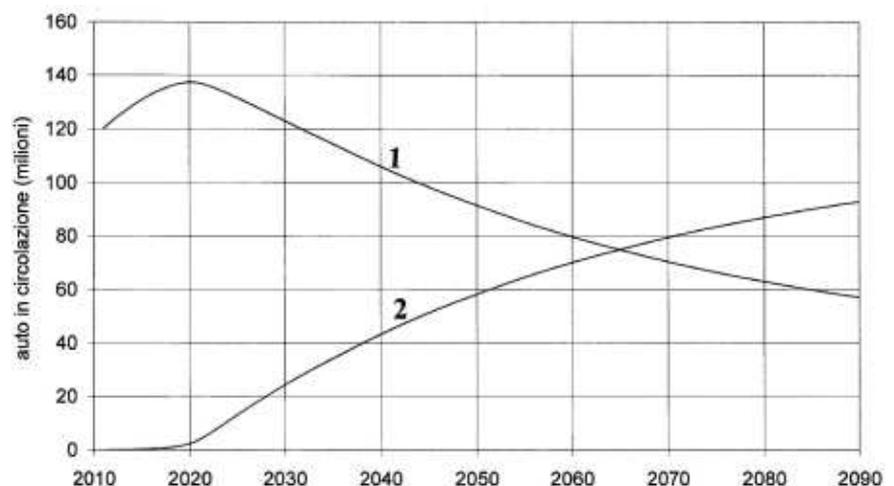


Figura 4 – Traiettorie del numero di auto MCI (linea 1) e di auto elettriche (linea 2) circolanti nei sei Paesi Europei calcolate con le funzioni di costo della Fig. 2. Figure 4 – Trajectories of the number of ICE cars (line 1) and of electric cars (line 2) circulating in the six European countries computed with cost functions of Fig. 2.

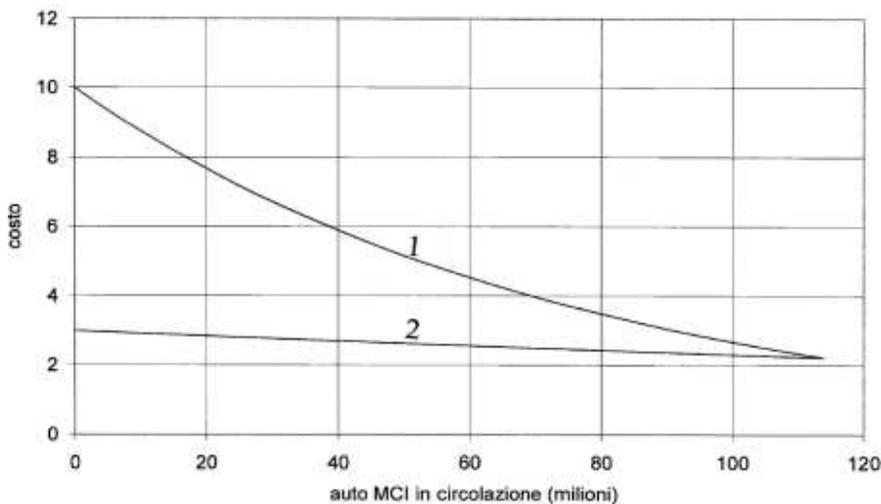


Figura 5 – Traiettorie delle funzioni di costo delle auto MCI circolanti durante la sequenza Σ_2 , nel caso (linea 1) di alta avversione al rischio e nel caso (linea 2) di bassa avversione al rischio, dei proprietari di auto MCI.

Figure 5 – Trajectories of cost functions of ICE cars circulating during sequence Σ_2 , in the case (line 1) of high risk aversion and in the case (line 2) of low risk aversion, of owners of ICE cars.

auto MCI ed elettriche, rispettivamente, in entrambe le figure sono state calcolate attribuendo le espressioni (20) e (19) alle funzioni di costo, cioè nell'ipotesi di atteggiamento favorevole all'auto elettrica dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni, e di alta avversione al rischio dei possessori di auto MCI, i quali tendono a disfarsi della propria auto, non volendo correre il rischio di frequenti e costose riparazioni: condizioni queste favorevoli al trasferimento dalle auto MCI alle auto elettriche. Le traiettorie *c* e *d*, relative alle auto MCI ed elettriche rispettivamente, sono state calcolate utilizzando le espressioni (21) e (18) delle funzioni di costo, cioè nell'ipotesi di atteggiamento sfavorevole verso l'auto elettrica dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni e di bassa avversione al rischio [7] dei possessori di auto MCI, i quali tendono a conservare a lungo la propria auto: condizioni queste sfavorevoli al trasferimento dalle auto MCI alle auto elettriche. In Fig. 7 e Fig. 8 sono anche riportate le traiettorie 1 e 2, già rappresentate in Fig. 4, dei numeri T_1^i e T_2^i di auto MCI ed elettriche, rispettivamente, circolanti nei sei Paesi precedentemente citati, calcolate assumendo come funzioni di costo le (17) stimate utilizzando i dati raccolti nei sei Paesi tra il 2011 e il 2020. Le traiettorie sono rappresentate con linea continua per il periodo 2011-2035, in cui non è imposto il

erated application of Eq. (14) we have computed the proportions y_1^i of circulating ICE cars which are replaced by electric cars in the successive times of sequence Σ_2 . As the values of these proportions depend on the value of parameter β of Eq. (14), i.e. on the confidence of owners of ICE cars in the electric car, we have considered two values of β , one of which, $\beta = 0.02277$, very low, thus representative of low confidence, is that which was estimated previously with reference to period 2011-2020, while the other, equal to 0.05, is representative of rather higher confidence. Using these values of y_1^i we have computed, through Eq. (15) and Eq. (16), the trajectories of values of T_1^i and of T_2^i represented in Fig. 7 and in Fig. 8. Fig. 7 is relative to the case in which $\beta = 0.02277$, Figure 8 to the case in which $\beta = 0.05$.

Trajectories *a* and *b*, relative to ICE cars and to electric cars, respectively, in both figures have been computed attributing expressions (20) and (19) to cost functions, i.e. in the hypothesis of favourable attitude to electric car of Governments and of Public Administrations, and of high risk aversion of owners of ICE cars, who tend to dispose of their car, not wanting to take the risk of frequent and expensive repairs: favourable conditions to shift from ICE cars to electric cars. Trajectories *c* and *d*, relative to ICE cars and to electric cars, respectively,

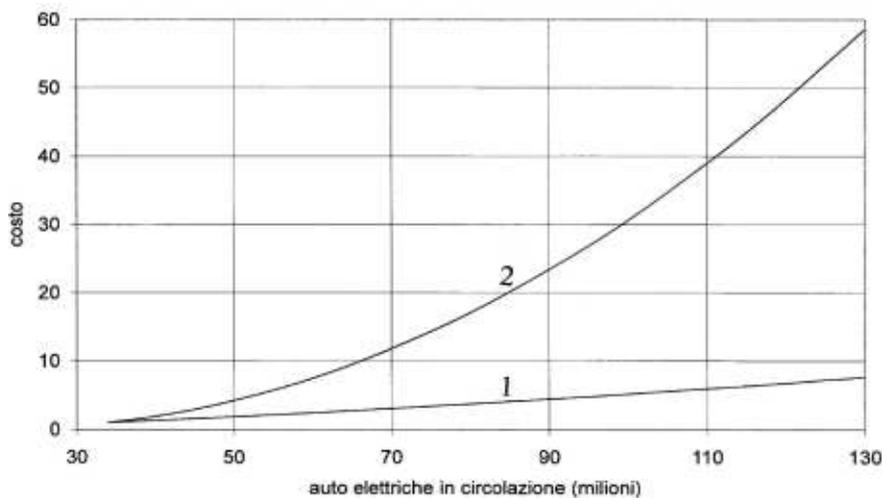


Figura 6 – Traiettorie delle funzioni di costo delle auto elettriche circolanti durante la sequenza Σ_2 , nel caso (linea 1) di atteggiamento favorevole e nel caso (linea 2) di atteggiamento sfavorevole verso l'auto elettrica, dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni.

Figure 6 – Trajectories of cost functions of electric cars circulating during the sequence Σ_2 , in the case (line 1) of favourable attitude and in the case (line 2) of unfavourable attitude to electric car, of Governments and of Public Administrations.

bando di vendite di auto MCI, e con linea tratteggiata per gli anni successivi, nei quali il bando è imposto.

Le traiettorie relative al periodo in cui è imposto il divieto si distaccano da quelle relative al periodo in cui tale divieto non è imposto nei punti corrispondenti all'anno 2035. Il confronto della parte tratteggiata di tali traiettorie con le traiettorie relative al periodo in cui il divieto è imposto pone in luce l'efficacia di tale divieto nei casi esaminati, nel determinare il trasferimento dalle auto MCI a quelle elettriche. Si osserva infatti che il numero di auto MCI in circolazione diminuisce progressivamente e in misura consistente negli anni successivi al 2035. Tuttavia l'entità di tale diminuzione dipende molto dall'atteggiamento dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni e dei proprietari di auto MCI.

Per esempio nella Fig. 7, relativa al caso in cui $\beta = 0.02277$, la traiettoria *a*, relativa a condizioni favorevoli al trasferimento da auto MCI ad auto elettriche, mostra che nell'anno 2050, 15 anni dopo l'imposizione del bando alla vendita di auto MCI, vi sono 25 milioni di auto MCI in circolazione; mentre nelle condizioni molto meno favorevoli, a cui fa riferimento la traiettoria *c*, le auto MCI in circolazione sono 50 milioni. Nell'anno 2070, nel quale nelle condizioni della traiettoria *a* le auto MCI circolanti sono scomparse, la traiettoria *c* mostra che vi sono ancora 20 milioni di auto in circolazione.

Confrontando le due figure si osserva che nel caso di basso valore di β , indicativo di scarsa fiducia nell'auto elettrica dei proprietari di auto MCI, a cui fa riferimento la Fig. 7, il numero di auto MCI circolanti è, a parità di altre condizioni, alquanto più elevato di quello che risulta nel caso di maggiore fiducia, individuata da un più elevato valore di β , a cui fa riferimento la Fig. 8.

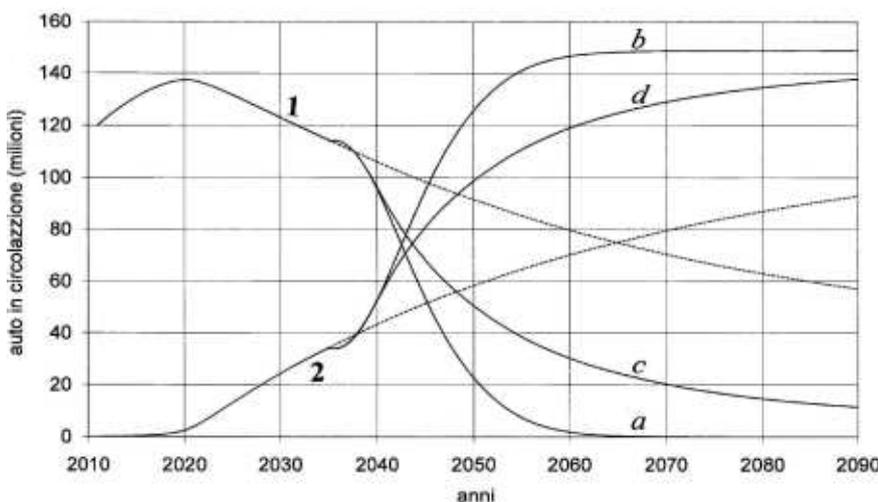


Figura 7 – Traiettorie del numero di auto MCI ed elettriche circolanti durante le sequenze Σ_1 e Σ_2 nel caso in cui $\beta = 0.02277$.

Figure 7 – Curves of the number of ICE and electric cars running during the sequences Σ_1 and Σ_2 in the case $\beta = 0.02277$.

have been computed using expressions (21) and (18) of cost functions, i.e. in the hypothesis of unfavourable attitude to electric car of Governments and Public Administrations and low risk aversion [7] of owners of ICE cars, who tend to keep for a long time their car: unfavourable conditions to shift from ICE cars to electric cars. We have also shown in Figures 7 and 8 trajectories **1** and **2**, already represented in Figure 4, of numbers T_1^i and T_2^i of ICE cars and of electric cars, respectively, circulating in the six countries previously mentioned, computed assuming as cost functions Eq. (17), estimated using the data collected in the six countries between 2011 and 2020. The trajectories are represented with continuous line for the period 2011-2035, in which the ban on sale of ICE cars is not imposed, and with broken line for the subsequent years, in which the ban is imposed.

The trajectories relative to the period in which the ban is imposed detach from those relative to the period in which is not imposed in the points corresponding to year 2035. The comparison of the broken part of these trajectories with the trajectories relative to the period in which the ban is imposed highlights the effectiveness of this ban, in the cases examined, in determining the shift from ICE cars to the electric cars. In fact we note that the number of ICE cars in circulation decreases progressively and substantially in the years after 2035. However the extent of this decrease depends largely on the attitude of Governments and Public Administrations and of the IC owners.

For instance in Figure 7, relative to the case in which $\beta = 0.02277$ trajectory *a*, relative to conditions favourable to the shift from ICE cars to electric cars, shows that in year 2050, 15 years after the imposition of the ban on sale of ICE cars, there are 25 million ICE cars in circulation; while in the much less favourable conditions to which trajectory *c* refers, the ICE cars in circulation are 50 million. In year 2070, in which in the conditions of trajectory *a* the ICE cars are missing, trajectory *c* shows that there are still 20 million cars in circulation.

Comparing the two figures we observe that in the case of low value of β , indicative of low confidence in electric car of the owners of ICE cars, to which Fig. 7 refers, the number of ICE cars in circulation is, other things being equal, somewhat higher than that which results in the case of greater confidence, identified by a greater value of β , to which Fig. 8 refers.

These figures show that the imposition of the ban on sale of ICE cars, while in the conditions in which the attitude of Governments and Public Administrations, and of owners of ICE cars, is highly favourable to electric cars can determine the quick disappearance from circulation of ICE cars, in situations in which this attitude is unfavourable can cause ICE cars to remain in circulation for long time.

Queste figure mostrano che l'imposizione del bando alla vendita di auto MCI, mentre nelle condizioni in cui l'atteggiamento sia dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni, sia dei possessori di auto MCI è fortemente favorevole all'auto elettrica può determinare la rapida scomparsa dalla circolazione delle auto MCI, in situazioni in cui tale atteggiamento è sfavorevole, può far sì che le auto MCI restino in circolazione per lungo tempo. Queste auto, fortemente inquinanti perché in circolazione da molto tempo, che in assenza del bando sarebbero state sostituite con auto MCI nuove, contribuirebbero in misura notevole all'inquinamento delle auto urbane.

4. Conclusioni

Questo articolo ha mostrato che gli effetti sulla mobilità dell'imposizione del bando alla vendita di auto MCI sono fortemente condizionati dall'atteggiamento verso l'auto elettrica dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni da un lato, e dei possessori di auto MCI dall'altro. Un atteggiamento favorevole all'auto elettrica dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni significa che viene fornita energia elettrica in misura sufficiente ad alimentare le auto elettriche in circolazione, ed un corrispondente idoneo numero di stazioni per la ricarica delle batterie. Un atteggiamento favorevole dei possessori di auto MCI significa che essi sono facilmente disposti a sostituire con un'auto elettrica la propria auto MCI quando questa ha raggiunto la fine della propria vita utile.

Nell'articolo si è mostrato, facendo uso di funzioni di costo ipotetiche, cioè non derivanti da dati sperimentali, ma assunte come ipotesi di un caso di studio, che l'imposizione del bando alla vendita di auto MCI determina la loro rapida scomparsa dalla circolazione se l'atteggiamento verso l'auto elettrica sia dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni, sia dei possessori auto MCI è favorevole. In caso contrario il bando causerebbe il mantenimento in circolazione per lungo tempo di auto MCI immatricolate da molti anni, quindi fortemente inquinanti.

In conclusione il bando alla circolazione delle auto MCI determinerebbe la loro scomparsa in breve tempo, quindi un netto miglioramento delle condizioni ambientali, nel caso di atteggiamento favorevole all'auto elettrica sia dei Governi e delle Pubbliche Amministrazioni sia dei possessori di auto MCI.

In caso di atteggiamento sfavorevole il risultato del bando sarebbe il prolungamento in circolazione di vecchie auto MCI, con un peggioramento delle condizioni ambientali.

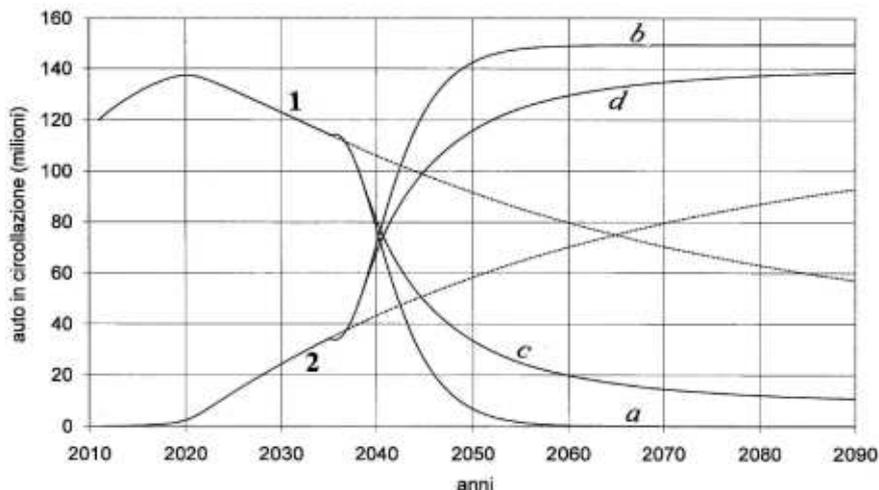


Figura 8 – Traiettorie del numero di auto MCI ed elettriche circolanti durante le sequenze Σ_1 e Σ_2 nel caso in cui $\beta = 0.05$.
 Figure 8 – Curves of the number of ICE and electric cars running during the sequences Σ_1 and Σ_2 in the case $\beta = 0.05$.

These cars, which are highly polluting as they are in circulation for a long time, which in the absence of the ban would have been replaced with new ICE cars, would contribute significantly to pollution of urban areas.

4. Conclusions

This paper has shown that the effects on mobility of the imposition of the ban on sale of ICE cars are highly conditioned by the attitude to the electric car of Governments and Public Administration on one hand, and of the owners of ICE cars on the other. An attitude favourable to electric cars of Governments and Public Administrations means that enough electricity to power the electric cars in circulation, and a corresponding suitable number of battery charging stations are provided. A favourable attitude of owners of ICE cars means that they are easily willing to replace with an electric car their ICE car when the latter has reached the end of its lifetime.

The paper has shown, using hypothetical cost functions, i.e. not derived from experimental data, but assumed as an hypothesis of a study case, that the imposition of the ban on sale of ICE cars causes their quick disappearance from circulation if the attitude to electric car of both Government and public Administrations, and of owners of ICE cars is favourable. Otherwise the ban would cause the maintenance in circulation for a long time of ICE cars registered for many years, thus highly polluting.

In conclusion the ban on circulation of ICE cars would cause their disappearance in a short time, and thus a marked improvement of environmental conditions in the case of favourable attitude to electric cars of both Governments and Public Administrations, and owners of ICE cars. In case of an unfavourable attitude the result of the ban would be the continuation of circulation of old ICE cars, with deterioration of environmental conditions.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] ACEA (2021a), "Vehicles in use: European Union", EFTA, Europe.
- [2] ACEA (2021b), "Diffusione delle stazioni di ricarica per auto elettriche nell'Unione Europea".
- [3] ANSA Motor (2021), "Le auto elettriche percorrono più chilometri delle termiche in Europa".
- [4] BRAND C., ANABLE J. (2019), "Disruption and continuity in transport energy systems: the case of the ban on new conventional fossil fuel vehicles. Europe Council for an Energy Efficient Economy Summer Study 2019", pp. 1117-1127.
- [5] BURCH I., GILCHRIST J. (2020), "Survey of global activity to phase out internal combustion engine vehicles". The Climate Center www.theclimatecenter.org, pp. 1-17.
- [6] CASSETTA E. (1998), "Modelli per i sistemi di trasporto. Teoria ed applicazioni". UTET, Torino.
- [7] CHITTY R. (2003), "A new method of estimating risk aversion. National Bureau of Economic Research". Working Paper 9988.
- [8] DALLA CHIARA B. (2012), "Considerations on the demand and use of energy in the transport systems", Ingegneria Ferroviaria n. 7-8, pp. 673-685.
- [9] DALLA CHIARA B. (2019), "What evolutions and technological solutions are necessary for sustainable land transport systems". E3S Web of Conferences 119.
- [10] "EU agrees to end sales of combustion engine vehicles by 2035". [http:// www.France4.com](http://www.France4.com).
- [11] EUROSTAT (2020), "Energy consumption in Europe".
- [12] FERRARI P. (2021), "Il processo di diffusione dell'auto elettrica". Ingegneria Ferroviaria n. 6, pp. 495-508.
- [13] FERRARI P. (2022), "Oscillazioni periodiche di equilibrio nei processi di innovazione nei trasporti". Ingegneria Ferroviaria n. 6, pp. 647-664.
- [14] FULTON L.M., JAFFE A.M., McDONALD Z. (2019), "Internal combustion engine bans and global oil use." UC Davis Institute of Transportation Studies. Research Report UCD-ITS-RR-19-45.
- [15] GLAZIER S.Y., KANIOVSKI Y.M. (1991), "Diffusion of innovations under conditions of uncertainty: A stochastic approach". In Diffusion of technologies and social behaviour (NAKICENOVIC N. and GRUBLER A. Eds), pp. 231-246, Springer-Verlag, Berlin.
- [16] IEA (2022). Global EV Outlook. www.iea.org.
- [17] JALONEN H. (2012), "The uncertainty of innovation: A systematic review of the literature", Journal of Management Research, Vol. 4, 1, pp. 1-47.
- [18] KIMBALL M.S. (1993), "Standard risk aversion". Econometrica, Vol. 61, pp. 589-611.
- [19] ORR G. (2003), "Diffusion of innovations". Accademia Ed.
- [20] PRATT J.W. (1964), "Risk aversion in the small and in the large". Econometrica, Vol. 32, pp. 122-136.
- [21] ROGERS E.M. (2007), "Diffusion of innovations". In Knowledge and innovation management (HOFFMANN V. Ed.), Universitat Hohenheim, pp. 37-50.
- [22] VALENTE T.W. (1993), "Diffusion of innovations and policy decision making". Journal of communication 43, pp. 30-45.
- [23] WANG Y., VASILAKOS A.V., MA J., XIONG N. (2014), "On studying the impact of uncertainty on behaviour diffusion in social networks". IEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Systems, Vol. 45, 2, pp. 185-197.



Un modello multimodale per la simulazione della mobilità di media e lunga percorrenza delle persone in Italia

A multimodal model for the simulation of medium and long-distance mobility of people in Italy

Mario TARTAGLIA ^(***)
 Sara NOURBAKSH ^(***)
 Lorenzo VANNACCI ^(***)
 Angela CHINDEMI ^(*)
 Giulia CARBONE ^(*)
 Marina FERRARA ^(*)
 William SOMMARIO ^(*)
 Marcella MARINO ^(**)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.03.2023.ART.2>)

Sommario - Per superare i limiti dei modelli di mobilità stazionari evidenziati dalle recenti crisi pandemiche e geopolitiche, Ferrovie dello Stato Italiane (FS) ha sviluppato, con il supporto di ISFORT, un modello multimodale passeggeri di media e lunga percorrenza (MLP) finalizzato alla valutazione degli impatti economici, sociali e ambientali della mobilità, integrato con un modello di generazione locale e con moduli per l'aggiornamento delle variabili esogene degli scenari previsivi. Questo articolo presenta la struttura metodologica dei modelli messi a punto, i risultati di una applicazione di riferimento volta a simulare le scelte di viaggio nella fase di avvio di uno scenario "New Normal" successivo alle crisi menzionate, oltre che le conclusioni e le prospettive di ulteriore sviluppo e di ricerca derivanti dal lavoro svolto.

1. Introduzione

L'evoluzione degli scenari epidemiologici legati alla mutazione del SarsCoV2 ed i conseguenti riflessi socio-economici a scala globale e locale, congiuntamente agli effetti di stimolo e sostegno che potranno essere indotti dal piano di *Recovery Fund* di *Next Generation EU*, gli indirizzi globali di contrasto al cambiamento climatico, i nuovi equilibri geo-politici ed i relativi impatti energetici e sull'approvvigionamento delle materie prime e le incumbenti

Summary - To overcome the limitations of stationary mobility models highlighted by the recent pandemic and geopolitical crises, with the support of ISFORT, Ferrovie dello Stato Italiane (FS) has developed a multimodal medium and long-distance passenger model (MLP) aimed at assessing the economic, social, and environmental impacts of mobility, integrated with a local generation model and with modules for updating the exogenous variables of the forecast scenarios. This article presents the methodological structure of the models developed, the results of a reference application aimed at simulating travel choices in the start-up phase of a "New Normal" scenario following the aforementioned crises, as well as the conclusions and prospects for further development and research deriving from the work carried out.

1. Introduction

The evolution of epidemiological scenarios linked to the mutation of SarsCoV2 and the consequent socio-economic effects on a global and local scale, together with the stimulus and support effects that may be induced by the *Next Generation EU Recovery Fund* plan, the global guidelines to combat climate change, the new geo-political balances and their energy impacts and on the supply of raw materials and the impending technological innovations in the transport sector

^(*) ISFORT S.p.a. - Istituto di Formazione e Ricerca dei Trasporti - Via Nizza, 45 - 00198 Roma, achindemi@ISFORT.it; gcarbhone@ISFORT.it; mferrara@ISFORT.it; wsommario@ISFORT.it.

^(**) ISFORT S.p.a. - Istituto di Formazione e Ricerca dei Trasporti - Via Nizza, 45 - 00198 Roma; marcellamarino@tiscali.it.

^(***) Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A. - Piazza della Croce Rossa, 1 - 00161 Roma; m.tartaglia@fsitaliane.it; s.nourbakhsh@fsitaliane.it; l.vannacci@fsitaliane.it.

^(*) ISFORT S.p.a. - Istituto di Formazione e Ricerca dei Trasporti - Via Nizza, 45 - 00198 Roma, achindemi@ISFORT.it; gcarbhone@ISFORT.it; mferrara@ISFORT.it; wsommario@ISFORT.it.

^(**) ISFORT S.p.a. - Istituto di Formazione e Ricerca dei Trasporti - Via Nizza, 45 - 00198 Roma; marcellamarino@tiscali.it.

^(***) Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A. - Piazza della Croce Rossa, 1 - 00161 Roma; m.tartaglia@fsitaliane.it; s.nourbakhsh@fsitaliane.it; l.vannacci@fsitaliane.it.

innovazioni tecnologiche nel settore trasporti [1], impongono un ripensamento ed una riformulazione delle politiche di governance della mobilità e dei trasporti, con il potenziamento dei sistemi di trasporto collettivi più sostenibili in ambito urbano ed in ambito regionale e nazionale, e una sempre più forte integrazione dei diversi servizi. Nell'ambito dei viaggi di media e lunga percorrenza sul territorio nazionale, la modalità ferroviaria ad alta velocità si conferma, uno dei sistemi collettivi più efficienti e virtuosi, i cui costi esterni sono circa un decimo [2] di quelli dell'auto per i viaggi Intercity [3].

In questo nuovo contesto, in cui gli stili di vita e di mobilità appaiono già rinnovati, è forte l'esigenza di nuovi strumenti operativi per governare gli impatti generati dalle scelte di mobilità, capaci di assicurare: rigore e trasparenza metodologica, trasferibilità all'intero territorio nazionale, facilità e flessibilità di applicazione rispetto agli scenari esogeni previsivi e gli ambiti territoriali da analizzare, con un approccio disaggregato per tipologia di utenti, differenziato per motivo e classe di distanza degli spostamenti.

Il centro studi "FS Research Centre" delle Ferrovie dello Stato Italiane [4], ed ISFORT hanno risposto a queste istanze implementando un Modello di Trasporto multimodale ad aliquote parziali a quattro stadi [5] per la stima dei viaggi di Media e Lunga Percorrenza (MLP) generati dai residenti italiani integrato con moduli di calcolo per l'aggiornamento delle variabili esogene degli scenari previsivi derivanti da trend in atto di cambiamento della struttura demografica e occupazionale territoriale. Il Modello di domanda MLP, calibrato per lo stato di fatto 2019, assunto come ultimo stato di equilibrio stabile pre-pandemico, implementato nel 2021 nasce a valle dello sviluppo propedeutico di un Modello di Generazione per la stima della domanda passeggeri quotidiana locale alla base della specificazione di 20 modelli di mobilità passeggeri regionali.

Per la specificazione, calibrazione e validazione dei sub-modelli di domanda e di offerta multimodale sono state integrate molteplici fonti informative: i microdati dell'Osservatorio sugli stili e comportamenti di mobilità Audimob, con cui ISFORT dal 2010 restituisce al Paese una fotografia della mobilità degli Italiani [6][7], i dati sulla domanda e sull'offerta di trasporto del Gruppo FS (Trenitalia, RFI, ANAS); l'offerta dei servizi ferroviari di NTV e Trenord, e i servizi su gomma extra-urbani di Flixbus; le statistiche ufficiali open rilasciate da ISTAT, MIUR, Eurostat, Banca d'Italia, ACI; e le statistiche di mobilità estratte da un campione nazionale di Big data di telefonia mobile e di Float Car Data (FCD). I dati adoperati offrono uno standard omogeneo alla rappresentatività territoriale nazionale, inoltre un piano di rilascio periodico dei dati selezionati per la calibrazione consente di programmare, rispetto ad esperienze passate, una manutenzione continua dei modelli, condizione essenziale per le esigenze fortemente applicative a cui devono rispondere i modelli sviluppati.

[1], require rethinking and reformulation of mobility and transport governance policies, with the strengthening of the most sustainable collective transport systems in urban, regional and national areas, and an increasingly strong integration of the different services. As part of medium and long-distance travel on the national territory, the high-speed rail mode is confirmed as one of the most efficient and virtuous collective systems, whose external costs are about a tenth [2] of the car for intercity travel [3].

In this new context, in which lifestyles and mobility are already renewed, there is a strong need for new operational tools to govern the impacts generated by mobility choices, able to ensure: rigour and methodological transparency, transferability to the entire national territory, ease and flexibility of application with respect to the exogenous scenarios and the territorial areas to be analysed, with a disaggregated approach by type of users, differentiated by reason and class of distance of travel.

The study centre "FS Research Centre" of the Italian State Railways [4], and ISFORT have responded to these requests by implementing a multimodal Transport Model at four-stage partial rates [5] for the estimation of Medium and Long Distance (MLP) journeys generated by Italian residents integrated with calculation modules for updating the exogenous variables of the predictive scenarios deriving from the current trend of change in the territorial demographic and employment structure. The MLP Demand Model, calibrated for the 2019 state of affairs, assumed as the last pre-pandemic stable equilibrium state, implemented in 2021, was born after the preliminary development of a Generation Model for the estimation of local daily passenger demand based on the specification of 20 regional passenger mobility models.

Multiple sources of information have been integrated for the specification, calibration and validation of demand and multimodal offer sub-models: the micro-data of the Observatory on styles and behaviours of Audimob mobility, with which since 2010 ISFORT renders to the country a photograph of the mobility of Italians [6][7], the data on the transport demand and offer of the FS Group (Trenitalia, RFI, ANAS); the offer of NTV and Trenord railway services, and the Flixbus suburban road services; the official open statistics released by ISTAT, MIUR, Eurostat, Bank of Italy, ACI; and the mobility statistics extracted from a national sample of Big data of mobile telephony and Float Car Data (FCD). The data used offer a uniform standard for national territorial representativeness, and a plan for periodically releasing the data selected for calibration allows continuous maintenance of the models to be programmed, compared to past experiences, an essential condition for the highly applicable needs to which the developed models must respond.

The methodological approach adopted allows recomposing the framework of medium and long-distance passenger mobility and local mobility in Italy, so far little investigated in its unity, highlighting the behavioural differences in the distribution of the motivations, frequencies and modal choices of the local and MLP mobility.

L'approccio metodologico adottato consente una ricomposizione del quadro, ad oggi poco indagato nella sua unitarietà, della mobilità passeggeri di media e lunga percorrenza e della mobilità locale in Italia, evidenziando le differenze comportamentali nella distribuzione delle motivazioni, delle frequenze e delle scelte modali degli spostamenti della mobilità di MLP e locale.

Al crescere della distanza di viaggio, diminuisce il volume di tutti gli spostamenti e si annulla la componente sistematica. L'81,5% dei pendolari impiega al massimo 30 minuti per raggiungere la sede di lavoro o di studio, che ricade prevalentemente all'interno dei 611 cluster territoriali denominati Sistemi Locali del Lavoro (SLL) [8][9], solo il 5% impiega più di un'ora. Gli spostamenti per lavoro, con frequenza di almeno un giorno alla settimana, crollano oltre i 300 km [6]. Tuttavia, gli spostamenti sopra i 50 km, pur rappresentando solo il 2,6% del volume degli spostamenti complessivi di un giorno ferialo [6], generano il 29,8% dei passeggeri km (Fig. 1).

È quindi fondamentale distinguere i fabbisogni ed i comportamenti della componente di mobilità locale da quella di media e lunga percorrenza. Le stesse linee guida europee sulle statistiche di mobilità [10] propongono tre soglie di distanza: breve sotto i 300 km con un raggio di gravitazione urbano entro i 100 km; media tra 300 e 1.000 km; e lunga oltre i 1.000 km, indicando per il rilievo degli spostamenti passeggeri di MLP lo strumento di un diario di bordo di durata minima settimanale.

Dal 2017 l'indagine Audimob, condotta con circa 16.000 interviste annue (70% CATI e 30% CAWI), rileva con una sezione specifica gli spostamenti intercomunali di almeno 10 km effettuati nel corso della settimana precedente all'intervista. Tale sezione, integrata al diario di bordo quotidiano, è alla base dell'implementazione del modello passeggeri degli spostamenti di almeno 80 km per la MLP, mentre la serie storica dal 2010 al 2019 della modellazione della Domanda Passeggeri nazionale prevalentemente locale.

L'articolo presenta nei tre paragrafi che seguono: un breve stato dell'arte dei modelli nazionali europei; l'architettura funzionale e metodologica dei sub-modelli con i principali test di calibrazione; un'analisi di validità estesa

As the travel distance increases, the volume of all travel decreases, and the systematic component is cancelled. 81.5% of commuters take a maximum of 30 minutes to reach the work or study place, which falls mainly within the 611 territorial clusters called Local Work Systems (LWS) [8][9], only 5% take more than an hour. Travel for work, with a frequency of at least one day a week, falls beyond 300 km [6]. However, journeys over 50 km, while representing only 2.6% of the total volume of journeys on a weekday [6], generate 29.8% of passengers km (Fig. 1).

It is therefore essential to distinguish the needs and behaviours of the local mobility component from those of medium and long distance. The same European guidelines on mobility statistics [10] propose three distance thresholds: short below 300 km with an urban gravitation radius within 100 km; average between 300 and 1,000 km; and long over 1,000 km, indicating for the survey of passenger travel of MLP the instrument of a logbook of minimum weekly duration.

Since 2017, the Audimob survey, conducted with about 16,000 annual interviews (70% CATI and 30% CAWI), detects the intercommunal movements of at least 10 km with a specific section carried out during the week prior to the interview. This section, integrated into the daily logbook, is the basis for the implementation of the passenger model of journeys of at least 80 km for the MLP, while the historical series from 2010 to 2019 of the modelling of the predominantly local national Passenger Demand.

In the following three paragraphs the article presents: a brief state of the art of European national models; the functional and methodological architecture of the sub-models with the main calibration tests; an extended validity analysis of the models to evaluate their reliability to replicate the phenomenon observed in 2019 before presenting the aggregated impacts of passenger travel choices simulated with the MLP model, for the start-up phase of the "New Normal" scenario.

2. National mobility models: an analysis of the state of the art

There are not many experiences of transport models on a national scale, generally initiated in support of national



Figura 1 – Osservatorio Audimob, Mobilità per raggio geografico della distanza [6].

Figure 1 – Audimob Observatory, Mobility by geographical radius of distance [6].

dei modelli per valutare la loro affidabilità a replicare il fenomeno osservato nel 2019 prima di presentare, per la fase di avvio dello scenario “New Normal”, gli impatti aggregati delle scelte di viaggio passeggeri simulate con il modello MLP.

2. Modelli di mobilità nazionali: un’analisi dello stato dell’arte

Non sono molte le esperienze di modelli di trasporto a scala nazionale, generalmente avviate a supporto delle politiche di pianificazione e programmazione nazionali dai Ministeri o dai Dipartimenti Centrali dei Trasporti o da grandi operatori di trasporto attivi sull’intero territorio nazionale.

In Germania la strategia di investimento infrastrutturale a medio e lungo termine del Governo è fondata sulle previsioni di traffico federale, simulate ogni cinque anni da un consorzio commerciale che è anche il proprietario del modello di domanda. Il Centro Aerospaziale Tedesco (DLR), non avendo accesso al modello governativo, ha implementato recentemente il modello DEMO per la valutazione degli impatti ambientali generati dall’evoluzione dei traffici sulla rete sino al 2040 [11], integrando in un unico ambiente i modelli di domanda a scala nazionale passeggeri e merci (Fig. 2) e due scale geografiche. Il modello passeggeri nazionale di corto raggio (DEMO-PNV) opera su 6.561 zone, mentre il modello per i viaggi superiori a 100 km (DEMO-PFV) su una zonizzazione più rarefatta composta da 412 zone. Dall’indagine nazionale dei comportamenti di mobilità sulle famiglie MiD 2008 [12] che raccoglie i comportamenti sia sulla domanda giornaliera che dei viaggi più lunghi sono stati estratti i parametri di mobilità principali dei modelli passeggeri.

L’esperienza del Regno Unito è tra le più ricche in Europa per il numero di modelli sviluppati, per la tradizione

planning and programming policies by Ministries or Central Transport Departments or by large transport operators operating throughout the national territory.

In Germany, the government’s medium and long-term infrastructure investment strategy is based on federal traffic forecasts, simulated every five years by a trade consortium that also owns the demand model. The German Aerospace Centre (DLR), not having access to the government model, has recently implemented the DEMO model for the assessment of the environmental impacts generated by the evolution of traffic on the network until 2040 [11], integrating the demand models on a national passenger and goods scale (Fig. 2) and two geographical scales in a single environment. The national short-haul passenger model (DEMO-PNV) operates over 6561 areas, while the model for journeys over 100 km (DEMO-PFV) operates over a rarer area consisting of 412 zones. The main mobility parameters of passenger models were extracted from the MiD 2008 national survey of mobility behaviours on households [12] which gathers behaviours on both daily demand and longer journeys.

The experience of the United Kingdom is among the richest in Europe for the number of models developed, for the modelling tradition started since 1950 and for the methodological transparency of government models that has inspired other countries (Holland, Sweden, etc.). Data on the production rates of travel are extracted from the annual national mobility survey, the National Travel Survey (NTS) [12]. The operational models include the NTEM (National Trip End Model) model, which in its current version is used by the Department for Transport (DfT) for the forecast of the generations and attractions of passenger flows in 7700 areas in consideration of demographic and employment scenarios full-time and part-time by type of area, up to the 2051 time scenario [13]. The National Transport Model (NTM) is, instead, the four-stage model used by the DfT to evaluate the

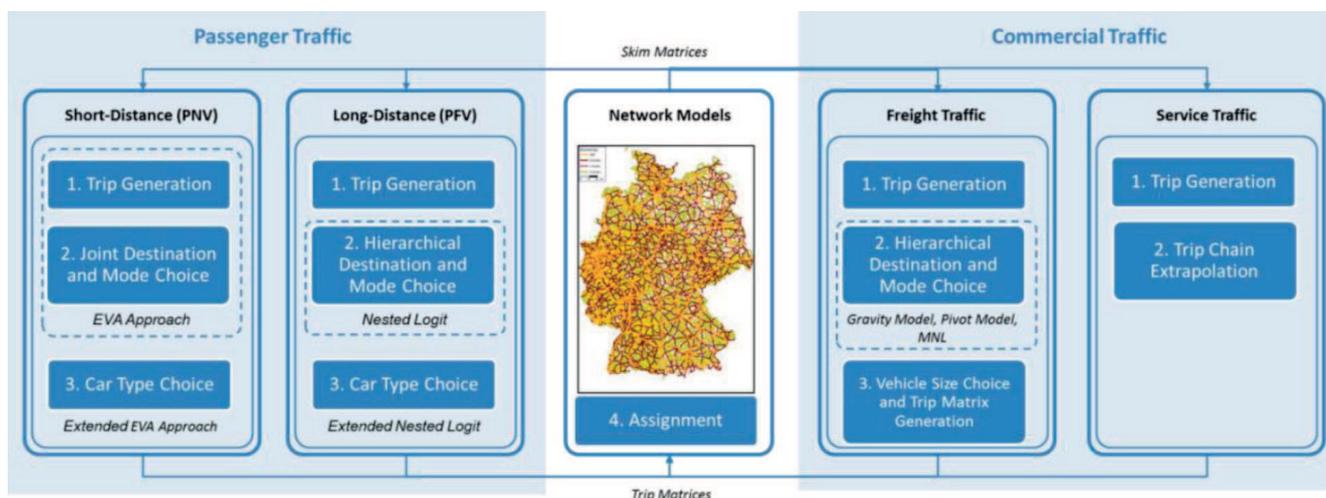


Figura 2 – DEMO (Modello di Trasporto Tedesco) [11].
 Figure 2 – DEMO (German Transport Model) [11].

modellistica avviata a partire dal 1950 e per la trasparenza metodologica dei modelli governativi che ha ispirato altri Paesi (Olanda, Svezia, etc.). I dati sui tassi di produzione degli spostamenti sono estrapolati dall'indagine annuale di mobilità nazionale, la *National Travel Survey* (NTS) [12]. Tra i modelli operativi si segnala il modello NTEM (National Trip End Model) che nella versione attuale è impiegato dal *Department for Transport* (DFT) per la previsione, sino allo scenario temporale 2051, delle generazioni ed attrazioni dei flussi passeggeri di 7.700 zone in considerazione di scenari demografici ed occupazionali a tempo pieno e part-time per tipologia di area [13]. Il *National Transport Model* (NTM) è, invece, il modello a quattro stadi utilizzato dal DFT per valutare gli impatti, nell'anno in corso o in scenari futuri, generati dalle modifiche tariffarie del TPL, da variazioni dei costi dei carburanti, da interventi infrastrutturali dell'offerta stradale, e da variazioni attese dalla domanda [14]. Dati di input esogeni di NTM sono le matrici OD stimate con il modello NTEM, le ipotesi comportamentali della domanda, le matrici OD merci, i tempi e costi modali per coppia OD diversi dall'auto, le ipotesi economiche (Fig. 3). I tempi dei percorsi di trasporto pubblico sono stimati con il software TRACC di analisi dell'accessibilità sulla base degli orari programmati dei treni e bus.

