

PLASSERMATIC 08-275/4



Plasser Italiana

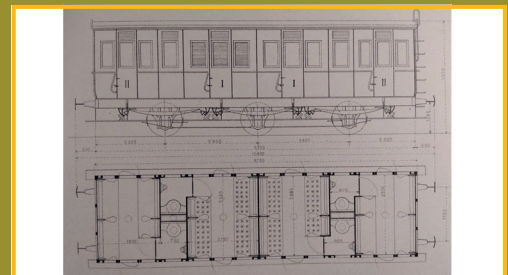
ISSN - 0020 - 0956

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

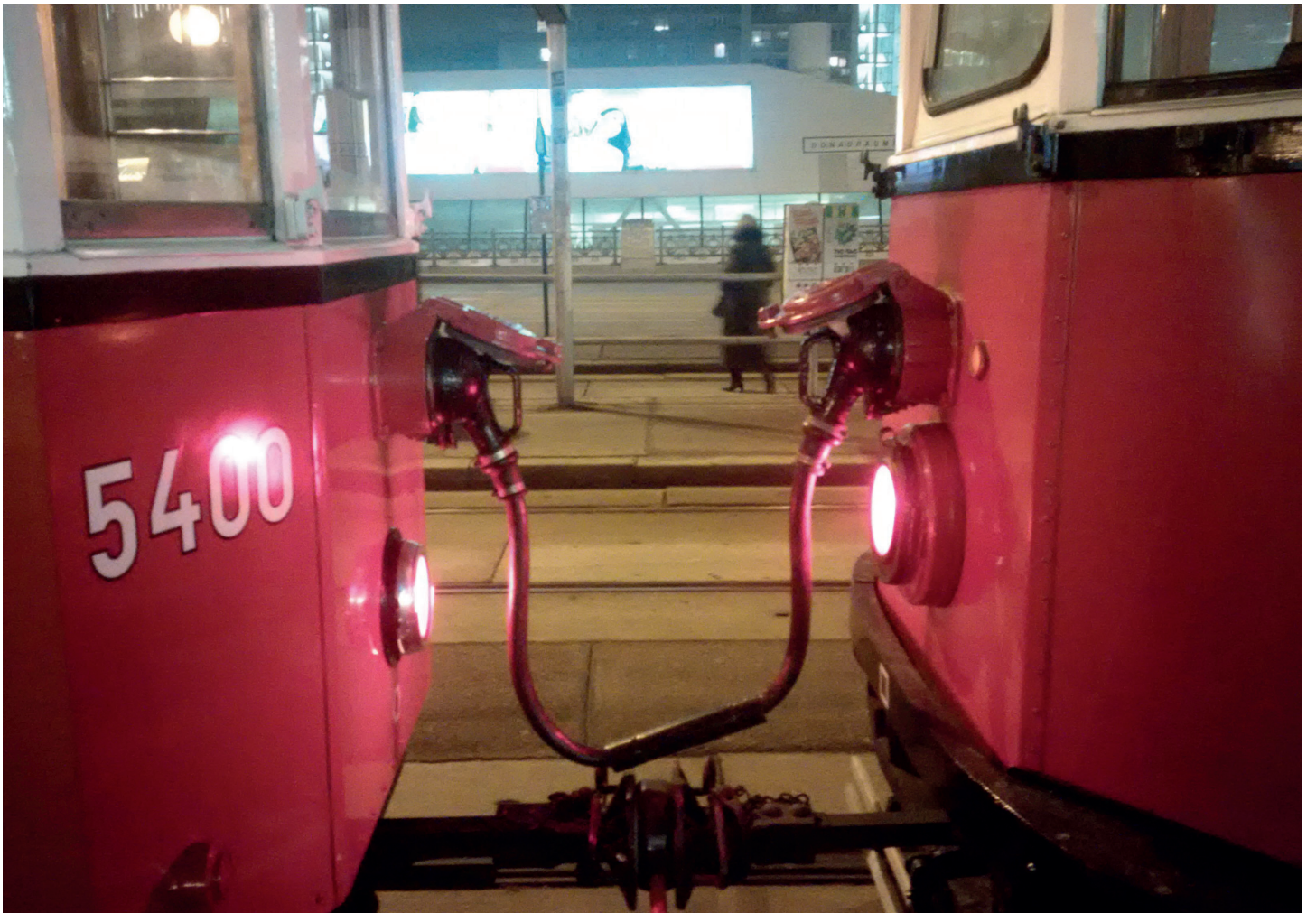
In questo numero
In this issue



**Sistemi a levitazione magnetica:
antefatti e prospettive future**
*Magnetic levitation systems:
background and future prospects*



**Connettività della rete italiana:
1885-1905**
*Connectivity of the Italian network:
1885-1905*



I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

| | |
|--|---|
| A.A.R.B.A. – MILANO | INFRASTRUTTURE VENETE S.r.l. – PIOVE DI SACCO (PD) |
| A.I.FERR – GENOVA | INTECS S.p.A. – ROMA |
| A.M.T. – GENOVA | ITALCERTIFER S.p.A. – FIRENZE |
| A.T.M. S.p.A. – MILANO | ITALFERR S.p.A. – ROMA |
| ABB S.p.A. – GENOVA | ITALO – N.T.V. S.p.A. – MILANO |
| ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. – SAVIGLIANO (CN) | IVECOS S.p.A. – COLLE UMBERTO (TV) |
| ANCEFERR – ROMA | KNORR–BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. – CAMPI BISENZIO (FI) |
| ANIAF – ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO – ROMA | KONI B.V. – BARGE (CN) |
| ANSFISA – FIRENZE | KRAIBURG STRAIL GMBH & CO KG – TITTMONING (GERMANIA) |
| ARMAFER S.r.l. – LECCE | LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. – AREZZO |
| ASS.TRA – ASSOCIAZIONE TRASPORTI – ROMA | LEF S.r.l. – FIRENZE |
| ASSIFER – ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE – MILANO | LOTTRAS S.r.l. – FOGGIA |
| ATAC – ROMA | LUCCHINI RS S.p.A. – LOVERE (BG) |
| AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE – TRIESTE | MA.FER S.r.l. – BOLOGNA |
| B. & C. PROJECT S.r.l. – SAN DONATO MILANESE (MI) | MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – PONTE SAN GIOVANNI (PG) |
| BONOMI EUGENIO S.p.A. – MONTICHIARI (BS) | MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.p.A. – CISTERNA DI LATINA (LT) |
| BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. – BRESCIA | MATISA S.p.A. – SANTA PALOMBA (RM) |
| BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. – MILANO | MER MEC S.p.A. – MONOPOLI (BA) |
| C.E.M.E.S. S.p.A. – PISA | MICOS S.p.A. – LATINA |
| C.L.F. COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.A. – BOLOGNA | MICROELETRICA SCIENTIFICA – BUCCINASCIO (MI) |
| CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. – LAINATE (MI) | MONT-ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI) |
| CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO | NICCHERI TITO S.r.l. – AREZZO |
| CEIE CLAMPS S.r.l. – CHIETI | NIER INGEGNERIA S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO) |
| CEIT IMPIANTI S.r.l. – SAN GIOVANNI TEATINO (CH) | NTT DATA ITALIA S.p.A. – MILANO |
| CEMBRE S.p.A. – BRESCIA | OFFICINA NAVALE QUAIAT S.r.l. – TRIESTE |
| CEPAV DUE – MILANO | PANDROL ITALIA S.r.l. – AGRATE BRIANZA (MB) |
| CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. – ORVIETO (TR) | PFISTERER S.r.l. – PASSIRANA DI RHO (MI) |
| Co.Me.F. S.r.l. – ROMA | PLASSER ITALIANA S.r.l. – VELLETRI (RM) |
| COET S.r.l. – COSTRUZIONI ELETTROTECNICHE – SAN DONATO M. (MI) | POLISTUDIO S.p.A. – MOSCHETTO (VE) |
| COGESIRM S.r.l. – CASORIA (NA) | PRATI ARMATI S.r.l. – OPERA (MI) |
| COLAS RAIL ITALIA S.p.A. – MILANO | PROGETTO BR S.r.l. – COSTA DI MEZZATE (RM) |
| COMESVIL S.p.A. – VILLARICCA (NA) | PROJECT AUTOMATION S.p.A. – MONZA (MI) |
| COMMEL S.r.l. – ROMA | PTF S.r.l. – CARINI (PA) |
| CONSORZIO SATURNO – ROMA | QSD SISTEMI S.r.l. – PESSANO CON BORNAGO (MI) |
| CONSORZIO TRIVENETO ROCCIATORI S.c.a.r.l. – FONZASO (BL) | RAIL TRACTION COMPANY – VERONA |
| COSTRUIRE ENERGIE S.r.l. – GUIDONIA MONTECELIO (RM) | RAVA – REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA – POLLEIN (AO) |
| CRONOS SISTEMI FERROVIARI S.r.l. – CAIRO MONTENOTTE (SV) | R.F.I. S.p.A. – RETE FERROVIARIA ITALIANA – ROMA |
| CZ LOKO ITALIA S.r.l. – PORTO MANTOVANO (MN) | RINA CONSULTING S.p.A. – GENOVA |
| D&T S.r.l. – MILANO | S.I.C.E. DI ROCCHI ROBERTO & C. – CHIUSI (PI) |
| D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. UNIPERSONALE – MONTORIO AL VOMANO (TE) | S.T.A. S.p.A. – STRUTTURE TRASPORTO ALTO ADIGE – BOLZANO |
| DINAZZANO PO – REGGIO NELL'EMILIA | SADEL S.p.A. – CASTEL MAGGIORE (BO) |
| DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA | SALCEF GROUP S.p.A. – ROMA |
| DYNASTES S.r.l. – ROMA | SATFERR S.r.l. – FIDENZA (PR) |
| ECM S.p.A. – SERRAVALLE PISTOIESE (PT) | SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.A. – MONTEVARCHI (AR) |
| ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI | SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – MILANO |
| EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI | SICURFERR S.r.l. – CASORIA (NA) |
| ESERCIZIO RACCORDI FERROVIARI – VENEZIA | SIELTE S.p.A. – ROMA |
| ETS S.r.l. – SOCIETÀ DI INGEGNERIA – LATINA | SIEMENS S.p.A. SETTORE TRASPORTI – MILANO |
| FADEP S.r.l. – NAPOLI | SILSUD S.r.l. – FERENTINO (FR) |
| FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – PIOSSASCO (TO) | SINTAGMA S.r.l. – SAN MARTINO IN CAMPO (PG) |
| FASE S.a.s. – DI EUGENIO DI GENNARO & C. – SENAGO (MI) | SIRTI S.p.A. – MILANO |
| FER S.r.l. – FERROVIE EMILIA ROMAGNA – FERRARA | SOLARI DI UDINE – MI |
| FERONE PIETRO & C. S.r.l. – NAPOLI | SPEKTRA S.r.l. – VIMERCATE (MB) |
| FERROTRAMVIARIA S.p.A. – BARI | SPITEK S.r.l. – PRATO |
| FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. – BARI | SVECO S.p.A. – BORGO PIAVE (LT) |
| FERROVIE DEL GARGANO S.r.l. – BARI | T.M.C. S.r.l. – TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT – POMPEI (NA) |
| FERROVIE DEL SUD EST E SERVIZI AUTOMOBILISTICI – BARI | TE.SI.FER. S.r.l. – FIRENZE |
| FERROVIE DELLO STATO S.p.A. – ROMA | TEAMSYSTEM S.p.A. – PESARO URBINO |
| FERROVIE NORD MILANO S.p.A. – MILANO | TECNOFER S.p.A. – (MN) |
| FIDA – ROMA | TECNOLOGIE MECCANICHE S.r.l. – ARICCIA (RM) |
| FONDAZIONE FS ITALIANE – ROMA | TELEFIN S.p.A. – VERONA |
| FOR.FER S.r.l. – ROMA | TERMINALI ITALIA – VERONA |
| FRANCESCO COMUNE COSTRUZIONI S.r.l. – GIUGLIANO IN CAMPANIA (NA) | TESMEC S.p.A. – GRASSOBBIO (BG) |
| G.T.T. – GRUPPO TRASPORTI TORINESE S.p.A. – TORINO | THALES ITALIA – FIRENZE |
| GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE – BOLZANO | THERMIT ITALIANA S.r.l. – RHO (MI) |
| GESTIONE GOVERNATIVA – ROMA | TRASPORTO PASSEGGIERI EMILIA ROMAGNA – TPER – BOLOGNA |
| GILARDONI S.p.A. – MANDELLO DEL LARIO (LC) | TRENITALIA S.p.A. – ROMA |
| GRANDI STAZIONI RAIL S.p.A. – ROMA | TRENITALIA TPER – BOLOGNA |
| HARPACEAS S.r.l. – MILANO | TRENORD S.r.l. – MILANO |
| H.T.C. S.r.l. – LEINI (TO) | TRENTINO TRASPORTI S.p.A. – TRENTO |
| HIMA ITALIA – MILANO | TUA – SOCIETÀ UNICA ABRUZZESE DI TRASPORTO S.p.A. – LANCIANO |
| HITACHI RAIL S.p.A. – NAPOLI | URETEK ITALIA S.p.A. – BOSCO CHIESANUOVA (VR) |
| HITACHI RAIL STS S.p.A. – GENOVA | VERICERT S.r.l. – FORNACE ZARATTINI (RA) |
| HUPAC S.p.A. – BUSTO ARSIZIO (VA) | VERTIV S.r.l. – ROMA |
| IKOS CONSULTING ITALIA S.r.l. – MILANO | VOITH TURBO S.r.l. – REGGIO EMILIA |
| IMATEQ ITALIA S.r.l. – RIVALTA SCRIVIA (AL) | VOSSLOH SISTEMI S.r.l. – CESENA |
| IMPRESA SILVIO PIEROBON S.r.l. – BELLUNO | VTG RAIL EUROPE GmbH – SARONNO (VA) |
| | WEGH GROUP S.p.A. – FORNOVO DI TARO (PR) |

INDICE DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

| | |
|--|-------------|
| PLASSER Italiana S.r.l. – Velletri (RM) | I Copertina |
| CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna | pagina 622 |
| ISOIL S.p.A. – Cinisello Balsamo (MI) | pagina 634 |
| KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. – Tittmoning | pagina 634 |
| PLASTIROMA S.r.l. – Guidonia Montecelio (RM) | pagina 636 |
| THERMIT Italiana S.r.l. – Rho (MI) | pagina 636 |

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2021

| | |
|--|---------------|
| - 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 - redazioneif@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
Federico CHELI
Giuseppe Romolo CORAZZA
Maria Vittoria CORAZZA
Biagio COSTA
Bruno DALLA CHIARA
Salvatore DI TRAPANI
Anders EKBERG
Alessandro ELIA
Luigi EVANGELISTA
Carmen FORCINITI
Attilio GAETA
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 LAGANA
Emilio MAESTRINI
Renato MANIGRASSO
Mauro MORETTI
Silvio RIZZOTTI
Giuseppe SCIUTTO

Redazione - Editorial Staff

Massimiliano BRUNER
Ivan CUFARI
Francesca PISANO
Federica THOLOSANO DI VALGRISANCHE

**Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani**

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 - Fax 06.4742987
Partita IVA 00929941003
Orario Uffici: lun.-ven. 8.30-13.00 / 13.30-17.00
Biblioteca: lun.-ven. 9.00-13.00 / 13.30-16.00

Indice

Anno LXXVI | **Luglio-Agosto 2021** | 7-8**Condizioni di Associazione al CIFI****554**

**DISAMINA DEI SISTEMI A LEVITAZIONE MAGNETICA
DAL PUNTO DI VISTA DELL'INGEGNERIA DEI TRASPORTI:
ANTEFATTI E PROSPETTIVE FUTURE**
*MAGNETIC LEVITATION SYSTEMS ASSESSMENT
FROM TRANSPORT ENGINEERING POINT OF VIEW:
BACKGROUND AND FUTURE PROSPECTS*

Giovanni LANZARA
Gino D'OVIDIO
Haitao LI
Zigang DENG
Weihua ZHANG

557

**UNA MISURA DI CONNETTIVITÀ
DELLA RETE ITALIANA: 1885-1905**
*A CONNECTIVITY MEASURE
OF THE ITALIAN NETWORK: 1885-1905*

Walter GUADAGNO

593**Notizie dall'interno****611****Notizie dall'estero***News from foreign countries***623****IF Biblio****635****Condizioni di Abbonamento a IF - Ingegneria Ferroviaria***Terms of subscription to IF - Ingegneria Ferroviaria***638****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****640****Fornitori di prodotti e servizi****642**

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 – Fax: +39.06.4742987 – 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 – Fax: +39.06.4742987 – e-mail: redazioneif@cifi.it



Disamina dei sistemi a levitazione magnetica dal punto di vista dell'ingegneria dei trasporti: antefatti e prospettive future

Magnetic levitation systems assessment from transport engineering point of view: background and future prospects

Giovanni LANZARA¹
Gino D'OVIDIO^{1(*)}
Haitao LI²
Zigang DENG^{2(**)}
Weihua ZHANG²

Sommario - Questo articolo esamina e riassume le caratteristiche tecnologiche dei sistemi di trasporto a levitazione magnetica (Maglev) dal punto di vista dell'ingegneria dei trasporti, fornendo una sintesi dello stato dell'arte internazionale, delle attività di ricerca e delle applicazioni più significative degli ultimi cinque decenni.