Sempre nel Regno Unito, è stato sviluppato il modello PLANET Framework Model (PFM) applicato per gli scenari di sviluppo della rete ferroviaria ad Alta Velocità [15] e calibrato con i dati estratti dalla serie storica di dieci anni della NTS. Il modello si articola in tre moduli: il *PLANET Long Distance* (PLD); in tre modelli regionali *Regional PLANETs* (Sud, Midlands e Nord) per la valutazione della congestione dei nodi ferroviari principali dell'UK; e nel modello per la simulazione dei flussi dell'aeroporto di Heathrow.

Un ultimo modello integrato di trasporto, sviluppato dal consorzio universitario britannico ITRC alla scala locale e nazionale per simulare le interazioni dei trasporti con gli altri fenomeni territoriali (migrazione della popolazione, sviluppo urbano, domanda di energia, ecc), è il NISMOD2 [16], recentemente applicato per valutare la sostenibilità delle infrastrutture e dello sviluppo abitativo nell'Oxford-Milton Keynes-Cambridge [17].

A scala europea, i due modelli più recenti sono: il TRIMODE ed il TRANS-TOOLS.

Il modello TRIMODE combina la simulazione dei trasporti a quattro stadi con modelli di economia e sistemi energetici, ed è stato sviluppato per la valutazione di grandi progetti e politiche di infrastrutture di trasporto [18]. Il modello opera sull'intera Eu-

impacts generated by the tariff changes of the TPL, by changes in fuel costs, by infrastructural interventions of the road offer, and by expected variations in demand, in the current year or in future scenarios [14]. Exogenous NTM input data are OD matrices estimated with the NTEM model, demand behavioural assumptions, goods OD matrices, modal times, and costs per OD pair other than car, economic assumptions (Fig. 3). The times of public transport routes are estimated with the TRACC accessibility analysis software based on the scheduled timetables of trains and buses.

Also in the UK, the PLANET Framework Model (PFM) applied for High-Speed Rail Network development scenarios was developed [15] and calibrated with data extracted from the NTS ten-year time series. The model consists of three modules: the PLANET Long Distance (PLD); three Regional PLANETs models (South, Midlands and North) for assessing congestion in the UK's main railway hubs; and the Heathrow Airport Flow Simulation model.

A final integrated transport model, developed by the British university consortium ITRC at local and national scale to simulate transport interactions with other territorial phenomena (population migration, urban development, energy demand, etc.), is the NISMOD2 [16], recently applied to assess the sustainability of infrastructures and housing development in the Oxford-Milton Keynes-Cambridge areas [17].

On a European scale, the two most recent models are: the TRIMODE and the Trans-TOOLS.

The TRIMODE model combines the simulation of four-stage transport with economic models and energy systems and was developed for the evaluation of large transport infrastructure projects and policies [18]. The model operates over the whole of Europe, with NUTS3 level zoning, and extends to neighbouring countries with a very detailed spatial resolution of the transport offer system. The demand model, specified for homogeneous socio-economic groups, by rea-

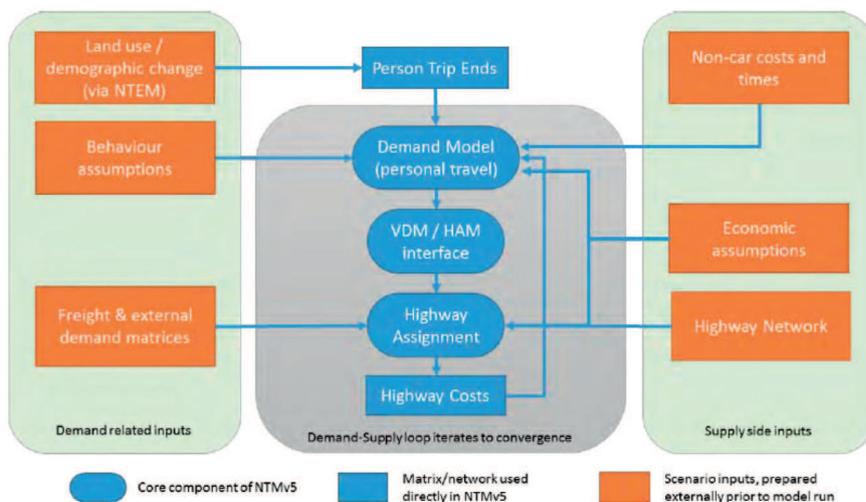


Figura 3 – Struttura del NTM per la simulazione degli impatti sulla rete stradale [14].

Figure 3 – Structure of the NTM for simulating impacts on the road network [14].

ropa, con una zonizzazione di livello NUTS3, e si estende ai paesi limitrofi con una risoluzione spaziale molto dettagliata del sistema di offerta di trasporto. Il modello di domanda, specificato per gruppi socioeconomici omogenei, per classe di motivi simula l'impatto dei flussi passeggeri e merci sulla rete multimodale dalla scala urbana a quella sovra-regionale. Agli autori, non sono note applicazioni operative.

Il modello multimodale di trasporto di merci e passeggeri a scala europea *Trans-TOOLS* è uno strumento più consolidato, segnalato come strumento di analisi dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (MIMS) [19]. Basato su una zonizzazione a livello NUTS3, si articola in più moduli interconnessi tra loro: un modello di rete, un modello di domanda, un modello delle esternalità e un modello macroeconomico. La domanda passeggeri è simulata con due sotto-modelli distinti: "Short Distance" (meno di 100 km) e "Long Distance" (più di 100 km).

I modelli nazionali italiani per la simulazione in un unico ambiente integrato del trasporto passeggeri e merci sono di fatto due: il SIMPT [19][20] del Ministero dei Trasporti e il SASM [21] del Gruppo FS successivamente evoluto nel SAVEF [22]. Entrambi operano su una zonizzazione di 274 zone interne e 71 zone per i paesi esteri dividendo lo stesso nucleo metodologico e adottando un approccio comportamentale per la domanda passeggeri. La simulazione della domanda passeggeri di media e lunga percorrenza sulle reti di trasporto nazionali richiedeva il precarico sugli archi dei flussi regionali locali [21]. Le prime versioni del SIMPT sono state calibrate utilizzando i dati di un'indagine svolta su un campione nazionale di 6.011 famiglie integrate da una indagine ai confini nazionali (sezioni stradale dei valichi, porti e aeroporti) per la domanda di scambio [20].

Il SIMPT è stato applicato per la simulazione e valutazione degli scenari del Piano Nazionale dei Trasporti del 2001, nel 2017 è stato indicato come strumento di supporto alle decisioni dalle "Linee guide per la valutazione degli investimenti" del MIMS. Nonostante l'aggiornamento del SIMPT nella versione SIMPT2 (Fig. 4) sia stato affidato con un bando di gara e completato nel 2018 [23], negli indirizzi più recenti del MIMS non viene più citato il possibile utilizzo [25][26].

Il Modello SAVEF, come il SIMPT, era in grado di simulare tutte le dinamiche di generazione, distribuzione, scelta modale e assegnazione alle reti degli spostamenti, sia passeggeri che merci (Fig. 5). Il modello passeggeri, evolutosi dal precedente modello SASM (Fig. 6), era dotato di un modulo propedeutico di simulazione dell'assetto macroeconomico basato sulla metodologia input-output [24], di un modello di assegnazione ad orario basato su reti diacroniche e anche di un modello di assegnazione degli spostamenti su rete stradale di tipo stocastico. Il SAVEF è stato utilizzato dal 2000 sino al 2006 per la pianificazione strategica di RFI e per la progettazione di fattibilità affidata dal governo italiano a RFI di tutte le grandi opere ferroviarie, tra le quali i principali valichi alpini (Torino-

son class simulates the impact of passenger and freight flows on the multimodal network from the urban to the supra-regional level. No operational applications are known to the authors.

The Trans-TOOLS multimodal model of freight and passenger transport on a European scale is a more consolidated tool, reported as an analysis tool by the Ministry of Infrastructure and Sustainable Mobility (MISM) [19]. Based on a zoning at NUTS3 level, it is divided into several interconnected modules: a network model, a demand model, an externalities model, and a macroeconomic model. Passenger demand is simulated with two distinct sub-models: "Short Distance" (less than 100 km) and "Long Distance" (more than 100 km).

The Italian national models for the simulation of passenger and freight transport in a single integrated environment are in fact two: the SIMPT [19][20] of the Ministry of Transport and the SASM [21] of the FS Group subsequently evolved into the SAVEF [22]. Both operate on a zoning of 274 inland zones and 71 zones for foreign countries sharing the same methodological core and adopting a behavioural approach to passenger demand. The simulation of medium and long-distance passenger demand on national transport networks required preloading local regional flows on the arcs [21]. The first versions of the SIMPT were calibrated using data from a survey carried out on a national sample of 6011 households supplemented by a survey at national borders (road sections of crossings, ports and airports) for the exchange demand [20].

The SIMPT was applied for the simulation and evaluation of the scenarios of the 2001 National Transport Plan, in 2017 it was indicated as a tool to support decisions by the "Guidelines for the evaluation of investments" of the MISM. Although the SIMPT update in the SIMPT2 (Fig. 4) version was awarded with a tender notice and completed in 2018 [23], the most recent MISM trends no longer mention the possible use [25][26].

The SAVEF Model, like the SIMPT, was able to simulate all the dynamics of generation, distribution, modal choice, and assignment to the travel networks, both passenger and freight (Fig. 5). The passenger model, that evolved from the previous SASM model (Fig. 6), was equipped with a preparatory module for simulating the macroeconomic structure based on the input-output methodology [24], a time allocation model based on diachronic networks and also a stochastic model for assigning trips on the road network. The SAVEF was used from 2000 until 2006 for the strategic planning of RFI and for the feasibility design entrusted by the Italian government to RFI of all major railway works, including the main alpine crossings (Turin-Lyon, Brenner, Trieste-Divača, Domodossola-Iselle, Laveno-Luino) the continuation of the High-Speed system towards the South (Battipaglia-Reggio Calabria, Messina Bridge, Messina-Palermo-Trapani, Catania-Syracuse, Palermo-Catania), the Rome-Pescara, Venafro-Teroli, Battipaglia-Potenza-Metaponto, Taranto-Sibari-S. Lucido and Oristano-Sassari-Olbia transverse lines.

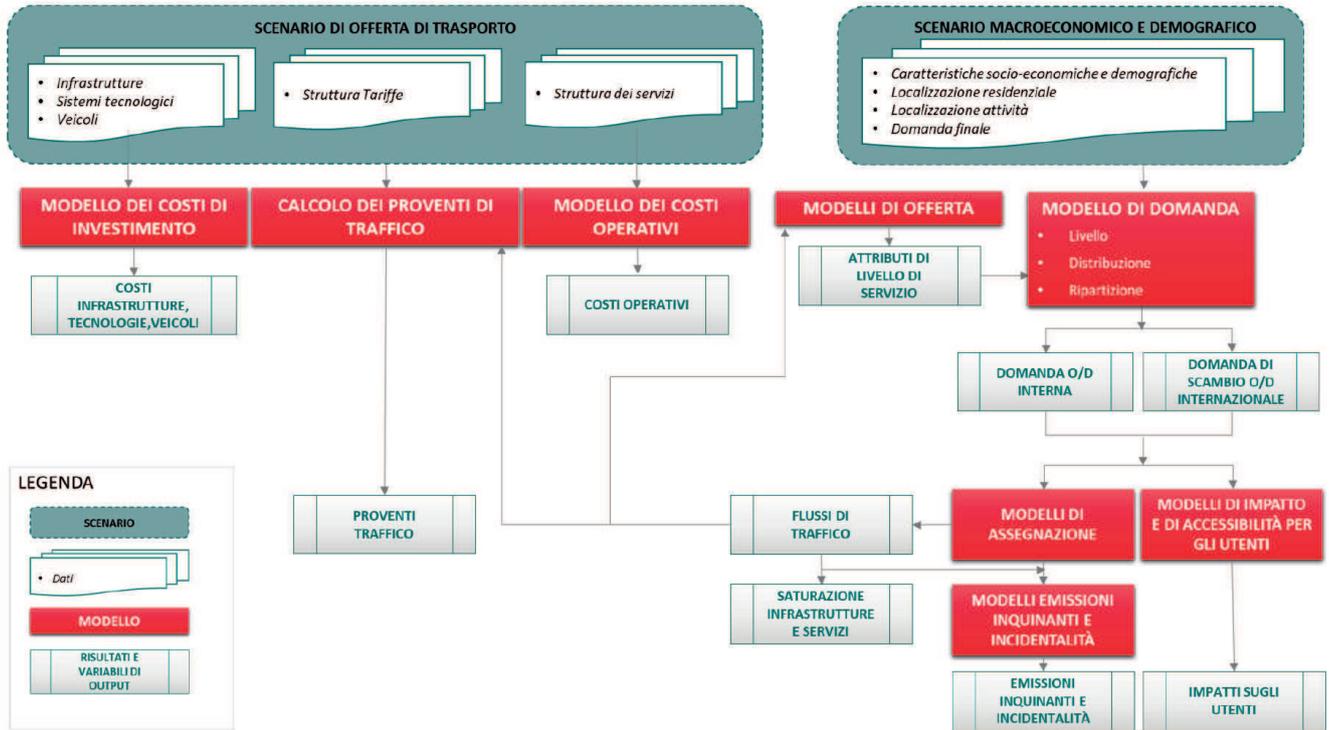


Figura 4 – Architettura funzionale del SIMPT2 (elaborazione basata su [19]).
 Figure 4 – Functional architecture of SIMPT2 (processing based on [19]).

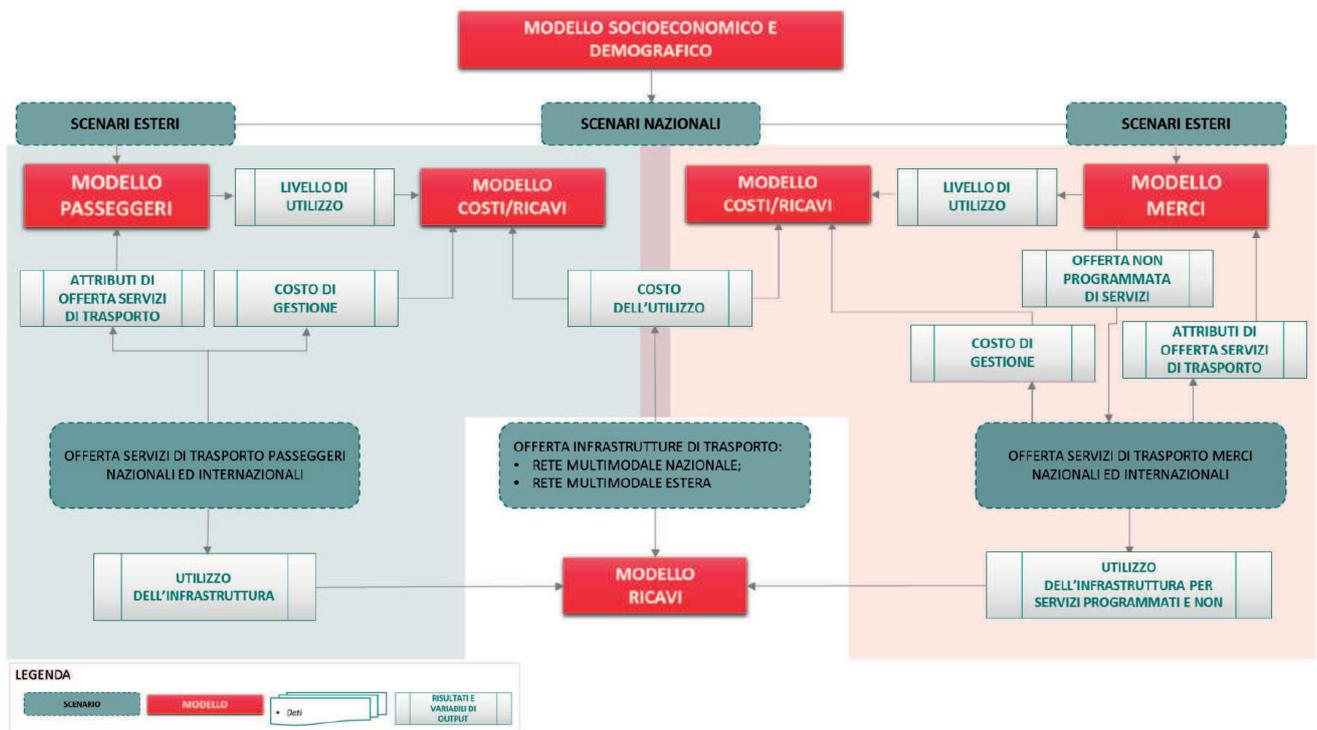


Figura 5 – Architettura funzionale del sistema SAVEF (elaborazione basata su [22]).
 Figure 5 – Functional architecture of the SAVEF system (processing based on [22]).

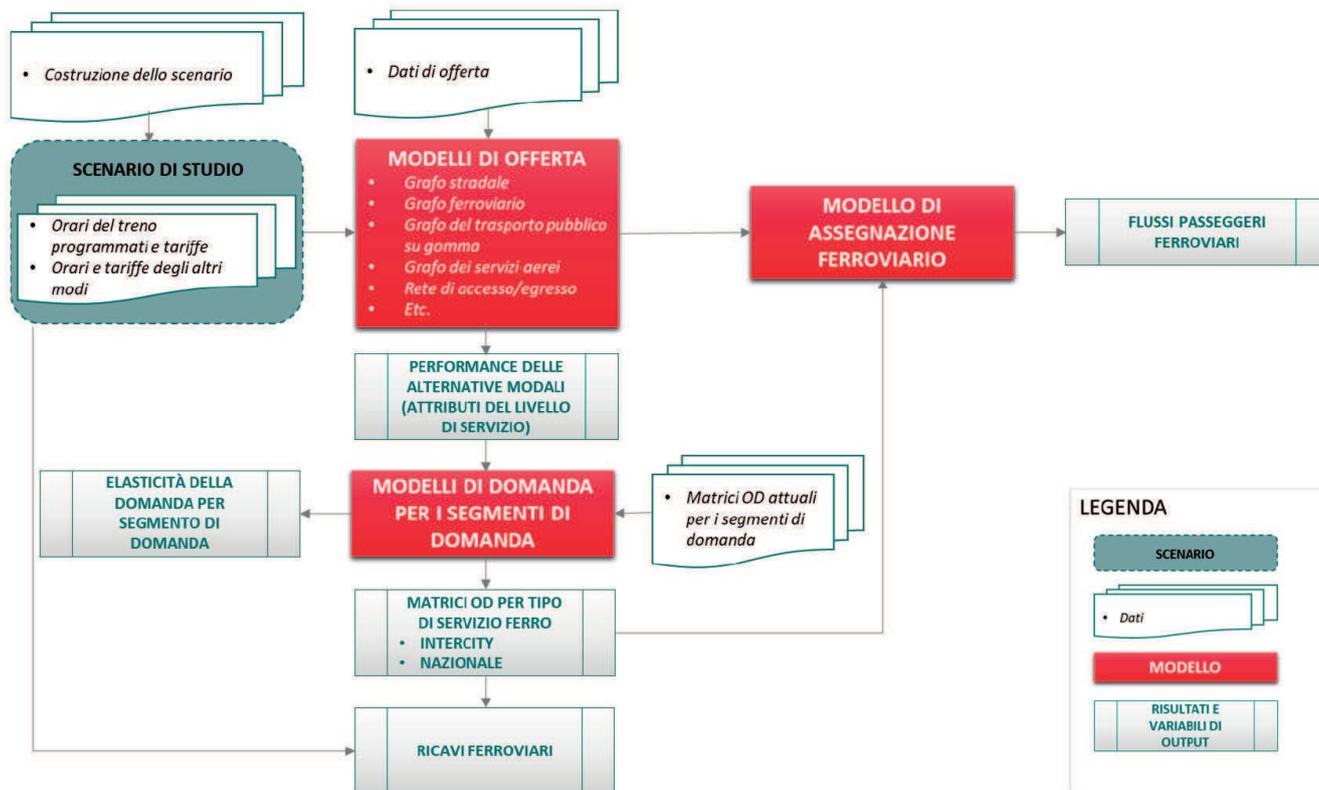


Figura 6 – Architettura funzionale del sistema SASM (elaborazione basata su [21]).
 Figure 6 – Functional architecture of the SASM system (processing based on [21]).

Lyon, Brennero, Trieste-Divača, Domodossola-Iselle, Laveno-Luino) la prosecuzione del sistema Alta Velocità verso il Sud (Battipaglia-Reggio Calabria, Ponte di Messina, Messina-Palermo-Trapani, Catania-Siracusa, Palermo-Catania), le linee trasversali Roma-Pescara, Venafro-Teroli, Battipaglia-Potenza-Metaponto, Taranto-Sibari-S. Lucido e la Oristano-Sassari-Olbia.

Un ulteriore modello di trasporto nazionale per l'Italia è stato sviluppato di recente da TRASPOL e META Planning nell'ambito del progetto di ricerca QuAINT finanziato dal MIUR [27]. Nato dallo sviluppo di una banca dati georeferenziata dei dati di offerta infrastrutturale e dei servizi di media e lunga percorrenza, si è evoluto in un modello di domanda a partire dall'aggiornamento delle matrici pendolari ISTAT del 2011 con l'ausilio di diverse fonti dati, flussi rilevati su strada e statistiche open, tra cui quelle aggregate nazionali rilasciate da ISFORT [6].

3. Architettura e caratteristiche del modello previsionale "New Normal"

Il modello di trasporto multimodale implementato la cui architettura funzionale è rappresentata in Fig. 7, simula i comportamenti di viaggio dei passeggeri in nuovi scenari macroeconomici e di offerta con l'ambizione di rendere più robusto il processo decisionale di valutazioni nella di-

A further national transport model for Italy was recently developed by TRASPOL and META Planning as part of the MIUR-funded research project QuAINT [27]. Created from the development of a georeferenced database of infrastructure offer data and medium and long-distance services, it evolved into a demand model starting from the update of the ISTAT commuter matrices in 2011 with the help of different data sources, flows detected on the road and open statistics, including those national aggregates released by ISFORT [6].

3. Architecture and characteristics of the "New Normal" predictive model

The implemented multimodal transport model whose functional architecture is represented in Fig. 7, simulates the travel behaviours of passengers in new macroeconomic and offer scenarios with the desire to make the decision-making process of assessments more robust in the direction of the economic, environmental and social sustainability of transport systems [19][25][26].

The preliminary phase of construction of the model was based on an analysis and organisation of a rich national georeferenced database, to support the development of the different components of the model, in the identification of the radius of 80 km as the predominant area of local Italian mobility, exceeding the implicit administrative definition

reazione della sostenibilità economica, ambientale e sociale dei sistemi di trasporto [19][25][26].

La fase preliminare di costruzione del modello si è sostanziata in un lavoro di analisi e organizzazione di una ricca banca dati georeferenziata nazionale, a supporto dello sviluppo delle diverse componenti del modello, nell'individuazione del raggio di 80 km come ambito prevalente della mobilità locale italiana, superando l'implicita definizione amministrativa adottata dal modello nazionale SIMPT2 [19], e nella suddivisione in 911 zone interne omogenee del territorio nazionale.

Il modello calibrato per lo stato di fatto 2019 presenta una struttura funzionale ad aliquote parziali a quattro stadi con una modellazione disaggregata della domanda per classe di età e condizione professionale dell'utente che favorisce un controllo più rigoroso della coerenza degli output simulati dal modello.

Non potendosi assumere l'ipotesi di stazionarietà della domanda 2019, a causa dello shock pandemico, in considerazione delle ipotesi di evoluzione dello scenario epidemiologico derivanti dall'analisi dei fattori di rischio si stima una data T_x per l'avvio di una nuova fase di equilibrio "New Normal", ed in relazione agli impatti macroeconomici attesi per il nuovo Scenario di Trasporto-Territorio si aggiornano le variabili macroeconomiche di contesto con l'ausilio dei moduli di calcolo complementari implementati: la popolazione per classe di età, gli occupati, i lavoratori in smart-working e gli addetti per settore produttivo

adopted by the national model SIMPT2 [19], and in the subdivision into 911 homogeneous internal areas of the national territory.

The calibrated model for the 2019 de facto status presents a functional structure with four-stage partial rates with a disaggregated modelling of the demand by age class and professional condition of the user that favours a stricter control of the coherence of the outputs simulated from the model.

Being unable to assume the hypothesis of 2019 demand stationarity, due to the pandemic shock, in consideration of the hypotheses of evolution of the epidemiological scenario deriving from the analysis of risk factors, a T_x date is estimated for the start of a new "New Normal" equilibrium phase, and in relation to the macroeconomic impacts expected for the new Transport-Territory Scenario, the macroeconomic context variables are updated with the help of the complementary calculation modules implemented: the population by age class, the employed, the smart-working workers and the employees by production sector with progress compared to the state of the art of this type of models [5].

The MLP Generation Model, based on the exogenous socio-economic territorial variables, estimates the number of disaggregated journeys by type of users generated by the individual areas by reason of travel, and based on the attributes of the generating centres and attractors, and the impediments associated with each OD connection, the Distribution Model produces the demand matrices of the MLP

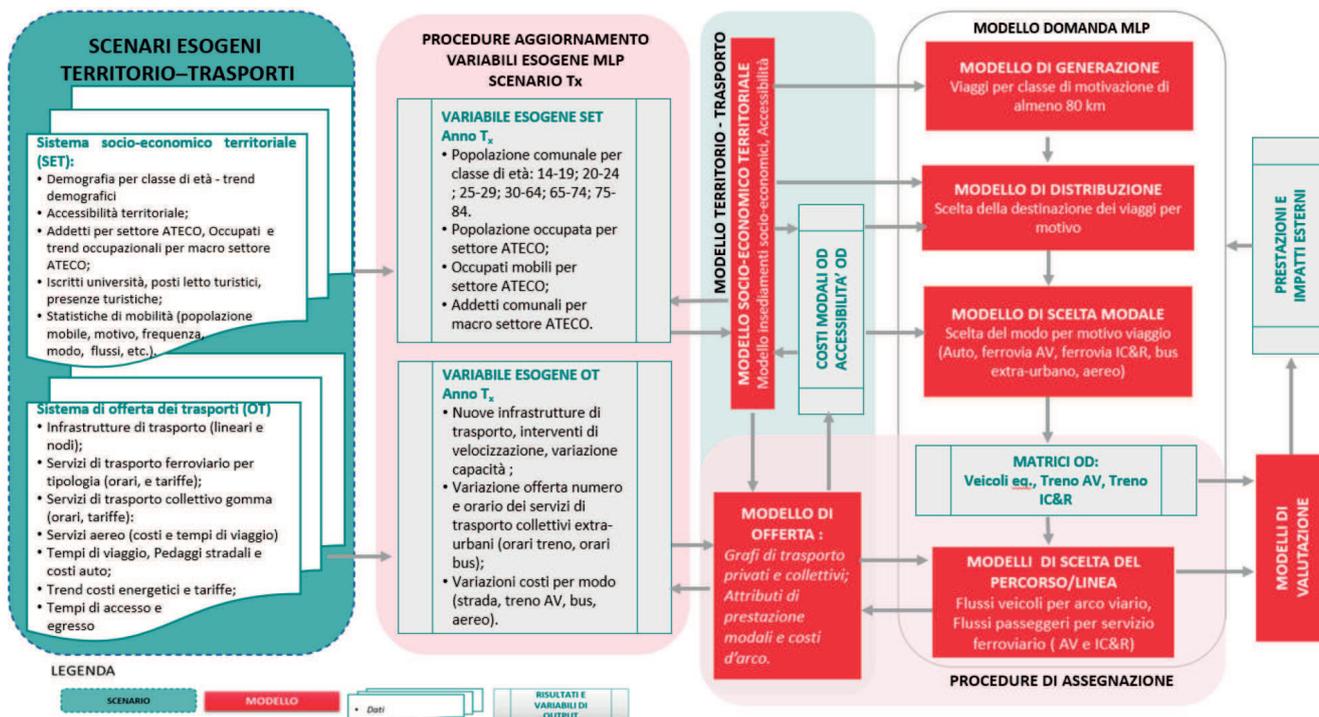


Figura 7 – Architettura del modello di previsione della domanda MLP in scenari futuri e di progetto.
Figure 7 – Architecture of the MLP demand forecast model in future and project scenarios.

con un avanzamento rispetto allo stato dell'arte di questa tipologia dei modelli [5].

Il Modello di Generazione di MLP, in funzione delle variabili esogene socioeconomiche territoriali, stima il numero di spostamenti disaggregati per tipologia di utenti generati dalle singole zone per motivo dello spostamento, e sulla base degli attributi dei poli generatori ed attrattori, e delle impedenze associate a ciascuna relazione OD, il Modello di Distribuzione produce le matrici di domanda degli spostamenti passeggeri di MLP per motivo del viaggio (lavoro e affari, studio, affari privati, turismo e svago). Quindi, sulla base degli attributi dei livelli di servizio stimati con il Modello di Offerta di trasporto multimodale per motivo, valutati i costi delle alternative modali riferiti alle singole coppie OD, come applicazione del modello nazionale di scelta modale si stimano le matrici modali passeggeri. Infine, le procedure di assegnazione, i cui output alimentano la produzione di indicatori di impatto del sistema, simulano le scelte dei percorsi sull'offerta giornaliera dei servizi ferroviari, distinguendo gli utenti dei servizi di Alta Velocità (AV) da quelli Intercity e Regionali (IC&R), e dopo la trasformazione in veicoli le scelte degli utenti su rete viaria. L'integrazione dei veicoli equivalenti dei passeggeri locali e della domanda merci alla matrice privata MLP consente di tener conto dell'impatto della congestione sulle scelte di viaggio degli utenti.

3.1. La banca dati della mobilità

La base dati del sistema socioeconomico territoriale, della domanda di mobilità passeggeri e del sistema multimodale di offerta dei trasporti nazionale, organizzata sull'unità amministrativa territoriale minima comunale, assicura un'ampia flessibilità alla rimodulazione della zonizzazione del modello di domanda in relazione alla necessità degli obiettivi territoriali di analisi. Quando possibile, per i data set acquisiti si è assicurato lo stesso riferimento temporale (mese ottobre e giorno feriale mercoledì 2019); inoltre tutti i dati storici, ad esempio quelli del Pendolarismo 2011 [9] e gli addetti per settore ATECO 2017 [28], sono stati ricondotti alla classificazione amministrativa vigente al 31 dicembre 2019.

Si è valutata inoltre la coerenza, significatività ed eventuali limiti dei dati adottati per interpretare il fenomeno modellato. Rinunciando, a titolo di esempio, all'approccio *data driven* di correzione delle matrici OD stradali stimate con i flussi delle sezioni di monitoraggio ANAS, in quanto non consentono di distinguere la componente di traffico di MLP da quella locale. La disponibilità di rilasci periodici di tutti i dati utilizzati per la calibrazione e specificazione del modello rappresenta un ulteriore punto di forza per la manutenzione e aggiornamento futuro del modello.

3.1.1. La serie storica dell'indagine Audimob di ISFORT

Fondamentale per il modello si è rilevata la serie storica dell'indagine "Audimob", che con 16.000 interviste rap-

passenger travel by reason for the trip (work and business, study, private business, tourism and leisure). Therefore, based on the attributes of the service levels estimated with the Multimodal Transport Offer Model by reason, having evaluated the costs of the modal alternatives referred to the individual OD pairs, the passenger modal matrices are estimated as an application of the national modal choice model. Finally, the allocation procedures, whose outputs feed the production of system impact indicators, simulate the choices of routes on the daily offer of railway services, distinguishing users of High-Speed (HS) services from those of Intercity and Regional (IC&R), and after the transformation into vehicles, the choices of users on the road network. The integration of local passenger equivalent vehicles and freight demand into the private MLP matrix allows taking into account the impact of congestion on users' travel choices.

3.1. Mobility database

The database of the territorial socio-economic system, of the demand for passenger mobility and of the multimodal national transport offer system, organised on the municipal minimum territorial administrative unit, ensures wide flexibility to reshape the zoning of the demand model in relation to the need for the territorial objectives under analysis. When possible, the same time reference was ensured for the acquired data sets (October and working day Wednesday 2019); in addition, all historical data, for example those of Commuting 2011 [9] and employees by ATECO 2017 sector [28], have been traced back to the administrative classification in force as at 31 December 2019.

The consistency, significance and possible limitations of the data adopted to interpret the modelled phenomenon were also evaluated. By way of example, renouncing the data-driven approach of correcting the estimated road OD matrices with the flows of the ANAS monitoring sections, since they do not allow distinguishing the MLP traffic component from the local one. The availability of periodic releases of all data used for model calibration and specification is an additional strength for future model maintenance and updating.

3.1.1. Historic series of the ISFORT Audimob survey

The historical series of the "Audimob" survey was fundamental to the model, which with 16,000 interviews represents the only annual source of investigation of the passenger mobility behaviours of Italians with regional significance [7][12]. The analysis of the microdata allowed defining homogeneous behavioural clusters by socio and personal characters and by accessibility classes of the municipality of residence. The observations of the last three 2017-2019 pre-Covid years of the daily and weekly logbooks, of users who travelled at least 80 km, feed the specification of the parameters of the Generation Model and the calibration of the MLP modal choice logit models. The 2010-2019 historic series of the daily logbook feeds the corresponding models of local demand.

presenta l'unica fonte di indagine annuale dei comportamenti di mobilità passeggeri degli italiani con significatività regionale [7][12]. L'analisi dei microdati ha permesso la definizione di cluster comportamentali omogenei per caratteri socio-anagrafici e per classi di accessibilità del comune di residenza. Le osservazioni delle ultime tre annualità pre-Covid 2017-2019 del diario di bordo quotidiano e di quello settimanale, degli utenti che hanno effettuato spostamenti almeno 80 km, alimentano la specificazione dei parametri del Modello di Generazione e la calibrazione dei modelli *logit* di scelta modale di MLP. La serie storica 2010-2019 del diario di bordo quotidiano alimenta i modelli corrispettivi di domanda locale.

3.1.2. I Big Data: floating car data e dati da celle telefoniche

Dal campione nazionale dei dati elementari *Float Car Data* di *VEM Solutions* (FCD) dai *Mobile Data Network* da *Vodafone Analytics*, riferiti all'intero mese di ottobre 2019, sono state estratte rispettivamente le matrici OD interzonali auto e le OD passeggeri complessivi.

Il dataset grezzo degli FCD, che descrive gli spostamenti elementari effettuati da un campione di circa 500 mila veicoli sonda sull'intero territorio nazionale [29], ha consentito di ricostruire i viaggi sopra gli 80 Km effettuati in auto in un giorno medio feriale. In relazione al tasso di penetrazione del campione sul parco veicolare immatricolato per zone di residenza [30] è stata ricostruita la Matrice OD interzonale dei viaggi auto di MLP impiegata per il confronto con la matrice auto stimata dal modello di scelta modale di MLP.

La matrice OD interzonale dei viaggi generati sul territorio nazionale dagli italiani e dagli stranieri di fonte *Vodafone Analytics* [31], ha invece consentito l'estrazione dei coefficienti di distribuzione delle OD interzonali sopra gli 80 km impiegati per calibrare il modello di distribuzione di MLP. Non sono stati utilizzati per la calibrazione i valori assoluti in quanto il riporto all'universo non distingue i segnali di mobilità dei passeggeri da quello degli operatori dei servizi merci. I dati telefonici assumono come universo di riferimento la popolazione effettivamente presente nelle singole zone di traffico. Il confronto tra l'universo Vodafone per le fasce di età (14-29; 30-34; 35-64; e sopra i 64 anni) con i residenti censiti da ISTAT [32] ha evidenziato una sovrastima complessiva dell'1,3% per la popolazione più giovane ed una sottostima dello 0,9% di quella più anziana. È differenziato lo scarto per singole province tra popolazione residente (ISTAT) e presente (Vodafone), il dato conferma l'esistenza di un flusso migratorio interno al nostro Paese, non rilevato dalle statistiche ufficiali, tra domicilia e luoghi di residenza più frequentemente localizzati nel Sud del Paese (Fig. 8) che andrà approfondito in futuro in termini di impatti.

3.1.3. I dati socioeconomici della struttura insediativa e le statistiche di mobilità

Le variabili esogene territoriali restituiscono una fotografia della struttura insediativa del nostro Paese ed han-

3.1.1. Big Data: floating car data and data from phone cells

The car interzonal OD matrices and the total passenger ODs were extracted respectively from the national sample of VEM Solutions' Float Car Data (FCD) elementary data from the Mobile Data Networks by Vodafone Analytics, referring to the entire month of October 2019.

The raw dataset of the FCDs, which describes the elementary journeys made by a sample of about 500 thousand survey vehicles throughout the country [29], allowed reconstructing the trips over 80 km made by car on an average weekday. The inter-zonal OD matrix of MLP car trips was reconstructed in relation to the penetration rate of the sample on the vehicle fleet registered by area of residence [30], used for comparison with the car matrix estimated by the MLP modal choice model.

The interzonal OD matrix of journeys generated on the national territory by Italians and foreigners from the source Vodafone Analytics [31], instead allowed extracting the distribution coefficients of the interzonal ODs above 80 km used to calibrate the MLP distribution model. Absolute values were not used for the calibration as the return to the universe does not distinguish the mobility signals of passengers from those of freight operators. Telephone data assume the population actually present in the individual traffic

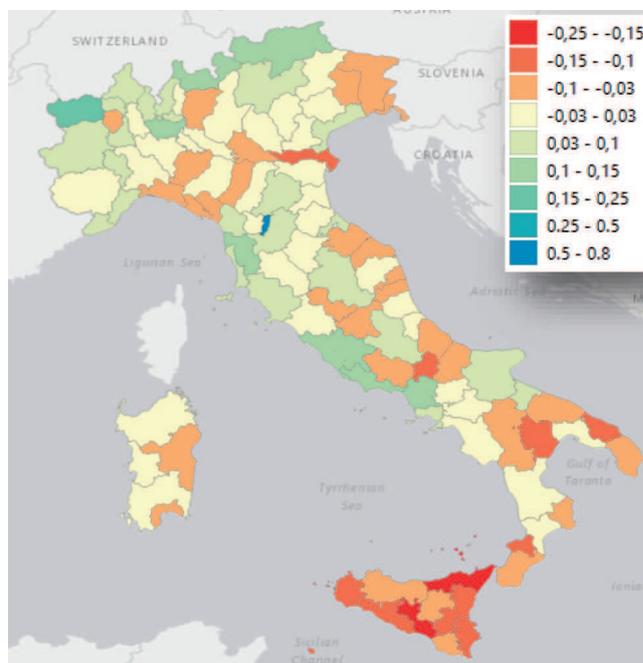


Figura 8 – Differenze su base territoriale tra la popolazione presente stimata con i Mobile Data Network dalla fonte Vodafone [31] e la popolazione residente censita da ISTAT [32].

Figure 8 – Differences on a territorial basis between the present population estimated with the Mobile Data Networks from the Vodafone source [31] and the resident population surveyed by ISTAT [32].

no guidato la zonizzazione del territorio e la selezione degli attributi della domanda generata ed attratta. Le fonti principali utilizzate sono: ISTAT, MIUR [33][34] e Agenzia Coesione per le classi di accessibilità comunali [35].

I dati sulla domanda di mobilità passeggeri interna e di scambio con l'estero, per motivo di viaggio e per mezzo utilizzato sono stati acquisiti sia da banche open nazionali che da statistiche proprietarie del Gruppo FS (Trenitalia ed ANAS). Le statistiche più numerose sono ancora di fonte ISTAT: Pendolarismo [8][9][36], Multiscopo sugli spostamenti pendolari [37], Presenze degli esercizi ricettivi [38], Viaggi e Vacanze [39], integrate da quelle dell'indagine della Banca D'Italia sulla Domanda Turistica Internazionale [40], e sui traffici aeroportuali di fonte Eurostat [41] ed ENAC [42].

Il Gruppo FS ha fornito: la domanda giornaliera dei flussi stazione-stazione dei passeggeri trasportati dalla società Trenitalia del mese di ottobre 2019, distinta per tipologia del servizio e treno, consentendo una segmentazione per fascia oraria della domanda; ed i rilievi del traffico medio giornaliero TGM del mese di ottobre, monitorati della società controllata ANAS [43] in corrispondenza di 2.472 punti di controllo della rete stradale nazionale, distinti per veicoli privati e commerciali e direttrice di marcia. Questi dati di mobilità non sono stati utilizzati per calibrare o correggere le stime dei modelli, ma per una validazione del modello ad integrazione dei test sui coefficienti di calibrazione.

Completano, il quadro della domanda passeggeri, le 20 matrici modali regionali della domanda locale stimate nel primo percorso dagli autori di questo lavoro [44].