Le principali fasi di sviluppo dei sistemi Maglev sono inserite ed illustrate all'interno del più ampio contesto evolutivo del sistema di trasporto ferroviario.

L'obiettivo dell'articolo mira a categorizzare e spiegare chiaramente i principi di funzionamento, le tecnologie ed i campi di applicazione dei diversi sistemi di trasporto Maglev.

Prestazioni, potenzialità e limiti sono analizzati in comparazione a quelli del sistema ferroviario tradizionale. Sono inoltre evidenziati gli argomenti di ricerca ancora da sviluppare.

Particolare attenzione è posta ai sistemi Maglev con tecnologia in superconduzione ad alta temperatura critica; in merito sono riportate le esperienze italiana e cinese.

Infine, viene esaminata l'attuale frontiera della ricerca incentrata sullo sviluppo dei futuristici sistemi di trasporto intubati ed evacuati (ETT) con veicoli Maglev ad altissima velocità (prossima a 1.000 km/h). A tal riguardo sono valutate le potenzialità ed i principali aspetti scientifici e tecnologici che necessitano ancora di essere approfonditi e risolti.

Summary - This article reviews and summarizes the technological characteristics of magnetic levitation (Maglev) transport systems from a transport engineering point of view, providing a summary of the international state of the art, research activities and most significant applications over the last five decades.

The main development phases of the Maglev systems are included and illustrated in the broader context of the evolutionary process of the railway transport system.

This paper aims to categorize and clearly explain the basic principles, technologies and application fields of different Maglev transportation systems.

Performances, potentials and limits of Maglev systems are analyzed in comparison with those of traditional wheel-on-rail based ones. Additionally, Maglev research needs are included.

Particular attention is paid to Maglev systems based on high critical temperature superconductivity technology: on this, the Italian and Chinese experiences are reported.

Finally, the current research frontier focused on the development of futuristic evacuated tube transport (ETT) systems with very high speed (close to 1,000 km/h) Maglev vehicles is examined. In this respect, the potential and the main scientific and technological aspects that still need to be explored and resolved are highlighted.

(*) G. D'OVIDIO (gino.dovidio@univaq.it).

(**) Z. DENG (deng@swjtu.cn).

¹ Università di L'Aquila, L'Aquila, Italia.

² State Key Laboratory of Traction Power Southwest Jiaotong University, Chengdu, China.

(*) G. D'OVIDIO (gino.dovidio@univaq.it).

(**) Z. DENG (deng@swjtu.cn).

¹ University of L'Aquila, L'Aquila, Italy.

² State Key Laboratory of Traction Power Southwest Jiaotong University, Chengdu, China.

1. Introduzione

Per molto tempo lo sviluppo prestazionale del sistema di trasporto ferroviario è stato guidato dall'esigenza di perseguire velocità operative sempre più elevate. Il tutto entro i limiti imposti dalla configurazione dei vincoli meccanici del sistema di contatto ruota-rotaia (WoR) attraverso il quale si esplicano le forze di sostentazione, guida e trazione del veicolo.

Il valore massimo di aderenza oltre il quale inizia lo slittamento della ruota, l'insorgere di coppie resistive e di fenomeni dinamici anomali, definisce, di fatto, i limiti di velocità ed il campo di funzionamento del sistema WoR.

Le soluzioni ingegneristiche più all'avanguardia in campo ferroviario utilizzano la levitazione magnetica (Maglev) per sostituire le forze di contatto con forze magnetiche in grado di sostentare, guidare e spingere il veicolo lungo il binario.

In termini generali, la levitazione magnetica è una tecnologia che consente ad un oggetto di rimanere sospeso nello spazio in una posizione fissa in assenza di supporto che non sia diverso da un campo magnetico: pertanto le forze magnetiche sono utilizzate per contrastare gli effetti delle accelerazioni (gravitazionali o di qualsiasi altro tipo) agenti sul corpo stesso.

La tecnologia Maglev è attualmente utilizzata in vari campi quali quelli: energetico (turbine eoliche), aerospaziale (sistemi di lancio), nucleare (centrifuga del reattore), civile (impianti di divertimento, ascensori), biomedico (pompa cardiaca), industriale (trasportatori) e così via [1]. L'elemento che accomuna tutte queste applicazioni è la mancanza di contatto fisico e quindi l'assenza di fenomeni di attrito ed usura tra le parti. Per quanto riguarda le applicazioni trasportistiche, il funzionamento dei sistemi Maglev si basa su forze che nascono dall'interazione di campi magnetici tra veicolo e binario. In tal caso i veicoli sono privi di ruote, assi e sistemi di trasmissione. Inoltre, l'assenza di contatto consente di svincolare l'accelerazione e la decelerazione veicolate dai limiti fenomenologici propri dell'aderenza ruota-rotaia.

Come è noto, la ricerca di nuove modalità di trasporto sempre più veloci ed efficienti è strettamente connessa alle caratteristiche dei modelli di sviluppo socio-economico dei paesi più avanzati. In merito, la Fig. 1 illustra il trend evolutivo della velocità operativa del trasporto ferroviario in funzione delle principali epoche storiche che hanno caratterizzato lo sviluppo socio-economico degli ultimi secoli. Più in dettaglio:

- La prima rivoluzione industriale della seconda metà del XVIII secolo ha coinciso con l'introduzione delle macchine a vapore. L'alta capacità di trasporto di passeggeri e merci, unitamente alle velocità (circa 80 km/h) che si potevano raggiungere apparvero eccezionali per quell'epoca e quindi il sistema di trasporto ferroviario si diffuse rapidamente a livello internazionale.

1. Introduction

For a long time, the performance development of the rail transport system has been driven with the main aim of pursuing ever higher operating speeds.

All this within the limits imposed by the configuration of the mechanical constraints of the wheel-on-rail (WoR) contact system through which the support, driving and traction forces of the vehicle are expressed.

The maximum value of adherence beyond which wheel slip begins, the onset of resistive torques and abnormal dynamic phenomena, in fact, define the speed limits and the operating range of the WoR system.

The most appealing engineering solutions on rail field are based on the use of magnetic levitation (Maglev) method in order to replace the contact forces with magnetic forces capable of supporting, guiding, and propelling the vehicle on the guideway.

In general terms, magnetic levitation is a technology by which an object is suspended in space in a fixed position without any support other than a magnetic field, hence magnetic forces are used to counteract the effects of accelerations (e.g., gravitational or any other type) acting on the object itself.

Maglev technology is currently used in various fields including clean energy (wind turbines), aerospace systems (space lunch), nuclear engineering (centrifuge of nuclear reactor), civil engineering (fun, elevator), biomedical engineering (heart pump), industrial system (conveyors) and so on [1]. The common element in all these applications is the lack of contact and therefore the absence of wear and friction.

Concerning transport applications, the Maglev trains moving over magnetic fields that are established between the vehicle and its guideway allow wheels, axles, and transmission systems to be avoided on board. Their non-friction dependence means that acceleration and deceleration are not limited by wheel-rail adhesion.

As is well known, the reasons for seeking new, ever faster modes of transport are closely linked to the needs inherent in the socio-economic development models of the most advanced countries.

In this respect, Fig. 1 illustrates, for the railway sector, the evolutionary trend in operating speed according to the main historical periods that have characterised economic and social development in recent centuries. More in details:

- *The first industrial revolution coincided with the use of the steam engine in the second half of the 18th century. The high capacity for transporting passengers and goods together with the speeds that could be reached (about 80 km/h) appeared exceptional for that time and therefore the railway transport system spread rapidly throughout the world.*

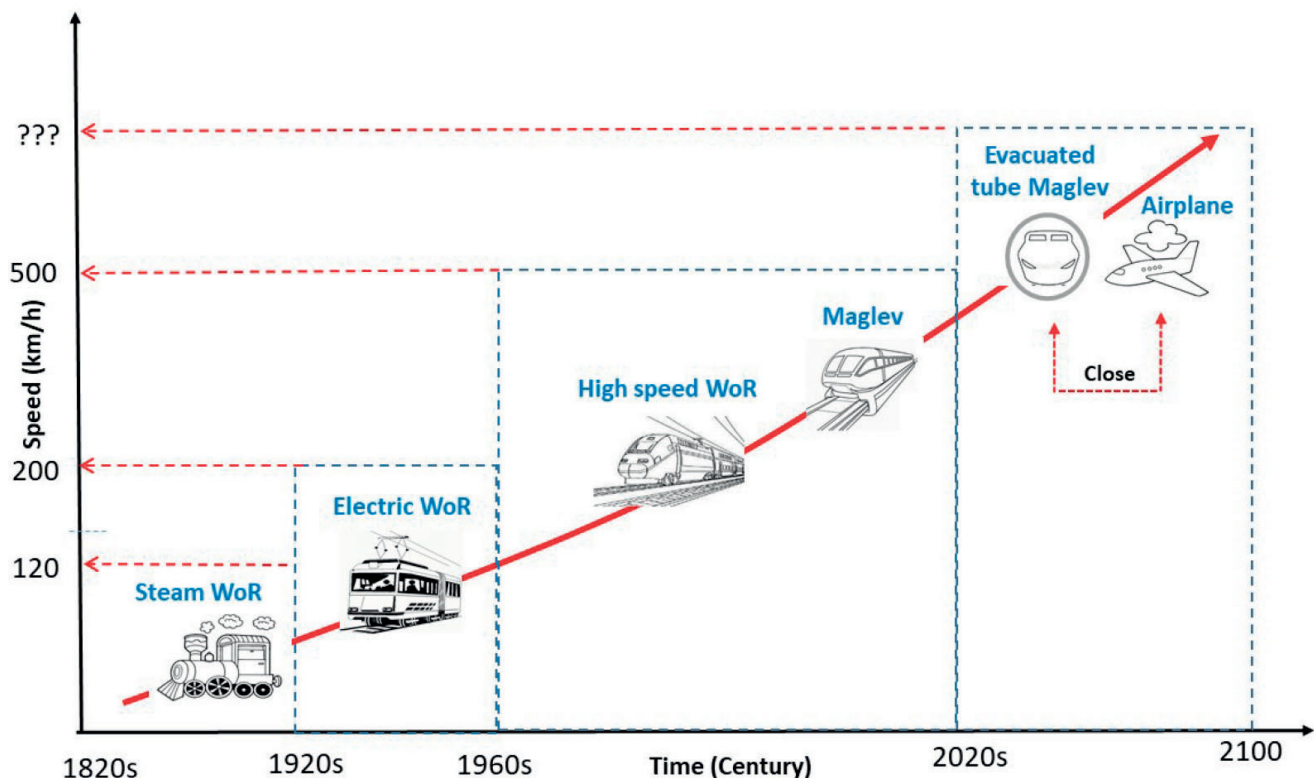


Figura 1 – Trend evolutivo delle velocità nel trasporto ferroviario.
 Figure 1 – Evolutionary speed trend of rail transit over time.

- La seconda rivoluzione industriale, convenzionalmente iniziata con l'uso estensivo dell'elettricità, dei prodotti chimici e del petrolio, ha permesso di realizzare sistemi ferroviari con velocità di transito prossime ai 200 km/h;
 - La terza rivoluzione, coincidente con l'avvento dell'automazione industriale conseguita anche a seguito dello sviluppo dell'elettronica (prima analogica e poi digitale), della meccanica e dei sistemi ICT (*Information and Communication Technology*), ha consentito di raggiungere velocità di circa 300 km/h con sistemi ferroviari tradizionali WoR e di sviluppare, contemporaneamente, sistemi Maglev a 400 km/h;
 - L'era post-industriale, che possiamo ragionevolmente assumere coincidente con il nostro presente e prossimo futuro, è connessa all'avvento dirompente e pervasivo delle tecnologie digitali (*Internet of Things*), dei dispositivi personali ICT, dell'intelligenza artificiale, nonché dei materiali innovativi e di nuovi dispositivi per la produzione di energia da fonti rinnovabili. In questo particolare periodo, i limiti di velocità per il settore ferroviario sono teoricamente individuabili ma restano ancora da confermare sperimentalmente.
- All'interno di questo quadro evolutivo, è lecito chiedersi quali saranno i limiti di velocità nei prossimi anni. La risposta a questa domanda può essere delineata, con
- *The second industrial revolution, conventionally started with the introduction of electricity, chemicals and oil. It has led to reach rail transit speeds close to 200 km/h.*
 - *The third revolution, which coincided with the advent of industrial automation, partly as a result of the technological development of electronics (first analogue and then digital), mechanics and ICT (Information and Communication Technology) systems, made it possible to reach speeds of around 300 km/h with traditional WoR railway systems and to develop, at the same time, Maglev systems at 400 km/h;*
 - *The post-industrial era, which we can reasonably assume coincides with our present and near future, is due to the disruptive and pervasive advent of digital technologies (Internet of Things), personal ICT devices, artificial intelligence, as well as innovative materials and new devices for energy production from renewable sources. In this particular period, speed limits for the railway sector are theoretically identifiable but remain to be experimentally confirmed.*
- Within this evolving scenario, it is fair to ask what the speed limits of rail transit will be in the coming years. The answer to this question can only be outlined, with a sufficient degree of reliability, starting from an in-depth analysis of the international research and development activities that industry and scientific community have been car-*

un sufficiente grado di affidabilità, solo partendo da un'analisi approfondita delle attività internazionali di ricerca e sviluppo che l'industria e la comunità scientifica hanno portato avanti negli ultimi decenni nel campo dei sistemi di trasporto guidati.

In ogni caso, si prevede che le velocità con cui in futuro si muoveranno passeggeri e merci, subiranno un incremento straordinario.

A questo proposito, le tendenze di ricerca sono incentrate sullo studio di nuovi sistemi di trasporto terrestri con velocità prossime a quelle degli aerei. Tuttavia, a differenza di quest'ultimi che volano ad alta quota in atmosfera a ridotta pressione, i veicoli terrestri viaggiano in condizioni atmosferiche prossime al suolo che, di fatto, rappresentano uno dei fattori limitanti la velocità massima perseguibile.

Con l'intento di superare questa barriera fisica, una delle attuali frontiere della ricerca riguarda lo sviluppo di veicoli Maglev che viaggiano in ambiente artificiale intubato tale da riprodurre le condizioni di pressione atmosferica simili o addirittura inferiori a quelle in cui volano gli aerei [2].

Questa nuova sfida tecnologica è certamente fondata sulla consapevolezza che le esigenze di mobilità del XXI secolo non potranno essere supportate da tecnologie proprie del XIX e XX secolo.

Con riferimento ai sistemi di trasporto Maglev, e dal punto di vista dell'ingegneria dei trasporti, gli obiettivi di quest'articolo mirano a: i) descrivere e classificare le principali tecnologie, ii) analizzare le prestazioni ed i limiti tecnologici e iii) valutare lo stato dell'arte e le prospettive dei sistemi di trasporto intubati (ETT) per applicazioni ad altissima velocità.

Sono inoltre illustrate le esperienze italiane e cinesi sulla ricerca e sviluppo dei sistemi Maglev in superconduzione ad alta temperatura.

Questo articolo è organizzato nel seguente modo. Il paragrafo 2 illustra l'exkursus storico del processo di sviluppo dei sistemi di trasporto Maglev. La categorizzazione delle tecnologie, i principi di funzionamento e le applicazioni dei sistemi Maglev sono illustrati nel paragrafo 3. Nel paragrafo 4 sono analizzati lo stato dell'arte della ricerca e le potenzialità dei sistemi ETT. Le conclusioni sono riportate paragrafo 5.

2. Retrospective dei sistemi Maglev

La tecnologia di base dei sistemi di trasporto Maglev è unanimemente considerata la più innovativa. Storicamente, il primo sistema di trasporto Maglev è stato concepito da F. S. SMITH nel 1907 [3]. Nel 1912, E. BACHELET ottenne un brevetto statunitense per un "apparato levitante di trasporto" [4]. In seguito, nel 1937, H. KEMPER ottenne in Germania il primo [5] di una serie di brevetti per treni a levitazione magnetica, spinti da motori linea-

rying out in last decades in the field of guided transport systems.