3.1.4. La zonizzazione territoriale

L'attività di zonizzazione del territorio nazionale ha identificato 911 zone di traffico omogenee di cui 23 coincidono con sub-aree dei comuni metropolitani di Roma, Milano, Torino, Napoli, Genova e Venezia; 148 con singoli comuni e 740 con l'aggregazione di comuni contigui. Per le aree a bassissima densità abitativa le zone identificano il Sistema Locale del Lavoro di riferimento [8]. In Fig. 9 sono rappresentate: le zone di traffico e la loro gerarchia territoriale, il numero di zone per regione, e le zone per range di presenze annue negli esercizi ricettivi.

La struttura gerarchica delle zone della mappa centrale è espressa da un indicatore che varia da 0 a 10 ottenuto come sintesi dei valori degli attributi socio-economici e trasportistici dei comuni che compongono la zona: accessibilità SNAI [35], popolazione residente, addetti, iscritti agli istituti superiori e università, presenza/assenza di stazioni ferroviarie RFI di classe almeno silver [45], di aeroporti, di porti, di interporti, di ospedali DEA. I poli nazionali di Classe A rappresentano il 5% delle zone, e si caratterizzano per accogliere almeno 100.000 abitanti e per un'offerta completa degli altri attributi. Le zone di Classe E rappresentano le aree più deboli del Paese per demografia ed attrattori insediati.

zones as a reference universe. The comparison between the Vodafone universe for age groups (14-29; 30-34; 35-64; and over 64 years) with residents surveyed by ISTAT [32] showed an overall overestimate of 1.3% for the younger population and an underestimate of 0.9% for the older one. The difference is distinguished by individual provinces between resident (ISTAT) and present population (Vodafone), the data confirms the existence of a migratory flow within our country, not detected by official statistics, between homes and places of residence more frequently located in the South of the country (Fig. 8) that will be further analysed in the future in terms of impacts.

3.1.3. Socio-economic data on settlement structure and mobility statistics

The exogenous territorial variables render a photograph of the settlement structure of our country and have guided the zoning of the territory and the selection of the attributes of the generated and attracted demand. The main sources used are: ISTAT, MIUR [33][34] and Cohesion Agency for municipal accessibility classes [35].

The data on the demand for internal passenger mobility and foreign exchange, for travel reasons and by means used were acquired both from national open banks and from proprietary statistics of the FS Group (Trenitalia and ANAS). The most numerous statistics are still from the ISTAT source: Commuting [8][9][36], Multipurpose on commuting [37], Presence of accommodation businesses [38], Travel and Holidays [39], complemented by those of the survey of the Bank of Italy on International Tourism Demand [40], and on airport traffic from Eurostat source [41] and ENAC [42].

The FS Group provided: the daily demand for the station-station flows of passengers transported by the Trenitalia company in October 2019, broken down by type of service and train, allowing a segmentation by time range of demand; and the TGM average daily traffic surveys in October, monitored by the subsidiary ANAS [43] at 2472 control points of the national road network, separated in private and commercial vehicles and driving direction. These mobility data were not used to calibrate or correct model estimates, but to validate the model to supplement the calibration coefficient tests.

The picture of passenger demand is completed by the 20 regional modal matrices of local demand estimated in the first route by the authors of this work [44].

3.1.4. Geographical zoning

The zoning activity of the national territory has identified 911 homogeneous traffic zones of which 23 coincide with sub-areas of the metropolitan municipalities of Rome, Milan, Turin, Naples, Genoa and Venice; 148 with individual municipalities and 740 with the aggregation of contiguous municipalities. For areas with very low population density, the zones identify the Local Labour System of reference [8]. Fig. 9 represents: the traffic zones and their territorial hierarchy, the number of zones per region, and the

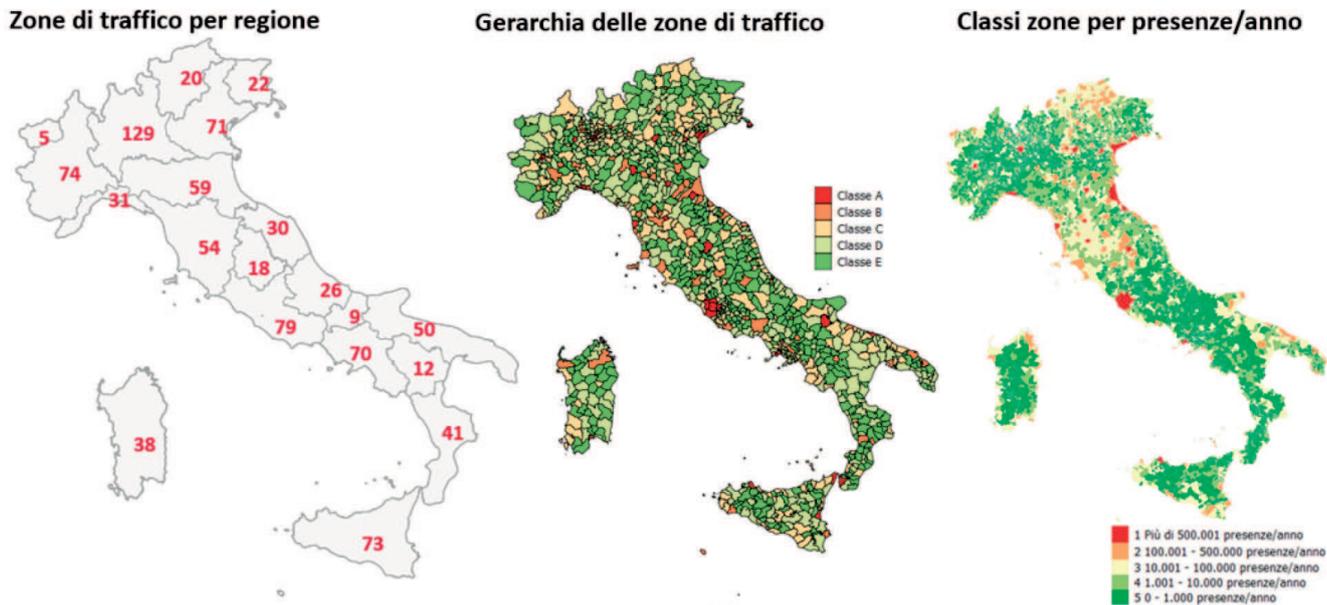


Figura 9 – Il modello territoriale: zone di traffico, classe gerarchica ed attrattori.
 Figure 9 – The territorial model: traffic zones, hierarchical class, and attractors.

3.2. Il modello di offerta dei trasporti multimodale

Il modello di offerta multimodale è stato implementato per calcolare le prestazioni delle infrastrutture e dei servizi di trasporto quali tempi e costo.

Il modello di offerta stradale comprende due differenti scale geografiche. Quello locale [46] estremamente dettagliato calcola i tempi medi di accesso ai nodi dei servizi (stazioni ferroviarie, aeroporti e porti) delle località abitate delle zone di traffico, ponderate per il peso demografiche, per una stima dei costi di accesso ed egresso, comprensivi di un tempo medio di viaggio intrazonale funzione della struttura insediativa, attribuiti ai singoli rami connettori dei centroidi delle zone ai grafi nazionali. La scala nazionale invece adotta il modello di offerta stradale dell'intera rete nazionale extra-urbana principale elaborato dalla società ANAS, controllata dal Gruppo FS, completo degli attributi utili a caratterizzare le funzioni di deflusso [47].

Il grafo della rete ferroviaria nazionale del Gruppo FS, completo delle caratteristiche funzionali [45], è stato integrato con gli archi delle reti ferroviarie regionali estratte da un grafo open nazionale [48]. Per i servizi aerei sono state calcolate le distanze in linea d'aria per tutte le coppie OD aeroportuali riferite ai 29 aeroporti operativi nel mese ottobre 2019 [41], le tariffe medie dall'analisi di un campione di linee e rotte aeree, i tempi di accesso complessivi nei nodi aeroportuali ai servizi aerei.

Il database dell'offerta di servizi ferroviari è stato strutturato in formato *General Transit Feed Specification* (GTFS), e comprende i servizi ferroviari di un giorno feriale di alta velocità (AV), Intercity e regionali estratti

zones by annual attendance range in the accommodation business.

The hierarchical structure of the zones of the central map is expressed by an indicator that varies from 0 to 10 obtained as a summary of the values of the socio-economic and transport attributes of the municipalities that make up the area: SNAI accessibility [35], resident population, employees, those enrolled in higher education institutions and universities, presence/absence of at least silver class RFI railway stations[45], airports, ports, interports, DEA hospitals. The national Class A centres represent 5% of the areas and are characterised by accommodating at least 100,000 inhabitants and a complete offer of the other attributes. Class E zones represent the weakest areas of the country in as demography and established attractors.

3.2. Multimodal transport offer model

The multimodal offer model has been implemented to calculate the performance of transport infrastructure and services such as time and cost.

The road offer model includes two different geographical scales. The local one [46] calculates with great detail the average times of access to the service hubs (railway stations, airports and ports) of the inhabited localities of the traffic areas, weighted by the demographic weight, for an estimate of the costs of access and egress, including an average intrazonal travel time function of the settlement structure, attributed to the individual connecting branches of the centroids of the areas to the national graphs. The national scale instead adopts the road offer model of the entire main sub-urban national network developed by the company ANAS,

dall'orario invernale in vigore nel mese di ottobre 2019 di Trenitalia, NTV e Trenord.

L'offerta dei servizi bus è stata ricavata dai dati open GTFS di FlixBus [49], l'offerta dei servizi seppur parziale è sufficientemente estesa e garantisce la copertura delle zone di traffico sufficiente a stimare i costi medi di trasporto interzonali.

Per il modello territoriale definito, il modello di offerta stimare la matrice dei costi (911 x 911) per le modalità: auto, aereo, bus distinguendo per il modo ferroviario differenziato due tipologie di servizio. I costi generalizzati interzonali sono stati calcolati [50] omogenizzando i relativi costi tariffari in considerazione di un valore del valore del tempo (VOT) medio orario per motivo del viaggio da letteratura [51].

Gli elementi informativi (Tab. 1) utilizzati a rappresentare l'offerta multimodale nazionale sono relativi alle formalizzazioni in modelli di rete delle seguenti reti fisiche di trasporto (Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12):

controlled by the FS Group, with the attributes useful for characterising the outflow functions [47].

The graph of the national railway network of the FS Group, with the functional characteristics[45], has been integrated with the arcs of the regional railway networks extracted by a national open graph [48]. For air services, the distances as the crow flies for all airport OD pairs referring to the 29 airports operating in October 2019 [41], the average fares from the analysis of a sample of lines and air routes, the total access times in the airport nodes to air services were calculated.

The rail service offer database has been structured in General Transit Feed Specification (GTFS) format, and includes the high-speed (HS), Intercity and regional weekday rail services extracted from the winter timetable of Trenitalia, NTV and Trenord in force in October 2019.

The offer of bus services was derived from FlixBus' open GTFS data [49], the offer of services, albeit partial, is sufficiently extensive and guarantees the coverage of traffic zones sufficient to estimate the average inter-zonal transport costs.

Tabella 1 – Table 1

Dati di sintesi del modello di offerta multimodale nazionale
Summary data of the national multimodal offer model

Infrastrutture <i>Infrastructures</i>	Rete stradale (ANAS) <i>Road network (ANAS)</i>	Rete ferroviaria principale <i>Core railway network</i>	Rete ferroviaria integrata <i>Integrated railway network</i>
Archi della rete <i>Network Arcs</i>	26.784	6.730	16.904
Nodi della rete <i>Network nodes</i>	11.010	3.034	7.972
Svolte possibili <i>Possible turns</i>	81.504	16.694	40.394
Estensione della rete [km] <i>Extension of the network [km]</i>	177.077	33.794	44.908
Centroidi Zone interne <i>Centroid Inland areas</i>	911	911	911
Connettori <i>Connectors</i>	1.822	16.694	5.466
Servizi <i>Services</i>	FlixBus	Trenitalia e NTV <i>Trenitalia and NTV</i>	Trenitalia e Trenord <i>Trenitalia and Trenord</i>
Fermate <i>Stops</i>	406	115	2.049
Linee <i>Lines</i>	1.287	394	2.323
Veicoli al giorno <i>Vehicles a day</i>	2.059	882	7.141

For the defined territorial model, the offer model estimates the matrix of costs (911 x 911) for the modes: car, plane, bus distinguishing two types of service for the differentiated railway mode. The generalised interzonal costs were calculated [50] homogenizing the related tariff costs in consideration of an hourly average time value (HTV) for the travel reason from literature [51].

The information elements (Tab. 1) used to represent the national multimodal offer relate to the formalisation in network models of the following physical transport networks (Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12):

- the main motorway and suburban road network, used for the calculation of the generalised cost attributes of the private vehicle and the TPL on road, including the toll costs for each OD pair for the purpose of assigning the demand by motorised private vehicle;
- the railway network, used to estimate the cost attributes of Trenitalia and NTV high-speed services, intercity and regional services functional to integration with HS services.

3.3. Exogenous Variables Update Module

The prediction phase of exogenous scenarios for updating exogenous vari-

- la rete viaria autostradale ed extra-urbana principale, utilizzata per il calcolo degli attributi di costo generalizzato del mezzo privato e del TPL su gomma, comprensivo dei costi di pedaggio per ogni coppia OD ai fini dell'assegnazione della domanda con mezzo privato motorizzato;
- la rete ferroviaria, impiegata per la stima degli attributi di costo dei servizi alta velocità Trenitalia e NTV, degli Intercity e dei servizi regionali funzionali all'integrazione con i servizi di AV.

3.3. Il Modulo di aggiornamento delle variabili esogene

La fase di previsione degli scenari esogeni per l'aggiornamento delle variabili esogene è prodromica all'applicazione del modello di domanda negli scenari futuri. Il modulo di calcolo delle variabili esogene, integrato e dialogante con il modello nazionale di generazione, è composto da tre sotto-moduli:

- Modulo di calcolo per l'aggiornamento delle variabili esogene demografiche: stima le variazioni della popolazione comunale per fasce di età sulla base delle previsioni demografiche regionali ISTAT [52].
- Modulo di calcolo per l'aggiornamento delle variabili degli attivi (occupati, studenti) e addetti: sulla base delle stime ufficiali di variazioni percentuali attese del PIL, numero di addetti, occupati, studenti aggregate a livello regionale e per macrosettore ATECO, rese disponibili periodicamente da fonti ufficiali quali le statistiche ANPAL del Progetto Excelsior [53], si ottengono le previsioni del numero di addetti ed occupati per settore ATECO per ciascun comune in funzione della composizione della struttura produttiva comunale [28]; le variazioni degli studenti sono ottenute in relazione alle proiezioni demografiche e dei tassi di iscrizione universitaria Fondazione Agnelli [54]. A partire da tali previsioni è possibile quantificare il numero di attivi (popolazione che lavora o studia) e dei non attivi per comune e fasce di età.

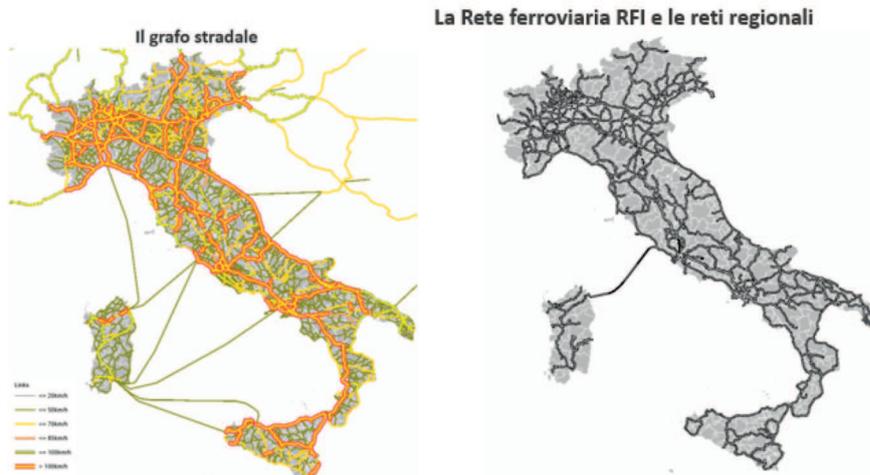


Figura 10 – I grafi infrastrutturali viari e ferroviari.
Figure 10 – Infrastructure Road and railway graphs.

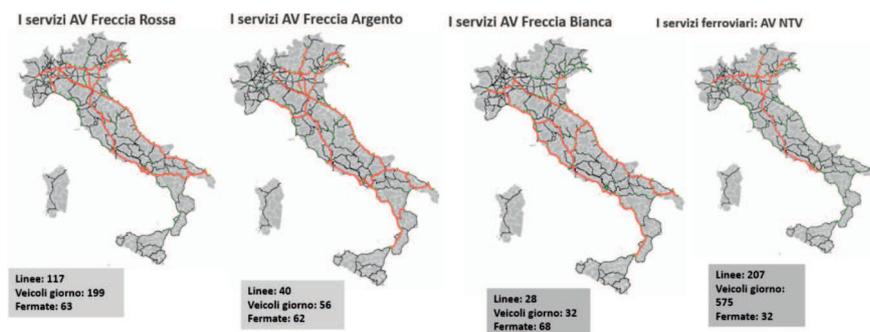


Figura 11 – La rete dei servizi ferroviari AV di Trenitalia e NTV – ottobre 2019.
Figure 11 – Network of Trenitalia and NTV HS railway services – October 2019.

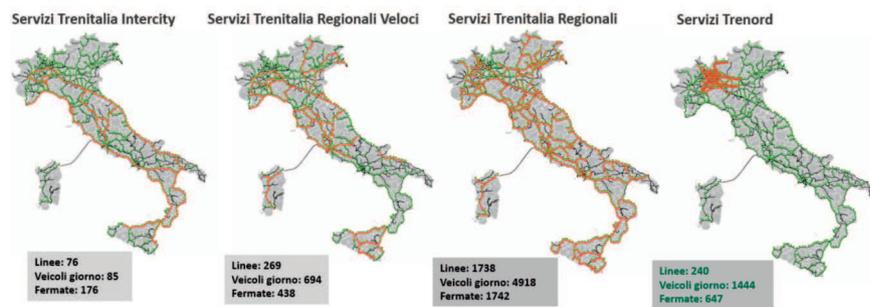


Figura 12 – La rete dei servizi ferroviari IC e Regionali Trenitalia e Trenord – ottobre 2019.
Figure 12 – Network of Trenitalia and Trenord IC and Regional railway services – October 2019.

ables is prodromal to the application of the demand model in future scenarios. The module for calculating exogenous variables, integrated, and dialoguing with the national generation model, consists of three sub-modules:

- Calculation module for updating exogenous demographic variables: it estimates the variations of the municipal population by age groups based on ISTAT regional demographic forecasts [52]

- Modulo di aggiornamento delle variabili esogene degli *smart workers*: in considerazione dei cambiamenti dei comportamenti di mobilità seguiti alla pandemia stima la quota di occupati comunali per Settore ATECO in smart working negli scenari futuri, sulla base del fenomeno osservato [55][56][57], e delle previsioni ufficiali dei lavoratori che saranno coinvolti nel lavoro da remoto per categoria macro economica dei settori ATECO [58][59][60][61].

In particolare, i dati dell'indagine *Audimob* dal 2020 consentono di monitorare con l'introduzione di nuove variabili di indagine i comportamenti dei lavoratori in remoto, consentendo di valutare la necessità di intervenire sui parametri di mobilità.

3.4. Il modelli nazionali di generazione della domanda

I parametri del modello di generazione di MLP sono stati stimati con i microdati dell'indagine *Audimob* cumulati su tre annualità (2017-2019). Da 48.000 interviste stati estratti le osservazioni degli utenti che hanno effettuato spostamenti extra-urbani di almeno 80 km nel giorno e nella settimana precedente all'intervista. Il modello disaggregato per fasce di utenti omogenei ha richiesto la specificazione di indici procapite per quattro motivi di viaggio (lavoro/affari; studio; affari personali; svago; ed insieme vacanza ed altro). La segmentazione è stata condotta per fasce omogenee anagrafiche della popolazione distinta in attiva, se occupata o studente, e non attiva per le altre condizioni professionali, in considerazione della classe di accessibilità del comune di residenza secondo la definizione SNAI. La formulazione adottata dal modello di generazione per stimare la domanda di viaggio per il motivo *s* è di tipo indice per categoria [5]:

$$d_s[o_k] = \sum_i (n^i[o_k] \cdot p^{i_attivi}[o_k] \cdot x_s^{i_attivi,k} + n^i[o_k] \cdot p^{i_non_attivi}[o_k] \cdot x_s^{i_non_attivi,k}) \quad (1)$$

$$d[o_k] = \sum_s d_s[o_k] \quad (2)$$

Dove,

- $d_s[o_k]$ sono gli spostamenti complessivi di almeno 80 km generati da tutta la popolazione *n* residente nel comune *o* di accessibilità *k* per motivo *s*;
- $d[o_k]$ gli spostamenti generati in *o* dalla popolazione residente per tutti i motivi
- k** classe di accessibilità del comune (polo, cintura, intermedio, periferico/ultraperiferico) nota perché definita da ISTAT per la SNAI [35];
- $n^i[o_k]$ i residenti di classe anagrafica *i* (14-19, 20-24; 25-29, 30-64, 65-74, 75-84) residente nel comune "o" di accessibilità *k* il dato è noto ed è rilasciato annualmente da ISTAT;

- *Calculation module for updating the variables of active persons (employed, students) and employees: based on official estimates of expected percentage changes in GDP, [number of employees, employed, students aggregated at the regional level and by ATECO macro sector], periodically made available by official sources such as the ANPAL statistics of the Excelsior Project [53], forecasts of the number of employees and employees by ATECO sector for each municipality are obtained according to the composition of the municipal production structure [28]; the variations of students are obtained in relation to demographic projections and Agnelli Foundation university enrolment rates [54]. The number of active (population working or studying) and non-active persons by municipality and age groups can be quantified from the forecasts.*

- *Module for updating the exogenous variables of smart workers: in consideration of the changes in mobility behaviours following the pandemic, it estimates the share of municipal employees by ATECO Sector in smart working in future scenarios, based on the observed phenomenon [55][56][57], and the official forecasts of workers who will be involved in remote work by macro-economic category of the ATECO sectors [58][59][60][61].*

In particular, the data of the Audimob survey from 2020 allow monitoring the behaviours of remote workers with the introduction of new survey variables, hence allowing to evaluate the need to intervene on mobility parameters.

3.4. National demand generation models

*The parameters of the MLP generation model were estimated with the microdata of the Audimob survey accumulated over three years (2017-2019). The observations of users who made suburban trips of at least 80 km on the day and in the week prior to the interview were extracted from 48000 interviews. The model disaggregated by homogeneous user groups required the specification of per capita indices for four reasons of travel (work/business; study; personal business; leisure; and holiday and other). Segmentation was carried out by homogeneous registry ranges of the population distinguished in active, if employed or student, and inactive for other professional conditions, in consideration of the accessibility class of the municipality of residence according to the SNAI definition. The formulation adopted by the generation model to estimate travel demand for reason *s* is the index by category type [5]:*

$$d_s[o_k] = \sum_i (n^i[o_k] \cdot p^{i_attivi}[o_k] \cdot x_s^{i_attivi,k} + n^i[o_k] \cdot p^{i_non_attivi}[o_k] \cdot x_s^{i_non_attivi,k}) \quad (1)$$

$$d[o_k] = \sum_s d_s[o_k] \quad (2)$$

Where,

- $d_s[o_k]$ are the total trips of at least 80 km generated by the entire population *n* resident in the municipality *o* of accessibility *k* for reason *s*;

$p^{i_attivi} [o_k]$ la percentuale dia popolazione attiva (lavoratori e/o studenti) della classe anagrafica i , funzione dei livelli di occupazione e della partecipazione allo studio studenti, essa è variabile territorialmente stimata inizialmente per la media Italia e poi per i comuni di accessibilità k per macro-aree del Paese (Nord Ovest, Nord Est, Centro e Sud Italia) con i dati storici ISTAT e dell'Osservatorio Audimob;

$p^{i_non\ attivi} [o_k]$ l'incidenza della popolazione non attiva, ovvero che non lavora e non studia nella classe anagrafica i , è complementare di quella attiva;

$x_s^{i_attivi_k}$ indici giornalieri di generazione pro-capite degli spostamenti di almeno 80 km per motivo s della classe anagrafica i ed attiva (occupata o studente) residente in un comune di accessibilità k ;

$x_s^{i_non\ attivi_k}$ indici giornalieri di generazione pro-capite degli spostamenti di almeno 80 km per motivo s della classe anagrafica i e non attiva residente in un comune di accessibilità k .

In Tab. 2 sono riportati a titolo di esempio i 6 indici giornalieri degli spostamenti di MLP (media Italia) per svago stimati per le 6 categorie di popolazione omogenea residenti in un comune polo. Dalla distribuzione della struttura anagrafica e dall'incidenza di attivi (occupati e studenti) per singola fascia anagrafica funzione dei tassi di occupazione territoriale nei comuni polo delle diverse regioni dipende la stima complessiva dei volumi di domanda per tutti i motivi.

Negli scenari previsivi, le variabili esogene (popolazione per classe di età, e l'incidenza degli attivi) come descritto nel paragrafo precedente sono aggiornati in considerazione delle ipotesi di variazione demografiche segmentate per classe di età rilasciate da ISTAT, e delle proiezioni attese per settore produttivo ATECO di variazione degli occupati e delle quote di lavoratori mobili per la diffusione dello smart-working.

Il modello di generazione restituisce per tutti i comuni italiani il numero degli spostamenti d , di almeno 80 km,

$d[o_k]$ the trips generated in or by the resident population for all reasons;

k accessibility class of the municipality (centre, belt, intermediate, peripheral/ultraperipheral) known because defined by ISTAT for SNAI [35];

$n^i [o_k]$ residents of master class i (14-19, 20-24; 25-29, 30-64, 65-74, 75-84) resident in the k accessibility "o" municipality the data is known and is issued annually by ISTAT;

$p^{i_active} [o_k]$ the percentage of active population (workers and/or students) of master class i , depending on the levels of employment and student participation in the study, it is a territorial variable initially estimated for the Italy's average and then for the municipalities of accessibility k by macro-areas of the country (North West, North East, Central and Southern Italy) with historical data from ISTAT and the Audimob Observatory;

$p^{i_inactive} [o_k]$ the incidence of the inactive population, that is, not working and not studying in the master class i , is complementary to the active one;

$x_s^{i_active_k}$ daily indices of per-capita generation of journeys of at least 80 km for reason s of master class i and active (employed or student) resident in a municipality of accessibility k ;

$x_s^{i_inactive_k}$ daily indices of per-capita generation of journeys of at least 80 km for reason s of the master registry class i and inactive resident in a municipality of accessibility k .

Tab. 2 shows by way of example the 6 daily indices of the movements of MLPs (Italy's average) for leisure estimated for the 6 categories of homogeneous population residing in a common centre. The overall estimate of demand volumes for all reasons depends on the distribution of the data structure and the incidence of active persons (employed and students) by individual data group, depending on the territorial employment rates in the municipalities of the different regions.

In the forecast scenarios, the exogenous variables (population by age class, and the incidence of active persons) as described in the previous paragraph are updated in consideration of the assumptions of demographic variation segmented by age class issued by ISTAT, and the expected projections by ATECO production sector of variation of employed persons and quotas of mobile workers for the diffusion of smart working.

The generation model returns the number of trips d , of at least 80 km, for

Tabella 2 – Table 2

Indici giornalieri di generazione pro-capite degli spostamenti di MLP per il motivo svago per classe di età dei residenti in un comune di classe polo
Daily per-capita generation indices of MLP trips by leisure reason by class of residents in a centre class municipality

Svago MLP MLP Leisure	Classe di età Age Group					
	14-19	20-24	25-29	30-64	65-74	75-84
$x_{svago}^{i_attivi(polo)}$ $x_{leisure}^{i_active(centre)}$	0,0032	0,0122	0,0103	0,0060	0,0061	0,0012

generati per sei motivi di viaggi da ciascuna delle categorie di utenti in cui sono disaggregati i residenti. I dati comunali che ricadono in una unica zona di traffico sono aggregati e quelli delle aree metropolitane suddivisi, in modo proporzionale al peso delle sezioni censuari che compongono le sub-aree, per ottenere la domanda generata delle 911 zone nazionali. Il modello di generazione così formulato restituisce il vettore del numero di spostamenti maggiori di 80 km generato per motivo, classe di età e condizione professionale, sensibile alla struttura anagrafica, ai tassi di occupazione e studio per fascia di età, ed alla accessibilità degli utenti ai poli dei servizi.

Il modello di generazione di MLP è complementare al modello di generazione della domanda locale, che è stato calibrato attingendo a tutti gli spostamenti quotidiani d rilevati dal diario di bordo giornaliero di Audimob (con eccezione della mobilità degli individui che effettuano solo spostamenti inferiori ai 5 minuti a piedi). La formulazione del modello di generazione della mobilità locale è simile a quella del modello di generazione MLP, si differenzia per la classe dei motivi che generano gli spostamenti locali quotidiani (lavoro, studio, gestione familiare, svago, altro e ritorno a casa), e nell'introduzione tra le aliquote della popolazione mobile $pm [o_k]^{i_attiva}$ per profilo socio-anagrafico omogeneo:

$$d_{s_loc} [o_k] = \sum_i (n^i [o_k] \cdot p^{i_attivi} [o_k] \cdot pm^{i_attiva} [o_k] \cdot x_{s_loc}^{i_attivi_k} + n^i [o_k] p^{i_non\ attivi} [o_k] \cdot pm^{i_non\ attiva} [o_k] \cdot x_{s_loc}^{i_non\ attivi_k}) \quad (3)$$

In particolare le variabili: k , $n^i[o_k]$, $p[o_k]^{i_attivi}$, $p[o_k]^{i_non\ attivi}$ hanno lo stesso significato descritto per il modello di generazione di MLP.

Mentre le altre variabili indicano:

- $d_{s_loc} [o_k]$ gli spostamenti *locali* per motivo s generati dalla popolazione residente nel comune o di accessibilità k , la domanda complessiva generata da o è ottenuta come somma di tutti i motivi s generati dai residenti;
- $pm [o_k]^{i_attiva}$ l'incidenza della popolazione mobile, popolazione che quotidianamente esce di casa, per classe anagrafica i attiva residente in un comune di accessibilità k ;
- $pm [o_k]^{i_non\ attiva}$ incidenza della popolazione mobile per la classe anagrafica i , non attiva e residente in un comune di accessibilità k ;
- $x_{s_loc}^{i_attivi_k}$ indici giornalieri di generazione pro-capite degli spostamenti locali per motivo s dalla classe anagrafica i e attiva (occupata o studente) residente in un comune di accessibilità k ;
- $x_{s_loc}^{i_non\ attivi_k}$ indici di generazione pro-capite degli spostamenti locali per motivo s dalla classe anagrafica i e non attiva residente in un comune di accessibilità k .

all Italian municipalities generated for six reasons of travel by each of the categories of users in which the residents are disaggregated. The municipal data that fall into a single traffic zone are aggregated and those of the metropolitan areas divided, in proportion to the weight of the census sections that make up the sub-areas, to obtain the demand generated by the 911 national zones. The generation model thus formulated returns the vector of the number of journeys greater than 80 km generated by reason, age class and professional condition, sensitive to the data structure, employment, and study rates by age group, and to the accessibility of users to the service centres.

The MLP generation model is complementary to the local demand generation model, which has been calibrated by drawing from all daily journeys from Audimob 's daily logbook (with the exception of the mobility of individuals who only make journeys of less than 5 minutes on foot). The formulation of the local mobility generation model is similar to that of the MLP generation model, it differs by the class of reasons that generate daily local travel (work, study, family management, leisure, other and return home), and in the introduction between the rates of the mobile population $mp [o_k]^{i_active}$ per homogeneous social and personal profile:

$$d_{s_loc} [o_k] = \sum_i (n^i [o_k] \cdot p^{i_attivi} [o_k] \cdot pm^{i_attiva} [o_k] \cdot x_{s_loc}^{i_attivi_k} + n^i [o_k] p^{i_non\ attivi} [o_k] \cdot pm^{i_non\ attiva} [o_k] \cdot x_{s_loc}^{i_non\ attivi_k}) \quad (3)$$

In particular, the variables: k , $n^i[o_k]$, $p[o_k]^{i_active}$, $p[o_k]^{i_inactive}$ have the same meaning described for the MLP generation model.

While the other variables indicate:

- $d_{s_loc} [o_k]$ local journeys for reason s generated by the resident population in the municipality o with k accessibility, the total demand generated by o is obtained as a sum of all reasons s generated by residents;
- $pm [o_k]^{i_active}$ the incidence of the mobile population, population that leaves the house daily, by class of i active resident in a municipality of accessibility k ;
- $pm [o_k]^{i_inactive}$ incidence of the mobile population for the registry class i , inactive and residing in a k accessibility municipality;
- $x_{s_loc}^{i_active_k}$ daily indices of per capita generation of local journeys by reason s by the master data class i and active (employed or student) resident in an accessibility municipality k ;
- $x_{s_loc}^{i_inactive_k}$ indices of per capita generation of local journeys for reason s by the master registry class i and inactive resident in an accessibility municipality k .

The output of the daily journey generation model returns the vector of all daily local trips (intra-communal and extra-communal) disaggregated by age class and for reasons gen-

L'output del modello di generazione degli spostamenti quotidiani restituisce il vettore di tutti gli spostamenti locali quotidiani (intracomunale ed extra-comunale) disaggregata per classe di età e per motivi generati dai residenti di tutti i comuni italiani. Con step successivi si stima per singola regione la componente extra-comunale interna alla regione per motivo degli spostamenti, in relazione alla classe di accessibilità comunale (polo, cintura, intermedio, periferico e ultraperiferico) del livello effettivo dell'offerta di servizi scolastici, sanitari, del numero di addetti, dei dati storici del pendolarismo e delle statistiche di Audimob per gli spostamenti non sistematici. Il vettore degli spostamenti extra-comunali stimato alimenta i modelli di distribuzione gravitazionali e di scelta modale disaggregati per motivo delle regioni italiane non oggetto di questo articolo.

3.5. Il modello di distribuzione

Non sono molte le applicazioni di modelli di distribuzione per la media e lunga percorrenza, per la difficoltà di avere delle OD osservate da indagini, nella pratica operativa si procede attraverso le espansioni di matrici esistenti [62], ancora meno diffuse le esperienze bibliografiche derivante dall'integrazione dei dati segnali telefonici per la distribuzione e scelta modale [63]. La formulazione funzionale adottata per il modello di distribuzione nazionale di media e lunga percorrenza è di tipo gravitazionale basato sulla teoria di Newton, e calibrato con l'ausilio delle OD estratte dai dati telefonici:

$$p[d/osh] = \frac{A_d^{\beta_1} \cdot C_{od}^{-\beta_2}}{\sum_{d'} A_{d'}^{\beta_1} \cdot C_{od'}^{-\beta_2}} \quad (4)$$

Dove p , la probabilità di scelta della destinazione dello spostamento che ha origine nella zona o per il motivo s nel tempo h , è inversamente proporzionale al costo C_{od} per raggiungere la destinazione d e direttamente proporzionale all'attrazione A_d esercitata dalla destinazione d , con β_1 e β_2 sono i parametri del modello differenziati per classe di Attrattività della zona.

L'attributo di costo C_{od} impiegato nel modello sintetizza il tempo di viaggio medio interzonale via strada come somma del tempo medio di viaggio tra le zone, stimato attraverso il grafo stradale del modello di offerta ed il tempo di egresso, ed il tempo di accesso agli archi connettori dei centroidi delle zone di traffico al grafo stradale funzione della struttura insediativa della singola zona.

È stata calcolata anche la matrice 911x911 delle distanze in km per escludere dall' algoritmo di distribuzione le coppie con distanza interzonale inferiore agli 80 km.

Sono stati specificati 4 modelli di distribuzione, in ciascuno di esso la capacità attrattiva zonale d è stata valutata con attributi differenziati per motivo di viaggio. In particolare si è tenuto conto:

erated by residents of all Italian municipalities. With subsequent steps, the extra-municipal component within the region is estimated for each region by reason of travel, in relation to the municipal accessibility class (centre, area, intermediate, peripheral and ultraperipheral) of the actual level of the offer of school, health services, number of employees, historical data of commuting and Audimob statistics for non-systematic travel. The estimated extra-communal travel vector feeds the gravitational distribution and modal choice models disaggregated by reason of the Italian regions not covered by this article.

3.5. Distribution Model

There are not many applications of distribution models for medium and long distance, due to the difficulty of having ODs observed by surveys, in operational practice we proceed through the expansions of existing matrices [62], the bibliographic experiences deriving from the integration of telephone signal data for distribution and modal choice are even less widespread [63]. The functional formulation adopted for the national distribution model of medium and long distance is gravitational based on Newton's theory, and calibrated with the help of the OD extracted from the telephone data:

$$p[d/osh] = \frac{A_d^{\beta_1} \cdot C_{od}^{-\beta_2}}{\sum_{d'} A_{d'}^{\beta_1} \cdot C_{od'}^{-\beta_2}} \quad (4)$$

Where p , the probability of choice of the destination of the journey originating in the area o for the reason s in time h , is inversely proportional to the cost C_{od} to reach the destination d and directly proportional to the attraction A_d exerted by the destination d , with β_1 and β_2 are the model parameters differentiated by class of attractiveness of the area.

The C_{od} cost attribute used in the model summarises the average cross-zonal travel time by road as the sum of the average travel time between the areas, estimated through the road graph of the offer model and the egress time, and the access time to the connecting arcs of the centres of the traffic areas to the road graph function of the settlement structure of the individual area.

The 911x911 matrix of distances in km was also calculated to exclude pairs with an interzonal distance of less than 80 km from the distribution algorithm.

Four distribution models were specified, in each of them the zonal attractiveness d was evaluated with differentiated attributes for travel reasons. In particular, the following were considered:

- *for study, the number of students enrolled in universities;*
- *for work, the number of employees involved in extraction support services; wholesale and retail trade, repair of motor vehicles and motorcycles; transport and storage; accommodation and catering services; information*

- per lo studio, del numero di studenti iscritti alle università;
- per il lavoro, del numero di addetti ai servizi di supporto all'estrazione; commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli; trasporto e magazzinaggio; attività dei servizi di alloggio e di ristorazione; servizi di informazione e comunicazione; attività finanziarie e assicurative; attività immobiliari; attività professionali, scientifiche e tecniche; noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese; istruzione; sanità e assistenza sociale; attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento; altre attività di servizi;
- per gli affari privati, del numero degli addetti relativo alle attività che forniscono servizi alle famiglie e agli individui quali attività manifatturiere; commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli; attività professionali, scientifiche e tecniche; sanità e assistenza sociale; altre attività di servizi;
- per il turismo, svago ed altro, del numero di addetti di attività dei servizi di alloggio e di ristorazione; noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese; attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento. I posti letto degli esercizi ricettivi.

Per ciascuna motivazione di viaggio di media e lunga percorrenza è stato costruito un modello territoriale di attrattività dell'intero territorio nazionale che ha consentito di definire, in relazione alla distribuzione in classi di valori degli attributi specifici sopra elencati, una gerarchia nazionale di attrattività strutturata in 5 livelli (S, A, B, C e D) decrescenti (Fig. 13). La gerarchia più alta S identifica i poli con capacità attrattiva dei viaggi di media e lunga percorrenza macroregionale e sovra-nazionale.

Il modello di distribuzione nazionale è stato calibrato con l'ausilio della matrice OD degli spostamenti giornalieri complessivi sopra gli 80 km estratta dai dati di telefonia mobile, che sintetizza la struttura gerarchica delle relazioni intessute sul territorio.

I parametri β dei quattro sub-modelli di distribuzione nazionale specificati per singolo motivo e per classe gerarchica della zona di destinazione sono stati calibrati minimizzando gli scarti dei minimi quadrati ottenuti come differenza tra la matrice OD Vodafone interzonale e la matrice di MLP ottenuta come sommatoria delle OD per i seguenti motivi: studio, lavoro e affari, affari privati e turismo e svago stimate con i relativi modelli di distribuzione.

Per la validazione sono stati calcolati per le due matrici complessive da Modello e Vodafone i relativi coefficienti distributivi come rapporto tra la domanda delle coppie OD (ij) e la domanda di riferimento complessiva, ovvero:

and communication services; financial and insurance activities; real estate activities; professional, scientific and technical activities; rental, travel agencies, business support services; education; health and social care; artistic, sports, entertainment and amusement activities; other service activities;

- *for private business, the number of employees related to activities providing services to households and individuals such as manufacturing activities; wholesale and retail trade, repair of motor vehicles and motorcycles; professional, scientific and technical activities; health and social care; other service activities;*
- *for tourism, leisure and other activities, the number of employees of accommodation and catering services; rental, travel agencies, business support services; artistic, sports, entertainment, and amusement activities. The beds of the accommodation establishments.*

For each medium and long-distance travel motivation, a territorial model of attractiveness of the entire national territory was built, which allowed defining a national hierarchy of attractiveness structured in 5 decreasing levels (S, A, B, C and D), in relation to the distribution in classes of values of the specific attributes listed (Fig.13) above. The highest hierarchy S identifies the centres with attractiveness of medium and long macro-regional and supra-national journeys.

The national distribution model was calibrated with the help of the OD matrix of the total daily journeys of over 80 km extracted from mobile phone data, which summarises the hierarchical structure of the connections woven on the territory.

The β parameters of the four national distribution sub-models specified by individual reason and by hierarchical class of the destination area were calibrated by minimising the minimum square deviations obtained as the difference between the Vodafone interzonal OD matrix and the MLP matrix obtained as a sum of the ODs for the following reasons: study, work and business, private business and tourism and leisure estimated with the relevant distribution models.