In any case, as we can foresee that the speeds at which passengers and goods will move, will undergo an extraordinary increase.

In this respect, new research and development trends are focusing on the study of new ground transport systems with speeds close to those of aircraft. However, unlike aircraft, which fly at high altitude in a low-pressure atmosphere, ground vehicles travel in atmospheric conditions that are close to the ground, that are one of the factors limiting the maximum speed that can be achieved. Therefore, one of the current frontiers of research is focused on the development of Maglev vehicles that travel in an artificially intubated environment that reproduces atmospheric pressure conditions similar to or even lower than those in which aircraft fly [2].

This new technological challenge is certainly founded on the understanding that the mobility needs of the 21st century cannot be supported by 19th and 20th century technologies.

With reference to Maglev transport systems, and from the point of view of transport engineering, the objectives of this article concern: i) the description and classification of the main technologies, ii) the performance analysis and technological limitations and iii) the evaluation of the state of the art and perspectives of intubated and evacuated transport systems (ETT) for very high speed applications.

In addition, Italian and Chinese research experience on the development of Maglev systems based on high temperature superconductors are also illustrated.

This paper is organized as follows. Section 2 illustrates the Maglev train retrospectives. The categorization of Maglev technologies, their operating principles and applications are explained in section 3. The state of the art of research and the potential of ETT systems are illustrated in section 4.

And remarks are in Section 5.

2. Maglev systems retrospectives

The Maglev transport system is commonly considered as an innovative technology. Historically, the first Maglev transportation system was conceived by F. S. SMITH in 1907 [3]. In 1912, E. BACHELET obtained a US patent for a "levitating transmitting apparatus" [4]. Afterwards, in 1937, H. KEMPER awarded a first [5] of a series of German patents for magnetic levitation trains propelled by linear motors. In the 1959, G. R. POLGREEN filed a US patent on magnetic system of transportation [6]. Since then, an extensive patent activity on the subject has been developed worldwide. Fig. 2 illustrates a current ranking of the top 10 Maglev patenting countries, which is ordered by number of patents: China (27.11%), Japan (24.66%), Germany

ri. Nel 1959, G. R. POLGREEN depositò un brevetto americano sul sistema di trasporto a levitazione magnetica [6]. Da allora, una vasta attività inventiva sull'argomento è stata sviluppata a livello internazionale. In merito, la Fig. 2 illustra la classifica dei primi 10 paesi espressa in percentuale al numero di brevetti depositati nel campo della levitazione magnetica: Cina (27,11%), Giappone (24,66%), Germania (20,44%), USA (10,69%), Corea del Sud (4,37%), Francia (2,23%), Regno Unito (2,23%), Russia (1,25%), Italia (0,71%) e Canada (0,57%) [7]. I dati sono indubbiamente significativi dell'innovazione conseguita attraverso le attività di ricerca svolte nei singoli paesi.

Storicamente, gli anni compresi tra il 1950 ed il 1970 hanno rappresentato un periodo fruttuoso e di estrema innovazione nel settore ferroviario. Infatti, nell'ambito dell'evento internazionale (*International Transportation Exposition*, Washington, 1972) più importante di settore, furono presentate due tecnologie emergenti, entrambe basate sul principio della levitazione, riguardanti:

- treni a levitazione con cuscini d'aria (TACV), con utilizzo di aria compressa;
- treni a levitazione magnetica, con uso di campi magnetici.

A partire dagli anni '60 ebbe inizio la costruzione sperimentale dei primi sistemi di trasporto a levitazione, basati dapprima sulla tecnologia a cuscini d'aria e successivamente su quella magnetica.

I sistemi TACV utilizzano dispositivi a "reazione diretta", noti anche come "cuscino d'aria", per sostenere e guidare il veicolo attraverso una massa d'aria opportunamente creata e spostata [8].

La Fig. 3 illustra tre prototipi di treni TACV europei, quali: l'Aérotrain (Fig. 3a), l'IAP2 (Istituto Aeronautico Palermo modello 2) (Fig. 3b) e l'IAP3 (IAP modello 3) (Fig. 3c).

L'Aérotrain è stato sviluppato in Francia (1965-1977) da un gruppo di scienziati guidati da J. BERTIN [9]: furono adottati una guidovia a forma di "L" ed un motore aeronautico per la propulsione.

I sistemi IAP2 e IAP3, entrambi con guidovia a forma di "U", furono sviluppati in Italia da un gruppo di ricercatori guidati dal Prof. G. LANZARA nei primi anni '70 all'Università di Palermo (Italia). Per la propulsione del veicolo IAP2 fu adottato un motore aeronautico, mentre nel veicolo IAP3, sperimentato su una linea di prova costru-

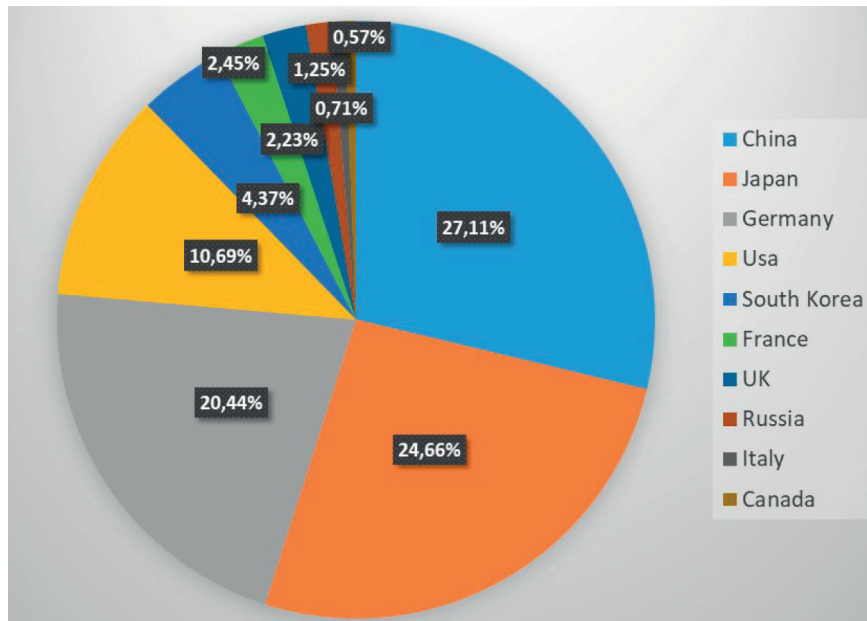


Figura 2 – Classifica dei primi 10 paesi per numero di brevetti Maglev.
Figure 2 – Top 10 Maglev patenting countries.

(20.44%), USA (10.69%), South Korea (4.37%), France (2.23%), UK (2.23%), Russia (1.25%), Italy (0.71%) and Canada (0.57%) [7]. The data are significant of the extent of activities carried out in this specific field by different countries.

Historically, the years from 1950 to 1970 represented a fruitful and innovative era in the rail sector. The U.S. International Transportation Exposition (Washington, 1972) represented the most important event in the world to showcase two emerging technologies both based on the principles of levitation:

- tracked Air Cushion Vehicle (TACV) based on the use of compressed air;
- magnetic levitated train based on the use of magnetic field.

In the early 1960s, the construction of levitation transport systems began, which is firstly constructed with the air cushions technology and then the magnetic one was introduced.

The TACV suspension is based on the "direct reaction" devices, known as air-cushion apparatuses, by means the vehicle is sustained and guided by an appropriately moved mass of air [8].

Fig. 3 illustrates three European TACV train prototypes such as: Aérotrain (Fig. 3a), IAP2 (Istituto Aeronautico Palermo model 2) (Fig. 3b) and IAP3 (IAP model 2) (Fig. 3c).

The Aérotrain was developed in France from 1965 to 1977 by a group of scientists led by J. BERTIN [9]: a "L" shaped guideway and aeronautical propeller engine were adopted.



(Fonte - Source: <https://katcal.wordpress.com>)

Figura 3a – Aerotrains (Francia) - Sistema sperimentali TACV.

Figure 3a – Aerotrains (France) - TACV experimental system.



(Fonte - Source: <https://twnews.it/it-news/>)

Figura 3b – Treno IAP2 (Italia) - Sistema sperimentali TACV.

Figure 3b – IAP2 train (Italy) - TACV experimental system.



(Fonte - Source: <https://twnews.it/it-news/>)

Figura 3c – Treno IAP3 (Italia) - Sistema sperimentali TACV.

Figure 3c – IAP3 train (Italy) - TACV experimental system.

ta presso l'aeroporto di Trapani (Sicilia), furono adottati, in modo innovativo, un motore ad induzione lineare “a singolo lato” ed un sistema di sospensione attiva [10][11].

Le attività di ricerca e di sperimentazione dei sistemi TACV furono interrotte alla fine degli anni '70 a causa dei limiti intrinseci alla tecnologia, quali l'elevata potenza in gioco, le vibrazioni, il rumore ecc. Pertanto, le attività di ricerca nel settore dei trasporti innovativi furono orientate nello sviluppo delle tecnologie Maglev, come meglio illustrato nel paragrafo 3.

Il progresso raggiunto nel campo degli apparati di levitazione ha portato necessariamente anche allo sviluppo di motori lineari necessari a fornire al veicolo non solo la spinta ma anche la forza frenante in assenza di contatto.

Il concetto di funzionamento del motore lineare deriva da quello del motore rotativo in cui lo statore ed il rotore sono idealmente sezionati in direzione radiale e distesi su un piano in modo da creare due strutture parallele denominate rispettivamente primario e secondario. Nel motore lineare, il campo magnetico rotativo viene tra-

The IAP2 and IAP3 systems, both based on “U” shaped guideway, were developed by a research group led by Prof. G. LANZARA in the early 1970s at the University of Palermo (Italy).

An aircraft engine was adopted for propulsion of the IAP2 vehicle, while a “one-sided” linear induction motor and an active suspension were innovatively adopted in the IAP3 tested on a proving line built at Trapani airport (Sicily) [10][11].

The TACV research and test activities were interrupted at the end of the 1970s due to the technological inherent limits such as high-power requirement, vibration, noise etc.

The main research activities in this field were shifted into Maglev technologies development as illustrated in the Section 3.

The progress of levitation systems has also led to the development of linear motors necessary to provide not only propulsion but also braking force in the absence of contact.

The linear motor concept derived from the rotary motor in which the stator and the rotor are sectioned radially and layered on a plane so as to create two parallel structures called respectively primary and secondary. In analogy, the rotating magnetic field is transformed into translating one and the electromagnetic torque becomes a thrust (Fig. 4).

Among various kinds of linear motors, the linear induction motor (LIM) and the linear synchronous motor (LSM) are the most common configurations [12].

3. Maglev technologies

Based on the levitation physical principle, the main Maglev technologies for practical transport applications can be categorized into four types, as illustrated in Tab 1.

Although the PML technology is apparently simple, it has technical limitations due to its inherent instability that have hindered the practical use.

The EMS and EDS technologies applications have cur-

sformato in campo magnetico traslante e la coppia elettromagnetica in spinta (Fig. 4).

Tra le varie configurazioni, il motore lineare ad induzione (LIM) ed il motore sincrono lineare (LSM) rappresentano le tipologie più comuni [12].

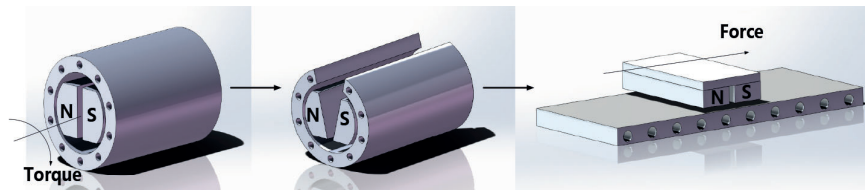


Figura 4 – Schema del processo di conversione da motore rotativo a motore lineare.

Figure 4 – Schematic diagram of conversion process from rotative to linear motor.

3. Tecnologie Maglev

Le principali tecnologie Maglev nel campo trasportistico, in relazione ai diversi principi fisici, possono essere classificate in quattro tipologie, così come illustrato nella Tab 1.

La tecnologia PML, pur se apparentemente semplice, presenta limiti tecnici dovuti essenzialmente alla sua in-

rently reached a high level of technological maturity and operational reliability.

The SML approach is based on the interaction between a superconductor and a magnetic field and it can be distinguished into two types: i) low temperature type I superconductors ii) high temperature type II superconductors.

Tabella 1 – Table 1

Classificazione delle tecnologie Maglev
Maglev technologies categorization

| Acronimo Acronym | Tecnologia di levitazione Levitation technology | Dispositivi Devices | Tipo di forze Type of forces | Tipo di stabilità di levitazione Type of levitation stability | Campo di applicazione trasportistico Application transport field |
|---------------------|---|--|---|--|--|
| PML | Levitazione con Magneti Permanenti Permanent Magnet Levitation | Magneti Permanenti Permanent Magnets | Repulsive o attrattive Repulsive or attractive | Instabile Unstable | Bassa-media velocità Low-to-medium speed |
| EMS | Sospensione Elettromagnetica Electromagnetic suspension | Elettromagneti & metallo conduttivo Electromagnet & conductive metal | Attrattive Attractive | Instabile Unstable | Bassa-media velocità Low-to-medium speed Alta velocità High speed |
| EDS | Sospensione Elettrodinamica Electrodynamic suspension | Magneti Permanenti & metallo conduttivo Permanent Magnets & conductive metal | Repulsive Repulsive | Stabile Stable | Bassa-media velocità Low-to-medium speed |
| | | Low-temperature Superconductors & conductive coils | Repulsive Repulsive | | Alta velocità High speed |
| SML | Levitazione Magnetica Superconduttiva Magnetic Levitation | Bassa temperatura I° Tipo superconduttori & campi magnetici Low temperature Type I superconductors & magnetic fields | Repulsive Repulsive | Stabile Stable | Bassa-media velocità Low-to-medium speed |
| | | Alta temperature II° Tipo superconduttori & Magneti Permanenti High-temperature Type II superconductors & Permanent Magnets | Repulsive & attrattive Repulsive & attractive | | Stabile Stable |
| | | | | | |

trinseca instabilità che, di fatto, ne hanno limitato l'uso pratico.

Di contro, le tecnologie EMS e EDS hanno attualmente raggiunto un alto livello di maturità ed affidabilità operativa.

La tecnologia SML si basa sull'interazione tra campi magnetici e materiali superconduttori che, a loro volta, possono essere distinti in: i) superconduttori di I° tipo a bassa temperatura e ii) superconduttori di II° tipo ad alta temperatura.

3.1. Levitazione con magneti permanenti (PML)

Il principio di funzionamento del PML e le sue applicazioni sono di seguito illustrate.

3.1.1 Principio di funzionamento PML

Il principio di funzionamento del PML (Fig. 5a) si basa su forze statiche repulsive o attrattive che si generano tra due magneti (PMs).

Nel caso di forze repulsive (Fig. 5b), il sistema è stabile nella direzione verticale ma non in quella laterale: occorrono pertanto dispositivi ausiliari di guida laterale (ruote, etc.). Per quanto concerne il caso di forze attrattive (Fig. 5c), il sistema è instabile nella direzione verticale e pertanto sono necessarie ruote ausiliari o elettromagneti a controllo attivo per limitarne il movimento.

Nota la densità di flusso magnetico di un insieme di PMs, la forza può essere calcolata con il metodo del tensore di Maxwell; le componenti della forza di levitazione si ricavano dalla seguente relazione.

$$F_z = \frac{L_x}{2\mu_0} \int_{-\infty}^{+\infty} (B_y^2 - B_{z0}^2) dy$$

$$F_y = \frac{L_x}{\mu_0} \int_{-\infty}^{+\infty} (-B_{z0}) B_y dy$$
(1)

dove F_z è la forza di sustentazione, F_y è la forza di guida, B_y e B_{z0} sono rispettivamente le componenti orizzontali e

3.1. Permanent magnet levitation (PML)

PML working principle and its applications are illustrated below.

3.1.1 PML working principle

PML working principle (Fig. 5a) is based simply on static repulsive or attractive forces generated between two magnets (PMs).

When using the repulsive levitation force (Fig. 5b), it is stable in the vertical direction but not in the lateral. Hence, the guidance wheel should be added in this system. However, as for using the attractive force (Fig. 5c), it is not stable in the vertical direction, wheels or active-controlled electromagnets are needed to limit its motion.

After obtaining the magnetic flux density of a PMs block, the force between two PMs can be calculated by Maxwell tensor method. As for the levitation, it can be described as following equation.

$$F_z = \frac{L_x}{2\mu_0} \int_{-\infty}^{+\infty} (B_y^2 - B_{z0}^2) dy$$

$$F_y = \frac{L_x}{\mu_0} \int_{-\infty}^{+\infty} (-B_{z0}) B_y dy$$
(1)

where F_z is the levitation force, F_y is the guidance force, B_y is the transverse component of the magnetic flux density, B_{z0} represents the vertical component of magnetic flux density on the surface of PM, and L_x is the length of the magnet along the direction of movement of the vehicle. From realation (1), it can be seen that the guidance force is a negative value which is unstable.