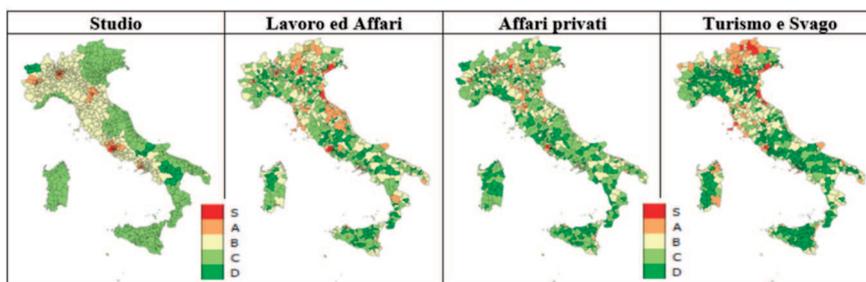


Figura 13 – Classificazione gerarchica delle capacità di attrazione zonale per motivo dei viaggi di media e lunga percorrenza.

Figure 13 – Hierarchical classification of zonal attraction capacities by reason of medium and long-distance trips.

$$p_{ij} = d_{ij} / \sum_i \sum_j d_{ij} \quad (5)$$

$$p_{ij_vfn} = d_{ij_vfn} / \sum_i \sum_j d_{ij_vfn} \quad (6)$$

dove

d_{ij} domanda media giornaliera ottenuta come somma dei viaggi per tutti i motivi s dalla zona i alla j stimata con i modelli di distribuzione di MLP comprensivi degli spostamenti di ritorno;

d_{ij_vfn} domanda dalla zona i alla j stimata con i segnali telefonici da Vodafone tra i e j .

L'indicatore GEH del modello di distribuzione stimato confrontando i coefficienti p_{ij} di distribuzione della matrice OD con quelli p_{ij_vfn} della matrice Vodafone (entrambe amplificate per un coefficiente pari a 1.000, in modo da evitare che la convergenza fosse legata alla dimensione dei valori essendo compresi tra 0 e 1) è pari a 95,63%, quindi soddisfacente.

Il GEH, invece, ottenuto confrontando i flussi d_{ij} e d_{ij_vfn} assume un valore pari a 71,87%, dato interessante considerando che i valori inferenziali telefonici necessitano di ulteriori approfondimenti prima di poter essere assunti ad universo della domanda.

3.6. Il modello di scelta modale di MLP

Il Modello di scelta modale stima la probabilità $p[m/ods]$ che un utente si rechi dalla zona o alla zona d per il motivo s usando il modo m in considerazione di espressioni di utilità aleatoria [64] che sono funzioni semplificate di attributi del livello di servizio e socio-economici del motivo di viaggio.

Il modello utilizzato per la scelta modale di MLP passeggeri è di tipo Logit Multinomiale, sul quale esiste una ricca e numerosa bibliografia letteratura nazionale ed internazionale soprattutto in ambito urbano, meno ricca quella della MLP [5][65]. Per la formulazione del modello si è scelto di esplicitare nella funzione di utilità solo gli attributi specifici del livello di servizio quali: il tempo complessivo di viaggio t_{ij_mi} , il costo economico del viaggio c_{ij_mi} e la frequenza del servizio per la modalità ferroviaria f_{ij_mi} .

$$p[m/ods] = \frac{\exp(V_{m/ods})}{\sum_m \exp(V_{m/ods})} = \frac{\exp(\beta_{t_{ij_mi}} \cdot t_{ij_mi} + \beta_{c_{ij_mi}} \cdot c_{ij_mi} + \beta_{f_{ij_mi}} \cdot f_{ij_mi} + ASA_{mi})}{\sum_m \exp(\beta_{t_{ij_mi}} \cdot t_{ij_mi} + \beta_{c_{ij_mi}} \cdot c_{ij_mi} + \beta_{f_{ij_mi}} \cdot f_{ij_mi} + ASA_{mi})} \quad (7)$$

I parametri $\beta_{t_{ij_mi}}$, $\beta_{c_{ij_mi}}$, $\beta_{f_{ij_mi}}$ e ASA_{mi} del modello di scelta modale sono stati calibrati per motivazione del viaggio applicando il metodo della massima verosimiglianza. Partendo dalle scelte di viaggio modali e per motivo effettuati per gli spostamenti di almeno 80 km dal campione dell'indagine Audimob, dopo aver stimato i tempi e costi con il modello di offerta multimodale, è stata costruita la funzione di verosimiglianza impostando tutti i parametri β sul valore nullo. Massimizzando tale funzio-

For the validation, the relative distribution coefficients were calculated for the two matrices overall by Model and Vodafone as the ratio between the demand for the OD pairs (ij) and the overall reference demand, namely:

$$p_{ij} = d_{ij} / \sum_i \sum_j d_{ij} \quad (5)$$

$$p_{ij_vfn} = d_{ij_vfn} / \sum_i \sum_j d_{ij_vfn} \quad (6)$$

where

d_{ij} average daily demand obtained as the sum of journeys for all reasons s from zone i to j estimated with the MLP distribution models including return journeys;

d_{ij_vfn} demand from zone i to j estimated with telephone signals from Vodafone between i and j .

The GEH indicator of the estimated distribution model comparing the distribution coefficients p_{ij} of the OD matrix with those p_{ij_vfn} of the Vodafone matrix (both amplified by a coefficient equal to 1000, in order to avoid that the convergence was linked to the size of the values being between 0 and 1) is equal to 95.63%, therefore satisfactory.

The GEH, on the other hand, obtained by comparing the flows d_{ij} and d_{ij_vfn} assumes a value of 71.87%, an interesting figure considering that the telephone inferential values need further analysis before they can be assumed in the demand universe.

3.6. MLP Modal Choice Model

The Modal Choice Model estimates the probability $p[m/ods]$ that a user will travel from zone o to zone d for the reason s using mode m in consideration of random utility expressions [64] which are simplified functions of service level and socio-economic attributes of the reason for travel.

The model used for the modal choice of passenger MLPs is of the Multinomial Logit type, on which there is a rich and numerous bibliography of national and international literature especially in the urban area, that of the MLP is not as rich [5][65]. For the formulation of the model, it was chosen to specify only the specific attributes of the service level in the utility function such as: the total travel time t_{ij_mi} , the economic cost of the trip c_{ij_mi} and the frequency of the service for the railway mode f_{ij_mi} .

$$p[m/ods] = \frac{\exp(V_{m/ods})}{\sum_m \exp(V_{m/ods})} = \frac{\exp(\beta_{t_{ij_mi}} \cdot t_{ij_mi} + \beta_{c_{ij_mi}} \cdot c_{ij_mi} + \beta_{f_{ij_mi}} \cdot f_{ij_mi} + ASA_{mi})}{\sum_m \exp(\beta_{t_{ij_mi}} \cdot t_{ij_mi} + \beta_{c_{ij_mi}} \cdot c_{ij_mi} + \beta_{f_{ij_mi}} \cdot f_{ij_mi} + ASA_{mi})} \quad (7)$$

The parameters $\beta_{t_{ij_mi}}$, $\beta_{c_{ij_mi}}$, $\beta_{f_{ij_mi}}$ and ASA_{mi} of the modal choice model were calibrated by travel reason using the maximum likelihood method. Starting from the modal travel choices and for reason made for journeys of at least 80 km from the sample of the Audimob survey, after estimating the times and costs with the multimodal offer model, the likelihood function was built by setting all the β

ne sono stati stimati i parametri del modello nazionale di scelta modale per le tre classi di motivo lavoro, studio e per tutti gli altri motivi.

La costruzione di funzioni di utilità per la valutazione della competitività modale per ogni coppia OD ha assunto un ruolo centrale nel processo di calibrazione ed applicazione del modello di scelta modale (Fig. 14). In particolare, il modello di offerta multimodale, implementato in ambiente Visum [66], ha contribuito per le cinque alternative modali dei passeggeri di MLP a stimare per singola relazione OD i relativi attributi di servizio prima indicati:

- Modo privato auto:
 - tempo medio di viaggio interzonale tra le zone di traffico, comprensivo dei tempi di accesso ed egresso interni alla zona;
 - costo medio interzonale, stimato sulla base dei consumi medi del mezzo privato e del pedaggio autostradale.
- Modo collettivo extra-urbano su gomma:
 - tempo medio interzonale, come somma del tempo di viaggio a bordo stimato dagli orari dei servizi Flixbus ed i tempi medi di egresso e di accesso riferiti all'arco connettore;
 - costo medio della tariffa del servizio extra-urbano interzonale, stimato per macroarea geografica consultando i siti web dei principali operatori su gomma.

parameters to zero. By maximising this function, the parameters of the national modal choice model were estimated for the three categories of work, study and for all other reasons.

The construction of utility functions for the assessment of modal competitiveness for each OD pair has assumed a key role in the process of calibration and application of the modal choice model (Fig. 14). In particular, the multimodal offer model, implemented in the Visum environment [66], has contributed to the five modal alternatives of MLP passengers to estimate the relative service attributes indicated above for each OD connection:

- Private car mode:
 - average interzonal travel time between traffic zones, including access and egress times within the zone;
 - cross-zonal average cost, estimated on the basis of average consumption of private vehicles and motorway tolls.
- Suburban collective mode on road:
 - cross-zonal average time, as the sum of the travel time on board estimated by the schedules of the Flixbus services and the average exit and access times referred to the connector arc;
 - average cost of the interzonal suburban service fee, estimated by geographical macro-area by consulting the websites of the main road operators.

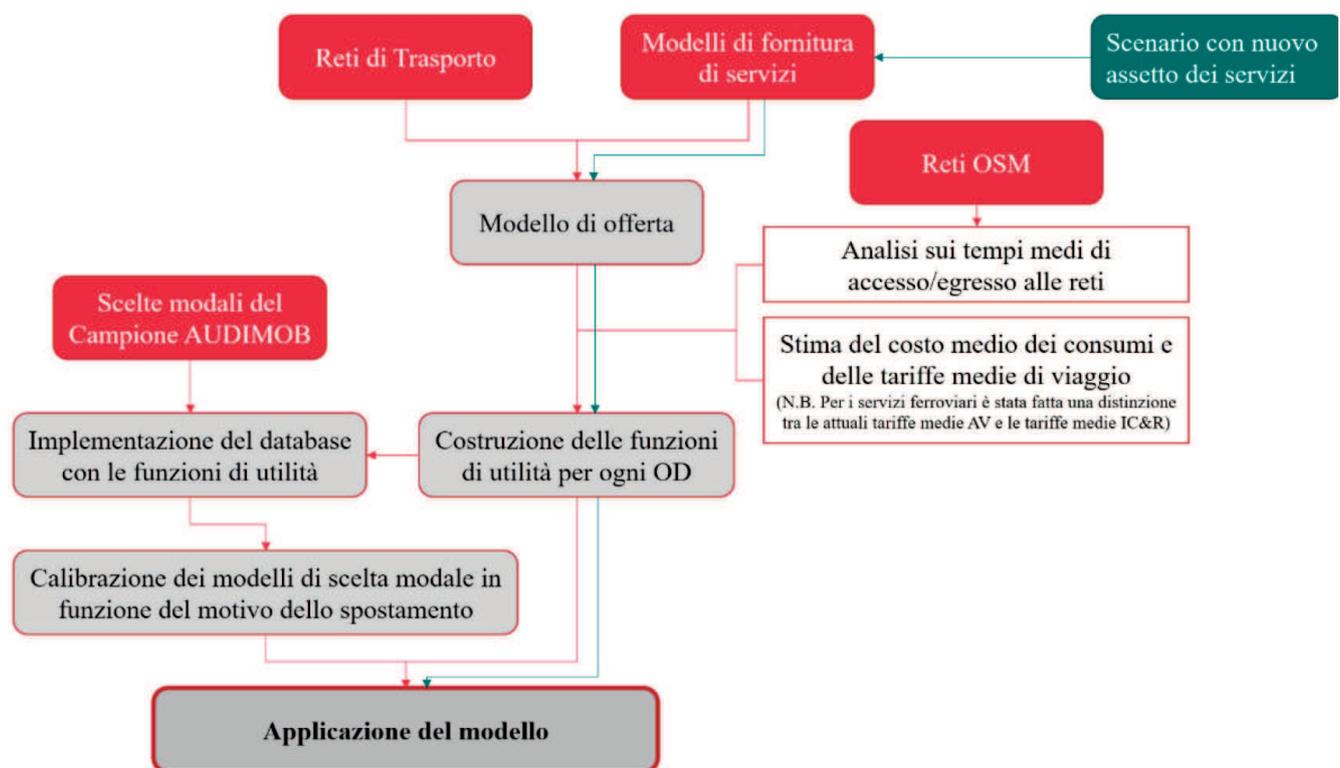


Figura 14 – Il processo di calibrazione e applicazione del modello nazionale di scelta modale.
 Figure 14 – Calibration and application process of the national modal choice model.

- **Modo treno Alta Velocità:**
 - tempo medio interzonale, come somma del tempo a bordo treno del servizio ferroviario AV dai quadri orari in formato GTFS, integrato dal tempo medio di accesso/egresso alle stazioni AV in auto e del tempo medio di attesa alle stazioni AV;
 - costo interzonale, comprensivo del costo tariffario del servizio AV [50] interzonale e dei costi auto per accedere alla stazione o per raggiungere la destinazione finale;
 - frequenza dei servizi ferroviari tra le zone, in considerazione sia dei collegamenti diretti che dei collegamenti con trasbordo.
- **Modo treno-IC&R:**
 - tempo medio interzonale di viaggio, stimato come somma del tempo a bordo treno relativo al singolo servizio dai quadri orari in formato GTFS, del tempo medio di accesso/egresso alle stazioni e del tempo di attesa speso nei nodi stazioni;
 - costo medio, tiene conto delle tariffe medie del servizio Trenitalia [50] tra coppie di stazioni RFI e dei costi medi auto per l'accesso ed egresso alla stazione;
 - frequenza dei servizi ferroviari tra le zone, in considerazione sia dei collegamenti diretti che dei collegamenti con trasbordo.
- **Modo Aereo:**
 - tempo medio interzonale del servizio aereo, stimato come sommatoria del tempo necessario per raggiungere l'aeroporto con la modalità auto, del tempo speso all'interno del nodo funzione del rango aeroportuale e del tempo di volo;
 - costo medio interzonale per la modalità aerea, tiene conto sia dei costi tariffari del servizio aereo che dei costi di accesso/egresso dalle zone di traffico ai nodi aeroportuale, tali costi sono stati stimati attraverso un'analisi diretta campionaria dei voli programmati dalle principali compagnie italiane.
- **High Speed Train Mode:**
 - average cross-zonal time, as the sum of the time on board the HS train service from the timetables in GTFS format, integrated by the average time of access/exit to the HS stations by car and the average waiting time at the HS stations;
 - interzonal cost, including the tariff cost of the HS service [50] interzonal and car costs to access the station or to reach the final destination;
 - frequency of rail services between zones, considering both direct connections and transshipment connections.
- **IC&R train mode:**
 - average cross-zonal travel time, estimated as the sum of the time on board the train relating to the individual service from the timetables in GTFS format, the average time of access/exit to/from the stations and the waiting time spent in the station hubs;
 - average cost, takes into account the average tariffs of the Trenitalia service [50] between pairs of RFI stations and the average car costs for accessing and egressing from the station;
 - frequency of railway services between zones, considering both direct connections and transshipment connections.
- **Airplane mode:**
 - average cross-zonal flight service time, estimated as the sum of the time required to reach the airport with the car mode, the time spent within the hub depending on the airport rank and flight time;
 - average interzonal cost for the air mode, considers both the tariff costs of the flight service and the costs of access/egress from the traffic areas to the airport hubs, these costs have been estimated through a direct sample analysis of the flights scheduled by the main Italian companies.

I testi di validazione ottenuti dalla calibrazione del modello di scelta modale sono riportati in Tab. 3. Il valore assunto dalla stima del ρ^2 e dalla %Right è soddisfacente sia per il motivo lavoro che per Altri motivi, la calibrazione della scelta modale per le due motivazioni di viaggio ha fatto affidamento su una quantità significativa di osservazioni.

Il modello di scelta modale per motivo studio necessita di ulteriori approfondimenti, i segni dei coefficienti sono coerenti con il significato degli attributi. Gli output complessivi dell'applicazione del modello di scelta modale producono comunque dei tassi di modali aggregati in linea con i risultati attesi. Per il motivo studio si conferma per i viaggi di MLP una maggiore propensione all'utilizzo del

The validation texts obtained from the calibration of the modal choice model are reported in Tab. 3. The value as-

Tabella 3 – Table 3

I test di validazioni formali del modello di scelta modale delle matrici per le tre classi di motivazione
 Formal validation tests of the matrix modal choice model for the three motivation classes

Motivo viaggio <i>Reason for travel</i>	Numerosità del campione <i>Sample size</i>	ρ^2	%Right
Lavoro <i>Work</i>	937	0,54	72,47%
Studio <i>Study</i>	245	0,29	12,24%
Tutti gli Altri Motivi <i>All Other Reasons</i>	3.182	0,63	81,05%

trasporto pubblico, contrariamente alle altre motivazioni. L'applicazione del modello di scelta modale nello stato di fatto per il motivo studio fornisce la seguente ripartizione modale: 20% bus; 23% IC&R; 18% AV e 38% privato auto ed 1% aereo. Invece, per i viaggi di lavoro MLP e tutti gli Altri motivi i tassi auto sono rispettivamente pari al 70% e al 74%.

3.7. Le procedure di assegnazione della domanda

L'assegnazione delle matrici di domanda sui modelli di offerta rappresenta l'ultimo step della modellazione a quattro stadi. Il flusso (medio) F_k sul percorso k che collega la coppia od è ottenuto dal prodotto tra il flusso di domanda d_{od} corrispondente e la probabilità di scelta del percorso [5]:

$$F_k = d_{od} \cdot p_{od,k}$$

Il modello di assegnazione stima con l'ausilio del software Visum, la distribuzione della domanda tra i percorsi alternativi k offerti dal modello di rete per ogni coppia od in funzione della percezione che hanno gli utenti dei costi sui singoli percorsi alternativi $C_{od,k}$.

L'approccio adottato è quello all'equilibrio probabilistico. Gli utenti si spostano sulla rete scegliendo percorsi di minimo "costo percepito", che in generale per le scelte fatte sullo stesso percorso dagli altri utenti flussi possono essere differenti da quelli riscontrati effettivamente sulla rete (reti congestionate). Il sistema pertanto evolve fino a quando gli utenti riscontrano sulla rete costi d'arco corrispondenti a costi percepiti dall'utente (Fig. 15). Gli algoritmi per la stima dei costi di percorso adottati dalla procedura di assegnazione della domanda di trasporto privato si differenziano da quelli del trasporto pubblico.

La procedura di assegnazione per la domanda privata passeggeri su strada richiede la conversione della matrice in veicoli equivalenti tramite la stima del coefficiente di riempimento medio dei veicoli estratto dall'indagine Audimob per i percorsi di media e lunga distanza. Per la valutazione dei costi di percorso sono adottate le seguenti funzioni di deflusso: la funzione BPR per gli archi, e la *delay function* LOHSE per i nodi [66]. I parametri di deflusso d'arco sono stati stimati da ANAS sulla base delle proprie specifiche esperienze.

L'assegnazione della domanda ferroviaria della matrice di domanda AV è condotta adottando un'assegnazione giornaliera di tipo *Timetable-based* ovvero basata sul quadro orario dei servizi ferroviari. Tramite l'algoritmo *Branch & Bound*, il software Visum genera per ciascuna zona di origine un albero di ricerca dei collegamenti e seleziona analizzando la combinazione dei servizi ferroviari tutte le connessioni adatte per raggiungere la destinazione finale. Viene trovata quindi un insieme di connessioni soddisfacenti sulle quali viene distribuita la domanda in relazione alla funzione di impedenza utilizzata da KIRCHHOFF [66]. Per l'assegnazione della domanda giornaliera

assumendo la stima di ρ^2 e %Right è soddisfacente per entrambi i motivi, la calibrazione della scelta modale per i due motivi di viaggio si basa su un numero significativo di osservazioni.

Il modello di scelta modale per il motivo studio necessita di ulteriori indagini, i segni dei coefficienti sono consistenti con il significato delle attribuzioni. Gli output complessivi dell'applicazione del modello di scelta modale producono tassi modali in linea con i risultati attesi. Per il motivo studio una maggiore propensione a utilizzare il trasporto pubblico, contrariamente ad altri motivi è confermata per i viaggi di lavoro MLP. L'applicazione del modello di scelta modale in base al fatto per il motivo studio fornisce la seguente ripartizione modale: 20% bus; 23% IC&R; 18% HS e 38% privata auto e 1% aereo. Per i viaggi di lavoro MLP e tutti gli Altri motivi i tassi auto sono rispettivamente pari al 70% e al 74%.

3.7. Procedure for assigning the application

Assegnare le matrici di domanda sui modelli di offerta rappresenta l'ultimo step di una modellazione a quattro stadi. Il flusso (medio) F_k sul percorso k che collega la coppia od è ottenuto dal prodotto tra il flusso di domanda d_{od} corrispondente e la probabilità di scelta del percorso [5]:

$$F_k = d_{od} \cdot p_{od,k}$$

Con l'aiuto del software Visum, la distribuzione della domanda tra i percorsi alternativi k offerti dal modello di rete per ogni coppia od è determinata in base alla percezione che gli utenti hanno dei costi sui singoli percorsi alternativi $C_{od,k}$.

L'approccio adottato è quello all'equilibrio probabilistico. Gli utenti si spostano sulla rete scegliendo percorsi di minimo "costo percepito", che in generale per le scelte fatte sullo stesso percorso dagli altri utenti flussi possono essere differenti da quelli riscontrati effettivamente sulla rete (reti congestionate). Il sistema pertanto evolve fino a quando gli utenti riscontrano sulla rete costi d'arco corrispondenti a costi percepiti dall'utente (Fig. 15). Gli algoritmi per la stima dei costi di percorso adottati dalla procedura di assegnazione della domanda di trasporto privato si differenziano da quelli del trasporto pubblico.

La procedura di assegnazione per la domanda privata passeggeri su strada richiede la conversione della matrice in veicoli equivalenti tramite la stima del coefficiente di riempimento medio dei veicoli estratto dall'indagine Audimob per i percorsi di media e lunga distanza. Per la valutazione dei costi di percorso sono adottate le seguenti funzioni di deflusso: la funzione BPR per gli archi, e la *delay function* LOHSE per i nodi [66]. I parametri di deflusso d'arco sono stati stimati da ANAS sulla base delle proprie specifiche esperienze.

L'assegnazione della domanda ferroviaria della matrice di domanda AV è condotta adottando un'assegnazione giornaliera di tipo *Timetable-based* ovvero basata sul quadro orario dei servizi ferroviari. Tramite l'algoritmo *Branch & Bound*, il software Visum genera per ciascuna zona di origine un albero di ricerca dei collegamenti e seleziona analizzando la combinazione dei servizi ferroviari tutte le connessioni adatte per raggiungere la destinazione finale. Viene trovata quindi un insieme di connessioni soddisfacenti sulle quali viene distribuita la domanda in relazione alla funzione di impedenza utilizzata da KIRCHHOFF [66]. Per l'assegnazione della domanda giornaliera

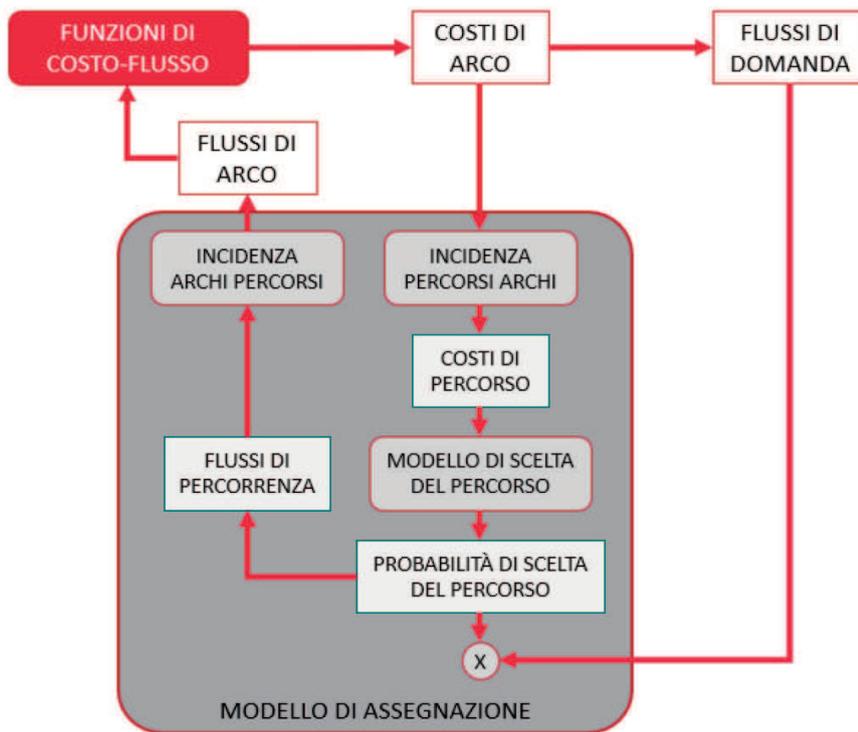


Figura 15 – Schema del modello di assegnazione di equilibrio a domanda rigida [5].

Figure 15 – Diagram of the non-flexible demand equilibrium allocation model [5].

viene definita una distribuzione oraria degli spostamenti attingendo alla distribuzione della domanda AV di Trenitalia osservata dei biglietti stazione-stazione venduti nei giorni feriali del mese di ottobre. L'assegnazione della domanda ferroviaria Passeggeri IC&R adotta la stessa procedura dell'AV, in questo caso in base alla distribuzione oraria della domanda IC di Trenitalia come media dei giorni feriali di ottobre 2019.

Al fine di considerare il contributo della domanda locale sulla rete viaria nazionale, si è effettuato il consolidamento spaziale delle 20 matrici regionali intercomunali stimate a partire dagli output del modello di generazione della domanda locale con i modelli di distribuzione e di scelta modale regionali [44]. La procedura si è resa necessaria per ricondurre i flussi intercomunali delle 20 matrici OD regionali ad un'unica matrice interzonale rappresentativa delle 911 zone del modello e nazionale. L'assegnazione complessiva delle matrici di domanda di media e lunga percorrenza e quella locale consente di simulare l'impatto della domanda di mobilità sulle reti al netto della componente intrazonale. Il processo completo di assegnazione sulle reti stradali per la valutazione degli impatti di congestione sulla rete viaria richiederebbe oltre la stima dei veicoli equivalenti generati dal traffico merci, tema su cui il gruppo di ricerca sta lavorando, anche una valutazione almeno per i nodi metropolitani ed i principali poli urbani dei flussi intrazonali.

and selects all the appropriate connections to reach the final destination by analysing the combination of rail services. A set of satisfactory connections is then found over which the demand is distributed in relation to the impedance function used by KIRCHHOFF [66]. An hourly distribution of movements is defined for the allocation of daily demand, by drawing on the observed Trenitalia HS demand distribution of station-station tickets sold on weekdays in October. The allocation of IC&R Passenger rail demand adopts the same procedure as the HS, in this case based on the hourly distribution of Trenitalia's IC demand as an average of weekdays in October 2019.

In order to consider the contribution of local demand on the national road network, the spatial consolidation of the 20 estimated intercommunal regional matrices was carried out starting from the outputs of the local demand generation model with the regional distribution and modal choice models [44]. The procedure was necessary to reduce the intercommunal flows of the 20 regional OD matrices to a single cross-zonal matrix representative of the 911 model and national zones.

The overall allocation of the medium and long-distance demand matrices and the local one allows simulating the impact of mobility demand on the networks net of the intra-zonal component. The complete process of assigning road networks for the assessment of congestion impacts on the road network would require besides the estimation of equivalent vehicles generated by freight traffic, a topic on which the research group is working, also an assessment at least for metropolitan centres and the main urban hubs of intra-zonal flows.

4. Validation and application of the model system

4.1. Factual status at the 2019 base year and validation of the models

In addition to the formal tests already presented, to consider the application of the model sufficiently reliable, an additional validation phase was carried out by comparing the model outputs with similar or detected data not used directly in the calibration.

4.1.1. Application and validation of generation and distribution models

The outputs of the national generation models of local demand and MLP at the 2019 base year provide the inputs that feed distribution, modal choice, and choice of routes for the estimation of modal transport impacts (arc flows,

4. Validazione e applicazione del sistema di modelli

4.1. Lo stato di fatto all'anno base 2019 e la validazione dei modelli

Accanto ai test formali, già presentati, per considerare sufficientemente affidabile l'applicazione del modello è stata condotta un'ulteriore fase di validazione tramite il confronto degli output del modello con dati simili o rilevati non utilizzati direttamente nella calibrazione.

4.1.1. Applicazione e validazione dei modelli di generazione e distribuzione

Gli output dei modelli di generazione nazionale della domanda locale e di MLP all'anno base 2019 forniscono gli input che alimentano distribuzione, scelta modale e scelta dei percorsi per la stima degli impatti trasportistici modali (flussi d'arco, passeggeri-km e veicoli-km) oltre a quelli economici, ambientali e sociali. La validazione del Modello di generazione è un'operazione molto delicata in quanto non esistono delle misure dirette di spostamenti generati in un'area, il confronto può essere condotto indirettamente. Ad esempio, confrontando per singolo comune gli spostamenti giornalieri per lavoro simulati dal Modello di Generazione della mobilità locale per il 2019 con i pendolari per lavoro rilevati dal Censimento Permanente ISTAT per lo stesso anno, e analogamente gli spostamenti per studio con gli studenti maggiori di 15 anni. Per i comuni che rappresentano l'85% della popolazione residente in Italia, gli scarti tra le due serie sono inferiori al 15%. Scostamenti superiori al 30% sono poco significativi, interessano comuni che rappresentano l'1% della popolazione italiana (Fig. 16).

I coefficienti di correlazione prossimi ad 1 confermano una forte coerenza del modello di generazione per le due componenti di domanda con i valori osservati dal Censimento Permanente della popolazione 2019 (Fig. 17).

Il confronto aggregato del volume dei viaggi di media e lunga percorrenza stimati dal modello di Generazione di MLP con i viaggi estratti dai segnali telefonici Vodafone evidenzia uno scostamento del 18%, solo in parte spiegato dalla presenza dei viaggi generati dalla popolazione straniera non stimata dal modello nazionale interno. La Banca d'Italia, che in periodo Covid ha provato a sostituire le indagini tradizionali ai valichi con le stime generate dalle SIM telefoniche, ha evidenziato alcuni limiti definitivi che non consentono di considerare ancora tutto affidabili i volumi di domanda delle celle stimati inferenzialmente, anche per la difficoltà accertate di distinguere l'utente passeggero dall'operatore del traffico commerciale che può portare ad una amplificazione dei flussi. Nonostante queste criticità, il confronto degli output del modello di distribuzione evidenzia come solo l'1,2% delle coppie OD risultino «outliers» (10.071 su 829.921 relazioni OD), di queste coppie lo 0,4% è sovrastimato e lo 0,8% sottostimato. Il confronto dei flussi delle coppie OD (esclusi gli outliers) con i rispettivi flussi della matrice estratta dai big

passenger-km and vehicle-km) in addition to economic, environmental and social ones. The validation of the Generation Model is a very delicate operation since there are no direct measurements of journeys generated in an area, the comparison can be conducted indirectly. For example, comparing by individual municipality the daily journeys simulated by the Local Mobility Generation Model for 2019 with commuters for work detected by the ISTAT Permanent Census for the same year, and similarly the trips for study with students over 15 years old. For municipalities representing 85% of the population residing in Italy, the differences between the two series are less than 15%. Variances of more than 30% are insignificant, affecting municipalities that represent 1% of the Italian population (Fig. 16).

The correlation coefficients close to 1 confirm a strong coherence of the generation model for the two demand components with the values observed by the 2019 Permanent Population Census (Fig. 17).

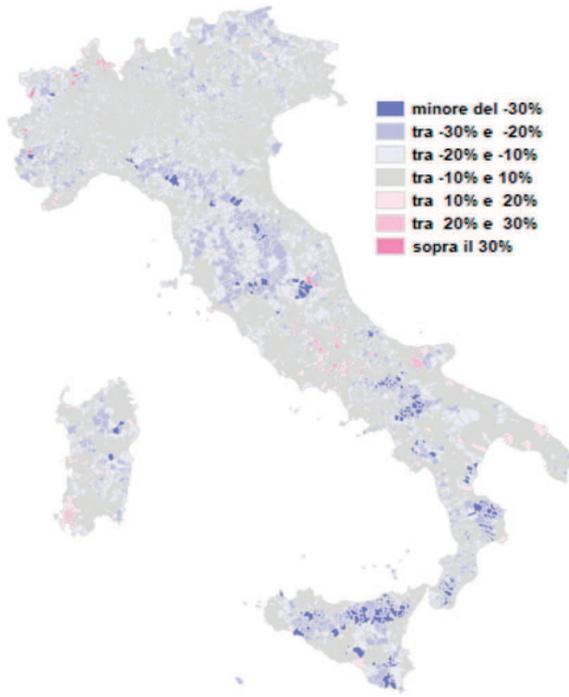
The aggregate comparison of the volume of medium and long-distance journeys estimated by the MLP Generation model with trips extracted from Vodafone telephone signals shows a deviation of 18%, only partly explained by the presence of journeys generated by the foreign population not estimated by the domestic national model. The Bank of Italy, which in the Covid period has tried to replace traditional surveys at the crossings with the estimates generated by telephone SIMs, has highlighted some defining limits that do not yet allow the volumes of demand of the cells estimated inferentially to be considered completely reliable, also due to the difficulty ascertained to distinguish the passenger user from the operator of commercial traffic that can lead to an amplification of flows. Despite these critical issues, the comparison of the outputs of the distribution model shows that only 1.2% of the OD pairs are "outliers" (10,071 out of 829,921 OD connections), of these pairs 0.4% are overestimated and 0.8% underestimated. The comparison of the flows of the OD pairs (excluding the outliers) with the respective flows of the matrix extracted from the telephone big data shows a good correlation with an R^2 equal to 0.87 (Fig. 18).

The graphical comparison between OD outliers connections underestimated by the national model and the OD of the telephone matrix on which only significant foreign flows are detected, highlights a correlation between the two data that partly explains the differences between the two demands (Fig. 19), some analyses highlight however that especially in cross-border areas the use of foreign SIMs is associated with users permanently present in the territory.

4.1.2. Comparison of equivalent vehicle journeys with FCDs and the ANAS monitoring network

The matrix of the medium and long-distance journeys of the cars estimated downstream of the modal choice process in consideration of the average filling coefficients presents a difference of 8.22% compared to the medium and long-distance car matrix estimated by bringing back to the universe

I Comuni per classi degli scarti % tra spostamenti per motivo lavoro stimati dal MNGL e i pendolari per motivo lavoro (Censimento Permanente, 2019)



I Comuni per classi degli scarti % tra spostamenti per motivo studio stimati dal MNGL e studenti maggiore di 15 anni (Censimento Permanente, 2019)

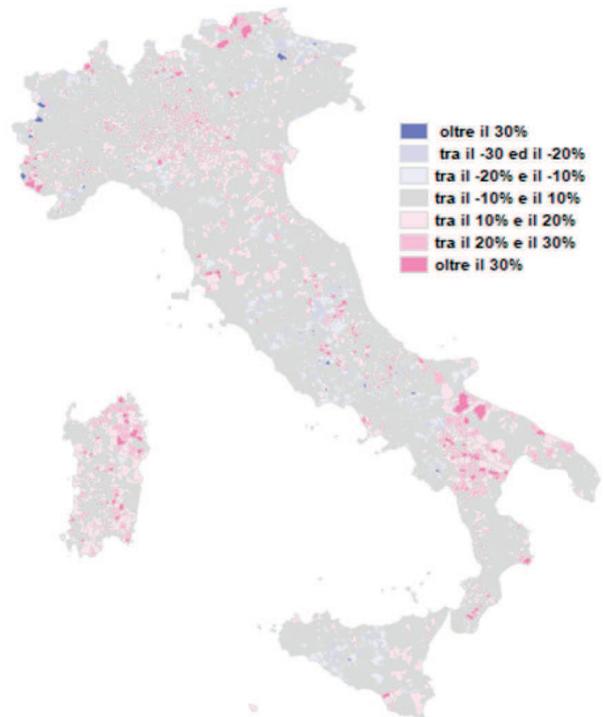


Figura 16 – Distribuzione dei comuni per classe degli scarti tra spostamenti stimati da modello e la popolazione di riferimento maggiore di 15 anni censita da ISTAT.

Figure 16 – Distribution of municipalities by class of differences between estimated journeys by model and the reference population over 15 years of age surveyed by ISTAT.

data telefonici evidenzia una buona correlazione con un R^2 pari a 0,87 (Fig. 18).

Il confronto grafico tra relazioni outliers OD sottostimate dal modello nazionale e le OD della matrice telefonica su cui sono rilevati solo i flussi stranieri significativi, evidenzia una correlazione tra i due dati che in parte spie-

the ODs generated by the national sample of Float Car Data VEM that on an average day travels at least 80 km. In addition, the output arc flows of the self-estimated mode private matrix assignment with the national MLP model, compared with the flows generated by the FCD assignment, are well interpolated by a line whose R^2 value is 0.83 (Fig. 20). The di-

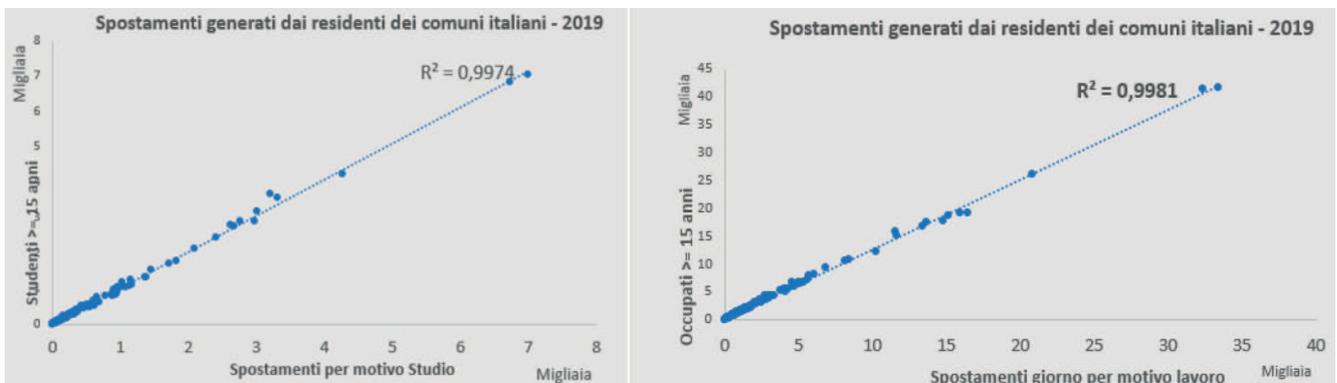


Figura 17 – Coefficiente di correlazione e retta di regressione degli spostamenti stimati dal modello di generazione locale (anno base 2019) e i pendolari 2019 [36].

Figure 17 – Correlation coefficient and regression line of the journeys estimated by the local generation model (2019 base year) and the 2019 commuters [36].

ga le differenze tra le due domande (Fig. 19), alcune analisi evidenziano comunque che soprattutto nelle aree transfrontaliere l'utilizzo di SIM straniere è associato ad utenti stabilmente presenti sul territorio.

4.1.2. Confronto degli spostamenti dei veicoli equivalenti con gli FCD e la rete monitoraggio ANAS

La matrice dei viaggi di media e lunga percorrenza dei veicoli auto stimata a valle del processo di scelta modale in considerazione dei coefficienti medi di riempimento presenta uno scarto dell'8,22% rispetto alla matrice auto di media e lunga percorrenza stimata riconducendo all'universo le OD generate dal campione nazionale di Float Car Data VEM che in un giorno medio effettua spostamenti di almeno 80 km. Inoltre, i flussi d'arco output dell'assegnazione della matrice privata del modo auto stimata con il modello nazionale MLP, confrontati con i flussi generati dall'assegnazione dei FCD risultano essere ben interpolati da una retta il cui valore di R² è pari a 0,83 (Fig. 20). La correlazione diretta tra le due serie è confermata anche dai coefficienti di Pearson (0,909) e di Spearman (0,960). Il risultato è molto interessante se si considera che la matrice dei veicoli equivalenti stimata con il modello nazionale non è stata corretta con flussi osservati.

Un ulteriore confronto è stato condotto tra i flussi veicolari ed i dati dei rilievi del TGM 2019 su 2.472 punti di controllo della rete ANAS [43]. Poiché i flussi intercettati dal monitoraggio ANAS sono comprensivi di diverse com-

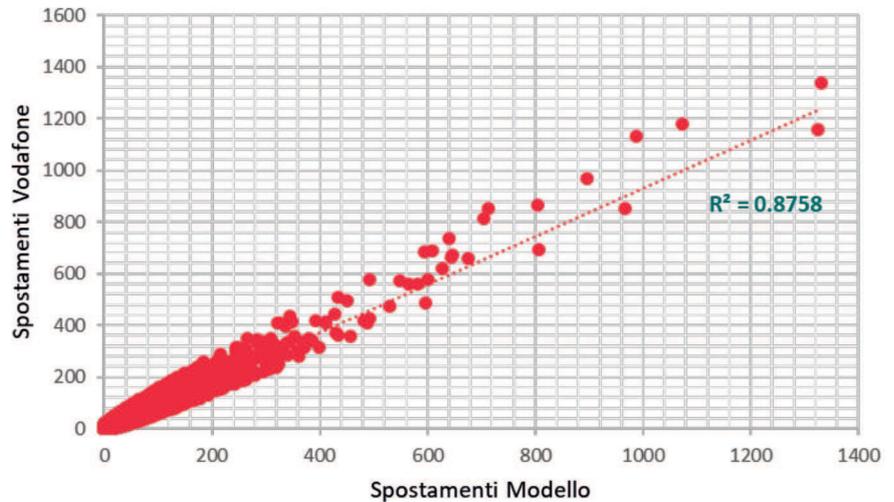
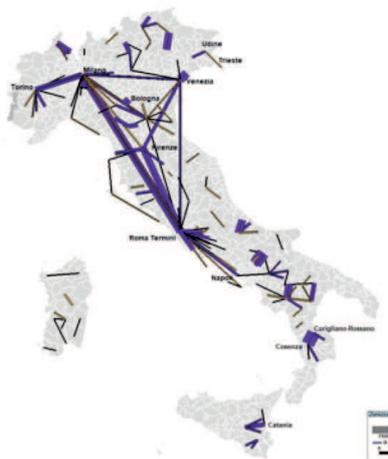


Figura 18 – Confronto OD MND e OD osservate esclusi gli «outliers». Figure 18 – Comparison of observed OD MND and OD excluding “outliers”.