3.1.2 PML applications

The PML technology has found application for short-distance links such as the AirRail link (e.g. Birmingham airport, UK) (Fig. 6a) [13]. It may have potential for use in applications such as light-duty transport systems, and

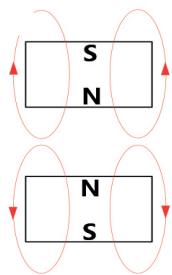


Figura 5a – Principio di funzionamento - Schema di PML.

Figure 5a – Working principle - PML scheme.

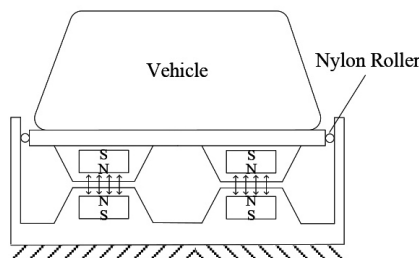


Figura 5b – Applicazione repulsiva - Schema di PML.

Figure 5b – Repulsive application - PML scheme.

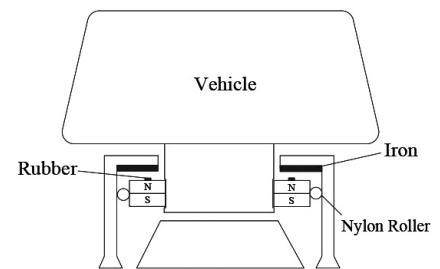


Figura 5c – Applicazione attrattiva - Schema di PML.

Figure 5c – Attractive application - PML scheme.

verticali della densità di flusso magnetico sulla superficie del magnete ed L_x è la lunghezza del magnete lungo la direzione del moto del veicolo.

Dalla relazione (1) si evince che la forza di guida è negativa e pertanto è instabile.

3.1.2 Applicazioni PML

La tecnologia PML ha trovato applicazione per collegamenti a breve distanza (es. AirRail, aeroporto di Birmingham, UK) (Fig. 6a) [13]. Tale metodo di levitazione trova potenziale uso in applicazioni per sistemi di trasporto leggero; a riguardo sono state costruite alcune configurazioni sperimentali (PMs con configurazione di Halbach) come quella sperimentale MagTube (USA), illustrata in Fig 6b [14].



(Fonte - Source: https://zh.wikipedia.org/wiki/File:Birmingham_International_Maglev.jpg)

Figura 6a – AirRail Link in Birmingham (UK) - Applicazione di sistema PML.

Figure 6a – AirRail Link in Birmingham (UK) - PML system application.

3.2. Sospensione Elettromagnetica (EMS)

Il principio di funzionamento e le applicazioni della tecnologia EMS sono di seguito illustrate.

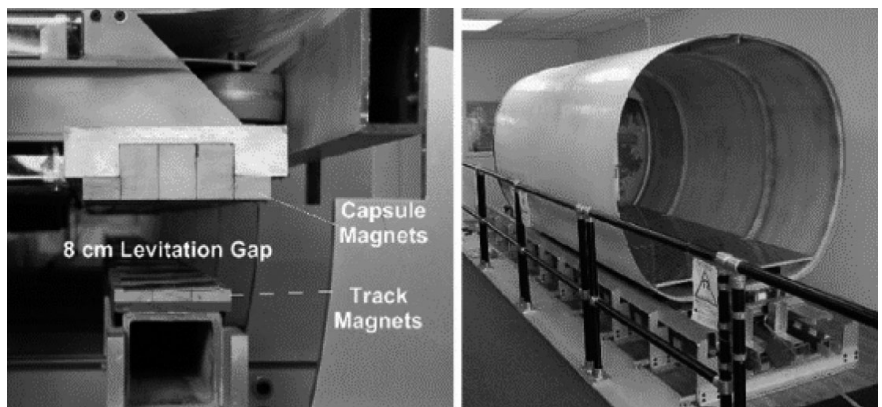
3.2.1. Principio di funzionamento EMS

La tecnologia EMS utilizza forze attrattive generate tra un elettromagnete e un materiale ferromagnetico (Fig. 7a). Nelle applicazioni trasportistiche, le forze attrattive tra gli elettromagneti posizionati nel carrello del veicolo e la struttura metallica del binario sono usate ai fini della sospensione del veicolo stesso. A causa delle caratteristiche del circuito magnetico, questo metodo di levitazione è intrinsecamente instabile e di conseguenza richiede sofisticati e precisi sistemi di controllo per mantenere costante (circa 8 mm) l'altezza di traferro.

Inoltre le applicazioni EMS ad alta velocità necessitano di dispositivi ausiliari di guida per limitare i movimenti laterali del veicolo.

Il sistema EMS permette al treno di levitare in tutte le condizioni del moto, anche da fermo. La propulsione del veicolo è affidata ad un motore lineare distribuito lungo la guidovia.

Gli schemi di funzionamento del sistema EMS, in funzione degli ambiti applicativi, possono diversificarsi come di seguito:



(Fonte - Source: LONG G A, FISKE O J, PADEN B E. Design of a small-scale prototype for a stabilized permanent magnet levitated vehicle. Dynamic Systems and Control Conference. 2009, 48937: 211-216))

Figura 6b – MagTube (USA) - Applicazione di sistema PML.

Figure 6b – MagTube (USA) - PML system application.

some special static configurations (such as the Halbach array of PMs) have also been built, such as experimental that (Fig 6b) of MagTube (USA) [14].

3.2. Electromagnetic Suspension (EMS)

The operating principle and applications of EMS technology are outlined below.

3.2.1. EMS working principle

The EMS is realized based on the attractive force generated between an electromagnet and a ferromagnetic material (Fig. 7a). In practical transport application, the attractive force between electromagnets on the vehicle undercar-

- 1) sistema ad alta velocità (Fig. 7b) con apparati di sospensione separati da quelli di guida; il veicolo è propulso da LSM, così come avviene, ad esempio, nel sistema tedesco Transrapid ad alta velocità [15];
- 2) sistema a bassa-media velocità (Fig. 7c) con funzioni di sospensioni integrate a quella di guida e con propulsione LIM, così come avviene, ad esempio, nei sistemi: Linimo [16] (Giappone), ECOBEE [17] (Corea del Sud), Changsha [18] e S1 a Pechino [19] (Cina).

La forza di sostentazione può essere calcolata attraverso la seguente formula [20]:

$$F_z(i,c) = \frac{\mu_0 N^2 A}{4} \left[\frac{i(t)}{c(t)} \right]^2 \quad (2)$$

Dove $F(i,c)$ è la forza di attrazione dell'elettromagnete, N è il numero di spire dell'avvolgimento di eccitazione dell'elettromagnete, A è l'area del polo del nucleo, μ_0 è la permeabilità dell'aria, $c(t)$ è il traferro e $i(t)$ è la corrente istantanea dell'avvolgimento di controllo. Si può vedere che la forza di sospensione è correlata positivamente con la corrente e negativamente con il traferro, come mostrato in Fig. 8.

In assenza dell'apparato di controllo, la forza di levitazione è proporzionale al quadrato della corrente ed inversamente proporzionale al quadrato del traferro (Fig. 8). Se l'apparato di controllo a circuito chiuso viene aggiunto al sistema, la sospensione diventa stabile.

3.2.2 Applicazioni EMS

La tecnologia EMS si diversifica a seconda delle applicazioni che possono specializzarsi in alta o bassa-media velocità, così come di seguito illustrato.

3.2.2.1. EMS per alta velocità

Questa tecnologia è stata sviluppata in Germania quando, nel 1975, la società Thyssen Henschel ha integrato per la prima volta gli apparati di sospensione e propulsione in una sola unità, ponendo le basi dei sistemi

riage and the steel yoke of track is used for suspension. Due to the magnetic circuit features, this levitation method is inherently unstable and consequently sophisticated and precise active control systems are required to maintain the uniform air gap (around 8 mm). In addition, high-speed EMS applications require guidance aids to limit lateral vehicle movements.

The EMS system allows the train to levitate at all motion conditions, even when stationary. Vehicle propulsion is provided by the linear motor distributed along the guideway.

The EMS system schemes can be distinguished into the following two versions:

- 1) high speed (Fig. 7b) system with separated suspension and guidance functions in which the vehicle is driven by LSM, such as high-speed German Transrapid [15] system;
- 2) low-to-medium speed (Fig. 7c) system with integrated suspension and guidance functions such as the four low-to-medium speed (urban) operative EMS lines in which the vehicle is driven by LIM, such as Japanese Linimo line [16], the Korean ECOBEE line [17], the Changsha Line [18] and S1 line in Beijing [19].

The suspension force can be calculated through the following formula [20]:

$$F_z(i,c) = \frac{\mu_0 N^2 A}{4} \left[\frac{i(t)}{c(t)} \right]^2 \quad (2)$$

Where $F(i,c)$ is the electromagnet attraction force, N is the number of turns of the electromagnet excitation winding, A is the area of the core pole, μ_0 is the air permeability, $c(t)$ is the air gap and $i(t)$ represents the instantaneous current of the control coil. It can be seen that the suspension force is positively correlated with current and negatively correlated with air gap, as shown in Fig. 8.

Without the control system, the levitation force is proportional to the square of the current and inversely to the square of the air gap, as shown in Fig. 8. If the closed-loop control system is added to the system, the suspension will become stable.

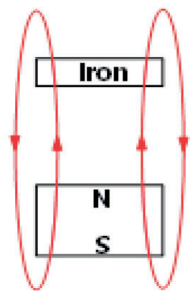


Figura 7a – Principi di funzionamento – Schema EMS.
Figure 7a – Working principle - EMS scheme.

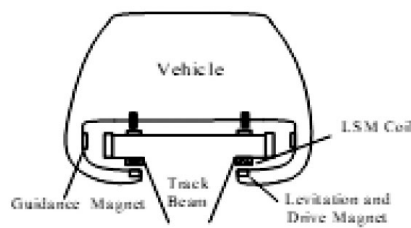


Figura 7b – Applicazione ad alta velocità - Schema EMS.
Figure 7b – High speed application - EMS scheme.

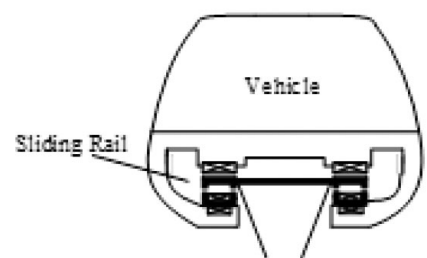


Figura 7c – Applicazione a bassa velocità - Schema EMS.
Figure 7c – Low speed application - EMS scheme.

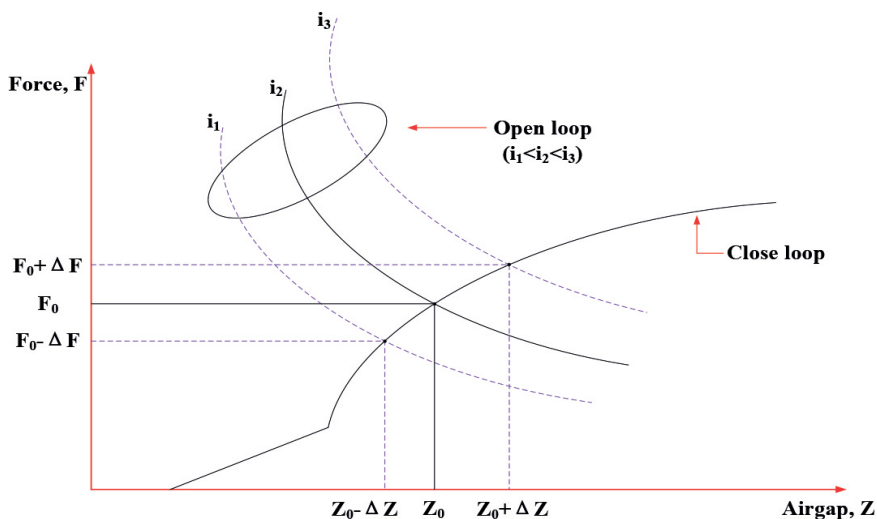


Figura 8 – Relazione tra la forza di attrazione, corrente e traferro nei casi di anello aperto ed anello chiuso.

Figure 8 – The relationship between the attraction force and the current and air gap in the cases of open loop and close loop.

TR. Nel 1983, è stata costruita in Germania la linea di prova (TVE Emsland) lunga 21,5 km [21]. Nel 1988, la velocità del sistema TR06 ha raggiunto i 412.6 km/h per poi arrivare a 450 km/h nel 1993 con il sistema TR07. La versione commerciale TR08 è operativa a Shanghai, in Cina (Fig. 9a) [22][23].

Anche la Cina ha iniziato, negli ultimi anni, a sviluppare in proprio sistemi Maglev ad alta velocità con tecnologia EMS. Nel 2018, la proposta tecnica del sistema di trasporto Maglev da 600 km/h ha superato la revisione degli esperti a Qingdao e nel 2019, il prototipo di prova è stato completato (Fig. 9b).



(Fonte - Source: http://toutiao.chinaso.com/sh/detail/20170929/1000200033111641506651351688715072_1.html)

Figura 9a – Impianto di prova Emsland Transrapid Germania - Applicazione EMS per alte velocità.

Figure 9a – Emsland Transrapid test facility, Germany - EMS high speed applications.

3.2.2. EMS Applications

Electromagnetic suspension applications can be classified into low-to-medium and high speed, as follows.

3.2.2.1 High speed EMS

This technology was developed in Germany when, in 1975, the Thyssen Henschel company integrated suspension and propulsion equipment into a single unit for the first time, laying the foundations for the TR. In 1983, TVE Emsland test line with a length of 21.5 km was built in Germany [21]. In 1988, the speed of TR06 reached 412.6 km/h. In 1993, the speed of TR07 reached 450 km/h. And then, TR08 was commercially applied in Shanghai, China (Fig. 9a) [22][23].

China began to study high speed EMS Maglev in recent years. In 2018, the technical proposal of the 600 km/h

Maglev transportation system passed the experts review in Qingdao. In 2019, the Maglev test prototype was finished off production, as shown in Fig. 9b.

3.2.2.2 Low to medium speed EMS

EMS technology for medium and low speeds has also been developed in Japan, where it has now reached sufficient maturity. In 1974, Japan Airlines (JAL) purchased the company Krauss-Maffei patented TR04. As a basis, the low-to-medium speed Maglev train HSST was researched, and HSST-01 to HSST-05 five test models were developed [24]. Moreover, the Japanese urban transit Linimo line [25] was



(Fonte - Source: <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1634379742347237430&wfr=spider&for=pc>)

Figura 9b – Prototipo Maglev in Qingdao, Cina - Applicazione EMS per alte velocità.

Figure 9b – Maglev test prototype in Qingdao, China - EMS high speed applications.

3.2.2.2 EMS per velocità medio-basse

La tecnologia EMS per medio-basse velocità è stata sviluppata in Giappone dove ha ormai raggiunto una sufficiente maturità.

Nel 1974, la Japan Airlines (JAL) ha acquistato la società Krauss-Maffei ed ha brevettato il sistema TR04. Inizialmente è stato realizzato il sistema Maglev HSST e successivamente sono stati sviluppati altri cinque modelli di prova (HSST-01; HSST-05) [24].

È stato inoltre realizzato il sistema Maglev Linimo [25] che opera in ambito urbano sulla linea Tobu Kyuryo a Nagoya dal 2005 (Fig. 10a).

Anche la Corea del Sud ha sviluppato un proprio sistema Maglev a bassa-media velocità partendo dalla costruzione, nel 1999, di un prototipo (UTM-01) successivamente migliorato. Nel 2004, è stata realizzata la versione UTM-02 per applicazioni commerciali. Nel febbraio 2016 è entrata in funzione la linea Maglev tra l'aeroporto di Incheon e la stazione Incheon Longyou [26] (Fig. 10b).

In Cina, oltre all'introduzione della tecnologia tedesca TR, sin dagli anni '80 alcuni istituti di ricerca come la *Southwest Jiaotong University* e la *National University of Defense Technology* hanno iniziato a studiare la tecnologia Maglev EMS per applicazioni a velocità medio-basse. L'Università Nazionale di Tecnologia della Difesa e altre unità di ricerca hanno sviluppato con successo nel 2012 il treno a magneti ibridi che è già stato testato per l'effettivo funzionamento. Al fine di promuovere l'applicazione dei treni Maglev in ambito urbano, il *Shanghai Research Center of Maglev Transport Technology*, insieme ad altre unità nazionali correlate, hanno sviluppato un treno Maglev ed una linea di prova lunga 1.500 m. La prima linea commerciale Maglev è stata messa in esercizio a Changsha (Fig. 10c) nel 2016 [27]. In questo specifico caso il sistema di controllo è stato fornito dalla *Southwest Jiaotong University* e da alcuni altri istituti. La seconda linea è in esercizio a Pechino dal 2017 (Fig. 10d) [28].



(Fonte - Source: <https://en.wikipedia.org/wiki/Linimo>)

Figura 10a – Sistema Linimo in servizio a Tobu Kyuryo Line in Nagoya, Giappone - Applicazione EMS per medio-basse velocità.

Figure 10a – Linimo operating on Tobu Kyuryo Line in Nagoya, Japan - EMS Low-to-medium speed application.

successfully operated over the Tobu Kyuryo Line in Nagoya since 2005, as shown in Fig. 10a.

In Korea, the development of low-to-medium speed Maglev train began very early. In 1999, the low-to-medium speed Maglev train UTM-01 was improved. In 2004, a study for the commercial operation for low-to-medium speed Maglev train based on UTM-02 was carried out. On February 2016, the Maglev line between Incheon airport and Incheon Longyou station was put into operation [26], as shown in Fig. 10b.

In addition to the introduction of Germany's TR technology, since the 1980s, some research institutes like Southwest Jiaotong University and National University of Defense Technology in China started to study the low-to-medium speed Maglev technology. National University of Defense Technology and other units started to develop the hybrid magnet Maglev train and successfully developed one in 2012, which has already been put into the actual operation test. In order to promote the application of low-to-medium speed Maglev trains in Shanghai urban transport, Shanghai Research Center of Maglev Transport Technology, united with other related domestic units, built a 1,500-m-long low-to-medium speed Maglev test line. The first low-to-medium speed commercial Maglev line of China was born in Changsha in 2016 [27], as shown in Fig. 10c. The control system was provided by Southwest Jiaotong University and some other institutes. And the second one was developed in Beijing in 2017 as shown in Fig. 10d [28].

3.2.3. Experience in EMS application

The application practice shows that the EMS vehicle are very sensitive to its own structure, elevated lines, and control systems. The small operating gap (approx. 8 mm) requires the system working with very small precision tolerances of the structure, complicating the construction constraints and therefore the costs.



(Fonte - Source:

<http://www.kihoilbo.co.kr/news/articleView.html?idxno=638809>)

Figura 10b – Linea Maglev in Incheon, Corea - Applicazione EMS per medio-basse velocità.

Figure 10b – Maglev line in Incheon, Korea - EMS Low-to-medium speed application.



(Fonte - Source: http://www.xinhuanet.com/politics/2016-05/06/c_128963979_2.htm)

Figura 10c – Linea Maglev in Changsha, Cina - Applicazione EMS per medio-basse velocità.

Figure 10c – Maglev line in Changsha, China - EMS Low-to-medium speed application.



(Fonte - Source: http://www.chinadaily.com.cn/interface/toutiao-new/53004704/2018-11-07/cd_37218624.html)

Figura 10d – Linea Maglev line in Pechino, Cina - Applicazione EMS per medio-basse velocità.

Figure 10d – Maglev line in Beijing, China - EMS Low-to-medium speed application.

3.2.3 Esperienze nelle applicazioni EMS

La pratica applicativa mostra che i sistemi EMS presentano elevata sensibilità nei confronti delle caratteristiche costruttive dell'infrastruttura sopraelevata e dei sistemi di controllo. Il basso valore altezza di traferro con cui opera il sistema richiede ridottissime tolleranze di precisione, aumentando di fatto sia i vincoli costruttivi che i costi dell'infrastruttura.

Quando i veicoli attraversano a basse velocità i deviatori (strutturalmente leggeri), le vibrazioni di accoppiamento veicolo-binario risultano particolarmente gravose e possono portare anche al cedimento dell'apparato di sospensione.

Attualmente, per ridurre tale fenomeno vibrazionale si adottano il controllo della struttura ed il rafforzamento del binario per conseguire una frequenza naturale più alta. È inoltre possibile ottimizzare il sistema di controllo delle sospensioni attraverso un'analisi dinamica preventiva che però necessita di essere realizzata prima della costruzione della struttura.

3.3. Levitazione Elettrodinamica (EDS)

Il principio di funzionamento EDS e le sue applicazioni sono di seguito illustrate.

3.3.1 Principio di funzionamento EDS

L'EDS si basa sull'utilizzo di forze repulsive derivanti dall'interazione di un dispositivo magnetico in movimento rispetto ad un conduttore fisso. Il campo magnetico dell'apparato induttore genera delle correnti indotte sul conduttore che, a loro volta, per la legge di Lenz, creano un campo magnetico che si oppone alla variazione del campo

When the Maglev vehicles operate on light turnout beam or running at low speed, the vehicle-track coupling vibration is particularly serious. The vehicle-switch coupling vibration is very prominent, which can easily lead to suspension failure.

At present, the main measure to restrain the vehicle-track coupling vibration is to control the rail's structure and strengthen the track structure to make it has a higher natural frequency. It is possible to optimize the suspension control system to improve coupled vibrations by means of a preventive analysis of vehicle-track coupling vibrations, which should be carried out prior to construction of the structure.

3.3. Electro Dynamic Levitation

EDS working principle and its applications are illustrated below.

3.3.1. EDS working principle

The EDS is based on the repulsion forces arising from the interaction of a moving magnetic device with respect to a conductor. The inductor magnetic field generates induced currents on the conductor which, in turn, as per Lenz's law, creates a magnetic field that opposes the variation of the inductor field. The interaction between these two fields produces a repulsive force that increases with speed. But it does not work at standstill, which means the train must move at a critical speed before the induced currents are of sufficient magnitude to suspend it. Consequently, the levitation force decreases with speed until it is cancelled for zero speed values. Therefore, below the critical speed, the train does not levitate and an auxiliary wheel system must be used for operation.

dell'induttore. L'interazione tra questi due campi produce una forza repulsiva che aumenta con la velocità e si azzerava per valori nulli. In termini trasportistici, ciò significa che il treno deve raggiungere una velocità critica prima che le correnti indotte siano sufficientemente elevate da generare forze necessarie a farlo levitare. Pertanto al di sotto della velocità critica, il treno non si solleva dal binario e pertanto deve utilizzare un sistema di ruote ausiliarie. Questo tipo di levitazione è intrinsecamente stabile, non necessita di controllo addizionale e consente di raggiungere un elevato valore di altezza di traferro (circa 100 mm).

La tecnologia EDS, in funzione dei diversi dispositivi utilizzati, può essere ulteriormente classificata come di seguito:

- i) Levitazione elettrodinamica a magneti permanenti: essa si basa sull'interazione tra PMs montati sul veicolo (secondo lo schema di HALBACH) e la piastra conduttrice del binario, così come schematizzato in Fig. 11b (sistema USA Inductrack [29]).
- ii) Levitazione a magneti superconduttori (SCM): essa è basata sull'interazione tra magneti superconduttori, posti a bordo del veicolo, e gli avvolgimenti conduttivi cortocircuitati, distribuiti lungo il binario (versione ad alta velocità) (Fig. 11c).

Nel sistema EDS, la densità di flusso magnetico B nell'aria si muove relativamente alla piastra conduttrice; la corrente indotta può essere calcolata tramite la seguente relazione:

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} = \sigma \times (\vec{v} \times \vec{B}) = \sigma \times \begin{bmatrix} i & j & k \\ v & 0 & 0 \\ B_x & B_y & B_z \end{bmatrix} \quad (3)$$

Dove \vec{E} è il vettore del campo elettrico, σ è la conduttività e v rappresenta la velocità di spostamento. Una volta che la corrente parassita è indotta nella lastra conduttiva, si genera la forza di Lorentz secondo l'Eq. (4).

Levitation is magnetically stable and the additional control system is not necessary, and the significant air gap (around 100 mm) can be reached.

EDS technology can be categorized into two types:

- i) Permanent Magnet electrodynamic levitation based on the interaction of PMs (arranged in configurations called Halbach arrays) mounted on the vehicle and a track embedded with conductor plate, as shown in Fig. 11b, such as Inductrack in US [29].
- ii) Superconducting magnet (SCM) levitation based on superconducting magnets on board interacting with short-circuited conductive coils on the track for high-speed version in Fig. 11c.

Magnetic flux density B in air moves relatively to the conducting plate. According to Lenz's law, a magnetic field opposing B will be created by the induced currents in the plate. As the current is created according to Faraday's law.

Magnetic flux density B in air moves relatively to the conducting plate. The induced current is derived as

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} = \sigma \times (\vec{v} \times \vec{B}) = \sigma \times \begin{bmatrix} i & j & k \\ v & 0 & 0 \\ B_x & B_y & B_z \end{bmatrix} \quad (3)$$

Where \vec{E} is the electric field vector, σ is the conductivity and v represents the moving velocity. Once eddy current is induced in the conductive sheet, Lorentz force is generated, and it is expressed as Eq. (4).

$$F = J \times B = \begin{bmatrix} i & j & k \\ 0 & J_y & J_z \\ B_x & B_y & B_z \end{bmatrix} \quad (4)$$

Thus, the force equations in EDS are given in Eq. (5).

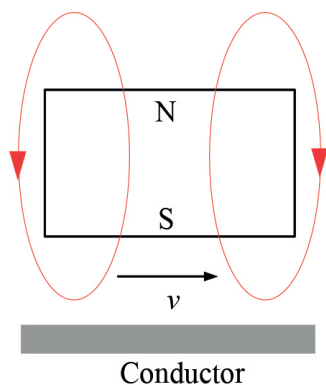


Figura 11a – Principio di funzionamento - Schema EDS.
Figure 11a – Working principle - EDS Scheme.

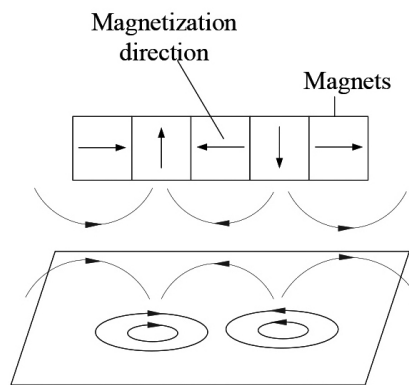


Figura 11b – EDS con PM - Schema EDS.
Figure 11b – EDS with PM - EDS Scheme.

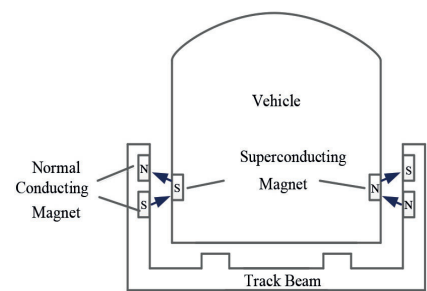


Figura 11c – EDS con SCM - Schema EDS.
Figure 11c – EDS with SCM - EDS Scheme.

$$F = J \times B = \begin{bmatrix} i & j & k \\ 0 & J_y & J_z \\ B_x & B_y & B_z \end{bmatrix} \quad (4)$$

Pertanto, le forze si ricavano dalle relazioni (5).

$$\begin{aligned} F_x &= -\sigma v(B_z \cdot B_z + B_y \cdot B_y) \\ F_y &= \sigma v(B_x \cdot B_y) \\ F_z &= \sigma v(B_x \cdot B_z) \end{aligned} \quad (5)$$

dove F_x è la resistenza magnetica e F_z è la forza di levitazione. Dalle relazioni (5) si evince che, oltre alle le forze di sostentazione e di guida, lungo la direzione del moto si genera una forza F_x con valori negativi che rappresenta la resistenza magnetica al moto che si oppone all'avanzamento del veicolo.

3.3.2. Applicazioni EDS

La ricerca sulla tecnologia dei treni Maglev con magneti superconduttori a bassa temperatura (4 K) [30][31] è iniziata in Giappone nel 1962. Nel 1972 fu realizzato con successo il primo prototipo (ML100). Nel 1975, il veicolo sperimentale (ML500) ha raggiunto una velocità di 517 km/h in assenza di passeggeri a bordo. Il 21 aprile 2015, nella linea di prova di YAMANASHI, il veicolo "L0" ha stabilito, il record mondiale di velocità (603 km/h) con equipaggio a bordo [32] (Fig. 12a).

La tecnologia EDS è utilizzata anche nel sistema Inductrack (Fig. 12b) che è stato sviluppato da un team di scienziati del Lawrence Livermore National Laboratory in California (USA). Tale sistema si basa sulla levitazione magnetica elettrodinamica di tipo passivo in quanto utilizza avvolgimenti passivi distribuiti sul binario e magneti permanenti (disposti nello schema di HALBACH) sul veicolo.

3.3.3. Esperienze sulle applicazioni EDS

Il sistema EDS genera alti valori di resistenza soprattutto a basse velocità.

Per quanto concerne la tecnologia giapponese EDS (LTS), quando il veicolo levita ad un'altezza di 230mm, il valore di picco della resistenza ma-

$$\begin{aligned} F_x &= -\sigma v(B_z \cdot B_z + B_y \cdot B_y) \\ F_y &= \sigma v(B_x \cdot B_y) \\ F_z &= \sigma v(B_x \cdot B_z) \end{aligned} \quad (5)$$

In EDS system, F_x is expressed as the magnetic resistance and F_z is expressed as the levitation force. It can be seen that excepting the levitation force and guidance force, another force along the direction of operation is existent which is a negative. That is the magnetic resistance, obstructing the movement of vehicles.

3.3.2. Application of EDS

Japan's low temperature (4 K) superconducting Maglev train technology [30][31] research began in 1962. And in 1972, ML100 principle vehicle was successfully developed. In 1975, the ML500 type test vehicle was speeded up to 517 km/h without passengers. The "L0" train achieved the world record speed of 603 km/h [32] for manned operation of the Yamanashi Maglev test line in Japan on April 21, 2015, as shown in Fig. 12a.

Inductrack technology was developed by a team of scientists at Lawrence Livermore National Laboratory in California (USA). Inductrack is a passive, fail-safe electrodynamic magnetic levitation system, using only unpowered loops of wire in the track and permanent magnets (arranged into Halbach arrays) on the vehicle to achieve magnetic levitation (Fig. 12 b).



(Fonte - Source: <https://www.maglev.net/worlds-fastest-train-l0-series>)

Figura 12a – Treno L0 ad alta velocità (Giappone) - Applicazione EDS.

Figure 12a – High speed L0 Train (Japan) – EDS Application.



(Fonte - Source:

http://gcep.stanford.edu/pdfs/ChEHeXOTnf3dHH5qjYRXMA/09_Post_10_11_trans.pdf)

Figura 12b – Prototipo Inductrack a medio-basse velocità (US) - Applicazione EDS.

Figure 12b – Low-to-medium medium speed Inductrack train (US) - EDS Application.

gnetica supera di diverse volte la resistenza di rotolamento dei treni WoR.

Questa tecnologia implica: i) elevatissimi campi magnetici concentrati sul veicolo e realizzati tramite magneti superconduttori a bassa temperatura e ii) opportune tecniche di interazioni tra i campi magnetici induttori ed avvolgimenti indotti per realizzare contemporaneamente la sustentazione e la guida.

Gli elevati campi magnetici in gioco, pur se contrastati da schermature, interferiscono comunque con l'ambiente e le persone.

Grazie allo sviluppo della scienza dei materiali, alcuni ricercatori stanno verificando la possibilità di sostituire i magneti superconduttori a bassa temperatura con magneti permanenti.

3.4. Levitazione magnetica in superconduzione (SML)

La tecnologia SML si basa sull'interazione tra una lastra superconduttiva ed un campo magnetico. I superconduttori sono l'unico tipo di materiale, ad oggi conosciuto, che ha una perfetta risposta diamagnetica e resistenza elettrica nulla.

Il fenomeno superconduttivo si manifesta all'interno di un campo definito da tre valori critici quali: temperatura (T_c), corrente (J_c) e campo magnetico (H_c).

Quando un materiale effettua la transizione dallo stato resistivo a quello superconduttivo, espelle attivamente

3.3.3. Experience in EDS application

The magnetic resistance of EDS is very high at low speed. As for the Japanese EDS (LTS), when suspended with a height of 230mm, the peak value of magnetic resistance is several times of WoR trains rolling resistance.

The key technology includes two aspects: i) a strong magnetic field on the vehicle due to the use of low temperature superconducting magnets and ii) the appropriate utilization of the magnetic force interaction between the vehicle's magnets and the induced magnetic field to realize the guidance of the vehicle in the high speed suspension state.