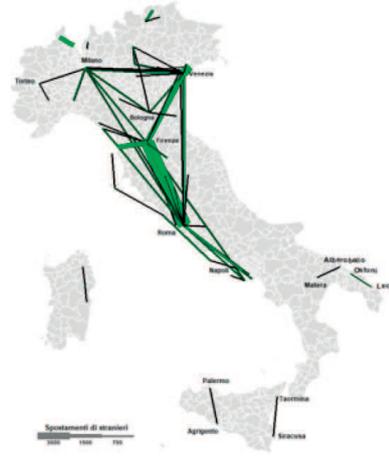
rect correlation between the two series is also confirmed by Pearson's (0,909) and Spearman's (0,960) coefficients. The result is very interesting considering that the matrix of equivalent vehicles estimated with the national model was not corrected with observed flows.

A further comparison was made between the vehicle flows and the 2019 TGM survey data on 2472 control points of the ANAS network [43]. Since the flows intercepted by the ANAS monitoring are inclusive of different traffic components: medium and long-distance interzonal, local interzonal, suburban and intra-communal intrazonal, and flows generated by foreigners, the comparison was carried out after the assignment on the network of the OD matrix obtained from the sum of the consolidated local matrix (Fig.

OD MNT Audimob: Relazioni OD con flussi giornalieri sottostimati



OD Vodafone: Relazioni OD con almeno 100 spostamenti giorno di SIM straniere



Sono 66.500 gli spostamenti in chiaro sopra gli 80 km generati dagli stranieri (Fonte Vodafone)

Figura 19 – Gli «outliers» delle OD del modello di domanda sottodimensionati rispetto ai dati telefonici. Figure 19 – “Outliers” of the ODs of the demand model undersized compared to the telephone data.

ponenti di traffico: interzonali di media e lunga percorrenza, interzonali locali, intrazonali extra-urbane e intra-comunali, ed i flussi generati dagli stranieri, il confronto è stato condotto dopo l'assegnazione sulla rete della matrice OD ottenuta dalla somma della matrice locale consolidata (Fig. 21) e la matrice di media e lunga percorrenza. Il volume complessivo giornaliero dei flussi simulato in corrispondenza delle sezioni monitorate da ANAS (11.683.959 veq nel 2019) è coerentemente inferiore ai flussi dei soli veicoli leggeri osservati da ANAS (18.381.644 veicoli TGM Leggeri nel 2019) in quanto non tiene conto della componente intrazonale molto significativa e di quella straniera intercettata dalle sezioni. Il confronto delle due serie dei flussi modellati e osservati pertanto pur evidenziando un R^2 non significativo pari a 0,4, indica una correlazione moderata con l'indice di Pearson (correlazione 0,617) e una forte correlazione con quello di Spearman (correlazione 0,713).

4.1.3. Confronto Matrice ferroviaria AV con le OD della bigliettazione

Lo scarto tra i volumi passeggeri ferroviari di AV, stimati dal modello di scelta modale di MLP, ed il volume dei passeggeri estratti dalla bigliettazione AV di Trenitalia integrata della quota di mercato detenuto da NTV è pari al 10%. Poiché i dati stimati dal modello sono il risultato del-

Flussi d'arco veicolari da assegnazione 2019

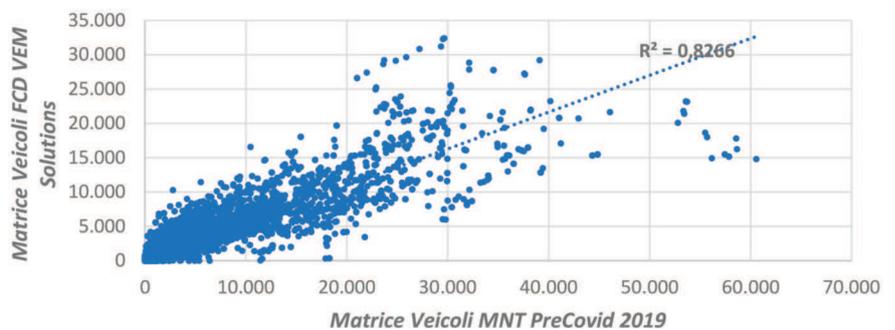


Figura 20 – Confronto flussi d'arco da assegnazione Matrice Auto MNT 2019 e Matrice VEM.

Figure 20 – Comparison of arc flows from assignment of Auto MNT 2019 Matrix and VEM Matrix.

21) and the medium and long-distance matrix. The total daily volume of the simulated flows at the sections monitored by ANAS (11,683,959 veq in 2019) is consistently lower than the flows of the light vehicles only observed by ANAS (18,381,644 Light TGM vehicles in 2019) as it does not consider the very important intra-zonal component and the foreign one intercepted by the sections. The comparison of the two series of flows modelled and observed, therefore indicates a moderate correlation with the Pearson index (0.617 correlation) and a strong correlation with that of Spearman (0.713 correlation), while showing a non-significant R^2 of 0.4.

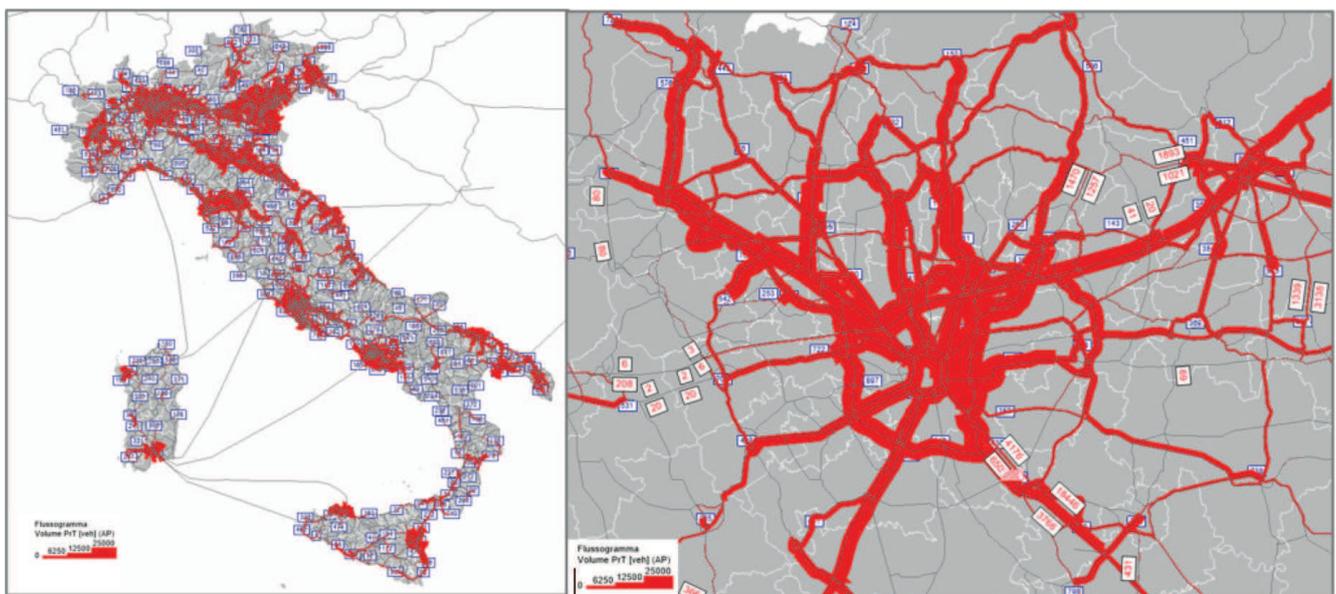


Figura 21 – Assegnazione alla rete viaria delle 20 Matrici OD Regionali degli spostamenti su auto riportate alla zonizzazione nazionale e focus sul nodo viario di Milano Locale e MLP.

Figure 21 – Assignment to the road network of the 20 Regional OD Matrices of car journeys reported to the national zoning and focus on the Milan Local and MLP road node.

la calibrazione con il campione Audimob e non sono stati corretti con i dati di bigliettazione, è molto interessante il confronto tra i flussi stimati dall'assegnazione della matrice ferroviaria Alta Velocità, con quelli ottenuti dall'assegnazione della matrice, stazione-stazione, estratta dalla bigliettazione di Trenitalia. Le due serie risultano fortemente correlate con un R^2 dello 0,901, un coefficiente di correlazione di Pearson pari a 0,852 e di Spearman pari a 0,986 (Fig. 22).

I risultati delle assegnazioni alle reti stradale e ferroviaria delle componenti di domanda di media e lunga percorrenza pre-Covid del 2019 condotta con il modello fin qui sviluppato sono rappresentati in Fig. 23. Le operazioni di validazione complessivamente hanno dato esiti incoraggianti permettendo di affermare che il sistema di modelli è sufficientemente affidabile per la fase applicativa.

4.2. Un primo test applicativo: lo scenario “New Normal” post Covid

Un primo step dell'applicazione del modello ha riguardato la definizione dell'orizzonte temporale di riferimento dell'analisi con un processo di valutazione a partire dei rischi dell'estensione della crisi sanitaria. La data di avvio dello scenario *New Normal* post pandemico, nella fase di redazione dello studio svoltosi durante il 2021, prima della crisi tra Russia ed Ucraina, è stata identificata ad inizio 2023. Nel momento in cui si scrive il 2023 sembra effettivamente avviato ad una gestione normalizzata e non più emergenziale della crisi pandemica anche se i nuovi scenari geopolitici e rischi di evoluzione del virus possono indurre ad un periodo ancora incerto riguardo ai trend macroeconomici.

Il modello è stato applicato per simulare il comportamento della domanda ed i relativi impatti, per un giorno feriale medio dello scenario “*New Normal*”, basandosi sulle seguenti ipotesi:

- assunzione delle previsioni delle tendenze demografi-

4.1.3. Comparison of HS Railway Matrix with OD Ticketing

The discrepancy between HS rail passenger volumes, estimated by MLP's modal choice model, and the volume of passengers extracted from Trenitalia's integrated HS ticketing of the market share held by NTV is equal to 10%. Since the data estimated by the model are the result of the calibration with the Audimob sample and have not been corrected with the ticketing data, it is very interesting to compare the flows estimated by the assignment of the High-Speed railway matrix, with those obtained by the assignment of the station-station matrix, extracted from the Trenitalia ticketing. The two series are strongly correlated with an R^2 of 0.901, a Pearson correlation coefficient of 0.852 and a Spearman correlation coefficient of 0.986 (Fig. 22).

The results of the assignments to the road and railway networks of the 2019 pre-Covid medium and long-distance demand components conducted with the model developed so far are represented in Fig. 23. The overall validation operations gave encouraging results, allowing us to state that the model system is sufficiently reliable for the application phase.

4.2. First application test: the “New Normal” post-COVID scenario

A first step of the application of the model concerned the definition of the reference time horizon of the analysis with an evaluation process based on the risks of the extension of the health crisis. The start date of the post-pandemic New Normal scenario, in the drafting phase of the study carried out during 2021, before the crisis between Russia and Ukraine, was identified at the beginning of 2023. At the drafting time in 2023, it seems that a normalised and no longer emergency management of the pandemic crisis is indeed underway, although the new geopolitical scenarios and risks of evolution of the virus may lead to a still uncertain period regarding macroeconomic trends.

The model was applied to simulate the demand behaviour and its impacts, for an average working day of the “New Normal” scenario, based on the following assumptions:

- assumption of the demographic trends forecasts by age class issued by ISTAT in the worst-case scenario for the year 2023, this choice was consistent with the subsequent update issued by the ISTAT forecasts [52];
- expected changes in employment by ATECO sector, published before January 2021, from various institutional sources [53][54] have been applied in order to reproduce the forecast of expected employment changes from 2019 to 2020, and from 2020 to 2022;

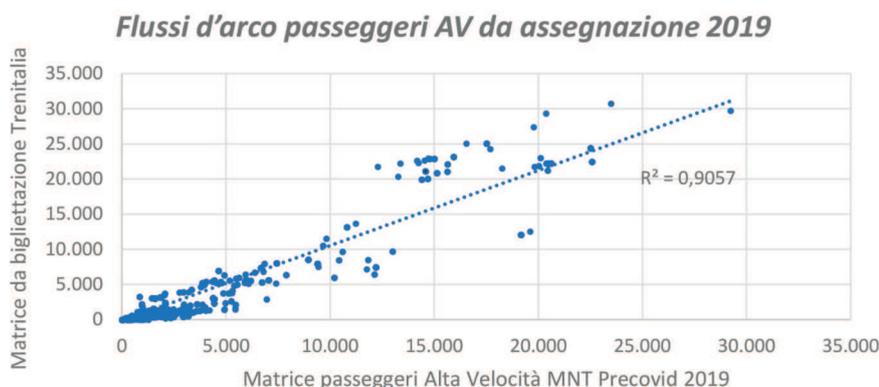


Figura 22 – Confronto tra i flussi d’arco da assegnazione della matrice passeggeri AV modellizzata al 2019 e la matrice della bigliettazione Trenitalia.

Figure 22 – Comparison between the arc flows from assignment of the HS passenger matrix modelled to 2019 and the matrix of the Trenitalia ticketing.

che per classe di età rilasciate da ISTAT nello scenario peggiore per l'anno 2023, questa scelta è risultata coerente con l'aggiornamento successivo rilasciato dalle previsioni ISTAT [52];

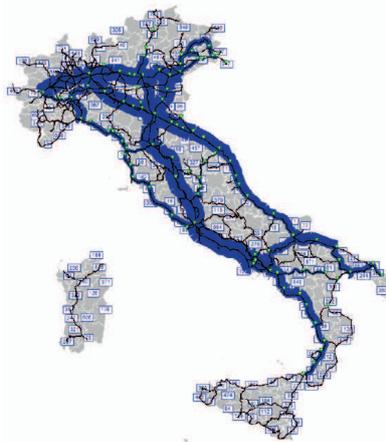
- variazioni attese dell'occupazione per settore ATECO, pubblicate prima del mese di gennaio del 2021, da varie fonti Istituzionali [53][54] sono state applicate al fine di riprodurre la previsione delle variazioni occupazionali attese dal 2019 al 2020, e dal 2020 al 2022;
- quote di smart-working differenziate per settore ATECO previste per il 2023 in relazione alle variazioni percentuali attese rispetto a quelle rilevate nella fase epidemica [58][59][60][56]; le ipotesi adottate sono più cautelative rispetto alle più recenti previsioni dell'Osservatorio del Politecnico di Milano [58] (variazione smart-worker 2022-2019 pari a +11% corrispondenti a -6,3% occupati mobili);
- abbattimento del 50% rispetto all'anno base 2019 dei viaggi generati dal motivo affari; tale percentuale è stata stimata analizzando le motivazioni che nel 2019 hanno caratterizzato i viaggi di lavoro, e valutando quali di esse potranno essere sostituite con incontri da remoto anche ai fini di un contenimento dei costi aziendali [6][39][40][61][56].

L'applicazione delle ipotesi sopra esplicitate, sia di sviluppo del lavoro in remoto che socioeconomiche, sono state simulate con il modello di previsione delle variabili esogene al fine di aggiornare i dati di input dei modelli di generazione. In Tab. 4 sono sintetizzate le ipotesi occupazionali simulate sia in termini di variazione occupazionale che di smart-working. Quest'ultima proiezione tiene conto dell'indagine condotta da ISFORT per il MIMS (non pubblicata) nei comuni appartenenti alle Città metropolitane e in quelli con almeno 50mila abitanti o capoluogo di provincia, dalla quale è emerso che il 24,2% degli intervistati è convinto di rimanere in situazione di smart-working, il 46,8% lo ritiene probabile ed il 54% sostiene di preferire lavorare in smart working.

Il modello è stato simulato considerando due scenari, senza ipotizzare modifiche nel sistema di offerta di trasporto rispetto al 2019:

- lo Scenario Tendenziale 2023, che assume solo l'aggiornamento della proiezione demografica per classe di età ISTAT e stima un decremento dello 0,48% degli spostamenti sopra gli 80 km generati rispetto all'anno base 2019;

**Assegnazione domanda ferroviaria AV
HS Railway
Demand Assignment**



**Assegnazione domanda ferroviaria IC&R
IC&R Railway
Demand Assignment**

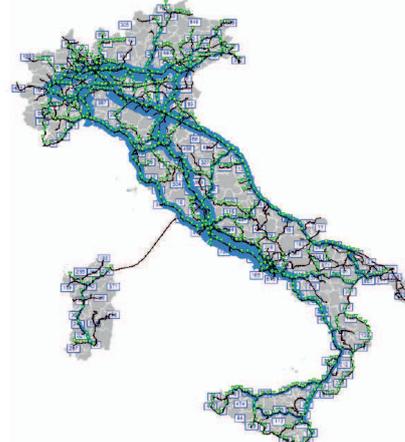


Figura 23 – Flussogrammi output delle assegnazioni modali della componente di media e lunga percorrenza del modello nazionale Pre Covid 2019.

Figure 23 – Output flowcharts of the modal assignments of the medium and long-distance component of the national 2019 Pre Covid model.

- smart-working quotas differentiated by ATECO sector expected for 2023 in relation to the expected percentage changes compared to those detected in the epidemic phase [58][59][60][56]; the assumptions adopted are more cautious than the most recent forecasts of the Observatory of the Polytechnic of Milan [58] (smart-worker variation 2022-2019 equal to +11% corresponding to -6.3% mobile workers);
- 50% reduction compared to the 2019 base year of business trips; this percentage was estimated by analysing the reasons that characterised business trips in 2019, and evaluating which of them can be replaced with remote meetings also for the purpose of containing business costs [6][39][40][61][56].

The application of the above hypotheses, both of remote work and socioeconomic development, were simulated with the prediction model of exogenous variables in order to update the input data of the generation models. The simulated employment assumptions are summarised in Tab. 4 in terms of both employment and smart-working variation. This latest projection considers the survey conducted by ISFORT for the MIMS (not published) in the municipalities belonging to the metropolitan cities and in those with at least 50,000 inhabitants or provincial capital, from which it emerged that 24.2% of those interviewed are convinced they will remain in a smart working situation, 46.8% consider it likely and 54% say they prefer to work in smart working.

The model was simulated considering two scenarios, without assuming changes in the transport offer system compared to 2019:

Tabella 4 – Table 4

Tassi di variazioni degli occupati e degli smart-working per settore ATECO rispetto all'anno base e impatti sugli occupati mobili in un giorno feriale

Rates of changes in employees and smart-working by ATECO sector compared to the base year and impacts on mobile employees on a weekday

Macro settore ATECO	Variazioni % occupati		Variazioni % smart-worker	
	New Normal	Anno base	new normal	
A: AGRICOLTURA, SILVICOLTURA E PESCA	-1,27		0,01	
B: estrazione di minerali da cave e miniere	-1,97		0,03	
C: attività manifatturiere	-7,88		0,05	
D: fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	-1,97		0,10	
E: fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	-1,97		0,07	
F: costruzioni	-1,97		0,04	
G: commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli	-3,11		0,08	
H: trasporto e magazzinaggio	-1,64		0,10	
I: attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	-1,09		0,03	
J: servizi di informazione e comunicazione	9,18		0,60	
K: attività finanziarie e assicurative	-1,61		0,40	
L: attività immobiliari	-2,20		0,20	
M: attività professionali, scientifiche e tecniche	-1,97		0,30	
N: noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	-1,97		0,10	
O: AMMINISTRAZIONE PUBBLICA E DIFESA; ASSICURAZIONE SOCIALE OBBLIGATORIA	0,06		0,15	
P: istruzione	0,06		0,07	
Q: sanità e assistenza sociale	6,44		0,10	
R: attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	0,06		0,05	
S: altre attività di servizi N.B. non comprende: attività di organizzazioni associative	0,06		0,05	

Occupati Anno Base	Occupati New Normal 2023	Smart working Anno base	Smart working New Normal 2023	Occupati mobili giorno feriale 2023	Variazioni % Occupati
23.662.471	23.200.019	570.000	1.032.240	22.167.779	-6,3%

– lo Scenario *New Normal* 2023, che aggiunge anche l'ipotesi di variazioni occupazionali e di smart-working coerenti con gli andamenti macroeconomici sintetizzati in Tabella 4, e stima una riduzione dell'1,56% dei volumi complessivi generati rispetto all'anno base 2019.

Queste variazioni impattano sulla distribuzione delle matrici OD per motivo, nelle scelte modali e sui flussi assegnati nel giorno feriale medio della fase "*New Normal*", producendo una riduzione media del 10,34% dei flussi complessivi di media e lunga percorrenza. L'impatto maggiore si rileva per la modalità aerea con un decremento del 24% dei passeggeri-km, seguita dalla modalità dell'AV con un -16,8% di passeggeri-km, mentre è inferiore in termini percentuali l'impatto sui passeggeri-km dei servizi su gomma extra-urbani -9,7%, e dei veicoli-km auto -9,5%.

5. Considerazioni e sviluppi futuri

Il sistema dei modelli di trasporto multimodale della mobilità delle persone presentato si configura come un si-

– *the 2023 Trend Scenario, which only takes into account the update of the demographic projection by ISTAT age group and estimates a 0.48% decrease in journeys generated over 80 km compared to the 2019 base year;*

– *the New Normal 2023 Scenario, which also adds the hypothesis of employment and smart-working changes consistent with the macroeconomic trends summarised in Tab. 4, and estimates a 1.56% reduction in the overall volumes generated compared to the 2019 base year.*

These changes impact the distribution of OD matrices by reason, in modal choices and flows assigned on the average working day of the "New Normal" phase, producing an average reduction of 10.34% of the overall average and long-distance flows. The greatest impact is found for the air mode with a decrease of 24% of passenger-km, followed by the HS mode with a -16.8% of passenger-km, while the impact on passenger-km of suburban road services -9.7%, and vehicles-km car -9.5% is lower in percentage terms.

stema di valutazione degli impatti a scala nazionale e regionale, a supporto delle decisioni strategiche e operative del Gruppo FS e di interlocuzione con gli Enti locali. Esso può rispondere alle istanze di riformulazione delle politiche di governance della mobilità e dei sistemi di trasporto, nel contesto delle nuove sfide a livello nazionale e globale, dei cambiamenti climatici e delle misure di rilancio europee sostenute dal PNNR [67]. I modelli proposti possono rappresentare uno strumento di supporto strategico e operativo delle politiche di stimolo e sostegno connesse alla mobilità a cui mira il piano di Recovery Fund di Next Generation EU, facilitando la selezione degli interventi più efficaci nella mitigazione degli impatti ambientali, fortemente auspicati dalle strategie di contenimento dei cambiamenti climatici delle Nazioni Unite, e in linea con le indicazioni più recenti del MIMS per la valutazione degli interventi sulle Opere Pubbliche [25][26].

Il sistema di modelli implementati costituisce uno strumento flessibile con interessanti potenzialità per la stima della domanda passeggeri di media e lunga percorrenza attuale e futura. Tarato per la scala nazionale, può essere relazionato ed integrato con modelli di domanda a scala regionale, allineandosi alle migliori pratiche europee. Punto di forza è la possibilità di aggiornamento grazie a fonti dati ufficiali reperibili e aggiornati con sistematicità. Anche i moduli complementari sono predisposti per l'aggiornamento delle variabili economiche in relazione a specifiche ipotesi introdotte dagli scenari tendenziali o di progetto. L'implementazione su base comunale consente flessibilità nella zonizzazione territoriale. Sperimentazioni in corso hanno evidenziato la possibilità di utilizzo del modello per simulare la domanda locale di scambio e di attraversamento in sub aree nazionali, supplendo all'assenza di indagini al cordone.

Il modello di offerta multimodale consente di valutare la competitività modale tra zone di traffico nazionale e gli impatti sociali di accessibilità derivanti da modifiche di offerta infrastrutturale e dei servizi o dei poli attrattori o generatori di domanda, consentendo di delimitare l'ambito territoriale su cui tali impatti possono essere assorbiti. L'integrazione della scala nazionale con modelli di offerta di maggior dettaglio per valutazioni di scala urbana, metropolitana, regionale, può consentire di sviluppare analisi di accessibilità e di interazione della domanda comprensiva anche della componente di domanda urbana e intrazonale grazie alle potenzialità offerte dal modello di domanda locale.

Le prossime linee di sviluppo saranno indirizzate al completamento e affinamento del modello per una maggiore integrazione delle diverse componenti spaziali di domanda. In particolare, si ritiene dettagliare ulteriormente l'offerta dei servizi di trasporto collettivo su gomma extraurbano e l'offerta aerea; esplorare il contributo offerto da attributi di utilità disaggregati nel modello di scelta modale, approfondire gli elementi metodologici adottati per le stime inferenziali dei big data che contribuiscono alla calibrazione del modello separando i flussi generati da quelli di ritorno, integrare la componente di domanda genera-

5. Considerations and future developments

The multimodal transport models' system for the mobility of people presented is configured as an impact assessment system at national and regional level, supporting the strategic and operational decisions of the FS Group and dialogue with local authorities. It can respond to requests for the reformulation of mobility and transport systems governance policies, in the context of new challenges at national and global level, climate change and European relaunch measures supported by the PNNR [67]. The proposed models can represent a strategic and operational support tool for the mobility-related stimulus and support policies targeted by the Next Generation EU Recovery Fund plan, facilitating the selection of the most effective interventions in the mitigation of environmental impacts, strongly desired by the United Nations climate change containment strategies, and in line with the most recent indications of the MIMS for the evaluation of interventions on Public Works [25][26].

The system of models implemented is a flexible tool with interesting potential for estimating current and future medium and long-distance passenger demand. Calibrated for the national scale, it can be related and integrated with demand models at a regional level, aligning with European best practices. The strong point is the possibility of updating thanks to official data sources available and updated systematically. The complementary modules are also prepared for updating the economic variables in relation to specific hypotheses introduced by the trend or project scenarios. The implementation on a municipal basis allows flexibility in territorial zoning. Ongoing trials have highlighted the possibility of using the model to simulate local demand for exchange and crossing in national sub-areas, supplementing the absence of cordon surveys.

The multimodal supply model allows assessing the modal competitiveness between national traffic areas and the social impacts of accessibility deriving from changes in infrastructure offer and services or in attracting or generating demand centres, allowing the delimitation of the territorial scope on which these impacts can be absorbed. The integration of the national scale with more detailed offer models for urban, metropolitan, and regional scale assessments can allow the development of accessibility and interaction analyses of demand, including the urban and intrazonal demand component, thanks to the potential offered by the local demand model.

The next lines of development will be aimed at the completion and refinement of the model for a greater integration of the different spatial components of demand. In particular, it is considered to further detail the offer of collective suburban road transport services and the air offer; to explore the contribution offered by utility attributes disaggregated in the modal choice model, analyse in depth the methodological elements adopted for inferential estimates of big data that contribute to the calibration of the model by separating the flows generated from those rendered, integrate the demand component generated on the national territory by foreigners

ta sul territorio nazionale dagli stranieri e quella merci su strada alla domanda nazionale di locale, con l'obiettivo di disporre di uno strumento completo per la simulazione degli impatti trasportistici, ambientali e dei costi esterni, in sintonia con le linee guida europee [68].

6. Contributi degli autori

Questo articolo è frutto del lavoro congiunto degli autori, nell'ambito del quale si deve a M. TARTAGLIA la concettualizzazione, la scrittura delle sezioni 1 e 5, la revisione e le modifiche; a S. NOURBAKHSI la supervisione e la scrittura della sezione 3.1.4; a L. VANNACCI la validazione e la scrittura della sezione 3.1.2.; a G. CARBONE la metodologia, la supervisione, lo sviluppo della ricerca e la scrittura delle sezioni 3.0, 3.1.1, 3.3 e 3.4; a M. FERRARA la cura dei dati, lo sviluppo della ricerca, e la scrittura delle sezioni 3.1.3 e 4.1.2; M. MARINO lo sviluppo della ricerca e la scrittura delle sezioni 3.5; W. SOMMARIO lo sviluppo della ricerca e la scrittura delle sezioni 3.2, 3.6, 3.7. e 4.1.3 e ad A. CHINDEMI la gestione del progetto, la metodologia, la validazione, la scrittura delle rimanenti parti delle sezioni 2-4, la revisione e le modifiche. Per la parte a cura di ISFORT si ringraziano per la collaborazione C. CARMINUCCI e M. PROCOPIO di ISFORT e l'Ing. V.P. GIOFRÈ.

and that of road goods to the national demand for local, with the aim of having a complete tool for the simulation of transport, environmental and external costs impacts, in line with European guidelines [68].

6. Authors' contributions

This article is the result of the joint work of the authors, in which M. TARTAGLIA is responsible for the conceptualisation, writing of sections 1 and 5, revision and changes; S. NOURBAKHSI for the supervision and writing of section 3.1.4; L. VANNACCI for the validation and writing of section 3.1.2.; G. CARBONE for the methodology, supervision, research development and writing of sections 3.0, 3.1.1, 3.3 and 3.4; M. FERRARA for the editing of data, research development, and writing of sections 3.1.3 and 4.1.2; M. MARINO for the development of research and writing of sections 3.5; W. SOMMARIO for the development of research and writing of sections 3.2, 3.6, 3.7. and 4.1.3. and A. CHINDEMI for the project management, methodology, validation, writing of the remaining parts of sections 2-4, revision, and changes. For the part edited by ISFORT, we thank C. CARMINUCCI and M. PROCOPIO of ISFORT and engineer V.P. GIOFRÈ for their collaboration.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] CASCETTA E., HENKE I., DI BARTOLOMEO M. (2021), "La settima rivoluzione dei trasporti. Le innovazioni in corso e i possibili scenari futuri", in *Ingegneria Ferroviaria*, n. 6, giugno, (pp. 461-492).
- [2] SCHROTEN A., VAN ESSEN H., VAN WIJNGAARDEN L., SUTTER D., ANDREW E. (2019), "Sustainable Transport Infrastructure Charging and Internalisation of Transport Externalities: Main Findings", pag. 88. European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, Brussels.
- [3] APPETECCHIA A., CARBONE G., ROBERTAZZI G. (2020), "Lo sviluppo dei sistemi di trasporto sostenibili quale fattore di rigenerazione urbana: impatti sul mondo del commercio e dei servizi". Report ISFORT per Confcommercio, 25 novembre 2020.
- [4] TARTAGLIA M., CERULLO M. (2021), "Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane", in: Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, "Conto Nazionale delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili", pp. 131-146, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma ISBN 978-88-901545-8-4.
- [5] CASCETTA E. (2006), "Modelli per i sistemi di trasporto. Teoria e applicazioni". Utet Università, EAN 9788860080127.
- [6] CARMINUCCI C., CHINDEMI, PROCOPIO M., SACCA V. (2021), "18° Rapporto sulla mobilità degli italiani. Governare le transizioni per una ripresa sostenibile". <https://www.ISFORT.it/wp-content/uploads/2020/12/RapportoMobilita2020.pdf>. Ultimo accesso giugno 2022.
- [7] Eurostat (2021), "Mobility data for thirteen Member States with different characteristics". Novembre (2021). Passenger mobility statistics - Statistics Explained (europa.eu) Ultimo accesso giugno 2021.
- [8] ISTAT (2021), "I Sistemi Locali del Lavoro 2011". <https://www.ISTAT.it/it/informazioni-territoriali-e-cartografiche/sistemi-locali-del-lavoro>. Ultimo accesso giugno 2021.
- [9] ISTAT (2021), "Indagine Censuaria e Matrici intercomunali pendolari per motivo, mezzo, orario di partenza e durata dello spostamento". Matrici di Contiguità, Distanza e Pendolarismo 1991, 2001, 2011. <https://www.ISTAT.it/it/archivio/157423> Ultimo accesso giugno 2021.
- [10] Eurostat (2018), "Eurostat guidelines on Passenger Mobility Statistics", Edizione Manuals and Guidelines, Dicembre. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Passenger_mobility_statistics#Mobility_data_for_thirteen_Member_States_with_different_characteristics. Ultimo accesso giugno 2021.

- [11] WINKLER C., MOCANU T. (2017), “*Methodology and application of a german national passenger transport model for future transport scenarios*”, European Transport Conference.
- [12] ARMOOGUM J., et al. (2014), “*Survey harmonisation with New technologies improvement (SHANTI)*” Cost Action TU0804 RECHERCHES © Les collections de l'INRETS Avril 2014 ISBN 978-2-85782-704-7. <https://www.cost.eu/publication/survey-harmonisation-with-new-technologies-improvement-shanti/> Ultimo accesso giugno 2022.
- [13] ATKINS (2016), “*NTEM Planning Data Version 7*”, Guidance Note Department for Transport. Atkins Guidance Note, | Version 3 | July 2016 | 5138121.
- [14] ATKINS (2019), “*NTM Future Development, Quality Report*”, Department for Transport. Atkins | NTMv5 Quality Report v4.0.
- [15] High Speed Two Limited (2016), “*PLANET Framework Model (PFM v5.2) – Model Description*”, January 2016, CS392J_4. <https://assets.publishing.service.gov.uk/> Ultimo accesso giugno 2022.
- [16] LOVRI A M., BLAINEYA S., PRESTON J. (2017), “*A conceptual design for a national transport model with cross-sectoral interdependencies*”, 20th EURO Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2017, 4-6 September 2017, Budapest, Hungary, Transportation Research Procedia 27 (2017) 720–727.
- [17] ITRC (2022), “*NISMOD for long-term infrastructure planning in the UK*” NISMOD for long-term infrastructure planning in the UK | ITRC Ultimo accesso giugno 2022.
- [18] FIORELLO D., NÖKEL K., MARTINO A. (2018), “*The TRIMODE integrated model for Europe*”, 45th European Transport Conference 2017, ETC 2017; Transportation Research Procedia 31 (2018) 88-98.
- [19] MIT (2017). “*Linee Guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche nei settori di competenza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti D.Lgs. 228/2011*”, 1 giugno 2017.
- [20] CASCIETTA E., BIGGIERO L. (1997), “*Integrated models for simulating the italian passenger transport system*”. IFAC transportation Systems, Chania Greece.
- [21] DANESI C. (2007), “*Modelli di domanda passeggeri per la stima della mobilità a scala nazionale*”, Università Tor Vergata, Tesi di laurea Specialistica, relatore Crisalli U. a.a. 2007/2008.
- [22] BASILI A., TARTAGLIA M., RADICIONI M., (2005). “*SAVEE, il Sistema di Analisi e Valutazione dell'Evoluzione del sistema Ferroviario italiano*”, unpublished paper, Rete Ferroviaria Italiana, Roma.
- [23] TPS (2018), “*Concluso l'aggiornamento del SIMPT2*”, 11 dicembre 2018. <http://tpsitalia.it/2018/12/11/concluso-laggiornamento-del-simpt2/> Ultimo accesso giugno 2022.
- [24] TARTAGLIA M., DALLARA A., RADICIONI M., DE ANGELIS F., GUERRIZIO M.A. (2010), “*Un nuovo sistema informativo per la stima di variabili socio economiche a livello territoriale e settoriale*”, XXXI Conferenza scientifica annuale AISRe, pp. 1-19, Associazione Italiana di Scienze Regionali.
- [25] MIMS (2021), “*Linee Guida Operative Per La Valutazione Degli Investimenti In Opere Pubbliche – Settore Ferroviario*”, 26 ottobre 2021. https://www.mit.gov.it/nfsmitsgov/files/media/notizia/2021-12/ALLEGATO%20A_-%20Linee_Guida_Operative%20Settore%20ferroviario.pdf Ultimo accesso giugno 2022.
- [26] MIMS, CSLP (2021), “*Linee Guida PTFE, per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC*”, Luglio 2021. https://www.mit.gov.it/nfsmitsgov/files/media/notizia/2022-01/1.%20Linee_Guida_PFTE.pdf.
- [27] BERIA P. et al. (2019), “*A model-based evaluation of national transport policies*”, XXI SIET Conference, Bologna, 9-10 September 2019.
- [28] ISTAT - “*Registro Statistico delle Unità Locali (ASIA UL) per comune: Imprese - Struttura -- Unità locali*”. <http://dati.ISTAT.it/>.
- [29] VEM Solutions Viasat (2019), “*Big Data Analytics*” <https://www.vemsolutions.it/iot-big-data/> Ultimo accesso giugno 2022.
- [30] ACI - “*Dati e statistiche*” <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche.html> Ultimo accesso giugno 2022.
- [31] Vodafone Analytics (2019), “*Il Valore di Vodafone Analytics*” <https://www.vodafone.it/portal/Aziende/Grandi-Aziende/Soluzioni/Soluzioni/analytics>. Ultimo accesso giugno 2022.
- [32] ISTAT – “*Censimenti della popolazione permanenti*”, <https://www.ISTAT.it/it/censimenti-permanenti;> [https://www.ISTAT.it/it/censimenti/popolazione-e-abitazioni/risultati.](https://www.ISTAT.it/it/censimenti/popolazione-e-abitazioni/risultati) <https://esploradati.censimentopopolazione.ISTAT.it/databrowser/#/it/censtest/dashboards>. Ultimo accesso giugno 2022.

- [33] MIUR – “*Iscritti Istituzioni Scolastiche*”, <https://dati.istruzione.it/opendata/opendata>. Ultimo accesso giugno 2021.
- [34] MIUR – “*Iscritti universitari residenti italiani e stranieri*”, <http://ustat.MIUR.it/opendata>. Ultimo accesso giugno 2021.
- [35] Agenzia per la Coesione territoriale (2020), “*Strategia Nazionale delle Aree Interne (SNAI)*”, <https://www.agenziacoesione.gov.it/strategia-nazionale-aree-interne/> Ultimo accesso giugno 2021.
- [36] ISTAT (2021), “*Gli spostamenti per motivi di studio o lavoro secondo il Censimento permanente della popolazione*”, 13 maggio 2021, https://www.ISTAT.it/it/files//2021/05/Censimento_spostamenti_pendolari.pdf Ultimo accesso giugno 2022.
- [37] ISTAT – “*Indagine campionaria Multiscopo Aspetti della vita quotidiana, Sezione Servizi. Spostamenti abituali per andare a lavoro e studio*”, <http://dati.ISTAT.it/#> Ultimo accesso giugno 2021.
- [38] ISTAT - “*Indagine censuaria del Movimento dei clienti negli esercizi ricettivi*”, in Servizi, Turismo, Movimenti, <http://dati.ISTAT.it/>. Ultimo accesso giugno 2021.
- [39] ISTAT - “*Indagine Capi Viaggi e Vacanze*”, <https://www.ISTAT.it/it/archivio/234710>. Ultimo accesso giugno 2021.
- [40] Banca d'Italia (2022), “*Indagine sul turismo internazionale condotta dal 1996*”. <https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/indagine-turismo-internazionale/index.html?dotcache=refresh> Ultimo accesso giugno 2022.
- [41] Eurostat (2022), “*Statistiche del traffico passeggeri aeroportuale*”. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Air_passenger_transport_-_monthly_statistics Ultimo accesso giugno 2022.
- [42] ENAC – “*Statistiche di traffico passeggeri aeroportuale*”, <https://www.ENAC.gov.it/trasporto-aereo/compagnie-aeree/dati-di-traffico>. Ultimo accesso giugno 2022.
- [43] ANAS Gruppo FS (2022), “*Osservatorio del traffico*”, <https://www.stradeanas.it/it/le-strade/osservatorio-del-traffico/dati-traffico-medio-giornaliero-annuale>. Ultimo accesso giugno 2021.
- [44] ISFORT (2020), “*Modello di generazione e distribuzione Audimob*” sviluppato in collaborazione con Ferrovie dello stato Italiane, <https://www.ISFORT.it/progetti/modello-di-generazione-audimob/>, Ultimo accesso giugno 2022.
- [45] Rete Ferroviaria Italiana (2019), “*Prospetto Informativo della Rete 2019*” - Edizione maggio 2019.
- [46] OpenStreetMap (2022), <http://download.geofabrik.de/>. Ultimo accesso giugno 2022.
- [47] Ricci S. (2011), “*Tecnica ed Economia dei trasporti*”, Hoepli. ISBN: 9788820345945.
- [48] Centro interregionale - <http://www.centrointerregionale-gis.it/DBPrior/DBPrior1.html>. Ultimo accesso giugno 2021.
- [49] FlixBus GTFS - “*OpenMobilityData*” (transitfeeds.com) - Ultimo accesso giugno 2022.
- [50] Trenitalia (2021), “*I costi medi delle tariffe unitarie medie per OD (stazione-stazione) applicate da Trenitalia*”. https://www.trenitalia.com/it/informazioni/condizioni_generaliditrasporto.html Ultimo accesso giugno 2022.
- [51] CHERCHI E. (1999), “*Derivazione del valore del tempo (VOT) utilizzando dati misti RP/SP con funzioni di utilità non lineari*”. Editore Università della Calabria.
- [52] ISTAT (2018), “*Il futuro demografico del Paese*”. Previsioni regionali demografiche al 2065. https://www.ISTAT.it/it/files//2018/05/previsioni_demografiche.pdf. Ultimo accesso giugno 2022.
- [53] Unioncamere - “*Banche dati progetto Excelsior*”, <https://excelsior.unioncamere.net/>. Ultimo accesso giugno 2021.
- [54] Fondazione Agnelli (2018), “*Scuola. Orizzonte 2028 Evoluzione della popolazione scolastica in Italia e implicazioni per le politiche*”, <https://www.fondazioneagnelli.it/wp-content/uploads/2018/04/Fondazione-Agnelli-Demografia-scolastica-2028-Report.pdf>. Ultimo accesso giugno 2022.
- [55] Struttura Tecnica di Missione MIT (2021), “*Osservatorio sulle tendenze di mobilità durante l'emergenza sanitaria del COVID-19*”. https://www.mit.gov.it/nfsmitgov/files/media/notizia/2022-01/REPORT_IV%20trimestre%202021.pdf Ultimo accesso giugno 2022.
- [56] ISFORT (2021). “*I modelli di mobilità emergenti e le prospettive per il post-emergenza: temi di discussione, giugno 2021*”, 2-REPORT_ISFORT_federMobilit_Progress_VDef_-25giu2021.pdf (federmobilita.it) Ultimo accesso giugno 2022.
- [57] PENNA M. et al. (2020), “*Il tempo dello Smart Working. La PA tra conciliazione, valorizzazione del lavoro e dell'ambiente*”, Enea, ISBN: 978-88-8286-395-1.