The strong magnetic fields, although counteracted by shielding, still interfere with the environment and people.

Thanks to developments in materials science, some researchers are investigating the possibility of replacing low-temperature superconducting magnets with permanent magnets.

3.4. Superconducting magnetic levitation (SML)

The SML approach is based on the interaction between a superconducting plate and a magnetic field. Superconductors are the only type of material known today which has a perfect diamagnetic response and zero electrical resistance.

The superconductive phenomenon occurs within a field defined by three critical values: temperature (T_c), current (J_c) and magnetic field (H_c).

When a material makes the transition from the normal to superconducting state, it actively excludes magnetic fields from its interior. This is called "Meissner" effect, a property of all superconductors, that was discovered by the German physicists W. MEISSNER and R. OCHSENFELD in 1933. In other terms the core of a superconductor cannot be penetrated by an applied magnetic field.

When the applied (external) magnetic field exceeds the critical one $H_{c,}$, the superconductivity breaks down. Superconductors can be divided into two types depending on how this breakdown occurs:

- *in type I superconductors, superconductivity is abruptly destroyed through an immediate phase transition when the applied field strength rises above a critical value H_c ;*
- *type II superconductors have two critical magnetic fields: lower and upper. The lower critical field occurs when magnetic flux vortices penetrate the material, but*

i campi magnetici dal proprio interno. Questo fenomeno, chiamato effetto “Meissner”, è una proprietà di tutti i superconduttori che fu scoperta dai fisici tedeschi W. MEISSNER e R. OCHSENFELD nel 1933. In altri termini, il nucleo di un superconduttore non può essere penetrato da un campo magnetico applicato esternamente.

Se però il campo magnetico applicato supera il valore critico H_c , la superconduttività si “distrugge”; a seconda di come avviene questa “distruzione”, i superconduttori possono essere così classificati:

- superconduttori del I° tipo in cui la superconduttività viene bruscamente “distrutta” attraverso una transizione immediata di fase quando l’intensità del campo applicato supera il valore critico H_c ;
- superconduttori del II° tipo che presentano due valori di H_c di cui uno inferiore e l’altro superiore. Il campo critico inferiore si ha quando i vortici di flusso magnetico penetrano nel materiale e lo stesso rimane in uno stato superconduttivo. Invece, il campo critico superiore si ha quando la densità dei vortici diventa troppo grande ed il materiale perde la superconduttività.

Allo stato attuale delle conoscenze del fenomeno della superconduttività, i superconduttori possono anche essere classificati in relazione alla temperatura critica di transizione, così come di seguito:

- superconduttori a bassa temperatura (LTS), generalmente raffreddati con elio liquido (4K);
- superconduttori ad alta temperatura (HTS), generalmente raffreddati con azoto liquido (77K).

3.4.1. Principio di funzionamento SML

Per quanto sopra descritto, quando un superconduttore interagisce con un campo magnetico, questo viene respinto (effetto Meissner) e si genera una forza repulsiva reciproca.

Tale principio può essere utilizzato per realizzare architetture di treni Maglev in cui i superconduttori, posti a bordo, interagiscono con i campi magnetici del binario per generare le forze di sustentazione e di guida del veicolo.

3.4.1.1. SML a bassa temperatura

L’idea di utilizzare l’effetto Meissner con superconduttori a bassa temperatura per applicazioni di treni Maglev, fu proposta per la prima volta nel 1973 da G. LANZARA [33] che conseguì un brevetto statunitense nel 1990 [34] i cui schemi di base sono illustrati nella Fig. 13.

L’architettura ideata si basa sull’interazione tra lastre superconduttrici “riflettenti”, poste a bordo del veicolo, ed il campo magnetico della guida. I principali vantaggi riguardano:

- l’assenza della resistenza magnetica al moto del veicolo poiché le correnti parassite sono generate all’interno di un superconduttore con resistenza elettrica nulla;
- la possibilità di conseguire notevoli valori di altezza operativa (traferro), anche superiori a 50 mm, tra il

the material remains in a superconductive state. When the density of the vortices becomes too great, the entire material loses superconductivity, and this corresponds to the upper critical field.

In the current state of knowledge about the superconducting phenomenon, the superconductors can also be classified according to the critical transition temperature as follows:

- *low-temperature superconductors (LTS), is generally cooled with liquid helium (4K);*
- *high temperature superconductors (HTS), is generally cooled with liquid nitrogen (77K).*

3.4.1. SML working principle

For above, when a superconductor interacts with a magnetic field, this is repelled (Meissner effect) and a reciprocal repulsive force is generated.

This principle can be used to realize a maglev train architecture in which superconductors, placed on board the vehicle, interact with magnetic fields on the guideway to achieve the levitation and guidance forces of the vehicle itself.

3.4.1.1. Low temperature SML

The idea of using the Meissner effect with low temperature superconductors for magnetic levitation train applications was first proposed in 1973 by G. LANZARA [33] who was granted a U.S. patent in 1990 [34] whose basic concepts are illustrated in Fig. 13.

The main advantages derived from the proposed architecture based on magnetically levitated vehicle with superconducting mirror sheets interacting with guideway magnetic field are:

- *no resistances to the vehicle motion because eddy-currents are generated inside a superconductor with zero electrical resistance;*
- *significant operating gaps, even greater than 50 mm, can be obtained between the vehicle and the guideway, depending on the intensity of the magnetic fields;*
- *no active control system is needed to obtain the set operating gaps;*
- *use of static magnetic fields generated by super magnets;*
- *use, where economically acceptable, of variable magnetic fields on the guideway so that propulsive and braking forces are also achieved;*
- *no energy is needed to achieve levitation if static magnetic fields are used.*

The basic low temperature SML physical principles are outlined above, with the exception of the type of superconductor, the critical transition temperature and inherent forces stability, are also valid for the high temperature SML method described in the following sub-section.

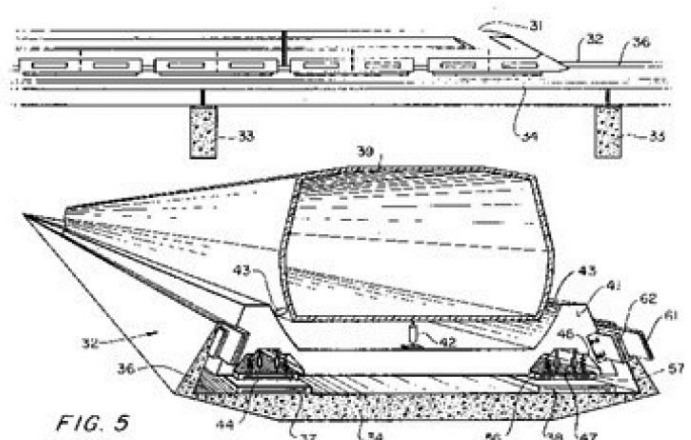
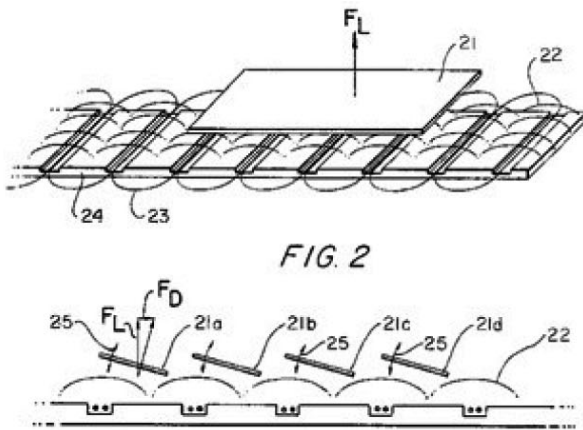


Figura 13 – Schemi di veicolo Maglev con lastre riflettenti in superconduzione interagenti con il campo magnetico della guida (G. LANZARA, [34]).

Figure 13 – Schemes of Maglev vehicle with superconducting mirror sheets interacting with guideway magnetic field (G. LANZARA, [34]).

veicolo e la guida, a seconda dell'intensità dei campi magnetici utilizzati;

- l'assenza di sistemi di controllo attivo per mantenere le distanze operative (gap) impostate;
- l'utilizzo di campi magnetici statici generati da super magneti;
- l'uso, dove economicamente conveniente, di campi magnetici variabili sulla guidavia in modo da ottenere anche forze propulsive e frenanti;
- non è richiesta energia elettrica ai fini della levitazione qualora si utilizzino campi magnetici statici.

I principi fisici di base della tecnologia SML a bassa temperatura, con l'eccezione del tipo di superconduttore, valore di temperatura critica di transizione e stabilità del campo di forze, sono validi anche per il metodo SML ad alta temperatura di seguito descritto.

3.4.1.2 SML ad alta temperatura

La tecnologia SML ad alta temperatura (HT) si basa sull'interazione tra un superconduttore ad alta temperatura (HTS), appartenente a quelli non ideali del II° tipo, ed un campo magnetico statico generato dai magneti permanenti (Fig. 14a). L'interazione tra HTS e campo magnetico produce forze repulsive e attrattive, poiché il campo magnetico rimane parzialmente "intrappolato" all'interno del materiale superconduttore (effetto *flux pinning*). A tal fine, la transizione del materiale allo stato superconduttore deve avvenire in presenza di un campo magnetico applicato.

L'effetto *flux pinning* nei materiali HTS genera sia forze repulsive che attrattive la cui combinazione determina una sospensione stabile senza l'ausilio di un apparato di controllo attivo.

In altre parole, rispetto alla posizione di equilibrio, si ottiene il doppio effetto: si generano forze repulsive se il

3.4.1.2. High temperature SML

The high temperature SML levitation method is based on the interaction between high temperature superconductor (HTS) of non-ideal type II superconductors, and a static magnetic field generated by PMs (Fig. 14a). The interaction between HTS and static magnetic field produces repulsive and attractive forces as the magnetic field remains partially "trapped" inside the superconducting material (flux pinning effect). For this purpose, the transition of the material to the superconducting state must occur in the presence of an external magnetic field.

Operation is based on the flux pinning effect of superconducting materials that generates both repulsive and attractive forces, and this combination of forces determines stable suspension without the need for active control.

In other words, with respect to the equilibrium position, the double effect is obtained: repulsive forces are generated if the superconductor and the magnets are close to each other and attractive forces if they move away.

The levitation height of 10-30 mm can be reached (Fig. 14b).

The levitation method has been enhanced starting at the end of the 1980s with the advent of two sintered materials such as high temperature critical superconductors $YBa_2Cu_3O_x$ (YBCO) and high performance $Nd_2Fe_{14}B$ (Nd-FeB) permanent magnets.

In the SML system, the superconductors are cooled with liquid nitrogen (77 K) instead of the less efficient liquid helium (4 K) that is used in the EDS system. All with significant advantages in both simplicities of cryogenic systems and economics.

In a two-dimensional model configuration, levitation force (F_z) and and guidance force (F_x) can be calculated by Equations (6) and (7), respectively:

superconduttore e i magneti permanenti si avvicinano tra loro e, viceversa, forze attrattive se si allontanano.

Questo metodo consente di ottenere altezze di traferro di 10-30 mm (Fig. 14b).

La tecnologia SML è stata sviluppata alla fine degli anni 1980 grazie alla scoperta di due materiali sinterizzati quali: i superconduttori $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ (YBCO) ad alta temperatura critica ed i magneti permanenti $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ (NdFeB) ad alte prestazioni di campo.

I superconduttori sono raffreddati con azoto liquido (77 K) al posto del meno efficiente elio liquido (4 K) che invece è utilizzato nella tecnologia EDS; il tutto con significativi vantaggi sia di semplicità dei sistemi criogenici che di riduzione dei costi.

Con riferimento ad un modello bidimensionale, la forza di sustentazione (F_z) e la forza di guida (F_x) possono essere calcolate rispettivamente dalle equazioni (6) e (7):

$$F_z = \int J \times B_x dS \quad (6)$$

$$F_x = \int J \times B_z dS \quad (7)$$

dove B_x e B_z sono le componenti della densità di flusso magnetico rispettivamente nelle direzioni orizzontale e verticale, J è la corrente elettrica nei superconduttori e S è l'area dei superconduttori.

3.4.2. SML ad alta temperatura: ricerca e sviluppo

La tecnologia SML ad alta temperatura (HT), grazie alle intrinseche caratteristiche (sospensione auto-stabilizzante, assenza di resistenza magnetica al moto, basso consumo energetico, semplicità della struttura ed eco-compatibilità), è alla base di sistemi di trasporto prototipi

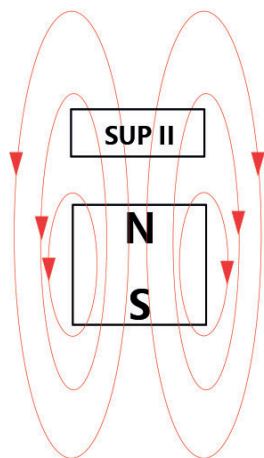


Figura 14a – Principio di funzionamento - Schema HT SML.

Figure 14a – Working principle - HTSML scheme.

$$F_z = \int J \times B_x dS \quad (6)$$

$$F_x = \int J \times B_z dS \quad (7)$$

where B_x and B_z refer to the component of magnetic flux density in the horizontal direction and vertical direction, respectively. And J is the electric current in superconductors and S is the total area of superconductors.

3.4.2. High temperature SML: research and development

Due to its inherent characteristics (self-stabilizing, magnetic drag free, low-energy consumption, simple structure and eco-friendliness), the HT SML technology has caught the attention of several research institutes for the development of prototype systems.

By neglecting minor demonstrations, Fig. 15 illustrates, in the international framework, research groups that have developed prototype SML systems such as those, Century in Chengdu (China) [35], SupraTrans in Dresden (Germany) [36], UAQ4 in L'Aquila (Italy) [37], Cobra in Rio de Janeiro Brazil [38], AIST in Tokyo (Japan) [39] and Russian vehicle (Russia) [40].

The high-temperature SML technological approach, although still at an experimental stage, has the potential to overcome the operational limitations due to magnetic resistance to motion that characterize the other technologies. Therefore, it is believed that HT SLM technology can contribute to meeting the needs of the future generation of Maglev transport systems.

3.4.2.1 Italian experiences

Italian research activities in the field of innovative transportation systems started in the early 70's at the University of Palermo, with the construction of the IAP2 and IAP3 air cushion trains (Fig. 3b and 3c of Section 2), of

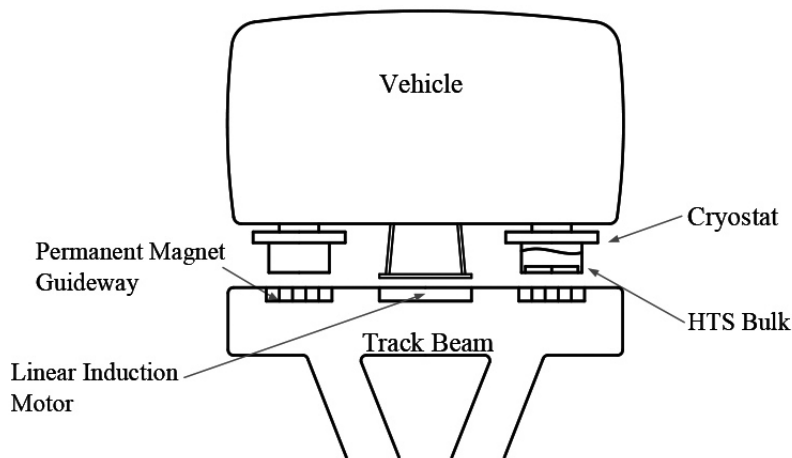


Figura 14b – Applicazione - Schema HT SML.

Figure 14b – Application - HTSML scheme.

pali sviluppati da diversi gruppi di ricerca. Trascurando le dimostrazioni minori, la Fig. 15 illustra l'ubicazione internazionale degli istituti di ricerca impegnati nello sviluppo dei seguenti prototipi: Century in Chengdu (Cina) [35], SupraTrans in Dresda (Germania) [36], UAQ4 in L'Aquila (Italia) [37], Cobra in Rio de Janeiro Brasile [38], AIST in Tokyo (Giappone) [39] ed il Veicolo russo (Russia) [40].

L'approccio tecnologico SML ad alta temperatura, pur essendo ancora in fase sperimentale, consente potenzialmente di superare i limiti operativi dovuti alla resistenza magnetica al moto che caratterizzano le altre tecnologie. Si ritiene pertanto che la tecnologia HT SLM possa contribuire a soddisfare le esigenze della futura generazione dei sistemi di trasporto Maglev.

3.4.2.1. Esperienze italiane

L'attività di ricerca italiana nel campo dei sistemi di trasporto innovativi è iniziata nei primi anni '70 presso l'Università di Palermo, con la costruzione dei treni a cuscino d'aria IAP2 e IAP3 (Fig. 3b e Fig. 3c del paragrafo 2). Nonostante la validazione delle diverse innovazioni di sistema, lo sviluppo del progetto fu interrotto per i noti limiti tecnologici e pertanto le attività di ricerca furono orientate verso la tecnologia Maglev, come già illustrato nel paragrafo 3.4.1.1.

which the second was tested on the test line in the Trapani airport area (Sicily). Despite the validation of the various system innovations, and the project development was interrupted for technological limits.

Therefore, research activities were oriented towards Maglev technology, as illustrated in subsection 3.4.1.1 Following the advent of HTS materials, research continued at the University of L'Aquila, under the leadership of G. LANZARA with the project of the UAQ4 maglev train based on HT SML technology [41][42].

To this purpose, a laboratory was set up where various experimental devices with a circular geometry were designed and built to reproduce and test the phenomenon of magnetic interaction in a wide range of parameters as well as calibrating the specifically developed numerical models.

All this made it possible to identify the system configuration capable of optimising the relationship between lifting and guiding forces and of eliminating magnetic resistance to motion [43][44][45][46][47][48][49][50][51].

In parallel, studies and tests on the propulsion system have also been carried out [52][53].

In addition, an innovative experimental Maglev linear system (Fig. 16a), with patented levitation [54] and propul-



Figura 15 – Ubicazione degli istituti di ricerca HTS Maglev in ambito internazionale.

Figure 15 – Distribution of HTS maglev research institutes around the world.

A seguito dell'avvento dei materiali superconduttori ad alta temperatura critica, la ricerca continuò all'Università dell'Aquila, sotto la guida di G. LANZARA con la realizzazione del progetto del treno Maglev UAQ4 a tecnologia HT SML [41][42].

A questo fine è stato allestito un laboratorio dove sono stati progettati e costruiti diversi dispositivi sperimentali a geometria circolare per riprodurre e testare ad ampio spettro il fenomeno d'interazione magnetica al variare dei parametri in gioco e per calibrare i modelli numerici appositamente sviluppati.

Il tutto ha consentito di individuare la configurazione di sistema in grado di ottimizzare il rapporto tra forze di sostentazione e guida e di eliminare la resistenza magnetica al moto [43][44][45][46][47][48][49][50][51].

In parallelo, sono stati effettuati studi e test per definire l'apparato di propulsione più idoneo [52][53].

Inoltre un innovativo sistema sperimentale Maglev (Fig. 16a) a guidovia lineare, con apparati di levitazione [54] e propulsione [55] brevettati, è stato costruito e testato al fine di dimostrare la fattibilità tecnologica per:

- i) realizzare un apparato Maglev di sostentazione e guida nelle tre direzioni dello spazio e in tutte le fasi del moto, anche a velocità nulla, senza apporto di energia elettrica;
- ii) eliminare la resistenza magnetica al moto;
- iii) realizzare un innovativo sistema di propulsione/frenatura ad alta efficienza per applicazioni sia a bassa che alta velocità (Fig. 16b);
- iv) progettare un veicolo leggero con tecnologie, materiali, dimensioni e livello di comfort mutuati dal sistema aeronautico (Fig. 16c).

Il veicolo del sistema UAQ4 è sospeso e guidato silenziosamente per mezzo di un modulo di levitazione magnetica, unico del suo genere a forma di "V" (o "L"), che permette di scomporre la forza magnetica in una componente verticale (sostentazione) ed una orizzontale (guida) con va-



(Fonte - Source: Autori - Authors)

Figura 16a – Sistema sperimentale - Sistema Maglev italiano UAQ4.

Figure 16a – Laboratory system - Italian UAQ4 Maglev system.

sion [55] apparatuses, was built and successfully tested in order to demonstrate the feasibility to:

- i) realize a levitation system to lift and guide the vehicle three-dimensionally self-stabilizing in all phases of motion, zero speed included, without electricity input;
- ii) reduce the magnetic resistance to the vehicle motion almost to zero;
- iii) realize an innovative high efficiency propulsion/brake system for low and high speed applications (Fig. 16b);
- iv) designing a lightweight vehicle with technologies, materials, dimensions and comfort level derived from the aeronautical system (Fig.16c).

The UAQ4 vehicle is suspended and guided silently by a unique V-shaped (or L-shaped) magnetic levitation module, which enables the magnetic force to be broken down into a vertical component (lifting) and a horizontal component (guidance) with values suitable for high-speed applications too. The phenomenology associated with three-dimensional self-stabilization of the suspension device has been extensively researched and tested [56][57].

In addition, the dynamic vehicle-track coupling has been studied both in straight and curved motion [58][59][60][61][62].

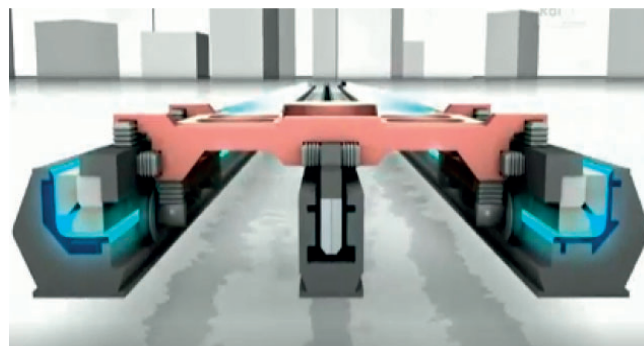
The vehicle's propulsion and braking are provided by an innovative DC linear stepper motor with permanent magnets [63].

The full scale high-speed version train was designed by using immersive virtual reality (Fig. 16b).

3.4.2.2. Chinese experiences

Concerning China research activities, in 2000, the first manned HTS Maglev test vehicle "Century" (Fig. 17a) was developed successfully at Southwest Jiaotong University (SWJTU), Chengdu. Its maximum load capacity is 530 kg with the levitation height of 20 mm and a working time of dewars is 6 hours [64].

A ring test line of HTS Maglev (Fig. 17b) and a Super-



(Fonte - Source: Autori - Authors)

Figura 16b – Rappresentazione degli apparati di sospensione e propulsione - Sistema Maglev italiano UAQ4.

Figure 16b – Suspension and propulsion devices representation - Italian UAQ4 Maglev system.

lori idonei anche per applicazioni ad alta velocità.

La fenomenologia connessa all'auto-stabilizzazione tridimensionale del dispositivo di sospensione è stata ampiamente approfondita e sperimentata [56][57].

Inoltre, la dinamica dell'accoppiamento veicolo-guidovia è stata studiata sia in condizioni di moto rettilineo che curvilineo [58][59][60][61][62].

La propulsione e la frenatura del veicolo sono assicurate da innovativo motore lineare DC di tipo stepper a magneti permanenti [63].

La progettazione a scala reale del treno, nella versione ad alta velocità, è stata sviluppata tramite tecnica in realtà virtuale immersiva (Fig. 16b).

3.4.2.2. Esperienze Cinesi

Per quanto riguarda la Cina, le attività di ricerca nel campo HTS Maglev sono iniziate nel 2000 con la costruzione del primo veicolo di prova "Century", in grado di trasportare persone a bordo (Fig. 17a), presso la *Southwest Jiaotong University* (SWJTU), Chengdu. Il sistema ha una capacità di carico massima di 530 kg in corrispondenza di un'altezza di traferro di circa 20 mm ed un'autonomia operativa dell'apparato criogenico di circa 6 ore [64].

Nel 2013 sono stati costruiti sia un nuovo veicolo denominato Super-Maglev I (Fig. 17b) sia una linea di pro-



(Fonte - Source: Autori – Authors)

Figura 16c – Modello (scala 1:20): della versione ad alta velocità - Sistema Maglev italiano UAQ4.

Figure 16c – High speed version model (scale 1:20) - Italian UAQ4 Maglev system.

Maglev I vehicle (Fig. 17c) were developed in 2013. The length of the guideway is 45 m, including two 3.6 m straight lines and two 6 m radius curve-lines [65]. After that, Super-Maglev-II was developed on the basis of Super-Maglev I [66].

In 2021, an engineering prototype of high-speed HTS maglev (Fig. 18) was successfully developed. The car body is made of carbon fiber composite material with 21 m in length and 3.2 m in width. The load capacity is over 15 t. It is propelled by long stator centrally mounted single-side permanent magnet synchronous linear motor and its braking mode adopts electromechanical braking and eddy current braking.

As vehicle dynamics play a key role in the development of high-speed Maglev systems, finite element analyses were carried out to better identify the relationships among magnetic induction, internal current density and levitation forces in HTS bulks [67][68].

In order to study the motion law of HTS bulk under the action of external magnetic field, mathematical models of levitation force and guidance force were proposed [69][70]. Based on these models, nonlinear vibration characteristics of HTS bulk in the field of permanent magnetic Halbach array was systematically investigated [71][72].

And recently, the Vehicle/Bridge Coupled dynamics were widely investigated [73][74]. For the engineering application, some other studies have been carried out. E.g., the PMG was optimized to enhance the levitation force [75]. Electromagnetic Turnout was designed to make the vehicle realize turn [76] and PML mode was introduced [77][78].

These studies indicate that HTS maglev has potential of being under high-speed operation. Consider being com-



(Fonte - Source: <http://news.sina.com.cn/c/2003-12-31/10092511939.shtml>)

Figura 17a – Il primo veicolo "Century" HTS con persone a bordo - Sistema HTS Maglev Cinese.

Figure 17a – Laboratory system - Italian UAQ4 Maglev system.



(Fonte - Source: Autori – Authors)

Figura 17b – Super-Maglev I - Sistema HTS Maglev Cinese.

Figure 17b – High speed version model (scale 1:20) - Italian UAQ4 Maglev system.



(Fonte - Source: Autori – Authors)

Figura 17c – Circuito di prova [53] - Sistema HTS Maglev Cinese.

Figure 17c – Suspension and propulsion devices representation - Italian UAQ4 Maglev system.

va circolare (Fig. 17c) lunga 45 m, con due rettilinee (di 3,6 m) e due curve (con raggio di 6 m) [65]. Successivamente, sulla base dell'esperienza maturata, è stato sviluppato il veicolo Super-Maglev-II [66].

Nel 2021 è stato sviluppato, a scala reale, il prototipo ad alta velocità HTS Maglev con capacità di carico superiore a 15 t (Fig. 18). La scocca portante del veicolo (lungo 21 m e largo 3,2 m) è realizzata in materiale composito in fibra di carbonio. Il sistema utilizza un motore lineare sincrono ad un solo lato (a statore lungo e magneti permanenti) con modalità di frenatura sia elettromeccanica che a correnti parassite.

Poiché la dinamica del veicolo assume un ruolo chiave per lo sviluppo dei sistemi Maglev ad alta velocità, sono state condotte analisi agli elementi finiti per meglio individuare le relazioni tra induzione magnetica, densità di corrente interna e forze di levitazione nei materiali HTS [67][68]. Inoltre, al fine di studiare la dinamica del sistema HTS sotto l'azione del campo magnetico esterno, sono stati definiti appositi modelli matematici idonei a computare le forze di sostanziazione e di guida [69][70]. Sulla base di questi modelli, sono state studiate sistematicamente le caratteristiche non lineari di vibrazione degli apparati HTS interagenti con magneti permanenti distribuiti secondo lo schema di Halbach [71][72].

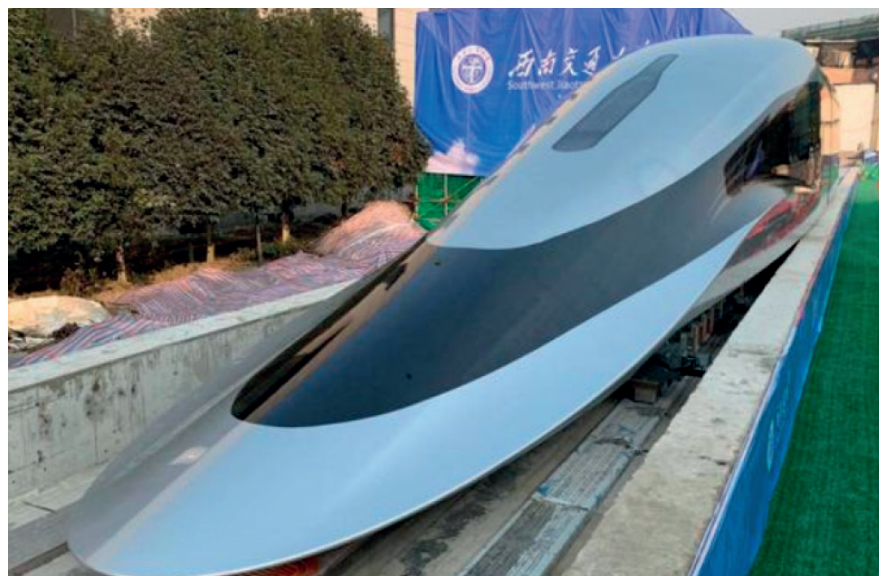
Si è proceduto quindi ad analizzare approfonditamente l'accoppiamento dinamico veicolo/struttura sopraelevata [73][74]. Per le applicazioni in-

binata con vacuum pipeline, it is expected to be able to achieve ultra-high-speed operation.

4. Advantages and limits of current Maglev systems

The competitiveness of Maglev systems compared to traditional WoR systems depends on a combination of several factors including technical, performance, environmental and economic ones [79].

In order to proceed with this assessment, it is necessary to analyse both the advantages and limitations of current



(Fonte - Source: Autori – Authors)

Figura 18 – Il nuovo prototipo Maglev HTS ad alta velocità.

Figure 18 – The new high-speed engineering prototype of HTS Maglev.

gegneristiche sono stati condotti ulteriori studi sulla configurazione dei magneti permanenti della guidovia (PMG) per ottimizzare la forza di levitazione [75]. È stato inoltre progettato un deviatore elettromagnetico a tecnologia PML [76] per l'instradamento del veicolo [77][78].

I risultati degli studi indicano chiaramente che la tecnologia Maglev in superconduzione ad alta temperatura è idonea per applicazioni trasportistiche anche ad alta velocità. Nella prospettiva futura di considerarne l'uso congiunto del sistema intubato, ci si aspetta che tale tecnologia possa essere anche utilizzata per applicazioni ad altissima velocità.

4. Vantaggi e limiti degli attuali sistemi Maglev

La concorrenzialità dei sistemi Maglev rispetto a quelli tradizionali WoR dipende dalla combinazione di diversi fattori tra cui quelli tecnici, prestazionali, ambientali ed economici [79].

Per procedere in questa valutazione, occorre analizzare sia i vantaggi che i limiti dell'attuale tecnologia Maglev con l'intento di focalizzare l'attenzione su ulteriori esigenze di ricerca.

A tal proposito, la Tab. 2 illustra sinteticamente il confronto delle prestazioni dei sistemi Maglev e WoR così come proposto da HYUNG-WOO LEE *et al.* [80].

Allo stesso tempo, occorre però sottolineare che le attuali tecnologie EMS e EDS, ormai mature ed affidabili, non consentono ancora di cogliere tutti i potenziali vantaggi connessi alla levitazione magnetica, in quanto ad esempio:

- i dispositivi EMS di levitazione e guida da un lato consumano energia (circa 2 kW/t) [81] per il loro funzionamento e dall'altro generano significative resistenze magnetiche al moto la cui entità varia con la velocità;
- i dispositivi EDS, soprattutto a bassa velocità, generano elevate resistenze magnetiche al moto [82].

Con riferimento ai sistemi Maglev Transrapid (EMS) e MLX01 (EDS), la Fig. 19 illustra l'andamento delle resistenze magnetiche in funzione della velocità, così come riportato nello studio di STEPHAN e LASCHER [83].

Da quanto sopra si deduce che l'insorgere delle resistenze magnetiche durante il moto del veicolo rappresenta una chiara limitazione prestazionale degli attuali sistemi Maglev in quanto esse giocano un ruolo fondamentale non solo dal punto di

Maglev technology with the intention of focusing on further research needs.

In this regard, Tab. 2 briefly illustrates the performance comparison of Maglev and WoR systems as proposed by HYUNG-WOO LEE *et al.* [80].

At the same time, however, it must be stressed that the current EMS and EDS technologies, which are now mature and reliable, do not yet allow to capture all the potential benefits associated with magnetic levitation, since for example:

- EMS levitation and guidance devices on the one hand consume energy (about 2 kW/t) [81] for their operation and on the other hand generate significant magnetic resistance to motion whose magnitude depends on the speed;
- EDS devices, especially at low speed, generate very high magnetic resistances to motion [82].

Fig. 19 shows the magnetic resistance vs speed for EMS Transrapid and EDS MLX01 maglev trains, as well as reported in STEPHAN and LASCHER study [83].