- [58] Politecnico di Milano – “*Osservatori Digital Net. Smart-Working. Lo Smart Working durante l'emergenza Covid 19. Il punto di vista dei lavoratori*”.
<https://www.osservatori.net/it/ricerche/osservatori-attivi/smart-working>.
- [59] DEPALO D., GIORGI F. (2021), “*Il lavoro da remoto in Italia durante la pandemia: i lavoratori del settore privato*”. Banca d'Italia, Note Covid 19, 22 gennaio 2021.
- [60] GIUZIO W., RIZZICA L. (2021), “*Il lavoro da remoto in Italia durante la pandemia: le amministrazioni pubbliche*”. Banca d'Italia, Note Covid 19, 22 gennaio 2021.
- [61] Banca d'Italia (2021), “*L'organizzazione del lavoro nella nuova normalità*”. maggio 2021.
https://www.bancaditalia.it/chi-siamo/organizzazione/organizzazione_del_lavoro_nella_nuova_normalita.pdf.
- [62] CASCETTA E., PAGLIARA F., PAPOLA A. (2006), “*Modelli di distribuzione: stato attuale e sviluppi futuri*”, in <https://www.researchgate.net/publication/258726632>. Ultimo accesso giugno 2022.
- [63] BURGDORF C., MÖNCH A., BEIGE S. (2018), “*Mode choice and spatial distribution in long-distance passenger transport – Does mobile network data deliver similar results to other transportation models?*” in <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2590198220301652?token=61111F5A58F7F5F585B031B312EFCFC6A64FDDADF52420A49658375FD0E7FEAD49A0A8F6A1C4FE1F1D902D6B52623FF3&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230108165926>. Ultimo accesso giugno 2022.
- [64] BEN AKIVA M., LERMAN S. (1985), “*Discrete Choice analysis. Theory and application Travel demand*”. The Massachusetts Institute of technology, ISBN 0-262-02217-6.
- [65] MOECKEL R., FUSSELL R., DONNELLY R. (2015), “*Mode choice modeling for long-distance travel*”, in https://www.researchgate.net/publication/272546582_Mode_choice_modeling_for_long-distance_travel. Ultimo accesso giugno 2022.
- [66] PTVGroup (2020), “*Visum User Manual. Analysis and Planning of transport*”. Networks.
<https://www.ptvgroup.com/en/solutions/products/ptv-visum/knowledge-base/faq/> Ultimo accesso giugno 2022.
- [67] Governo della Repubblica Italiana (2022), “*Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)*”. #Next Generation. Piano ai sensi del Regolamento (UE) 2021/241 del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2021.
<https://italiadomani.gov.it/content/dam/sogei-ng/documenti/PNRR%20Aggiornato.pdf>. Ultimo accesso giugno 2022.
- [68] European Commission (2019), “*Handbook on the external costs of transport*”, Directorate-General for Mobility and Transport Publications Office, January 2019 – V1.1, <https://data.europa.eu/doi/10.2832/51388>. Ultimo accesso giugno 2022.
-



Versatile, moderna, ecologica

La Unimat 09-4X4/4S E³, RLA universale per linea e scambi ad avanzamento continuo, combina i vantaggi dell'azionamento duale Diesel/elettrico ad una dotazione allo stato dell'arte di sistemi diagnostici, assistenza remota ed assistenza al lavoro. Per produrre di più, con maggiore qualità e minori costi ed emissioni.



MACHINE

Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Puglia e Basilicata: in arrivo nuovi treni per le ferrovie regionali

Inaugurazione di nuovi treni pronti ad entrare in funzione sulle linee ferroviarie Bari-Matera e Altamura-Gravina. Un appuntamento a cui il vicepresidente del Consiglio e ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, M. SALVINI, non ha voluto mancare, collegandosi da remoto con le Ferrovie Appulo Lucane, società partecipata al 100% dal MIT.

“La messa in esercizio di nuovi convogli ferroviari è sempre una buona notizia, perché significa servizi più efficienti e moderni a beneficio dei cittadini residenti e dei turisti – ha detto il ministro SALVINI – Si sente parlare quasi esclusivamente di alta velocità, trascurando il fatto che una fetta consistente del trasporto passeggeri su rotaia avviene sulle linee regionali e interregionali, anche grazie ad aziende come le Ferrovie Appulo Lucane, di proprietà del MIT. La linea Bari-Altamura-Matera (76 km) esiste dal 1915 e si sta lavorando al suo raddoppio, anche grazie a 25 milioni di euro finanziati con i fondi del PNRR. Sempre grazie al PNRR, è stato finalmente finanziato il collegamento ferroviario Ferrandina-Matera” (da: *Comunicato Stampa MIT*, 10 febbraio 2023).

Nazionale: ferrovie, emanate nuove linee guida per registrazione veicoli e rilascio autorizzazioni

ANSFISA ha emanato le versioni aggiornate delle “Linee guida per la

registrazione dei veicoli nel Registro europeo di cui all'articolo 47 della Direttiva (UE) 2016/797” e delle “Linee guida per il rilascio delle autorizzazioni relative a veicoli, tipi di veicolo, sottosistemi strutturali e applicazioni generiche” (AMIS). Le modifiche sono state dettate dall'evoluzione del quadro normativo europeo, anche in vista dell'attivazione da parte dell'Agenzia dell'Unione europea per le ferrovie (ERA) del nuovo Registro europeo dei veicoli (EVR), e dai ritorni di esperienza maturati fin qui.

Le revisioni, frutto di anni di attività dell'Agenzia, hanno beneficiato del contributo degli operatori ferroviari che hanno potuto partecipare all'aggiornamento del testo durante le rispettive fasi di consultazione pubblica, volte al raggiungimento di una versione consolidata attraverso un processo trasparente e condiviso.

Per quanto riguarda il registro dei veicoli, l'evoluzione prevista dal IV pacchetto ferroviario prevede la creazione di un unico registro europeo gestito direttamente dall'ERA che sarà utilizzato direttamente dagli operatori ferroviari per l'inserimento delle richieste di nuove registrazioni o modifiche. Per l'Italia, il trasferimento dei dati contenuti dall'attuale sistema al nuovo database avverrà il 24 gennaio 2023 e le linee guida aggiornate descrivono le nuove modalità operative, in linea con la normativa a livello europeo. Il nuovo sistema prevede l'inserimento dei dati direttamente da parte degli operatori, con una riduzione del tempo massimo di conferma della registrazione da trenta a venti giorni; e un maggior numero di informazioni da inserite per ciascun veicolo registrato.

Le nuove linee guida AMIS, invece, rispondono alla logica generale di introdurre semplificazioni utili a migliorare l'impostazione dei processi autorizzativi e agevolarne l'ottimizzazione e la chiarezza, nel rispetto della sicurezza di tutto il sistema che negli anni ha visto crescere la consapevolezza e la responsabilizzazione degli operatori. Tra le principali semplificazioni introdotte, ad esempio, quella di rendere facoltative le fasi di richiesta di decisione di ANSFISA (sulla necessità di autorizzazione di messa in servizio in caso di rinnovo o ristrutturazione di sottosistemi strutturali) e di impegno preliminare, al momento obbligatorie. Oppure la razionalizzazione dei casi in cui le prove in linea, effettuate dal richiedente ai fini dell'acquisizione delle evidenze necessarie per richiedere l'autorizzazione di sottosistemi e applicazioni generiche a terra e di bordo, necessitano di preventiva autorizzazione dell'Agenzia. Inoltre, viene eliminata la doppia autorizzazione ANSFISA al richiedente e all'Organismo di Valutazione della conformità come capoprova. Definita con maggior dettaglio anche la documentazione da presentare allegata alle istanze di autorizzazione all'utilizzo di applicazioni generiche, con relativo snellimento della documentazione presentata.

Le nuove linee Guida in vigore sono consultabili nella sezione dedicata di questo sito, mentre nei documenti in consultazione sono state pubblicate le risposte ai commenti ricevuti tramite consultazione pubblica (da: *Comunicato Stampa ANSFISA*, 10 gennaio 2023).

Lombardia: ecco i numeri del servizio Trenord nel 2022

Ogni giorno feriale, in Lombardia, i treni di Trenord effettuano mediamente 2185 corse e oltre 200 collegamenti su bus; circa 59 mila corse al mese.

Nel 2022 sono state effettuate 705.274 corse sui binari della Lombardia. L'83,7% è arrivato a destinazione puntuale, il 90% è giunto entro i 7 minuti.

Negli ultimi 5 anni, la puntualità del servizio è costantemente cresciuta: dal 78% nel 2018, all'80% nel 2019, all'83% nel 2021, fino al dato dell'83,7% nel 2022.

Le performance sono fortemente determinate dai limiti imposti dall'infrastruttura, che in Lombardia per oltre il 50% è a semplice binario – cioè impone il transito dei convogli a senso unico alternato. I treni di Trenord circolano su binari per lo più condivisi con altre tipologie di servizio, come Alta Velocità, interregionali, internazionali e merci.

Nel 2018 le soppressioni medie giornaliere erano 102: 56 totali, 46 parziali. Nel 2022, si sono invece registrate 30 soppressioni totali giornaliere e 27 limitazioni di percorso. Di queste, il 55% è stato dovuto direttamente a Trenord per indisponibilità dei mezzi o altri inconvenienti tecnici; il restante 45% delle cancellazioni è avvenuto per cause infrastrutturali o cause esterne (per esempio, eventi atmosferici, episodi di ordine pubblico, interventi del soccorso sanitario).

Nel 2022 il numero delle soppressioni è stato particolarmente significativo nel mese di gennaio, a causa di un picco di contagi Covid, e nei mesi di luglio e agosto, per il caldo estremo e la sospensione del servizio nel Passante Ferroviario di Milano.

È proseguita nel 2022 l'immissione dei nuovi treni Caravaggio, Donizetti e Colleoni acquistati da Regione Lombardia. Ve ne sono ora in servizio 86 dei 222 previsti, che sostituiranno i vecchi convogli entro il 2025.

- I nuovi convogli stanno offrendo migliore puntualità e maggior confort.

Sulle linee dove circolano, la regolarità del servizio è costantemente cresciuta, specialmente sulle direttrici che registrano grandi affluenze quotidiane: sulla linea S8 Milano-Carnate-Lecco – dove il servizio è effettuato per il 100% da nuovi treni – l'88% ha viaggiato puntuale (+17 punti percentuali, era il 71% nel 2019); sulla Milano-Gallarate-Domodossola sono stati recuperati 21 punti

percentuali, dal 63% all'84%; mentre la S11 Milano-Como è passata dal 70% all'82%.

I Caravaggio hanno iniziato a circolare anche sulle linee Milano-Vergara, Milano-Pavia-Voghera, Milano-Mantova e Milano-Laveno.

Anche i nuovi treni Donizetti offrono prestazioni decisamente performanti: la puntualità è costantemente del 95% sulla linea Colico-Chiavenna e sulla Bergamo-Treviglio.

Inoltre, grazie a questi nuovi treni a media capacità, sulla linea Bergamo-Brescia la puntualità dal 2019 al 2022 è cresciuta di 30 punti percentuali dal 53% all'83%; sulla linea Lecco-Bergamo di 16 punti, dal 64% all'80%. I Donizetti hanno iniziato a circolare anche sulle linee Cremona-Treviglio, Cremona-Brescia e Cremona-Mantova.

Il 2023 vedrà l'arrivo in Lombardia di oltre 50 treni nuovi e la consegna dei primi convogli a idrogeno, che entro la fine dell'anno effettueranno le prime corse prova sulla linea Brescia-Iseo-Edolo, in vista dell'ingresso in servizio commerciale nel 2024 (da: *Comunicato Stampa Trenord*, 31 gennaio 2023).

Nazionale: .italo, al via il nuovo progetto con la collaborazione della Polizia Ferroviaria

Un nuovo progetto dedicato ai dipendenti Italo: la società, infatti, implementa le sessioni di formazione in tema di sicurezza grazie al supporto della Polizia Ferroviaria.

Italo nel 2023 formerà tutto il personale di bordo (sia maschile che femminile), più di 620 dipendenti in totale fra *Train Manager* e *Hostess-Steward*, organizzando appositi *training* in materia di autodifesa e prevenzione/gestione di situazioni potenzialmente pericolose. Le lezioni, suddivise in un modulo teorico ed uno pratico, si arricchiranno con la consulenza di agenti e funzionari della POLFER.

Nella prima parte teorica, gestita da docenti specializzati, interverran-

no rappresentanti della Polizia Ferroviaria, mettendo al servizio dei collaboratori Italo la propria esperienza e conoscenza per prevenire situazioni conflittuali o comportamenti ostili che possono sfociare in aggressioni verbali e fisiche.

Una testimonianza diretta di chi agisce quotidianamente in stazione e a bordo treno, utile per implementare ed arricchire la cultura della prevenzione portata avanti in questi anni da Italo. Una collaborazione, per altro, quella fra l'azienda e la POLFER nata nel 2017, grazie alla quale agenti in uniforme sono presenti a bordo di alcuni dei treni Italo, rappresentando un punto di riferimento per tutti i viaggiatori e per l'equipaggio, con cui si interfacciano costantemente per coordinare ogni tipo di attività.

“L'impegno per la sicurezza di dipendenti e viaggiatori è da sempre cruciale per Italo. Questo nuovo step della consolidata collaborazione con la Polizia Ferroviaria sarà uno strumento utile ed efficace a disposizione del nostro personale” dichiara F. SGROI, Direttore *Health & Safety* di Italo. “Siamo certi che *l'expertise* apportata dalla POLFER rappresenterà un valore aggiunto per tutte le nostre persone”.

Sicurezza sempre al centro della strategia di Italo: solo lo scorso anno l'azienda ha formato quasi 400 dipendenti donne in tema di autodifesa, questo 2023 proseguirà sulla strada già tracciata (da: *Comunicato Stampa .italo*, 30 gennaio 2023).

TRASPORTI URBANI

Trentino Alto Adige: conclusa la seconda fase della campagna di monitoraggio ambientale a Trento Nord per la realizzazione della circonvallazione ferroviaria

Si è conclusa la seconda fase della campagna di monitoraggio ambientale a Trento Nord per la realizzazione della circonvallazione ferroviaria di Trento svolta da Rete Ferroviaria

Italiana (Gruppo FS Italiane). Le attività operative del “cantiere pilota” hanno riguardato l’esecuzione di misurazioni, analoghe a quelle già condotte in area Ex Sloi nel settembre scorso, in area Ex Carbochimica, nell’attuale cantiere di bonifica della roggia Lavisotto. Tali operazioni permetteranno di completare le modellazioni di dettaglio nell’area di intervento.

I dati sono stati raccolti da Italferr, progettista dell’intervento, alla presenza anche dei tecnici di APPA, Agenzia Provinciale per la protezione dell’ambiente della Provincia Autonoma, e sono oggetto di approfondite analisi che si concluderanno nelle prossime settimane con il contributo dell’Università degli Studi di Roma Tor Vergata.

Quest’ultima campagna di misure, assieme alle modellazioni e le valutazioni specifiche che da esse ne scaturiranno, consentiranno di completare il quadro conoscitivo delle aree interessate dai lavori della circoscrizione ferroviaria, all’interno del quale sono già da annoverarsi i rassicuranti risultati in merito all’adeguatezza dell’impostazione del progetto, emersi dalla prima fase della campagna di monitoraggio condotta nell’areale Ex Sloi.

Lo studio e i risultati saranno oggetto di approfondimento con Comune e Provincia nell’ambito del Tavolo Tecnico-Scientifico già istituito alla presenza di APPA e dell’Università degli Studi di Roma Tor Vergata.

Le attività legate al monitoraggio ambientale, avvalorate dalle campagne di rilievo sin qui condotte, continueranno durante tutto il periodo di realizzazione dell’opera, dove specifici piani di analisi ed indagini permetteranno di monitorare l’effetto della costruzione dell’infrastruttura e di attuare, in caso di necessità, tempestivi interventi correttivi, nell’intento di tutelare il territorio e la popolazione interessati dalla realizzazione della circoscrizione ferroviaria (da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 27 gennaio 2023).

Lazio: ATAC, i dati sui livelli di servizio erogati nel 2022

Nel 2022 il servizio di superficie gestito da ATAC ha raggiunto i risultati fissati dal contratto di servizio. Il dato preliminare, che dovrà essere ufficializzato, calcola in circa 93 milioni e 690 mila km la produzione di bus e tram, in linea con gli obiettivi definiti da Roma Capitale.

Adeguate anche il risultato raggiunto sulla rete della metropolitana. Nonostante la disponibilità dei treni circoscritta dal recupero dello svolgimento delle revisioni di legge, le tre linee hanno erogato circa 7 milioni e 900 mila km, valore di poco inferiore agli obiettivi del contratto di servizio.

L’azienda è tuttora impegnata nei processi di revisione che, nel medio termine, consentiranno di poter disporre di un numero crescente di treni a vantaggio della quantità e qualità dei servizi (da: *Comunicato Stampa ATAC*, 17 gennaio 2023).

Piemonte: 50 nuovi autobus da febbraio per il servizio extraurbano

A partire dal mese di febbraio, 50 nuovi autobus *Crossway* (Fig. 1) di IVECO BUS saranno in servizio sulle

linee extraurbane che servono le zone di Ivrea e Alba.

I nuovi veicoli sono stati presentati ufficialmente nella sede GTT di piazza Carducci nella mattinata di lunedì 23 gennaio.

Gli autobus sono stati acquistati da GTT per il 40% in autofinanziamento e per il 60% grazie al contributo degli Enti; 45 autobus sono stati finanziati dalla Regione Piemonte e 5 dalla Città Metropolitana.

L’intera fornitura andrà a potenziare il servizio extraurbano: dei 50 veicoli in arrivo, 30 saranno impegnati sulle linee che interessano l’area di Ivrea mentre i restanti 20 saranno assegnati al deposito GTT di Canale, che serve tutta l’area che gravita sulla Città di Alba.

L’ingresso dei nuovi mezzi consentirà a GTT di riequilibrare la flotta all’interno di tutto il servizio extraurbano, con evidenti benefici anche per le altre zone servite da GTT. I nuovi *Crossway*, dalla classica livrea blu extraurbana, sono veicoli tecnologicamente all’avanguardia, di nuova concezione in grado di offrire significativi vantaggi ambientali. Gli autobus di IVECO BUS sono motorizzati Euro 6 e presentano l’ultimo aggiornamento disponibile sul mercato in termini di emissioni (Step E); andranno a sostit-



(Fonte: GTT)

Figura 1 – I nuovi autobus per il servizio extraurbano di GTT.

tuire gli autobus GTT più datati con motorizzazione Euro 2, garantendo una riduzione delle emissioni di circa il 95%.

I nuovi bus sono attrezzati con postazione riservata per persone con disabilità, facilmente accessibile grazie a una pedana idraulica ad azionamento elettrico.

Il rinnovo della flotta proseguirà in primavera con l'arrivo di altri nuovi 42 autobus *Crossway* a metano, i primi in assoluto a viaggiare sulle linee extraurbane e che saranno destinati ai depositi extraurbani di Torino, dove sono presenti gli impianti di ricarica a gas, che servono le zone Sud/Ovest e Nord della Provincia.

Entro la fine del 2023 il 50% della flotta extraurbana di GTT avrà meno di 3 anni e complessivamente l'età media del parco si attesterà sui 5 anni. Un risultato importante che garantirà maggiore affidabilità al servizio per la clientela, frutto di una politica di rinnovamento avviata nel 2019 con l'immissione in servizio dei primi 42 veicoli, cui si aggiungeranno entro la fine del 2023 gli altri 92 veicoli per un totale di 134 nuovi autobus (da: *Comunicato Stampa GTT*, 23 gennaio 2023).

Liguria: aperta al traffico la rinnovata via Pionieri e Aviatori d'Italia

È stato inaugurato il nuovo collegamento stradale con l'aeroporto di Genova risultante dalla ristrutturazione di via Pionieri e Aviatori d'Italia. Alla cerimonia d'inaugurazione erano presenti il Presidente dell'Autorità di sistema portuale del Mar Ligure Occidentale P. E. SIGNORINI, il Presidente della Regione Liguria G. TOTI e il Sindaco di Genova M. BUCCI; il Consigliere del Genova City Airport B. POZZOLO e l'Amministratore delegato dell'impresa Pizzarotti & C. C. LUZZATTO. Per l'illustrazione delle caratteristiche dell'opera è intervenuto inoltre F. MANSUETO, della direzione tecnica dell'Autorità di sistema portuale.

Il collegamento stradale, rivisto strutturalmente e potenziato in parti-

colare nella parte di cavalcavia su via Siffredi, è uno degli interventi del complesso di opere che stanno riconfigurando l'accessibilità stradale semplificando e razionalizzando i flussi veicolari da e verso il Porto di Genova.

Il sistema di opere ha l'obiettivo di creare accessi diretti dalla rete autostradale ai terminal di Sampierdarena e all'Aeroporto, separare il traffico commerciale da quello cittadino riducendo l'impatto dei mezzi pesanti sulla viabilità urbana rendendo così la mobilità più sostenibile anche in vista dei maggiori volumi di traffico raggiungibili con la Nuova diga foranea.

Il cavalcavia su via Siffredi aveva una forte limitazione di carico a 7,5 tonnellate: la nuova costruzione, lunga 75 m per 430 tonnellate di peso, garantisce la piena massa di carico alle 44 tonnellate. La struttura a una sola campata, inoltre, non impatta più come prima sulla ferrovia sottostante che può dunque essere ampliata in base alle nuove esigenze e crea le condizioni per la realizzazione della nuova fermata Erzelli/Aeroporto.

Nello specifico, la realizzazione del nuovo cavalcavia su via Siffredi ha presentato notevoli complessità tecniche: dalla rimozione dell'impalcato preesistente alla necessità di limitare l'impatto sul traffico da e verso il casello di Genova Aeroporto e su quello cittadino; dall'assemblaggio della nuova struttura in un'area di cantiere dedicata a 500 m di distanza al suo trasporto dal cantiere fino alla posizione definitiva. Infatti, per completare il varo, il nuovo impalcato metallico è stato caricato su carrelloni teleguidati che l'hanno spostato per oltre mezzo chilometro, facendolo passare sotto i viadotti che portano al casello di Genova Aeroporto. Al termine del percorso la struttura è stata sollevata a 15 m di altezza, è stata riportata indietro e messa nella posizione definitiva con una manovra molto complessa di rototraslazione. Successivamente è stata spinta in avanti di 16 m con un sistema di martinetti idraulici e infine abbassata di 4 m.

La riqualificazione delle infrastrutture stradali di accesso al Porto di Genova rientra nell'articolato complesso di opere del Programma straordinario per garantire una migliore accessibilità marittima, viaria, ferroviaria e aerea ai terminal portuali.

E. SIGNORINI, Presidente AdSP Mar Ligure Occidentale ha dichiarato: "La riapertura del viadotto Pionieri e Aviatori d'Italia restituisce al Genova City Airport uno dei suoi principali punti di forza: la comodità di un aeroporto velocemente accessibile dal centro città e dall'autostrada. Il nuovo collegamento fa parte del complesso di interventi che stanno ridisegnando l'accessibilità stradale ai terminal del porto di Genova con l'obiettivo di separare il traffico pesante da quello urbano. Il complesso delle opere infrastrutturali, già in cantiere, per potenziare i collegamenti stradali e ferroviari rende sostenibile l'aumento dei traffici previsti con la realizzazione dell'altra grande opera che è la nuova diga di Genova, senza mandare in tilt la città."

G. TOTI, Presidente di Regione Liguria è intervenuto: "Il riassetto infrastrutturale complessivo del porto di Genova passa anche attraverso interventi come questo, capaci di innestarsi nel più ampio piano di potenziamento del sistema, all'interno del quale, ovviamente, spiccano per importanza la realizzazione della nuova Diga e del Terzo valico. Opere come quella che si è inaugurata sono strategiche e determinanti all'interno del percorso portato avanti in questi anni per potenziare il porto di Genova, snodo logistico e scalo più importante a livello nazionale: una realtà che si appresta ad avere un ruolo sempre più centrale a livello europeo e internazionale".

M. BUCCI, sindaco di Genova ha espresso il seguente pensiero: "Genova ha ancora una volta dimostrato come si possa lavorare insieme per raggiungere un obiettivo comune. Stiamo disegnando il futuro della nostra città per i figli dei nostri figli e lavoriamo costantemente per accelerare i cantieri e mitigare l'impatto che que-

sti spesso hanno su una buona parte della città. I cantieri costituiscono inoltre una straordinaria opportunità anche sotto il profilo occupazionale. Sappiamo quanto sia fondamentale e necessario creare lavoro nella nostra città per portare aziende ad investire sul nostro territorio. Sono traguardi che diventano concreti anche grazie alla grande tempra che contraddistinguono i genovesi. Grazie a tutti coloro che hanno reso possibile completare quest'opera che permetterà il transito degli automezzi, senza i limiti di peso del precedente ponte, e garantirà a tutti un agile collegamento tra il casello autostradale e l'aeroporto" (da: *Comunicato Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale*, 3 febbraio 2023).

TRASPORTI INTERMODALI

Nazionale: porti, il MIT convoca Assoporti e Terminalisti

Il vice ministro al MIT E. RIXI ha convocato le associazioni di categoria Assoporti e Assiterminal per fare il punto sulla sicurezza dei lavoratori.

"La sicurezza sul lavoro è una priorità inderogabile. In attesa di conoscere l'esito delle indagini sulle dinamiche delle tragedie di Trieste e Civitavecchia, nei prossimi giorni faremo il punto al MIT con le associazioni di categoria Assoporti e Assiterminal. Al centro metteremo l'analisi e la valutazione dei rischi legati alle condizioni operative nei porti commerciali. Per noi è imperativo che vengano assicurate condizioni lavorative sicure e salutari" ha detto il viceministro (da: *Comunicato Stampa MIT*, 10 febbraio 2023).

Lombardia: Metro Milano, M4 linea blu pronta per giugno

Si è tenuto il sopralluogo del ministro Salvini presso il cantiere della metro M4 di Milano dove, entro il mese di giugno, è prevista l'attivazione della nuova 'linea blu'.

Questo tratto di metropolitana risponde alla forte domanda di Trasporto Rapido di Massa (TRM) lungo la direttrice San Cristoforo (Loreneggio)-Linate e attraverserà il centro storico della città in soli 30 minuti, collegando la periferia sud-ovest della città al quadrante Est (aeroporto di Linate).

Si tratta di una rivoluzione in termini di mobilità urbana: 24.000 passeggeri/ora con un treno ogni 90 secondi. Complessivamente si stimano 86 milioni di passeggeri l'anno, 180.000 veicoli in meno in strada ogni giorno e 75.000 tonnellate di CO₂ in meno ogni anno.

La realizzazione della nuova linea M4, che ha un costo di circa 2 miliardi di euro, è resa possibile grazie alla compartecipazione economica del MIT, Comune di Milano e accordi di project financing, e permetterà di attivare entro il 2026 un totale di 15 km di metropolitana (da: *Comunicato Stampa MIT*, 8 febbraio 2023).

INDUSTRIA

Nazionale: OICE, nel 2022 raddoppia il valore della progettazione rispetto al 2021

Il mese di dicembre chiude un anno come il 2022 che rappresenta il record assoluto per i servizi di ingegneria e architettura messi in gara nell'ambito pubblico. In particolare, raddoppia il valore della progettazione messa in gara nel 2022: nei dodici mesi pubblicati 3.308 bandi con un valore di 1.772,6 milioni di euro, -0,2% in numero ma +95,9% in valore sul 2021. Il valore cresce grazie alle gare sopra soglia, +120,3 mentre cala il valore dei bandi sotto soglia, -2,8%. Va notato che su 1,7 miliardi di progettazione messa in gara, la normativa PNRR che delinea l'appalto integrato come strumento principale per affidare gli interventi ha spostato sugli appalti integrati 1,4 miliardi di progettazione. Una grande spinta è derivata dal massiccio ricorso agli accordi quadro: soltanto a dicembre,

per progettazione, ne sono stati rilevati 43, contro i 3 di novembre, per 85,9 milioni di euro, contro i 19,3 di novembre, sul totale della progettazione del mese sono stati il 16,1% del numero e il 63,3% del valore. Come al solito importante la presenza di Invitalia che ha pubblicato 27 gare per accordi quadro per un valore di 44.1 milioni. In tutto il 2022 i bandi per accordi quadro per servizi di progettazione sono stati 386, l'11,6% del numero totale, per 981,9 milioni, il 55,4% del valore totale. Occorre considerare che si tratta di progettazione differita, la cui spesa effettiva sarà spostata anche di qualche anno. Nel mese di dicembre per servizi di progettazione sono stati rilevati 267 bandi per 135,8 milioni, con incrementi del 21,9% in numero e del 96,9% in valore sul mese di novembre, rispetto a dicembre 2021 +3,1% in numero e +38,6% in valore.

"Nonostante le contraddizioni e le difficoltà per la guerra e i costi dell'energia – ha dichiarato G. LUPOI, a commento dei dati dell'Osservatorio – il mercato della progettazione pubblica nel 2022 si è chiuso con un bilancio molto positivo: i grandi programmi di investimento pubblici stanno cominciando a dare risultati. Come ha dimostrato il recentissimo Report OICE sulle gare per interventi del PNRR, la domanda pubblica è indubbiamente cresciuta grazie all'ingente mole di affidamenti messi in gara, nonostante l'innalzamento della soglia per gli affidamenti diretti, al momento a 139.000 euro ha dato la spinta decisiva per la crescita del mercato. Confidiamo che il 2023 sia l'anno di consolidamento di questa tendenza, anche se i rischi di un rallentamento sono dietro l'angolo se non si sistemeranno al più presto le falle del nuovo schema di codice appalti che sembra non riconoscere il ruolo centrale della progettazione e dei progettisti. L'assenza totale di regole per affidare gli appalti di servizi tecnici, la mancanza di riferimenti per il calcolo dei corrispettivi, l'assenza di una disciplina sulle polizze assicurative, rappresentano pesanti incognite per le stazioni appaltanti che hanno bisogno di regole cui affidarsi.

Se si bloccheranno gli appalti di progettazione, a ruota si fermerà tutta la filiera delle costruzioni. Speriamo che il nostro grido di allarme sia ascoltato. Intanto ci godiamo i dati positivi del 2022 e, insieme, ci auguriamo anche che tanta domanda “potenziale” espressa negli accordi quadro affidati e sottoscritti si tramuti effettivamente in contratti attuativi ma, trattandosi di molti interventi PNRR, sarà interesse dei soggetti attuatori procedere rapidamente. Certamente occorrerà procedere applicando correttamente le norme, rispettando la controparte privata e riconoscendo il valore equo delle prestazioni che vengono richieste e poi rese nei tempi prefissati. Un principio generale che il nuovo codice appalti riconosce e che auspichiamo le stazioni appaltanti sapranno seguire.”

Come già reso noto con il Report trimestrale OICE sul PNRR nei dodici mesi dell’anno l’osservatorio ha censito 2.686 gare per servizi tecnici e appalti integrati per interventi a valere su risorse del PNRR e del PNC, per un importo totale dei servizi di 3.571,9 milioni riferibili a circa 45.043,8 milioni di lavori. I numerosi incarichi di importo al di sotto dei 139.000 euro, affidati in via diretta, sfuggono all’evidenza del mercato.

Anche il mercato di tutti i servizi di architettura e ingegneria, dopo l’ottimo risultato di dicembre, chiude un 2022 da record: nei dodici mesi le gare sono state 5.335 con un valore di

4.421,8 milioni, con un calo del 10,0% nel numero ma un incremento del 107,2% nel valore su 2021. Da notare che sono i bandi sopra soglia, +57,8% nel numero e +141,3% nel valore, a sostenere il mercato, mentre i bandi sottosoglia calano nel numero, -32,9%, e nel valore, -1,0%. Nel solo mese di dicembre le gare sono state 493 (+31,8% su novembre), con un valore di 460,5 milioni (+209,5% su novembre), il confronto con il mese di dicembre 2021 vede il numero crescere dell’1% e il valore dell’82,9%.

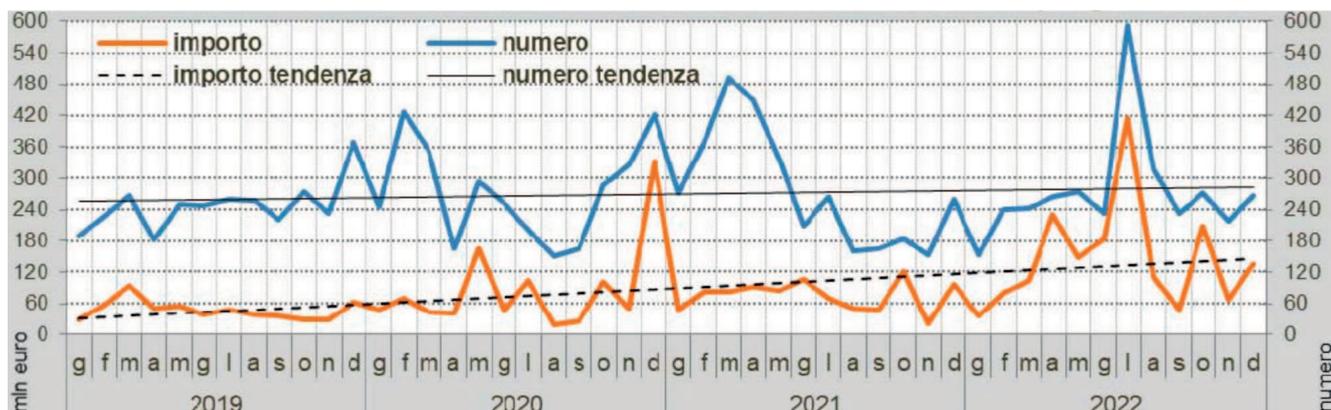
I bandi per appalti integrati rilevati in tutto il 2022 sono stati 1.254, con valore complessivo dei lavori di 32.597,4 milioni di lavori e con un importo di progettazione stimato in 1.364,1 milioni. Rispetto al 2021 il numero cresce del 130,5%, il valore dei lavori cresce del 188,3% e quello della progettazione compresa nei bandi del 418,8%. Nel solo mese di dicembre gli appalti integrati sono stati 426, con un valore dei lavori di 11.139,1 milioni e un valore della progettazione di 267,8 milioni.

Nazionale: ANFIA, apertura positiva del mercato auto italiano, gennaio a +19%

Secondo i dati pubblicati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, a gennaio 2023 il mercato italiano dell’auto totalizza 128.301 immatricolazioni (+19%) contro le 107.853 unità registrate a gennaio 2022.

“Apertura positiva del 2023 per il mercato dell’auto (+19%) – che fa seguito ai rialzi a doppia cifra registrati negli ultimi tre mesi del 2022 – anche grazie ad un giorno lavorativo in più rispetto a gennaio 2022 (21 giorni lavorativi contro 20) e al confronto con un primo mese del 2022 in pesante ribasso (-19,7%) – afferma P. SCUDIERI, Presidente di ANFIA.

Sul fronte delle alimentazioni, le immatricolazioni di autovetture ricaricabili aumentano dell’1,1% nel mese, dopo il -16,6% registrato a dicembre 2022 e il -17,1% dell’intero 2022, e rappresentano il 7,3% del mercato (8,9% nel 2022). Tra queste, le auto elettriche continuano tuttavia a presentare un segno negativo, in linea con il trend del 2022 (-26,9%) e chiudono il mese di gennaio 2023 a -11,2%, con una quota del 2,5%. Le ibride plug-in, invece, crescono del 9,2% e rappresentano il 4,8% delle immatricolazioni di gennaio. Gli incentivi attualmente in vigore rappresentano una risorsa importante che speriamo, nei prossimi mesi, possa risollevare almeno in parte le vendite di vetture a zero e a basse emissioni. Come previsto, la fascia di incentivazione delle auto con emissioni di CO₂ tra 61 e 135 g/km è quella che conta il maggior numero di prenotazioni e risulta già in esaurimento (con un residuo minore del 25% del fondo). Sarebbe utile per favorire il rinnovo del circolante in ottica green, a nostro avviso, reinvestire le risorse avanzate dalla campagna di incentivazione



(Fonte: OICE)

Figura 2 – Andamento mensile del valore e del numero dei bandi di sola progettazione.

2022 in quest'ultima fascia e nella fascia 0-20 g/km di CO₂ degli incentivi 2023.

Ricordiamo, infine, che da gennaio 2023 si registra un aumento dei pedaggi del 2% su circa il 50% della rete autostradale nazionale, con un ulteriore rincaro programmato a partire dal 1° luglio. Un elemento che va ad aggiungersi agli altri fattori critici e di incertezza legati all'attuale congiuntura economico-internazionale che potrebbero continuare a condizionare negativamente le decisioni di acquisto nel nostro Paese anche nell'anno appena iniziato”.

Analizzando nel dettaglio le immatricolazioni per alimentazione, le autovetture a benzina vedono il mercato di gennaio aumentare del 14,4%, con quota di mercato al 26,5%, mentre le diesel crescono del 18,1% rispetto allo stesso mese del 2022, con una quota del 19,1%.

Le auto ad alimentazione alternativa rappresentano il 54,4% delle immatricolazioni del solo mese di gennaio e risultano in crescita del 18,4%. Le autovetture elettrificate sono il 44% del mercato di gennaio, in aumento del 19,1%. Tra queste, le ibride non ricaricabili aumentano del 23,5% nel mese e raggiungono una quota del 36,7%. Le immatricolazioni di autovetture ricaricabili aumentano dell'1,1% in gennaio e rappresentano il 7,3% del mercato. Tra queste, tuttavia, le auto elettriche, che hanno una quota del 2,5%, proseguono nel loro trend negativo (-11,2%), mentre le ibride *plug-in* crescono del 9,2% e rappresentano il 4,8% delle immatricolazioni di gennaio.

Infine, le autovetture a gas rappresentano il 10,4% dell'immatricolato di gennaio, di cui il 10,2% sono autovetture Gpl (+28,7%) e lo 0,2% autovetture a metano (-79,7%). Nel mese, Fiat Panda, Lancia Ypsilon e Fiat 500 ibride occupano, rispettivamente, prima, seconda e quarta posizione tra le autovetture *mild/full hybrid*. Tra le PHEV, attualmente Jeep Compass è il modello più venduto e Jeep Renegade è al terzo posto.

Tra le elettriche, Fiat 500 risulta

anche nel primo mese del 2023 il modello più venduto. Ancora positivo il mercato per DR Automobiles, che incrementa le vendite dei suoi modelli del 9,2% rispetto al gennaio 2022.

In riferimento al mercato per segmenti, nel mese di gennaio le autovetture utilitarie e superutilitarie rappresentano il 34,2% delle vendite, in aumento del 5,9%. Il modello più venduto rimane Fiat Panda. Le auto dei segmenti medi hanno una quota di mercato del 9,5% a gennaio, in crescita del 17,9% rispetto al primo mese del 2022. I SUV hanno una quota di mercato pari al 53,7%, in aumento del 26,1%. Nel dettaglio, i SUV piccoli rappresentano il 27% del mercato del mese (+15,6% rispetto a gennaio 2022), i SUV compatti il 19,7% (+39,5%) e i SUV medi il 5,8%, (+42,2%), mentre le vendite di SUV grandi sono l'1,2% del totale (+15,2%). Il 26,7% dei SUV venduti è di un brand del Gruppo Stellantis. Monovolumi e multispazio rappresentano l'1,5% del mercato di gennaio e aumentano del 30% rispetto a gennaio 2022.

Secondo l'indagine ISTAT, a gennaio si stima una diminuzione dell'indice del clima di fiducia dei consumatori (base 2010=100), che passa da 102,5 a 100,9, mentre aumenta l'indice composito del clima di fiducia delle imprese (Iesi), da 107,9 a 109,1. In riferimento al clima di fiducia dei consumatori, inoltre, l'indice relativo all'opportunità attuale all'acquisto di beni durevoli, tra cui l'automobile, risulta in calo rispetto a dicembre 2022 (da -84,8 a -100,7).

Secondo le stime ISTAT, a gennaio l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un aumento dello 0,2% su base mensile e del 10,1% su base annua (da +11,6% nel mese precedente). La flessione del tasso di inflazione si deve, principalmente, al forte rallentamento su base tendenziale dei prezzi dei Beni energetici regolamentati (da +70,2% a -10,9%) e, in misura minore, di quelli degli Energetici non regolamentati (da +63,3% a +59,6%), degli Alimentari non lavorati e dei Servizi ricreativi, culturali e per la cura della persona.

La dinamica dei prezzi degli Energetici non regolamentati si deve al rallentamento dei prezzi dell'Energia elettrica mercato libero (da +219,3% a +174,7%), del Gas di città e gas naturale mercato libero (da +134,9% a +117,9%), del Gasolio per riscaldamento (da +24,2% a +20,6%), degli Altri combustibili solidi (da +31,1% a +29,6%) e degli Altri carburanti (da +6,1% a +5,2%; +0,3% da dicembre); in accelerazione, invece, i prezzi del Gasolio per mezzi di trasporto (da +9,5% a +13,9%; +4,6% il congiunturale) e quelli della Benzina (che invertono la tendenza, salendo da -2,7% a +2,4%; +5,8% sul mese).

Il Gruppo Stellantis, nel complesso, totalizza nel mese 43.801 immatricolazioni (+13,2%), con una quota di mercato del 34,1%. Sono quattro i modelli del Gruppo Stellantis nella *top ten* di gennaio, con Fiat Panda sempre stabile in testa alla classifica (10.585 unità), seguita, al secondo posto, da Jeep Renegade (4.348) e, al quarto, da Lancia Ypsilon (3.582). All'ottavo posto, infine, troviamo Fiat 500 (3.119). Per finire, il mercato dell'usato totalizza 392.248 trasferimenti di proprietà al lordo delle minivolture a concessionari a gennaio 2023, il 12,7% in più rispetto a gennaio 2022 (da: *Comunicato Stampa ANFIA*, 1 febbraio 2023).

VARIE

Nazionale: sicurezza delle infrastrutture, 2.960 controlli su ferrovie, strade, autostrade, metropolitane e funivie nel 2022

Il 2022 è stato il primo anno di completa operatività per l'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali, istituita dopo il crollo del ponte Morandi: i controlli complessivi sono stati 2.960 ed hanno sinergicamente interessato le tre aree di competenza dell'Agenzia.

I tecnici hanno effettuato 82 controlli diretti su ampi tratti stradali e

autostradali, su singole opere e sui gestori, con l'obiettivo di esaminare le infrastrutture, l'attività e l'organizzazione dei gestori stessi in relazione alla sicurezza. Negli ultimi mesi dell'anno, come previsto dal decreto-legge che ha disposto la revoca della concessione sulle autostrade A24 e A25 all'azienda che le aveva in gestione, ANSFISA ha avviato un piano straordinario di ispezioni per verificare le condizioni di sicurezza dell'intera infrastruttura autostradale. Complessivamente sono state controllate circa 580 opere, tra ponti, viadotti e gallerie, anche appartenenti alla rete stradale transeuropea.

Inoltre, la Commissione permanente per le gallerie, prevista dalla direttiva 2004/54/CE del Parlamento europeo e presieduta dall'Agenzia dal gennaio del 2022, ha svolto complessivamente oltre 60 funzioni ispettive e autorizzative sulle gallerie della rete stradale transeuropea.

Nel settore ferroviario, sono state condotte complessivamente 142 attività ispettive. I controlli sulle imprese ferroviarie sono stati 124, di cui 94 attività di monitoraggio ispettivo sul campo, 4 svolte da remoto e 26 ispezioni specifiche. In particolare, le attività di monitoraggio ispettivo sul campo hanno prodotto la verifica di 830 treni, 38 imprese ferroviarie circolanti su rete interconnessa e 6.870 elementi. I controlli sui gestori dell'infrastruttura sono stati 18, di cui 6 attività di monitoraggio ispettivo inerenti alla terminalizzazione di merci pericolose, 5 visite in linea tramite scorta in cabina di guida, 5 ispezioni a seguito di segnalazioni o eventi e 2 a seguito di audit e prescrizioni.

Inoltre, sono stati eseguiti 63 audit volti a verificare l'attività e l'organizzazione degli operatori ferroviari e 20 *follow up* con l'obiettivo di controllare disposizioni impartite in precedenti attività ispettive: in totale sono state quindi monitorate con queste attività 45 organizzazioni, di cui 30 imprese, 10 gestori, un esercente e 4 centri di formazione.

Infine, sui sistemi di trasporto ad impianti fissi, quali impianti a fune, metropolitane ed ascensori ad uso pubblico, sono state effettuate complessivamente 2.593 attività ispettive di cui, 115 su metropolitane, 128 su tranvie, 239 su filovie, 664 su impianti a fune, 1.024 su impianti di traslazione (ascensori e scale mobili) e 98 su altri impianti.

Il 2022 è stato anche un anno di selezioni per ANSFISA che lo scorso giugno ha indetto due procedure concorsuali per l'assunzione di 15 dirigenti tecnici di seconda fascia e 114 ingegneri in aggiunta al concorso lanciato a dicembre 2021 per 275 unità di personale che però ha registrato un numero di idonei largamente inferiore alle posizioni da ricoprire. Dal 1° gennaio saranno contrattualizzati 13 nuovi funzionari, mentre entro il prossimo aprile saranno complessivamente 120 le nuove assunzioni.

Nel 2023 le attività di supervisione cresceranno: nel settore ferroviario saranno complessivamente 153 per la verifica di circa 6.000 elementi tra infrastrutture, treni e sottosistemi, mentre per le strade e autostrade sono state previste 90 attività ispettive con le quali verranno supervisionate complessivamente 724 opere d'arte, circa 150 in più rispetto al 2022. Le attività sono state presentate nel piano di supervisione 2023 che l'Agenzia, come previsto dalla norma, ha inviato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nei giorni scorsi (da: *Comunicato Stampa ANSFISA*, 2 gennaio 2023).

Nazionale: infrastrutture, via libera a 1,4 miliardi del contratto di programma ANAS

Via libera a oltre 1,4 miliardi di euro destinati ad opere immediatamente cantierabili. Si tratta di risorse disponibili dopo che la Corte dei conti ha registrato la delibera CIPESS del 27 dicembre scorso, con la quale

è stato approvato l'aggiornamento 2022 del Contratto di programma ANAS (del valore di 4,5 miliardi), rendendo così utilizzabili le risorse per emanare i bandi.

- 6 cantieri, 4 Regioni interessate: Lazio, Puglia, Calabria, Sicilia.

“Vogliamo far ripartire i cantieri e sbloccare opere. Non ci fermeremo”, ha commentato con soddisfazione il vicepresidente del Consiglio e ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti M. SALVINI.

- Dettaglio della ripartizione delle risorse:
 - Puglia
 - due tratti della SS. n. 16 Adriatica (gli interventi per il recupero funzionale della tangenziale ovest di Foggia e dell'innesto, 1° lotto, della Foggia-Cerignola;
 - di lavori di adeguamento del tratto compreso tra San Severo e Foggia.
 - i progetti per la SS. n. 89 Garganica che prevedono la razionalizzazione della viabilità di San Giovanni Rotondo e la realizzazione dell'asta di collegamento tra San Giovanni Rotondo e Manfredonia, 1° stralcio Manfredonia-aeroporto militare di Amendola.
 - Calabria
 - realizzazione della Trasversale delle Serre.
 - Sicilia
 - lavori della SS. n. 626 e n. 115, relativi ai lotti 7 e 8 di completamento della tangenziale gelese.
 - Lazio
 - sistema infrastrutturale di collegamento del porto di Civitavecchia con il nodo intermodale di Orte-tratta Monte Romano est-Civitavecchia (Da: *Comunicato Stampa MIT*, 3 febbraio 2023).

Notizie dall'estero News from foreign countries

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA RAILWAY TRANSPORTATION

Cina: l'esercizio dei treni CRE nel delta del fiume Yangtze ha avuto successo

Le flotte regionali CR nel delta del fiume Yangtze, seguendo la filosofia di "partire forte", hanno superato gli impatti negativi causati dal maltempo come piogge, neviccate, temperature gelide e tempeste, per rafforzare la collaborazione tra distretti regionali ferroviari e governi locali e ottimizzare la qualità del servizio di trasporto. Al 31 gennaio, 190 treni CRE sono partiti dal delta del fiume Yangtze, ottenendo un successo strepitoso.

Considerando le enormi richieste di treni CRE a Yiwu, CR ha infranto la norma che i treni CRE non operano durante le vacanze del Festival di Primavera, il carico e lo scarico di container organizzati, l'accatastamento, lo sdoganamento, il carico e lo scarico e la consegna di caricatori

vuoti e pieni, per servire i treni CRE 24 ore su 24. Il 22 gennaio, primo giorno del Capodanno Cinese, i treni CRE (Yiwu) hanno stabilito il nuovo record di 11 treni al giorno. Il Gruppo Regionale ha anche lavorato a stretto contatto con il porto locale per aggiungere 300 posizioni di stoccaggio temporaneo nel piazzale container adeguando lo stoccaggio disponibile, aumentando così la capacità di stoccaggio del 30% (da: *Comunicato Stampa Gruppo Ferrovie Cinesi dello Stato*, 5 febbraio 2023).

China: successful operation of CRE Trains in Yangtze River Delta

CR regional groups in the Yangtze River Delta, following the philosophy to "start strong", have overcome negative impacts brought by bad weather such as rainfall, snowfall, freezing temperatures and storms, to enhance collaboration between railway regional groups and local governments, and optimize the quality of

transport service. As of January 31, 190 CRE Trains departed from Yangtze River Delta, making stage success.

Considering huge demands for CRE Trains in Yiwu, CR has broken the norm the CRE Trains do not operate during the Spring Festival Holiday, organized container loading and unloading, piling, customs clearance, loading and unloading, and delivery of empty and full loaders, to serve the CRE trains 24 hours a day. On January 22, the first day of the Chinese New Year, the CRE Trains (Yiwu) set a record of operating 11 trains a day. The regional group has also worked closely with the local port to add 300 temporary storage positions in the container yard by adjusting the storage available, thus increasing the storage capacity by 30% (from: China State Railways Press Release, February 5th, 2023).

Romania: completato con successo lo Studio di Fattibilità per la riabilitazione della linea ferroviaria Craiova-Drobeta Turnu Severin-Caransebes

Italferr, Polo Infrastrutture Gruppo FS, ha completato con successo lo Studio di Fattibilità per la riabilitazione della linea ferroviaria Craiova-Drobeta Turnu Severin-Caransebes, commissionato dalle Ferrovie Romene - *Compania Națională de Căi Ferate "CFR" S.A* (Fig. 1).



(Fonte – Source: Italferr)

Figura 1 – Visione di una tratta del ponte di collegamento sulla linea che costeggia la sponda settentrionale del fiume Danubio in Romania.

Figure 1 – View of a section of the connecting bridge on the line that runs along the northern bank of the Danube river in Romania.

Lo Studio, aggiudicato nel 2018 da Italferr in Joint Venture con ISPCF S.A. e *Italrom Inginerie Internationala s.r.l.*, era finalizzato all'ammmodernamento completo della ferrovia Craiova-Drobeta Turnu Severin-Caransebes, garantendo la conformità alle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI) e alle norme europee. La velocità massima di progetto è di 120 km/h per i treni merci e di 160 km/h per i treni passeggeri. Il sistema di segnalamento è l'ERTMS di livello 2 incluso il GS M-R.

La linea ferroviaria ha una lunghezza di circa 234 km di cui 180 km a binario unico ed è una delle tratte ferroviarie più complesse della Romania. Attraversa territori montuosi in prossimità di frane e nell'area circostante Drobeta Turnu Severin costeggia la sponda settentrionale del fiume Danubio che delimita il confine tra Romania e Serbia.

I servizi hanno riguardato la Previsione della Domanda di Traffico tramite EMME 3, la predisposizione del Modello Operativo, l'Analisi Costi Benefici (ACB), la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), le Indagini Geologiche e Geotecniche e Archeologiche, i Rilievi Topografici, lo sviluppo di un piano di esercizio e manutenzione, la progettazione preliminare per tutte le discipline quali Infrastrutture (rilevati, ponti, viadotti, 15 gallerie fino a 6 km), sistema di alimentazione di trazione 25kVAC, segnalamento (ERTMS, CTC, interblocco elettronico), Sistemi di telecomunicazione e nuovo Centro di Controllo Operativo a Craiova.

Grazie al servizio fornito, le Ferrovie Romene stanno predisponendo la gara *Design & Build* per un valore complessivo dell'investimento di circa 2 miliardi di euro.

Un'altra importante opportunità per Italferr per esportare il *Made in Italy* e consolidare la propria presenza nel mercato rumeno per il quale ha realizzato diversi importanti progetti dal 2001 (da: *Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 7 febbraio 2023).

Romania: successfully completed the Feasibility Study for the rehabilitation of the Craiova-Drobeta Turnu Severin-Caransebes railway line

Italferr, Infrastructure hub of FS Group, received the Successful Completion Certificate issued by the Client Compania Națională de Căi Ferate "CFR" S.A. (Romanian Railway) for the Feasibility Study for the rehabilitation of the railway line Craiova-Drobeta Turnu Severin-Caransebes (Fig. 1).

The Study, awarded in 2018 with the partners ISPCF S.A. and Italrom Inginerie Internationala s.r.l., aimed the complete modernization of the Craiova-Drobeta Turnu Severin-Caransebes railway, ensuring compliance to the Technical Specifications of Interoperability (TSI) and European standards. The maximum design speed 120 km/h for freight trains and 160km/h for passenger trains, the signalling system is the ERTMS level 2 including GSM-R.

The railway line, about 234 km long out of which 180 km are single-track, is one of the most complex railway section in Romania, it crosses mountainous territories near landslides and in the area surrounding Drobeta Turnu Severin and skirts the northern bank of the Danube River that delimits the border between Romania and Serbia.

The performed service includes Traffic Demand Forecast using EMME 3, preparation of the Operational Model, Alignment study for 3 alternatives, Costs Beneficial Analysis (CBA), Environmental Impact Assessment (EIA), Geological and Geotechnical investigations, Archaeological investigations, Topographic surveys, development of an Operation and Maintenance plan, development Preliminary Design for all disciplines such as: Infrastructure (embankment, bridges, viaduct, 15 Tunnels up to 6km), track, Station Building modernization, Traction Power Supply System 25kVAC, Signalling (ERTMS, CTC, Electronic Interlocking, etc.) and Telecommunication systems and new Operation Control Centre (OCC) in Craiova.

Thanks to the provided service, CFR is preparing the Design & Build Tender for the works with a total investment value of approx. 2 billion euros.

Another important opportunity for Italferr to export the Made in Italy and to consolidate its presence in the Romanian market for which has carried out several important projects since 2001 (from: Italferr Press Release, february 7th, 2023).

Canada: iLint dimostrerà la trazione verde in Quebec

Alstom, in collaborazione con il governo del Quebec, *Chemin de fer Charlevoix, Train de Charlevoix, Harnois Énergies* e HTEC, ha annunciato un progetto dimostrativo del servizio passeggeri per il suo treno a idrogeno Coradia iLint. Durante l'estate 2023 (Fig. 2), Coradia iLint trasporterà passeggeri sulla rete ferroviaria Réseau Charlevoix, lungo il fiume San Lorenzo, tra Parc de la Chute-Montmorency e Baie-St-Paul. Il treno sarà alimentato da idrogeno verde prodotto da *Harnois Énergies* nel suo sito di Quebec City.

La provincia del Quebec sarà la prima giurisdizione nelle Americhe a far circolare un treno a zero emissioni dirette alimentato da idrogeno verde, dimostrando la sua leadership nella transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio e la creazione di ecosistemi dedicati all'idrogeno. Il funzionamento di questo treno con passeggeri a bordo consentirà ad Alstom e ai suoi partner di valutare meglio i successivi passi per lo sviluppo della tecnologia di propulsione a idrogeno e la sua penetrazione nel mercato nordamericano.

Il Coradia iLint è entrato per la prima volta in servizio commerciale in Germania nel 2018 e ha percorso più di 220.000 km in otto paesi europei. Il treno è alimentato da una cella a combustibile a idrogeno che emette solo vapore acqueo durante il funzionamento, garantendo al tempo stesso un ambiente più silenzioso per i passeggeri e per chi è vicino ai binari. Il 15 settembre 2022, il Coradia iLint



(Fonte – Source: Alstom)

Figura 2 – Dimostrazione di iLint in Quebec: P. FITZGIBBON, M. KEROULLÉ, F. LEGAULT, C. CHOQUETTE, L. HARNOIS, B. CHARETTE erano presenti al test.
 Figure 2 – Demonstration of iLint in Quebec: P. FITZGIBBON, M. KEROULLÉ, F. LEGAULT, C. CHOQUETTE, L. HARNOIS, B. CHARETTE were at the test.

ha percorso la distanza record di 1.175 km senza fare rifornimento. Coradia iLint ha una velocità massima di 140 km/he prestazioni di accelerazione e frenata paragonabili a quelle di un treno diesel regionale standard, ma senza il rumore e le emissioni. Coradia iLint si distingue per la sua combinazione di caratteristiche innovative: conversione di energia pulita, accumulo flessibile di energia nelle batterie, trazione intelligente e gestione dell'energia. Progettato appositamente per linee non elettrificate, consente operazioni sicure, pulite e sostenibili. Al momento, 41 convogli sono stati ordinati dai clienti in Europa.

“Già nel 2018, Alstom è stata la prima a mettere in servizio un treno a idrogeno in Europa e miriamo a essere i primi anche nelle Americhe”, spiega M. KEROULLÉ, Presidente di Alstom Americas. “Con solo l'1% delle reti elettrificate nella nostra regione, questa tecnologia fornirà un'alternativa al diesel. Questo progetto dimostrerà le nostre capacità di fornire soluzioni di mobilità più sostenibili a clienti, agenzie e operatori, nonché ai passeggeri. Fornirà inoltre una straordinaria vetrina per lo sviluppo dell'ecosistema dell'idrogeno verde del Quebec”.

“Il Quebec si sta posizionando come un centro di competenza nel trasporto sostenibile nel continente”, afferma F. LEGAULT, Premier del Quebec. “Innovazioni promettenti come quella di Alstom non solo ci aiuteranno a raggiungere i nostri ambiziosi obiettivi sul cambiamento climatico, ma potranno anche essere esportate in altre parti del mondo. Sono convinto che il nostro Paese abbia tutte le carte in regola per diventare uno dei leader internazionali della green economy”.

“Siamo lieti di sfruttare la nostra infrastruttura per questo entusiasmante progetto. Questa iniziativa non solo si adatta perfettamente al nostro piano di responsabilità sociale d'impresa, che include una componente di mobilità sostenibile, ma genera anche una portata significativa per la regione di Charlevoix, che è al centro della nostra visione organizzativa”, afferma C. CHOQUETTE, Presidente di Groupe Le Massif e di Chemin de fer de Charlevoix (da: Comunicato Stampa Alstom, 2 febbraio 2023).

Canada: iLint will demonstrate green traction in Quebec

Alstom, global leader in smart and sustainable mobility, in partnership

with the Government of Quebec, Chemin de fer Charlevoix, Train de Charlevoix, Harnois Énergies and HTEC, has announced a passenger service demonstration project for its Coradia iLint hydrogen-powered train. During summer 2023 (Fig. 2), the Coradia iLint will carry passengers on the Réseau Charlevoix rail network, along the St. Lawrence River, between Parc de la Chute-Montmorency and Baie-St-Paul. The train will be powered by green hydrogen produced by Harnois Énergies at its Quebec City site.

The province of Quebec will be the first jurisdiction in the Americas to run a train with zero direct emissions powered by green hydrogen, demonstrating its leadership in the transition to a low-carbon economy and the setup of ecosystems dedicated to hydrogen. The operation of this train with passengers on board will allow Alstom and its partners to better assess the subsequent steps for the development of hydrogen propulsion technology and its penetration into the North American market.

The Coradia iLint first entered commercial service in Germany in 2018 and has travelled more than 220,000 km in eight European countries. The train is powered by a hydrogen fuel cell that emits only water vapour during operation, while ensuring a quieter environment for passengers and those close to tracks. On September 15, 2022, the Coradia iLint travelled the record distance of 1,175 km without refuelling. Coradia iLint has a top speed of 140 km/h and acceleration and a braking performance comparable to a standard regional diesel train – but without the noise and the emissions. Coradia iLint stands out for its combination of innovative features: clean energy conversion, flexible energy storage in batteries, smart traction and energy management. Designed especially for non-electrified lines, it allows for safe, clean and sustainable operations. To date, 41 trainsets have been ordered by clients in Europe.

“As early as 2018, Alstom was the first to put a hydrogen train into service in Europe and we aim to be the

first in the Americas as well,” explains M. KEROULLE, President Alstom Americas. “With only 1% of the networks electrified in our region, this technology will provide an alternative to diesel. This project will demonstrate our capabilities to provide more sustainable mobility solutions to customers, agencies and operators, as well as to passengers. It will also provide an extraordinary showcase for Quebec’s developing green hydrogen ecosystem.”

“Quebec is positioning itself as a centre of expertise in sustainable transportation on the continent,” says F. LEGAULT, Premier of Quebec. “Promising innovations such as Alstom’s will not only help us achieve our ambitious climate change targets, but they will also be able to be exported elsewhere in the world. I am convinced that our nation has everything it takes to become one of the international leaders in the green economy.”

“We are pleased to leverage our infrastructure for this exciting project. This initiative is not only a perfect fit with our corporate social responsibility plan, which includes a sustainable mobility component, but it also generates significant reach for the Charlevoix region, which is at the heart of our organizational vision”, mentions C. CHOQUETTE, President of Groupe Le Massif and of Chemin de fer de Charlevoix (from: Alstom Press Release, February 2nd, 2023).

TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

India: aperta al pubblico la linea 7 della metropolitana di Mumbai

Italferr (Polo Infrastrutture Gruppo FS), in consorzio internazionale formato da Ayesa SA, Ayesa India Ltd e Consulting Engineering Group Ltd, ha fornito i servizi di General Engineering Consultancy legati alla realizzazione delle linee 7 e 2b della metro di Mumbai (Fig. 3).

Una delle città più densamente popolate del mondo con oltre 18 milioni di abitanti, Mumbai ha messo in



(Fonte – Source: Italferr)

Figura 3 – La cerimonia di apertura al servizio della metropolitana di Mumbai.
Figure 3 – The opening ceremony serving the Mumbai Metro.

atto significativi programmi per migliorare le infrastrutture di trasporto ed in particolare quelle su rotaia al fine di alleviare la congestione del traffico e la problematica dell’alto tasso di inquinamento, in buona parte dovuto al trasporto automobilistico.

Il nuovo sistema della metropolitana prevede 9 corridoi sopraelevati per una lunghezza totale di 146,5 km, di cui 32,5 km in sotterranea. La linea 7, inaugurata dal primo ministro indiano N. MODI, si estende per circa 17 km tra Andheri Est e Dahisar Est con un totale di 13 stazioni, mentre la linea 2B si sviluppa per circa 23 km tra Nagar a Mandale e include 22 stazioni, collegando la periferia orientale e occidentale della città.

Un grande risultato anche per Italferr, che consolida la propria leadership nel settore del Mass Transit (da: Comunicato Stampa Gruppo FSI, 3 febbraio 2023).

India: Line 7 of the Mumbai Metro is open to the public

Italferr (FSI Group Infrastructure Pole), in an international consortium including Ayesa SA, Ayesa India Ltd

and Consulting Engineering Group Ltd, provided General Engineering Consultancy services for the construction of lines 7 and 2b of the Mumbai metro.

One of the most densely populated cities in the world with over 18 million inhabitants, Mumbai has implemented significant programs to improve the transport infrastructure and especially the rail infrastructure to improve traffic congestion and the high rate of pollution, largely due to road transport.

The Mumbai Metro System includes 9 corridors covering a length of 146.5 km, out of which 32.5 km is underground and the rest elevated. The Metro Line 7, inaugurated by Indian Prime Minister N. MODI, stretches for about 17 km between Andheri East and Dahisar East with a total of 13 stations, while Line 2B extends for about 23 km between Nagar to Mandale and includes 22 stations, connecting the eastern and western suburbs of the city.

A great result also for Italferr, strengthening its leadership in the Mass Transit sector (from: FSI Group Press Release, February 3rd, 2023).

TRASPORTI INTERMODALI ***INTERMODAL TRANSPORTATION***

Internazionale: Hupac e Crosstec aprono la piattaforma FENIX-WOLF alla logistica del futuro

FENIX è un progetto cofinanziato dalla UE bandito nel 2019 della durata di quattro anni che ha visto coinvolti ben 45 beneficiari tra cui grandi aziende di logistica, ministeri, istituti di ricerca e università. Il progetto prosegue il percorso di AEOLIX, chiusosi nel 2019, uno studio che ha gettato le basi per costruire un sistema tecnologico europeo per l'intercomunicazione della logistica digitale.

Per conto del Gruppo Hupac ha partecipato Crosstec, la società operante in ambito tecnologico e controllata da CIM SpA, con il supporto del reparto IT di Hupac. M. ARNESE, CEO di Crosstec, risponde alle domande.

- Qual è l'obiettivo di FENIX?

FENIX svilupperà la prima architettura federata europea per la condivisione dei dati per la comunità logistica intermodale, al fine di offrire l'interoperabilità tra le singole piattaforme esistenti e future e fornire servizi immediatamente fruibili a tutti i soggetti interessati.

- Qual è stato il ruolo di Crosstec?

Crosstec entra nel progetto nel 2020 su richiesta del Ministero dei trasporti italiano veicolata attraverso la Regione Piemonte per prendere in carico il segmento progettuale riguardante il trasporto intermodale sulla parte italiana del corridoio TEN-T Reno-Alpi fino al Porto di Genova. Siamo così stati inseriti insieme a Circle, Tarros, Gruppo Messina, Autorità portuale e LSSRailway nel Pilot IT2 GENOVA, nell'attività 4.3 *Synchronomodality*. Oltre al pilota italiano, FENIX prevede altri 10 siti pilota dove poter testare sul campo le tecnologie sviluppate dal progetto.

- Cosa si è fatto di preciso?

Nel 2021 si è sviluppato il primo connettore, uno strumento tecnologico

che mette in comunicazione la piattaforma WOLF di Hupac con la piattaforma MILOS del Porto di Genova. Il connettore ha permesso di esporre servizi fruibili da altre piattaforme (ETA, *Train Arrival*, *ITU Delivery* etc.). La stessa tecnologia è stata utilizzata anche per connettere altre piattaforme, come ad esempio DIH, piattaforma sviluppata da T-System. Attraverso la collaborazione con TX Logistic e PTV, Crosstec si è resa parte attiva di uno dei Cross Pilot richiesti dalla Commissione Europea per i test di interoperabilità tra i paesi dell'unione. Nel corso del 2022 i connettori sono entrati in produzione e sono stati testati sul terminal di Novara e su altri nodi europei dove ancora al momento operano.

- Cos'è un connettore?

I connettori sono applicazioni che rispondono agli standard europei di interoperabilità e data sharing. Sono stati studiati e sviluppati da FENIX per supportare i principi del DTLF (*Digital Transport Logistic Forum*) e per fornire uno strumento riconosciuto a livello europeo attraverso il quale mettere in comunicazione la propria piattaforma con le altre. Il connettore si compone di tre elementi: IDM per riconoscere coloro che richiedono l'accesso ai servizi, *CATALOG* dove sono contenuti i servizi messi a disposizione dalle singole piattaforme, e *DATA EXCHANGE*, dove i dati vengono incapsulati nello standard FENIX e inviati ai richiedenti. In sintesi, pensiamo a FENIX come ad un postino, o ai giorni nostri a un *rider* telematico.

- In sintesi, FENIX permette di far interagire diverse piattaforme informatiche nel campo della logistica, corretto?

FENIX è quanto più si avvicina al cosiddetto SISTEMA. In questa parola c'è un mondo, una singola parola che in concreto FENIX traduce col termine INTEROPERABILITÀ. Ora possiamo far interagire due piattaforme, ma per farlo occorrono tempi lunghi e spesso le aziende devono modificare i loro programmi e i loro tracciati. FENIX incapsula queste in-

formazioni, le trasforma in servizi e le rende fruibili a tutti coloro che aderiscono alla federazione. Al momento le piattaforme federate sono 25.

- Quali sono i prossimi passi?

Prima di tutto chiuderemo il progetto, il cui termine ufficiale sarà il 31.03.2023. E ci terrei a ringraziare A. CROCI per il supporto e D. VANONI per le attività di sviluppo magistralmente condotte con i gruppi di Circle e di T-System. Successivamente le aziende coinvolte nel progetto intendono associarsi, creando un consorzio denominato FENIX 2.0. Il consorzio, di cui farà parte Crosstec, sarà composto dalle più rinomate realtà in ambito logistico e tecnologico. L'associazione avrà lo scopo di proseguire a implementare le tecnologie e la rete federata di FENIX, e contemporaneamente recepire le nuove esigenze della UE che è intenta a elaborare i nuovi regolamenti per la gestione dei flussi di dati in ambito logistico sotto la sigla EFTi (da: *News Hupac*, 7 febbraio 2023).

International: Hupac and Crosstec open the FENIX-WOLF platform to the logistics of the future

FENIX is a four-year project co-financed by the EU launched in 2019 which involved 45 beneficiaries including large logistics companies, ministries, research institutes and universities. The project continues the path of AEOLIX, which closed in 2019, a study that laid the foundations for building a European technological system for the intercommunication of digital logistics.

Crosstec, the company operating in the technological field and controlled by CIM SpA, participated on behalf of the Hupac Group, with the support of the Hupac IT department. M. ARNESE, CEO of Crosstec, answers the questions.

- *What is FENIX's goal?*

FENIX will develop the first European federated architecture for data sharing for the intermodal logistics community, to offer interoperability between existing and future individual

platforms and provide immediately usable services to all stakeholders.

- What was the role of Crosstec?

Crosstec enters the project in 2020 at the request of the Italian Ministry of Transport conveyed through the Piedmont Region to take charge of the project segment concerning intermodal transport on the Italian part of the TEN-T Rhine-Alps corridor up to the Port of Genoa. We have thus been included together with Circle, Tarros, Messina Group, Port Authority and LSSRailway in the Pilot IT2 GENOVA, in the 4.3 Synchromodality activity. In addition to the Italian pilot, FENIX plans 10 other pilot sites where the technologies developed by the project can be tested in the field.

- What exactly has been done?

In 2021, the first connector was developed, a technological tool that connects Hupac's WOLF platform with the MILOS platform of the Port of Genoa. The connector has made it possible to display services that can be used by other platforms (ETA, Train Arrival, ITU Delivery, etc.). The same technology has also been used to connect other platforms, such as DIH, a platform developed by T-System. Through the collaboration with TX Logistic and PTV, Crosstec has become an active part of one of the Cross Pilots required by the European Commission for interoperability tests between EU countries. During 2022 the connectors went into production and were tested on the Novara terminal and on other European nodes where they still operate.

- What is a connector?

Connectors are applications that meet European interoperability and data sharing standards. They have been designed and developed by FENIX to support the principles of the DTLF (Digital Transport Logistic Forum) and to provide a tool recognized at European level through which to put its platform in communication with the others. The connector consists of three elements: IDM to recognize those requesting access to the services, CATALOG which contains the services made available by the single

platforms, and DATA EXCHANGE, where the data is encapsulated in the FENIX standard and sent to the requesting parties. In summary, we think of FENIX as a postman, or nowadays as a telematic rider.

- In summary, FENIX allows different IT platforms to interact in the field of logistics, correct?

FENIX is the closest it comes to the so-called SYSTEM. In this word there is a world, a single word that FENIX concretely translates with the term INTEROPERABILITY. We can make two platforms interact, but it takes a long time to do so and companies often have to change their programs and paths. FENIX encapsulates this information, transforms it into services and makes it usable by all those who join the federation. To date, there are 25 federated platforms.

- What are the next steps?

First of all we will close the project, whose official deadline will be 31.03.2023. And I would like to thank A. CROCI for the support and D. VANONI for the masterfully conducted development activities with the Circle and T-System teams. Subsequently, the companies involved in the project intend to join, creating a consortium called FENIX 2.0. The consortium, of which Crosstec will be a part, will be made up of the most renowned companies in the logistics and technology fields. The association will have the aim of continuing to implement the technologies and the federated network of FENIX, and at the same time implement the new needs of the EU which is intent on developing the new regulations for the management of data flows in the logistics field under the abbreviation EFTi (from: Hupac News, February 7th, 2023).

INDUSTRIA MANUFACTURES

Germania: 163 veicoli di ultima generazione per la metropolitana per Amburgo

Alstom fa muovere Amburgo: con la quarta generazione della metropo-

litana, stiamo supportando la Hamburger Hochbahn AG per trasportare 1,2 milioni di persone al giorno in modo sicuro, rapido e sostenibile attraverso questa città iconica.

L'ultimo di un totale di 163 veicoli dell'ultima generazione della metropolitana (DT5) è attualmente in viaggio verso Amburgo dal nostro stabilimento di Salzgitter. E con esso la flotta dei moderni veicoli della metropolitana è completa.

Sono trascorsi più di 16 anni da quando Alstom ha ricevuto questo ordine e la nuova flotta metropolitana di Amburgo è in servizio da oltre dieci anni. HOCHBAHN ha inizialmente ordinato 27 veicoli nel 2006.

Alla fine del progetto sono stati costruiti e consegnati un totale di 163 veicoli metropolitani, un chiaro segno di soddisfazione da parte del cliente e dei milioni di passeggeri che si affidano al servizio fornito.

- La nuova metropolitana in numeri

Per la flotta DT5 sono stati installati 652 carrelli, 815 impianti di climatizzazione, 978 motori di trazione, 1.304 freni pneumatici, 2.119 porte di cabina passeggeri, innumerevoli bulloni e km di strutture di cavi in un totale di 489 carrozze.

Alstom dà forma alla mobilità ad Amburgo da molti decenni. Dal 1962, Alstom ha fornito le flotte DT2, DT3 e DT4, per un totale di 462 treni. Non vediamo l'ora di continuare il nostro contributo per mantenere Amburgo in movimento (da: Comunicato Stampa Alstom, 30 gennaio 2023).

Germany: 163 vehicles of the latest generation for Hamburg metro

Alstom moves Hamburg: with the fourth generation of the Metro, we are supporting the Hamburger Hochbahn AG to transport 1.2 million people a day safely, quickly and sustainably across this iconic city.

The last of a total of 163 vehicles of the latest metro generation (DT5) is currently on its way to Hamburg from our plant in Salzgitter. And with it the

fleet of modern metro vehicles is complete.

More than 16 years have passed since Alstom received this order, and the new metro fleet in Hamburg has now been in service for over ten years. HOCHBAHN initially ordered 27 vehicles in 2006.

At the end of the project a total of 163 metro vehicles have been built and delivered – a clear sign of satisfaction from the customer and the millions of passengers who rely on the service it provides.

- *The new metro in numbers*

For the DT5 fleet, 652 bogies, 815 air-conditioning systems, 978 traction motors, 1,304 pneumatic brakes, 2,119 passenger compartment doors, countless bolts and miles of cable structures were installed in a total of 489 carriages.

Alstom has been shaping mobility in Hamburg for many decades. Since 1962, Alstom has supplied the DT2, DT3 and DT4 fleets – a total of 462 trains. We look forward to continuing our contribution toward keeping Hamburg on the move (from: Alstom Press Release, January 30th, 2023).

Paesi Bassi: l'operatore nazionale olandese NS rinnova la sua fiducia in CAF e aggiudica un contratto per 60 treni a due piani

L'operatore nazionale olandese NS (*Nederlandse Spoorwegen*), che gestisce treni pendolari e interciti sulla rete ferroviaria principale olandese, ha riposto la sua fiducia in CAF, ordinando una nuova flotta di treni a due piani per servizi interciti. Questo nuovo contratto segue il successo dei convogli SNG-Civity per i servizi pendolari, di cui l'ultimo di un totale di 206 convogli è attualmente in consegna. Il nuovo contratto consiste nella fornitura di 30 unità a 4 carrozze e 30 unità a 6 carrozze, oltre al supporto tecnico per la manutenzione, con NS che si occupa della manutenzione stessa. Il valore del contratto appena firmato ammonta a oltre 600 milioni di euro e include opzioni aggiuntive

per ulteriori unità che aumenterebbero tale importo.

NS è l'operatore statale nei Paesi Bassi e una delle aziende leader nel settore ferroviario europeo. Questo progetto testimonia ancora una volta il successo della piattaforma Civity sviluppata da CAF per i servizi Suburbani, Intercity e Regionali sul mercato europeo, poiché è stata utilizzata per diversi progetti realizzati in paesi come l'Olanda, il Regno Unito, la Svezia o Italia.

Questo nuovo progetto è in linea con la strategia di business annunciata dalla Società il 1° dicembre in occasione della presentazione del Piano Strategico 2026, quando ha sottolineato come una delle priorità di CAF fosse l'impegno dell'azienda nel mercato europeo, visto il suo importante volume d'affari e l'attività ricorrente in quel mercato, così come la sua forte posizione di mercato e l'adeguatezza della sua gamma di soluzioni.

Le caratteristiche principali delle unità che saranno fornite da CAF combinano elevata capacità e facile accessibilità carrabile. Ogni set di treni è quindi costituito da una combinazione di vagoni a un piano e a due piani, i vagoni a un piano offrono un accesso in piano per le persone con mobilità ridotta. I treni avranno una velocità massima di 160 km/h. Questo contratto segna una pietra miliare in quanto questo è il primo cliente a ricevere piattaforme Civity a due piani.

Il progetto fa parte dei piani in corso di NS per rinnovare la sua attuale flotta di autobus a due piani, aumentando al contempo la sua capacità di servizio per i prossimi anni. Le prime unità sono previste per l'esercizio sulle tratte Intercity che attraversano l'intero Paese entro il 2028, con la possibilità di esercitare alcune delle opzioni di estensione per unità aggiuntive, o l'implementazione di versioni di treno che possono circolare su tratte transfrontaliere verso altri Paesi come Germania e Belgio.

Va sottolineato che il rapporto di CAF con l'operatore olandese risale a

molti anni fa, quando CAF ha stipulato il suo primo contratto con NS nel 2014. Tale contratto consisteva nella produzione di 118 treni suburbani con piattaforma Civity. Successivamente, a fine 2018, tale contratto è stato esteso di ulteriori 88 unità, che, data la rilevanza del cliente e il valore del contratto (vicino a 1 miliardo di euro) è stato uno dei contratti più significativi conclusi da CAF in Europa (da: *Comunicato Stampa CAF*, 13 dicembre 2022).

Netherlands: Dutch national operator ns renews its trust in CAF and awards 60 double-decker trains contract

The Dutch national operator NS (Nederlandse Spoorwegen), which operates commuter and intercity trains on the Dutch Main Rail Network, has placed its trust in CAF once again, by ordering a new fleet of double-deck trains for intercity services. This new contract follows the successful SNG-Civity train sets for commuter services, of which the last of in total 206 train sets are currently being delivered. The new contract consists of the supply of 30x 4-car units and 30x 6-car units, as well as technical support for maintenance, with NS carrying out the maintenance itself. The value of the newly signed contract amounts to more than €600M and includes additional options for further units which would increase this amount.

NS is the state-owned operator in The Netherlands and one of the leading companies in the European railway sector. Once again, this project provides evidence of the success of the Civity platform developed by CAF for Suburban, Intercity and Regional services on the European market, as it has been used for various projects performed in countries such as Holland, the United Kingdom, Sweden or Italy.

This new project is in line with the business strategy the Company announced on 1st December during the presentation of its 2026 Strategic Plan, when it stressed how one of CAF's priorities was the company's commitment

to the European market, given its significant business volume and recurring activity in that market, as well as its strong market position and appropriateness of its range of solutions.

The main features of the units to be supplied by CAF combine high capacity and easy vehicle accessibility. Each train set therefore consists of a combination of single deck and double deck cars, the single deck cars offering level access for persons with reduced mobility. The trains will have a maximum speed of 160 km/h. This contract marks a milestone as this is the first customer to receive double-decker Civity platform units.

The project is part of NS' ongoing plans to renew its current double-decker fleet, whilst also increasing its service capacity for the next few years. The first units are scheduled for operation on the Intercity routes that cross the entire country by 2028, with the possibility to exercise some of the extension options for additional units, or the implementation of train versions that can run on cross-border routes to other countries such as Germany and Belgium.

It should be stressed that CAF's relationship with the Dutch operator dates back many years as CAF entered its first contract with NS in 2014. That contract consisted in the production of 118 Civity platform suburban trains. Subsequently, in late 2018, this contract was extended with an additional 88 units, which, given the significance of the customer and the value of the contract (close to €1 billion) was one of the most significant contracts concluded by CAF in Europe (from: CAF Press Release, December 13th, 2022).

VARIE OTHERS

Internazionale: sottoscritti i memorandum of understanding con ITA e con il Gruppo Lufthansa per una migliore integrazione fra aereo e treno

Il Gruppo FS Italiane, guidato dall'amministratore delegato L. FERRARIS, ha sottoscritto un Memorandum of Understanding con ITA, la compagnia di bandiera italiana, e uno con il Gruppo Lufthansa. Quest'ultimo Memorandum, oltre alla compagnia di bandiera tedesca, coinvolge anche le controllate Swiss, Austrian Airlines e Brussel Airlines, e le compagnie locali Lufthansa CityLine, Air Dolomiti e Eurowings Discover.

I principali obiettivi dei due Memorandum of Understanding sono: realizzare efficaci servizi multimodali fra aereo e treno, connettendo modalità di trasporto diverse; sviluppare un'offerta congiunta fino a consentire l'acquisto in un'unica soluzione di biglietti aerei e ferroviari; definire programmi di loyalty combinati.

I due MoU costituiscono il presupposto per realizzare partnership commerciali e operative destinate a sviluppare un'offerta di mobilità multimodale che sappia rispondere in maniera efficace alle esigenze della domanda turistica e business e realizzare un'esperienza di viaggio "end-to-end" agile e comoda, giovandosi eventualmente anche di piattaforme digitali comuni.

Per il Gruppo FS i due accordi s'inquadrano in una più ampia strategia di collaborazioni e partnership, con gli altri operatori di mobilità collettiva e condivisa, coerente con gli

obiettivi del proprio Piano Industriale 2022-2031 (da: Comunicato Stampa Gruppo FSI e ITA, 3 febbraio 2023).

International: memorandums of understanding signed with ITA and with the Lufthansa Group for better integration between air and train

The FS Italiane Group, led by the CEO L. FERRARIS, signed a Memorandum of Understanding with ITA, the Italian flag carrier, and one with the Lufthansa Group. This latest Memorandum, in addition to the German national airline, also involves the subsidiaries Swiss, Austrian Airlines and Brussels Airlines, and the local companies Lufthansa CityLine, Air Dolomiti and Eurowings Discover.

The main objectives of the two Memorandums of Understanding are: to create effective multimodal services between air and train, connecting different modes of transport; develop a joint offer up to allowing the purchase of air and train tickets in a single solution; define combined loyalty programs.

The two MoUs form the basis for establishing commercial and operational partnerships aimed at developing a multimodal mobility offer capable of responding effectively to the needs of tourism and business demand and creating an agile and agile "end-to-end" travel experience, convenient, possibly also benefiting from common digital platforms.

For the FS Group, the two agreements form part of a broader strategy of collaborations and partnerships, with the other collective and shared mobility operators, consistent with the objectives of its 2022-2031 Business Plan (from: FSI Group Press Release and ITA, February 3rd, 2023).

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 E NODALE 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 TRANVIE

- 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, 46 - 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, 46 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; FS (970) 66454 – Segreteria: Tel. 064882129.



POSSANZINI

oleodinamica industriale e mobile

**Revisione e collaudo dinamico pompe,
motori, cilindri per macchine operatrici
ARMAMENTO FERROVIARIO**

*il tuo partner
ideale!*



Via Fontedamo, 18/BIS - 60035 Jesi (AN) - Italy
Tel. +39 0731 605724 / 5 - Mob. +39 335 7422527 / 6
www.possanzini.it - info@possanzini.it



271 Processi stocastici di simulazione dinamica inerenti la collisione di veicoli ferroviari tramite modellazione data-driven

(DONG – TANG - WU – ZHANG)

Stochastic dynamic simulation of railway vehicles collision using data-driven modelling approach

Railway Engineering Science, 30 (4), aprile 2022, pp. 512–531, figg. 15. Biblio 43 titoli.

Accurata descrizione del modello di cui al titolo per la valutazione di più scenari di collisione fra veicoli ferroviari.

272 L'accettazione di treni senza macchinista

(MORAST – VOSS – DAUTZENBERG – URBAN – NIESSEN)

A survey on the acceptance of unattended trains

Journal of Rail Transport Planning & Management, 25, 2023, 100370, pp. 13, fig. 1. Biblio 60 titoli.

Un macchinista assume un ruolo speciale nelle odierne operazioni ferroviarie non urbane, a differenza di

quanto avviene invece nei sistemi metropolitani non presidiati a guida autonoma, ormai sempre più diffusi. In futuro, la tecnica consentirà la marcia senza macchinisti, cosa che lancia diverse sfide sul mercato e per la ricerca. Il problema non è solo tecnico, ma investe anche il grado di accettazione da parte dei passeggeri.

Questa è una incognita, affrontata dagli autori, consci che la maggior parte della letteratura riguardante l'accettazione di veicoli senza conducente o incustoditi è correlata al trasporto stradale e aereo, ma non al trasporto ferroviario.

Viene presentato dunque l'esito di un sondaggio online predisposto allo scopo, che mostra come i passeggeri sarebbero potenzialmente inclini a utilizzare treni non presidiati.

Sul giudizio influiscono i fattori sociodemografici, l'età, l'attuale utilizzo del trasporto ferroviario.

Fonte di preoccupazione fra il pubblico è la possibilità di subire attacchi informatici.



CASSETTE DI CONTEGNO CERTIFICATE IP 6X, IP X7 & IK10

Tra gli obiettivi di Plastiroma Srl;

“realizzare il prodotto a miglior qualità”

Per fare ciò la Plastiroma si è rivolta ai migliori laboratori per certificare i suoi prodotti, mettendo gli stessi sotto diverse prove:

- IP protection (foto 1A, 2A, 3A);
- Vibration test (foto 1B, 2B);
- Impact energy (foto C).

Di seguito alcuni laboratori in cui sono stati esaminati i nostri prodotti:
ELETTRA SRL, IASELAB SRL, QUALILAB SRL e NEMKO SPA.

Le nostre cassette di congegno hanno superato con esiti positivi le prove di impatto IK10, le prove di vibrazione e quelle di diversi gradi di protezione IP.

www.plastiroma.it | info@plastiroma.it | +39 0774 367431/32



1A



1B



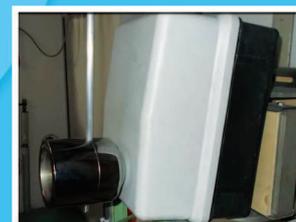
2A



2B



3A



C

Ci prendiamo cura delle tue rotaie



MOLATURA E DIAGNOSTICA DEL BINARIO

Offriamo soluzioni a 360°, dalla molatura di rotaie e scambi a molature speciali, servizi di diagnostica e controllo ad ultrasuoni.



171 Rischio ambientale per la rete ferroviaria del Kazakhstan

(ASHIMOVA – BEISENOVA - MENÉNDEZ-PIDAL – JUMABAYEV – ZHUPYSHEVA – TAZITDINOVA)

Environmental Hazards of the Railway Infrastructure of Kazakhstan

Sustainability, 15(1), gennaio 2023, 1321, pp. 20, figg. 6. Biblio 45 titoli.

Il settore ferroviario rappresenta il maggiore settore economico in Kazakistan e ciò nonostante le questioni di sicurezza ambientale (mitigazione e prevenzione dei rischi e degli impatti) non ricevono sufficiente attenzione. Gli autori evidenziano le fonti di rischio per l'infrastruttura ferroviaria nazionale riferiti a parametri di valutazione connessi con la copertura del suolo, le risorse idriche, le precipitazioni, le aree naturali protette e la popolazione. Il risultato è una cartografia, in ambiente GIS, che mostra le aree sensibili e la loro suscettibilità ad essere maggiormente esposte a specifici danni ambientali.

172 Vibrazioni propagate nel terreno da traffico ferroviario e misure di mitigazione: una comparazione di buone pratiche

(OUAKKA - VERLINDEN – KOUROUSSIS)

Railway ground vibration and mitigation measures: benchmarking of best practices

Railway Engineering Science, 30 (1), gennaio 2022, pp. 1-22, figg. 16. Biblio 151 titoli.

Corposa analisi del problema delle vibrazioni e del rumore generate da traffico ferroviario, le cui tecniche di valutazione e mitigazione diventano elementi fondamentali della tutela ambientale. Le misure mitigatrici comparate nell'articolo coinvolgono il veicolo, l'armamento, l'esercizio e vengono valutate secondo indicatori specifici descritti nell'articolo.

L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA

Il CIFI ha pubblicato l'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA.

Il nuovo volume rappresenta un riferimento unico ed originale della storia e della evoluzione dell'Alta Velocità in Italia, dalle prime direttissime, alla Firenze-Roma, alle nuove linee AV-AC di recente entrate in servizio. Un immancabile "compagno" della *Storia e Tecnica Ferroviaria* già edita dal CIFI e un testo indispensabile per tutti i cultori, studiosi e appassionati del modo delle ferrovie. Una strenna ideale per ... se stessi, oltre che per amici personali, clienti e dipendenti delle aziende.

Volume in pregiata edizione, cartonato, formato A4, pagine 208 a colori ampiamente illustrate.

INDICE

- Ricerca e sviluppo della Velocità ferroviaria
- Le caratteristiche tecniche dell'AV
- Linee AV nel mondo
- Le Direttissime in Italia
- Nasce l'Alta Velocità-Alta Capacità
- Le Nuove Linee
- Milano-Bologna e Bologna-Firenze
- Nuove linee sui valichi alpini

Prezzo di copertina € 40,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



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.

NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

Francesco BOCCHIMUZZO

LA REALIZZAZIONE DEI LAVORI PUBBLICI NELLE FERROVIE

Volume I - Le regole generali

L'attuale codice degli appalti disciplina la programmazione, la progettazione, gli affidamenti e l'esecuzione dei contratti relativi a servizi, forniture e lavori pubblici, anche in applicazione delle Direttive Comunitarie emesse, in particolare per gli affidamenti degli appalti, a partire dagli anni '90 del secolo scorso.

Ma non è sempre stato così. Infatti, è solo a partire dal 1994, anno di emanazione della legge Merloni, che sono state ricomprese in un unico dispositivo le regole per la programmazione, la progettazione, l'affidamento e l'esecuzione dei lavori pubblici, precedentemente, a partire dalla prima legge sui lavori pubblici del 1865, contenute in separati filoni legislativi e regolamentari.

La prima linea ferroviaria (la Napoli-Portici) fu realizzata in Italia nel 1839, mentre altri duemila chilometri erano in esercizio (e almeno altrettanti in costruzione) nel 1865, anno di promulgazione della prima legge sui lavori pubblici, che, comunque, salvaguardava le "strade ferrate" dall'applicazione delle nuove regole.

A ciò aggiungasi la storica e altrettanto datata peculiarità del settore ferroviario che ha resistito per oltre un secolo, essendo oggi ritrovabile all'interno del Codice quale appannaggio dei cosiddetti settori speciali, e riservata sostanzialmente ai soli affidamenti sotto-soglia e alla esecuzione dei lavori, pure con qualche eccezione, mentre anche la progettazione risulta ormai regolamentata per il settore ferroviario, sempre in quanto appartenente ai settori speciali, in modo indistinto e senza specifiche particolarità per le ferrovie.

Ecco quindi che, negli ultimi decenni, il panorama delle pubblicazioni CIFI si è trovato sprovvisto di testi di orientamento che aiutassero il lettore a districarsi all'interno delle più recenti regole intervenute a disciplinare, tra le altre, anche le fasi della progettazione, a sua volta incrementatasi nella sua complessità per effetto dell'aggiornamento e della implementazione dei filoni legislativi interconnessi quali quelli disciplinanti l'ambiente, il paesaggio e il territorio nel suo complesso.

Ed è in questo contesto di intervenuta e naturale obsolescenza degli storici testi di cultura e formazione ferroviaria che molti ricorderanno (La Guardia, Parlavecchia, Taramasso...), che si colloca questo testo, concepito con l'ambizione di servire da riferimento e guida per la comprensione dell'intero ciclo realizzativo di un'opera ferroviaria: la programmazione, la progettazione, le autorizzazioni, gli affidamenti, l'esecuzione, il collaudo e la messa in esercizio.

Un... manuale prima dei manuali... così come definito dallo stesso autore per dare l'idea della necessità di approfondire successivamente nel dettaglio ogni singola tematica, e per mettere comunque in grado il lettore di aggiornare



autonomamente il proprio bagaglio di conoscenze, mano a mano che intervengono le immancabili modifiche/aggiornamenti dei vari filoni legislativi e regolamentari trattati, senza perdere l'orientamento e la padronanza a carattere generale dell'intero processo, e sapendo anche dare la giusta collocazione e considerazione a ogni nuova disposizione.

In questo Volume I – Le Regole Generali, viene quindi ripercorsa sia una rigorosa ricostruzione storica del cammino organizzativo e regolamentare delle ferrovie nel loro complesso, per dare ragione ed evidenza della evoluzione delle specificità tipiche del settore fin dalla nascita, sia la contestuale evoluzione del contesto legislativo nei vari filoni interessati e interessanti i lavori pubblici: ambiente, paesaggio, territorio e uso del suolo, sicurezza, autorizzazioni, espropri, conferenze di servizi. Dall'idea, al progetto pronto per essere messo in gara per l'affidamento.

Nel Volume II – La Gestione Esecutiva, di prossima pubblicazione, verranno poi trattate le fasi che, partendo dalla gara di appalto, si svilupperanno con l'esecuzione vera e propria e il collaudo e la messa in esercizio dell'opera.

Formato cm 24 x 17, 398 pagine in quadricromia. Prezzo di copertina € 38,00.

Sconto del 20% ai soci CIFI e/o agli abbonati alla Rivista "Ingegneria Ferroviaria". Per sconti, spese di spedizione e modalità d'acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella rivista "Ingegneria Ferroviaria".

Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

1 – TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE

1.1 – Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria

- 1.1.6 E. PRINCIPE – “Impianti di riscaldamento ad aria soffiata” (Vol. 1° e 2°) € 20,00
- 1.1.8 G. PIRO - G. VICUNA – “Il materiale rotabile motore” € 20,00
- 1.1.10 A. MATRICARDI - A. TAGLIAFERRI – “Nozioni sul freno ferroviario” € 15,00
- 1.1.11 V. MALARA – “Apparecchiature di sicurezza per il personale di condotta” € 30,00
- 1.1.12 G. PIRO – “Cenni sui sistemi di trasporto terrestri a levitazione magnetica” € 15,00

1.2 – Cultura Professionale - Armamento ferroviario

- 1.2.3 L. CORVINO – “Riparazione delle rotaie ed apparecchi del binario mediante la saldatura elettrica ad arco” (Vol. 6°) € 15,00

1.3 – 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
- 2.8 P.L. GUIDA - E. MILIZIA – “Dizionario Ferroviario – Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza” € 35,00
- 2.9 P. DE PALATIS – “L’avvenire della sicurezza – Esperienze e prospettive” € 20,00
- 2.10 AUTORI VARI – “Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management” € 25,00
- 2.12 R. PANAGIN – “Costruzione del veicolo ferroviario” € 40,00
- 2.13 F. SENESI - E. MARZILLI – “Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia” € 40,00
- 2.14 AUTORI VARI – “Storia e Tecnica Ferroviaria – 100 anni di Ferrovie dello Stato” € 50,00
- 2.15 F. SENESI - E. MARZILLI – “ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)” € 60,00
- 2.16 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carrozze e carri” € 20,00
- 2.18 B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA - A. VENTIMIGLIA – “L’Alta Velocità Ferroviaria” € 40,00

- 2.19 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carri” € 30,00
- 2.20 L. LUCCINI – “Infortuni: Un’esperienza per capire e prevenire” € 7,00
- 2.21 AUTORI VARI – “Quali velocità quale città. AV e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia” € 150,00
- 2.22 G. ACQUARO – “I Sistemi di Gestione della Sicurezza Ferroviaria” € 25,00
- 2.23 F. CIUFFINI – “Orario Ferroviario - Integrazione e Connettività” € 30,00
- 2.24 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

3 – TESTI DI CARATTERE STORICO

- 3.1. G. PAVONE – “Riccardo Bianchi: una vita per le Ferrovie Italiane” € 15,00
- 3.2. E. PRINCIPE – “Le carrozze italiane” € 50,00
- 3.3. G. PALAZZOLO (in Cd-Rom) “Cento Anni per la Sicilia” Omaggio per residenti Regione Sicilia € 6,00
- 3.5. AUTORI VARI – La Museografia Ferroviaria e il museo di Pietrarsa € 12,00
- 3.6. Ristampa del volume a cura del CIFI “La Stazione Centrale di Milano” ed. 1931 € 100,00

4 – ATTI CONVEGNI

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

6 – TESTI ALTRI EDITORI

6.5.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con Carrozze Media Distanza”	€ 25,00	6.11.	R. MARINI (ed. Plasser & Theurer – Plasser Italiana) “Treni nel Mondo”	€ 30,00	
6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani”	€ 28,00	6.12	A. BUSSI (ed. Luigi Pellegrini Editore) “Due Vite, Tante Vite (Storie di ferrovia e resistenza)”	€ 16,00	
6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia”	€ 35,00	6.61.	M. MORZIELLO “Sistema Ferroviario Italiano Alta Velocità”	€ 34,00	
6.8.	E. PRINCIPE – “Treni italiani – ETR 500 Frecciarossa”	€ 25,00	6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) – “Un Mondo su rotaia”	€ 29,00	
6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia” ..	€ 20,00	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
6.10.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Le carrozze dei nuovi treni di Trenitalia”	€ 24,00				

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*

Modulo per la richiesta dei volumi

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

Richiedente: (Cognome e Nome)

Indirizzo: Telefono:

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

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

n.(in lettere) copie del volume:

n.(in lettere) copie del volume:

n.(in lettere) copie del volume:

La consegna dovrà avvenire al seguente indirizzo:

.....

Data

Si allega la ricevuta del versamento

Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (P.I. 00929941003)

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

NUOVA EDIZIONE DEL CIFI

Francesca CIUFFINI
ORARIO FERROVIARIO
Integrazione e connettività

L'orario è l'essenza dei trasporti di linea e pertanto anche del trasporto ferroviario, con un elemento specifico, quello del vincolo di natura infrastrutturale, che rende maggiormente complessa la sua progettazione rispetto a quella di altri sistemi.

L'orario è il prodotto che viene offerto e venduto dal sistema nel suo insieme, il catalogo commerciale dei servizi di trasporto offerti dalle imprese ferroviarie, ma anche lo strumento di organizzazione industriale, sia del trasporto che dell'infrastruttura. Ad esso sono collegati quindi aspetti sia commerciali che produttivi, connessi con l'attrattiva dei servizi e con l'organizzazione industriale di operatori e gestore della rete.

Esso riveste un'importanza strategica, in quanto intorno ad esso ruotano costi e ricavi delle aziende, efficienza economica e redditività. E soprattutto la soddisfazione dei viaggiatori, che potranno decidere se servirsi o meno del treno, sicuramente in base al prezzo ma anche in base a quanto l'orario risponda alle proprie esigenze di spostamento e sia ritenuto affidabile.

Il libro ha l'obiettivo di mostrare perché l'orario è importante e a che cosa serve, come funziona, chi lo decide e come si può costruire.

Particolare rilievo è dato all'aspetto della connettività e dell'integrazione dei servizi a questa finalizzata. Un'integrazione sia interna al ferro che con le altre modalità di trasporto, per la quale l'orario svolge un ruolo importante.

Approfondito anche il tema dell'orario ciclico (o cadenzato), per gli aspetti sia di merito, che di metodo, che consentono di mettere più facilmente in luce i meccanismi di funzionamento di un sistema di orario.

Parte I

Panoramica generale sull'orario e sull'integrazione dei servizi di trasporto

1. Che cosa è l'orario
2. Perché l'orario è importante
3. Come fare l'orario
4. Il risultato della progettazione: qualità ed efficienza dell'orario
5. Il cadenzamento degli orari come innovazione
6. Chi fa l'orario e quando

Parte II

Focus: elementi di tecnica dell'orario

7. La progettazione delle tracce orarie
8. Progettazione dell'orario grafico e vincoli di infrastruttura
9. Organizzazione industriale lato trasporto
10. Analisi di capacità e stabilità dell'orario



Parte III

Sistemi di orario cadenzato: approfondimenti

11. Schematizzazione di un orario cadenzato
12. La struttura dell'orario e la simmetria
13. Variazioni di struttura: effetti su costi lato trasporto, capacità di stazione e attrattiva
14. Progettazione di un orario cadenzato
15. Esempi applicativi

Formato cm 24x17, 296 pagine in quadricromia, copertina cartonata.

Prezzo di copertina € 30,00.

Per sconti, spese di spedizione e modalità d'acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella rivista "Ingegneria Ferroviaria".

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2023

(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 2023

(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.

FORNITORI DI PRODOTTI E SERVIZI

Costruttori di materiale rotabile ed impianti ferroviari – Società di progettazione – Produttori di ricambi e prodotti vari per le ferrovie – Imprese appaltatrici di lavori di ogni genere per ferrovie nazionali, regionali, metropolitane e di trasporto pubblico urbano.

- A** Lavori ferroviari, edili e stradali – Impianti di riscaldamento e sanitari – Lavori vari
- B** Studi e indagini geologiche-palificazioni
- C** Attrezzature e materiali da costruzione
- D** Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici
- E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria
- F** Prodotti chimici ed affini
- G** Articoli di gomma, plastica e vari
- H** Rilievi e progettazione opere pubbliche
- I** Trattamenti e depurazione delle acque
- L** Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro
- M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari
- N** Vetrofanie, targhette e decalcomanie
- O** Formazione
- P** Enti di certificazione
- Q** Società di progettazione e consulting
- R** Trasporto materiale ferroviario

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 – Sito internet: www.marga-
ritelli.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.

D **Meccanica, metallurgica,
macchinari, materiali,
impianti elettrici ed elettronici:**

**ARTHUR FLURY S.r.l. – Via Settimio Raimondi, 7G – 44034
COPPARO (FE) – Tel. +39 3471759819 – E-mail:
info@afluryitalia.it – Produzione materiali per linee aeree
ferroviarie, tranviarie e metropolitane (trazione elettrica).
Isolatori di sezioni per tutte le velocità (da 30 a 250 Km/h) e
tensioni elettriche in corrente continua e alternata. Morset-
teria 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 cir-
cuito. 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 ferrovia-
rie e tranviarie – Produzione di componenti ed accessori
per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospen-
sioni per linee tradizionali ed Alta Velocità - Dispositivi
di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, mor-
setteria 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.se-
curitysystems@bosch.com - Prodotti e soluzioni in ambi-
to Security, Safety e Communication per applicazioni di:
videosorveglianza e artificial intelligence, rilevazione in-
trusione, rivelazione incendio, audio evacuazione e con-
trollo degli accessi. Tecnologie innovative per la protezio-
ne dei beni e delle persone, e per l'efficientamento dei
processi e dei servizi.**

**CANAVERA & AUDI S.p.A. – Regione Malone, 6 – 10070
CORIO (TO) – Tel. 011/928628 – Fax 011/9282709 – E-
mail: canavera@canavera.com – Sito internet: www.cana-
vera.com – Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino
a 200 kg – Lavorazioni meccaniche – Costruzione compo-
nenti 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 tranciacufuni 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 deviatore e accessori, tiranterie, zatteroni, traverse cave, fermascambi, immobilizzatori, dispositivi di bloccaggio, apparecchiature per segnalamento e sicurezza, passaggi a livello, materiali per rotabili.

COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – Via F. Fellini, 4 – 20097 SAN DONATO MILANESE (MI) – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – www.colasrail.com – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – Studi di fattibilità, progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane – Sottostazioni elettriche per alimentazione in c.c. e c.a. – Linee primarie; impianti di telecomando – Impianti luce e forza motrice.

CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – Via Cortemilia, 71 – 17014 CAIRO MONTENOTTE (SV) – Tel. 019/502571 – www.cronosrail.com – Installazione impianti ed apparecchiature per la trazione elettrica per trasporti ferroviari, metropolitane e tranvie – Sottostazioni elettriche e impianti IFM – Impianti e sistemi elettrici ed elettronici anche complessi, integrati ed informatici, quadri elettrici e cabine di trasformazione – Infrastrutture per le vie di comunicazione, impianti e sistemi telematici in generale, reti telematiche e informatiche, di trasporto e di connessione dati – Progettazione e realizzazione di linee di contatto, ferroviarie ed urbane.

DOT SYSTEM S.r.l. – Via Marco Biagi, 34 – 23871 LOMAGNA (LC) – Tel. +39 039.92259202 – Fax +39 039.92259290 – E-mail: info@dotsystem.it – www.dotsystem.it – Monitor grafici LCD di banco per locomotive e carrozze pilota – Terminali grafici LCD per logica di treno e gestione dati diagnostici – Schede di 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.

E.T.A. S.p.A. – Via Monte Barbaghino, 6 – 22035 CANZO (CO) – Tel. +39 031.673611 – Fax +39 031.670525 – e-mail: infosed@eta.it – www.eta.it – *Carpenteria*: quadri elettrici non cablati – Armadi e contenitori elettrici per esterni – Armadi 19" – Quadri inox per gallerie – Cassette inox lungo linea – Saldatura al TIG certificata – Conformità alle specifiche RFI.

FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – Via Volvera, 51 – 10045 PIOSSASCO (TO) – Tel. 011.9044.1 – Fax 011.9064394 – Sito internet: 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 – Sito internet: 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 dia-

gnostica costruite su specifica del Cliente – Fanali di coda e indicatori luminosi a led.

GALLOTTI 1881 S.r.l. – Via Codrignano 57/a – 40026 IMOLA (BO) – Tel. 0542/690987 – Fax 0542/690987 – e-mail: gallotti@gallotti1881.com – www.gallotti1881.com – Costruzione con progettazione di strutture metalliche per il segnalamento ferroviario, strutture metalliche speciali, piantane ed attrezzature unifer, carpenterie metalliche e meccaniche.

GECO S.r.l. - Via Ugo Foscolo, 9 - 28066 GALLIATE (NO) - CF e P.Iva:IT01918320035 – Tel. 0321/806957 - E-mail: info@gecoitalia.biz - Progettazione, integrazione, prodotti, servizi ingegneristici e sviluppo software per applicazioni di informazione al pubblico, sincronizzazione oraria, videosorveglianza, diffusione audio, rilevazione incendio, sicurezza, antintrusione avvalendosi di tecnologie innovative e partner altamente qualificati in ambito ferroviario.

ISOIL INDUSTRIA S.p.A. – Via F.lli Gracchi, 27 – 20092 CINISELLO BALSAMO (MI) – Tel. 02/660271 – Fax 02/6123202 – E-mail: vendite@isoil.it – Web: 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 - Presostati e Termostati - Agente esclusivo di: DEUTA WERKE / JAQUET / GEORGIN / KAMERA & SYSTEM TECHNIK.

KNORR-BREMSE Rail Systems Italia S.r.l. – Via San Quirico, 199/I – 50013 CAMPI BISENZIO (FI) – Tel. 055/3020.1 – Fax 055/3020333 – E-mail: kbrsitalia@knorr-bremse.it – Sito internet: www.knorr-bremse.it – Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici ed elettroidraulici per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, dischi freno – Compressori a vite e a pistoni, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento aria compressa – Impianti toilettes ecologici a recupero – Sistemi ed apparecchiature elettroniche di comando, controllo e diagnostica – Servizi di assistenza, riparazione e manutenzione di sistemi frenanti.

LA CELSIA SAS – Via A. Di Dio, 109 – 28877 ORNAVASSO (VB) – Tel. 0323.837368 – Fax 0323.836182 – Dal 1974 progettazione, produzione e vendita di contatti elettrici sinterizzati ed affini, materiali sinterizzati da metallurgia delle polveri, connessioni flessibili e particolari vari, annessi per interruttori, commutatori, sezionatori per tutte le apparecchiature elettromeccaniche di potenza e trasmissione dell'energia.

LUCCHINI RS S.p.A. – Via G. Paglia, 45 – 24065 LOVERE (BG) – Tel. 035/963562 – Fax 035/963552 – e-mail: rolling-stock@lucchini.it – sito web: www.lucchini.it – Materiale rotabile per trasporti ferroviari urbani, suburbani e metro-

politani; ruote cerchiate; ruote elastiche; ruote monoblocco; assili; cerchioni; boccole; sale montate da carro, carrozza e locomotiva completa di componenti; cuori fusi al manganese per scambi ferroviari – Riparazione e ripristino di sale montate con sostituzione di ruote e cerchioni – Revisione e collaudo di altri componenti.

MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – Via A. Chiarucci, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – e-mail: info@mariniimpianti.it – Sito web: www.mariniimpianti.it – Registratori Cronologici di Eventi (RCE) – Monitoraggio della temperatura delle rotaie (UMTR) – Apparecchiature di diagnostica centralizzate degli impianti di Segnalamento di linea e di stazione (SDC) – Sistemi di supervisione – Strumenti di misura per sotto stazioni – Rilevatore differenziale per segnali luminosi alti a commutazione statica SDO – Generatore di alimentazione 83 Hz PSK – Progettazione ed installazione degli impianti.

MATISA S.p.A. – Via Ardeatina km. 21 – Loc. S. Palomba – 00040 POMEZIA (ROMA) – Tel. 06.918291 – Telefax 06.91984574 – e-mail: matisa@matisa.it – Vagliatrici, rinalzatrici, profilatrici, veicoli di servizio per infrastruttura e catenaria, drasine di misura della geometria del binario, treni di costruzione nuovo binario, incavigliatrici, foratrasverse, forarotaie, apparecchiatura di controllo, segarotaie, gruppi rinalzatrici a lame vibranti.

MICROELETTRICA SCIENTIFICA S.p.A. – Via Lucania, 2 – 20090 BUCCINASCO (MI) – Tel. +39.02.575731 – e-mail: info.MIL@microelettrica.com – www.microelettrica.com – Applicazioni Bordo Veicolo ed Industriali di: – Contatori e Sezionatori fino a 4.000V ca/cc – Interruttori Extrarapidi in fino a 4.000V e 10.000A in cc – Relè di protezione ca/cc – Trasduttori e Sistema di Misura – Resistenze di frenatura, MAT del neutro, filtri e banchi di carico – Metering, Sistemi di misura in Tensione e Corrente, Misura dell'Energia a bordo veicolo secondo norma EN50463 – Unità Funzionali e Box integrati – Ventilatori Assiali e Ventilatori Centrifughi.

MONT-ELE S.r.l. – Via Cavera, 21 – 20034 GIUSSANO (MI) – Tel. 0362/850422 – Fax 0362/851555 – e-mail: mont-ele@mont-ele.it – www.mont-ele.it – Ingegneria di sottostazioni di conversione e di sottostazioni di alimentazione sistemi A.V. 25 kV – Produzione di quadri innovativi, alimentatori, raddrizzatori, sezionatori bipolari, quadri filtri, quadri misure – Produzione commutatori 3600 V 3000 A, sezionatori bipolari 3000 A, trasduttori di corrente, quadri di sezionamento 25 kV (52 kW) e sezionatori di alta tensione – Realizzazione di impianti, sottostazioni fisse e mobili lato alternata e continua.

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 manu-

tenzione 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 – Web: www.pandrol.com – Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

PISANI S.r.l. – Via Vilfredo Pareto, 20 – 27058 VOGHERA (PV) – Tel. +39.347.4318990 – e-mail: giorgio@pisani.eu – Sistemi informatizzati, non invasivi di monitoraggio e certificazione dei processi di realizzazione e controllo in esercizio della lunga rotaia saldata e della posizione piano altimetrica del binario.

PLASSER ITALIANA S.r.l. – Via del Fontanaccio, 1 – 00049 VELLETRI (ROMA) – Tel. 06/9610111 – Fax 06/9626155 – e-mail info@plasser.it – www.plasser.it – Commercializzazione, riparazione e manutenzione di macchine per la costruzione e la manutenzione del binario ferroviario - Risanatrici, rinalzatrici, profilatrici, stabilizzatrici dinamiche, vetture di rilevamento e sistemi per la diagnostica del binario e della linea di contatto, saldatrici mobili per rotaie, autocarrelli con gru e piattaforme, autocarrelli per tesatura frenata linee di contatto, carrelli portabobine, dispositivi per video-ispezione linee ferroviarie e binario, rappresentanza attrezzature Robel.

POSEICO S.p.A. – Via Pillea, 42-44 – 16153 GENOVA – Tel. 010/8599400 – Fax 010/8682006-010/8681180 – E-mail: semicond@poseico.com – www.poseico.com – Dispositivi a semiconduttori di potenza (Diodi, Tiristori, GTO's, IGBT Press-pack, ecc.) – Dissipatori ad acqua per il raffreddamento di dispositivi di potenza sia press-pack che moduli – Assiemati di potenza con raffreddamento in aria naturale, aria forzata ed acqua – Ponti raddrizzatori per applicazioni industriali e di trazione – Analisi di guasto e servizio di collaudo – Riparazioni di assiemati di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

PROJECT AUTOMATION S.p.A. – Viale Elvezia, 42 – 20052 MONZA (MI) – Tel. 039/2806233 – Fax 039/2806434 – www.p-a.it – Sistemi ed apparecchiature di segnalamento, controllo e supervisione del traffico per metrotranvie e tranvie – Radiocomando scambi, casse di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico – Priorità mezzi pubblici – Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

RAND ELECTRIC S.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILANO – Tel. 02.26144204 – Fax 02.26146574 – Canaline, fa-

scette, 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 – Sito internet: www.schaeffler.it – Cuscinetti volventi a marchio FAG e INA, standard e speciali, boccole ferroviarie, snodi sferici, attrezzature di montaggio e smontaggio, diagnostica.

SCHUNK CARBON TECHNOLOGY S.r.l. – Via Romolo Murri, 22/28 – 20013 MAGENTA (MI) – Tel. 02/972190-1 – Fax 02/97291467 – e-mail: info@schunkitalia.it – www.schunk-group.com – Spazzole, portaspazzole, pantografi, striscianti, dispositivi di messa a terra, prese di corrente laterale, sistemi ungiordo, dispositivi di protezione corrente parassite, ricambi.

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@sirtel-srl.it – Sito web: www.sirtel-srl.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. 051/794 820 – E-mail: site@sitespa.it – Sito web: www.sitespa.it/railways – **IMPIANTI DI SEGNALAMENTO FERROVIARIO:** Progettazione e realizzazione di impianti di segnalamento per la sicurezza ferroviaria - Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di segnalamento come il Blocco Automatico a Correnti Codificate, Sistemi di Controllo Marcia del Treno, Apparati Centrali Elettrici a Itinerari, etc. - Manutenzione, formazione e assistenza tecnica - **RETI & SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI:** Progettazione e realizzazione di reti Wireline e Wireless, di reti GSM-R e di sistemi SDH - Progettazione, fornitura, installazione, integrazione e messa in servizio di sistemi di: Informazione al Pubblico, Videosorveglianza, Supervisione per la sicurezza e la manutenzione, telefonia selettiva, Bigliettazione, etc. - Manutenzione, Formazione e assistenza tecnica - **MESSA IN SICUREZZA GALLERIE:** Progettazione layout impianti di Messa in Sicurezza delle Gallerie - Realizzazione di impianti per la copertura radio, il rilevamento e spegnimento incendi, la telefonia d'emergenza, diffusione sonora d'emergenza, illuminazione d'emergenza, etc.

SPII S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA) – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spii.it - info@spii.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmati elettromeccanici, multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di contatto di potenza – Elettromagneti – Relè di potenza e ausiliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Termostati per c.a. e per c.c., per bassa ed alta tensione – Sezionatori – Motori e motoriduttori frazionari in c.c. – Connettori – Dispositivi di interblocco multiplo a chiave – Combinatori e manipolatori – Equipaggiamenti integrati completi per la trazione pesante e leggera.

SUPERUTENSILI S.r.l. – Via A. Del Pollaiuolo, 14 – 50142 FIRENZE – Tel. 055.717457 – Fax 055.7130576 – Forniture ferrotranviarie: filtri e pannelli filtranti, utensili, macchinari, strumenti di misurazione, rimozione graffi, 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 – www.tecnelsystem.it – E-mail: tecnel@tecnelsystem.it – Pulsanti – Interruttori – Selettori – Segnalatori serie T04 per banchi comando – Segnalatori a Led serie S130 – Pulsanti apertura porte serie 56 e 58 – Pulsanti mancorrente richiesta fermata serie T84 – Sistemi di comando e protezione porte – Avvisatori ottici ed acustici – Sirene – Temporizzatori – Sensori presenza e apertura porte.

TEKFER S.r.l. – Via Gorizia, 43 – 10092 BEINASCO (TO) – Tel. 011.0712426 – Fax 011.0620580 – E-mail: segreteria@tekfer.com – Sito internet: www.tekfer.com – Sistemi per impianti di sicurezza e segnalamento – Apparecchiature per il blocco automatico – INFILL – Codificatori statici – Relè elettronici (TR, HR, DR, relè a disco e altri) – Prodotti per 83,3 Hz (generatori di potenza fino a 15 kVA, filtri e rifasatori) – Telecomandi in sicurezza – Diagnostica impianti – Progettazione e installazione impianti.

THERMIT ITALIANA S.r.l. – Via Sirtori, 11 – 20017 RHO (MI) – Tel. 02/93180932 – Fax 02/93501212 – Materiali ed attrezzature per la saldatura alluminotermica delle rotaie.

TESMEC RAIL - C/Da Bajone z.i. snc – Via Fogazzaro, 51 – 70053 MONOPOLI (BA) – Tel. 080.9374002 - Fax 080.4176639 - E-mail: info@tesmec.com - www.tesmec.com - Progettazione, costruzione e commercializzazione di mezzi d'opera ferroviari per l'elettrificazione e la manutenzione della catenaria: autoscale multifunzione ad assi e carrelli, scale motorizzate e unità di stendimento. Veicoli e sistemi per la diagnostica dell'armamento e della catenaria; sistemi diagnostici per il rilievo di difetti nelle gallerie ferroviarie e per la valutazione degli apparecchi di binario.

T&T S.r.l. – Via Vicinale S. Maria del Pianto - Complesso Polifunzionale Inail - Torre 1 – 80143 NAPOLI – Tel./Fax 081.19804850/3 - E-mail: info@ttsolutions.it – www.ttsolutions.it – T&T (Technology & Transportation) opera da anni in ambito ferroviario offrendo servizi di consulenza ingegneristica - Specializzata per attività di System & Test Engineering – Progettazione e Sviluppo di Sistemi Embedded Real-Time per applicazioni Safety-Critical, Analisi RAMS, Verifica & Validazione, Preparazione Safety Assessment, Supporto alla Progettazione e alla Configurazione di Impianti di Segnalamento Ferroviario, Commissioning & Maintenance.

VAIA CAR S.p.A. – Via Isorella, 24 – 25012 CALVISANO (BS) – Tel. 0309686261 - Fax 0309686700 - e-mail vaia-car@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 - Sito web: 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 (RM) – Tel. 0774.367431-32 – Fax 0774.367433 – E-mail: info@plastiroma.it – Sito web: 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. 3476766033 - 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 stimativi 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 CERENESI (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) – Realizzazioni di Verifiche e Validazioni dei progetti complete 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 0289426332 – Fax +39 0283242507 – E-mail: franco.pedrinnazzi@schweizer-electronic.com – Sito: 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 Vetrotanie, targhette e decalcomanie:

O Formazione

TRAINing S.r.l. - Via Sommacampagna, 63H – 37137 VERONA – Tel. 045 511 82 58 – E-mail: info@trainingsrl.it – www.trainingsrl.it – Facebook, LinkedIn e Instagram: trainingsrl – TRAINing assicura formazione per le attività di sicurezza e consulenza per il settore ferroviario. Il proprio Centro di Formazione, riconosciuto dalle National Safety Authorities in Italia (2012) e in Austria (2021), assicura la formazione mirata al conseguimento e al mantenimento delle abilitazioni per la Condotta, l'Accompagnamento e la Preparazione dei Treni, formazione per specialisti, (professional e/o manager) sull'organizzazione, sulla tecnica ferroviaria e sulla normativa di settore. TRAINing svolge altresì servizi di consulenza per lo sviluppo e l'aggiornamento dei Sistemi di Gestione della Sicurezza (SGS) ed assicura la fornitura ed il costante aggiornamento dei manuali di mestiere per le attività di sicurezza. Maggiori informazioni si possono ottenere consultando il sito o richiedendole espressamente a TRAINing a mezzo mail o call center.

P Enti di certificazione

ITALCERTIFER S.p.A. – Piazza della Stazione, 45 – 50123 FIRENZE – Tel. 055.2988811 – Fax 055.264279 – www.italcertifer.it – Organismo notificato n. 1960 (Direttiva 2008/57/CE) – Verificatore indipendente di sicurezza (linee guida ANSF) – Organismo di ispezione di tipo A (norma EN 17020) per sottosistemi ferroviari e per la validazione di progetti civili – Laboratori accreditati per prove di componenti e sottosistemi ferroviari.

Q Società di progettazione e consulting:

INTERLANGUAGE S.r.l. – Strada Scaglia Est 134 – 41126 MODENA - Tel. 059/344720 - Fax 059/344300 - E-mail: info@interlanguage.it – Sito internet: 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.

Prof. Ing. Stefano Ricci, *direttore responsabile*
Registrazione del Trib. di Roma 16 marzo 1951, n. 2035 del Reg. della Stampa

Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma
Finito di stampare nel mese di Marzo 2023



ESSEN ITALIA

Sistemi integrati per il sostegno provvisorio del binario

Ponti ESSEN

Modularità e Flessibilità



ESSEN ITALIA promuove, sviluppa e impiega la tecnologia "Ponti ESSEN" per il sostegno provvisorio del binario in esercizio.

Maggiore velocità in sicurezza



Qualità e Sicurezza

Forte di un "curriculum" d'eccellenza, la tecnologia "Ponti ESSEN" garantisce, nelle sue diverse configurazioni di utilizzo, elevati standard di qualità e sicurezza all'esercizio ferroviario.



Soluzioni chiavi in mano



ESSEN ITALIA S.r.l.

Viale Ettore Franceschini, 91 - 00155 Roma
Tel: 06 83085711 - Fax: 06 56561441
www.essenitalia.it - info@essenitalia.it

Titolare tecnologia:

Ponti ESSEN®
www.pontiesсен.it

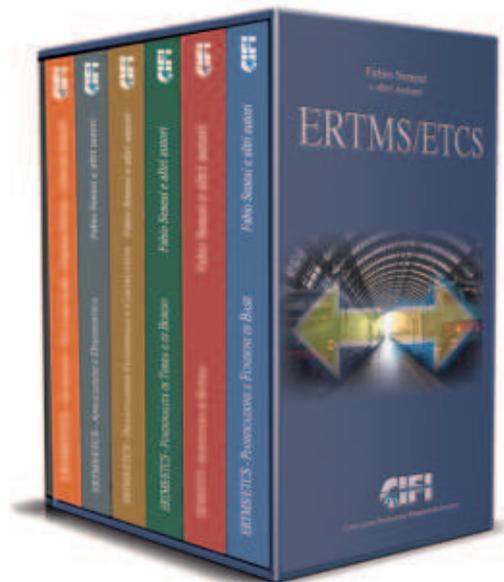
ERTMS/ETCS

Collana di 6 volumi con Appendice ed Aggiornamenti on-line

I volumi, con circa 2.000 pagine, sono stati redatti a valle del Corso CIFI sul Sistema ERTMS/ETCS, ad opera di Fabio Senesi e di altri 43 specialisti del settore fra Autori, Istruttori e Revisori. I vari argomenti sono trattati per essere utili sia ai progettisti che ai cultori ferroviari. I capitoli dei volumi sono linkati con il sito CIFI www.wikirail.it in cui saranno pubblicati gli eventuali aggiornamenti che, nel tempo, si avranno nelle varie fasi di progettazione, realizzazione ed esercizio del Sistema.

I testi sono un riferimento aggiornato sia per oggi che per il futuro.

**La collana non è solo libri, bensì un continuo servizio
sia formativo che informativo su ERTMS/ETCS**



CIFI
COLLEGIO INGEGNERI
FERROVIARI ITALIANI