From the above it can be deduced that the occurrence of magnetic resistance during vehicle motion represents a clear performance limitation of current Maglev systems as it plays a fundamental role not only from a technical point of view but above all from an economic and environmental one.

Tabella 2 – Table 2
Comparazione delle prestazioni dei sistemi Maglev e WoR
Performance comparison of Maglev and WoR systems

| | Sistema Maglev Maglev system | Sistema tradizionale WoR WoR system |
|---|--|--|
| Vibrazioni & rumore <i>Vibration & noise</i> | Assenza di contatto meccanico 60-65[dB] <i>No mechanical contact 60-65[dB]</i> | Contatto tra ruote e rotaie 70-75[dB] <i>Contact between wheels and rails 70-75[dB]</i> |
| Sicurezza <i>Safety</i> | Impossibilità di deragliamento <i>No possibility of derailment</i> | Deragliamento da difetti <i>Derails from a minor defect</i> |
| Infrastruttura <i>Guideway</i> | Veicolo leggero & carichi distribuiti → struttura di tipo leggero <i>Light vehicle & distributed load → lightweight</i> | Veicolo pesante & carichi concentrati → struttura di tipo pesante <i>Heavy & concentrated load → Hardly structure</i> |
| Manutenzione <i>Maintenance</i> | Ridotta <i>Very little</i> | Sostituzione periodica di ruote, cuscinetti, rotaie, etc. <i>Periodic replacement of wheels, gear, rail, etc.</i> |
| Pendenza <i>Grade</i> | circa 80-100/1000 <i>About 80-100/1000</i> | circa 30-50/1000 <i>About 30-50/1000</i> |
| Curve <i>Curve</i> | 30 [m] di raggio <i>In 30 [m] in radius</i> | 150 [m] di raggio <i>In 150 [m] in radius</i> |

vista tecnico ma soprattutto economico ed ambientale.

Infatti, come emerge dallo studio di E. FRITZ *et al.* [84], rispetto al sistema di trasporto tradizionale WoR, gli attuali sistemi Maglev risultano vantaggiosi in termini di consumo energetico soprattutto nelle applicazioni ad alta velocità (superiori a 300 km/h).

Riteniamo pertanto che sia importante approfondire e sviluppare nuove tecnologie, quale ad esempio quella SML, affinché si possano superare le inefficienze residuali che caratterizzano il funzionamento degli attuali sistemi Maglev.

5. Sistema di Trasporto Maglev ultraveloce con tubo depressurizzato (EET)

Come è noto, la marcia di un treno, a causa dell'interazione con l'ambiente, richiede la combinazione di due requisiti di potenza per superare:

- i) la resistenza al rotolamento che caratterizza il sistema delle ruote;
- ii) la resistenza aerodinamica. I dati sperimentali mostrano che essa rappresenta più dell'80% della resistenza totale quando la velocità del treno supera i 400 km/h [85] e può superare il 90% in galleria [86].

Risulta pertanto fondamentale concepire e sviluppare sistemi di trasporto in grado di eliminare entrambe le resistenze.

Se da una parte la tecnologia Maglev consente di eliminare la resistenza al rotolamento, dall'altra occorre superare i problemi tecnici associati alla barriera di resistenza all'aria prodotta a velocità molto elevate.

Per quanto concerne la riduzione della resistenza aerodinamica, oltre ad ottimizzare la forma del veicolo, poco altro può essere fatto per la componente dell'attrito viscoso quando si opera in "aria" cioè in condizioni di pressione atmosferica prossime al suolo. Nei veicoli terrestri che si muovono in "aria" a velocità molto elevate (più di 600 km/h), si innescano fenomeni di surriscaldamento che possono portare alla distruzione della struttura del veicolo stesso.

Un'alternativa tecnica a tale problematica è quella di far viaggiare i veicoli all'interno di un tubo ovvero una struttura chiusa parzialmente depressurizzata e di ottimizzare, nel contempo, la forma dei veicoli stessi. Con questi presupposti il treno, teoricamente, può raggiungere velocità subsoniche ed ultrasoniche [87].

In termini puramente teorici, le resistenze al moto tenderebbero ad annullarsi qualora un treno Maglev viag-

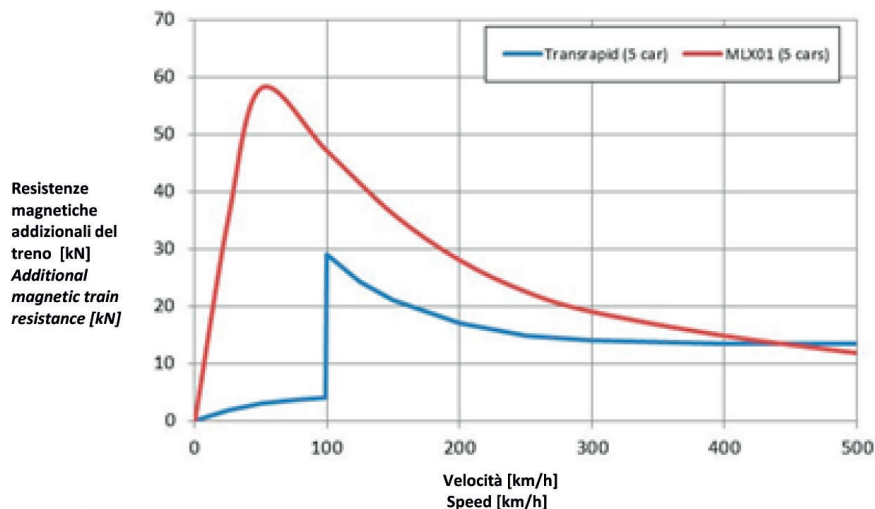


Figura 19 – Resistenze magnetiche al variare della velocità per i sistemi Maglev Transrapid (EMS) e MLX01 (EDS) (STEPHAN and LASCHER [83]).
Figure 19 – Magnetic train resistance for EMS Transrapid and EDS MLX01 maglev systems (STEPHAN and LASCHER [83]).

In fact, as it emerges from the study by E. FRITZ et al. [84], compared to the traditional WoR transport system, the currently operational Maglev systems are advantageous in terms of energy consumption especially in high-speed applications (above 300 km/h).

We therefore believe that it is important to investigate and develop new technologies, such as SML, in order to overcome the residual inefficiencies that characterize the operation of current Maglev systems.

5. Ultra-high-speed Maglev evacuated tube transportation (ETT)

As is well known, vehicle travel, due to interaction with the environment, requires the combination of two power requirements to overcome:

- i) *the rolling friction resistance characterizing wheel system;*
- ii) *the aerodynamic drag. Experimental data shows that this drag accounts for more than 80% of total drag when the train speed exceeds 400 km/h [85]. Aerodynamic drag can exceed 90% of the total drag for high-speed trains traveling in tunnels [86].*

It is therefore essential to design and develop transport systems that can eliminate both resistances.

Although Maglev technologies allow the rolling resistance to be avoided, the technical problems associated with the air resistance barrier produced at very high speeds must be considered.

For air drag issue, besides changing the shape of the vehicle, little else can be done to reduce viscous friction component when operating under air pressure conditions at a

giasse all'interno di un tubo depressurizzato in condizioni ambientali prossime al vuoto assoluto. Tali condizioni però rimangono ideali e pertanto esse definiscono i limiti fisici estremi della problematica.

Ovviamente in termini pratici, quanto sopra esposto è molto difficile e complicato da realizzare in quanto la corsa di un treno ultraveloce all'interno di un ambiente intubato causa gravi problemi aerodinamici (onde di pressione, vibrazioni sonore, rumore, etc.) che aumentano rapidamente con la sesta-ottava potenza della velocità [88].

5.1. Progressi nella ricerca

Storicamente, nel 1904, R. GODARD, il padre del razzo moderno, ha avanzato l'idea del "trasporto a tubo evacuato" [89].

Un contributo significativo di conoscenza su questo argomento è stato apportato sin dal 1947 dal Prof. FOA che ha guidato il progetto statunitense, denominato *Tube-flight*, incentrato sullo sviluppo di un nuovo sistema di trasporto terrestre intubato ad alta velocità. Esso prevedeva l'utilizzo di un veicolo, a forma di fusoliera d'aereo, sostenuto da dispositivi a cuscino d'aria e propulso da uno dei diversi possibili dispositivi di induzione di flusso, all'interno di un tubo [90][91]. Una sintesi di queste importanti attività di ricerca, unitamente alla Fig. 20, sono riportate nell'articolo di W.B. BROWER [92].

Tuttavia, a causa delle barriere tecnologiche, questa idea è rimasta tale per diversi decenni. Successivamente su questa tematica, grazie anche al progressivo sviluppo dei sistemi Maglev, sono stati realizzati diversi progetti tra i quali: i) *Swissmetro* a velocità ipersonica [93], ii) ET3 brevettato da OSTER (1999) con l'utilizzo di una serie di tubi (con diametro di 1,5 m) depressurizzati a circa 0,1 Pa [94], iii) *Hyperloop* (2013) con un veicolo (noto come *Pod*) che viaggia in ambiente intubato depressurizzato a circa 100 Pa [95].

I risultati di studi teorici evidenziano che veicoli Maglev intubati in ambiente depressurizzato (1% di pressione atmosferica a livello del mare) possono potenzialmente raggiungere un'efficienza maggiore rispetto a quella dell'aereo [96].

given speed. In ground vehicles moving at very high speeds (more than 600 km/h) in air (Earth's atmosphere at sea level), overheating phenomena can be triggered that can lead to the destruction of the structure of the vehicle itself.

A technical alternative is to make the vehicle travel inside a tube, i.e. a closed, partially depressurised structure, while optimising the shape of the vehicle. Under these environmental conditions, subsonic and ultrasonic train speed can be theoretically achieved [87].

In purely theoretical terms, the motion resistances would tend to cancel out if a Maglev train travelled inside an evacuated tube under ambient conditions close to absolute vacuum. Of course these conditions remain ideal and therefore define the extreme physical limits of the problem.

Theoretically speaking, when the inner part of the tube is in the condition of absolute vacuum, the aerodynamic drag for the levitation train inside the tube is almost zero. Although, this is very hard to realize.

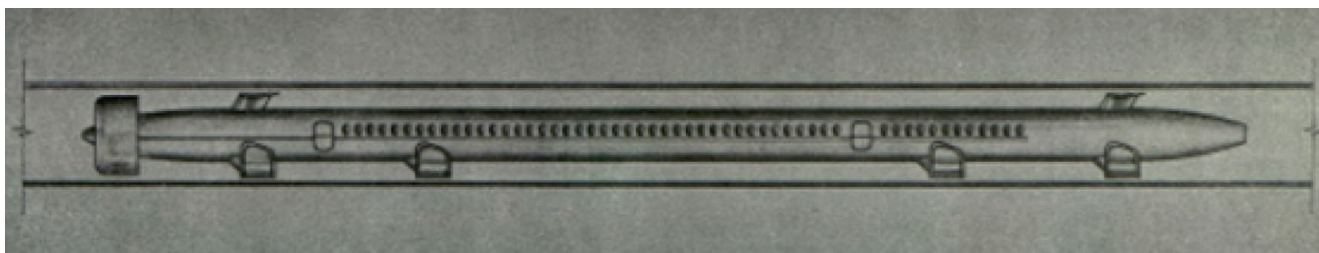
Obviously, all this is very difficult and complicated to achieve in practice since the running of an ultra-fast train inside a ducted environment causes serious aerodynamic problems (pressure waves, sound vibrations, noise, etc.) which increase rapidly with the sixth to eighth power of speed [88].

5.1. The research progress

Historically, in 1904, R. GODARD, the father of modern rocket, put forward the idea of "evacuated tube transportation" [89].

A significant contribution of knowledge to this topic was given since 1947 by Prof. FOA who led the US project called Tube-flight focused on the development of a new means of high-speed ground transportation involving a vehicle, shaped like an airplane fuselage, that is supported by air cushion devices, and propels itself with one of several possible flow induction devices through a tube [90][91]. A synthesis of these research activities and Fig. 20 are in the W.B. BROWER work [92].

However, due to technological barriers, this idea remained for several decades.



(Fonte - Source: [92])

Figura 20 – Schema del veicolo Tubeflight in scala reale con ventola canalizzata sul “naso” del veicolo.

Figure 20 – Artist's version of full-scale Tubeflight vehicle with ducted fan at vehicle nose.



(Fonte - Source: <https://www.virgin.com/branson-family/richard-branson-blog/introducing-virgin-hyperloop-one-worlds-most-revolutionary-train-service>)

Figura 21 – Virgin Hyperloop One.
Figure 21 – Virgin Hyperloop One.

In questa particolare tematica di ricerca sono attualmente coinvolti diversi paesi quali: USA, Francia, Cina, Germania, Corea del Sud; altri se ne stanno aggiungendo.

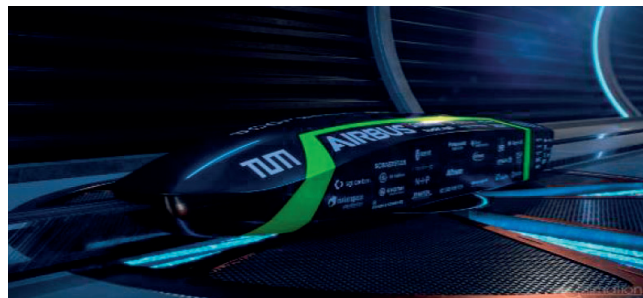
Nel 2017, il team di ricerca Virgin Hyperloop One (USA), utilizzando la tecnologia EDS con magneti permanenti, ha realizzato un sistema che ha raggiunto una velocità di 387 km/h (velocità target di 1200 km/h) su una linea lunga 500 m (Fig. 21) [97]. Nel 2020, la stessa azienda ha condotto i suoi primi test con equipaggio a bordo, raggiungendo la velocità massima di 172 km/h.

Nel 2017, l'istituto KRRRI della Corea del Sud ha lanciato la ricerca denominata *super tube train* con velocità teorica di 1000 km/h. Nel 2018, l'azienda HTT (USA) ha realizzato in Spagna il suo primo veicolo passeggeri tipo *Hyperloop* a scala reale. Nel luglio 2019, il team TUM *Hyperloop* dell'Università di Monaco (Germania) ha costruito un sistema che raggiunto una velocità di 463 km/h su una linea di prova lunga 1,6 km realizzata in occasione di un concorso di progettazione *Super Hyperloop* promosso da SpaceX (Fig. 22).

Per quanto riguarda le attività cinesi in questo particolare settore, già alla fine del 2004, alcuni membri, tra i quali Z. SHEN, dell'Accademia Cinese delle Scienze e dell'Accademia Cinese di Ingegneria hanno organizzato un convegno sul "Trasporto intubato ad alta velocità" a Chengdu, i cui lavori hanno evidenziato la realizzabilità dei sistemi intubati ultraveloci.

Nel 2014, la *Southwest Jiaotong University* ha costruito e messo a punto con successo il primo sistema intubato di prova al mondo, denominato "Super-Maglev", con veicolo a tecnologia HTS (Fig. 17) [98]. Tale sistema consente di integrare test di levitazione, guida, trazione, comunicazione e depressurizzazione; esso ha inoltre consentito di effettuare una serie di studi sulla dinamica e sulle prestazioni aerodinamiche del veicolo Maglev HTS (Fig. 23) [99][100]. La Tab. 3 elenca le caratteristiche principali del sistema sperimentale.

Nel 2018, il team di ricercatori della *Southwest Jiaotong University* ha iniziato a costruire una piattaforma di prova SML-ETT multifunzionale ad alta velocità (430



(Fonte - Source: <https://tumhyperloop.de/hyperloop-prototypes/#pod-4>)

Figura 22 – TUM Hyperloop.
Figure 22 – TUM Hyperloop.



(Fonte - Source: <https://tumhyperloop.de/hyperloop-prototypes/#pod-4>)

Figura 23 – Sistema prototipale SML-ETT "Super Maglev" in Cina.
Figure 23 – SML-ETT prototype "Super Maglev" in China.

With the increasing maturity of maglev technology, several studies were performed including: i) Swissmetro project with hypersonic speed [93], ii) ET3 system design patented by OSTER (1999) which involves a series of 1.5 m diameter tubes at near vacuum pressure (0.1 Pa) [94], iii) Hyperloop concept (2013) with a levitated vehicle (known as the Pod) in an enclosed tube which is depressurised to around 100 Pa [95].

The results of theoretical investigations show that current Maglev vehicle operating in an evacuated tube at 1% sea level air pressure, can reach an order of magnitude more effective than the aircraft [96].

Subsequently, the trend of research swept the world rapidly, and USA, France, China, Germany, South Korea, and other countries joined this competition.

In 2017, Virgin Hyperloop One research team of the United States adopted permanent magnet EDS to achieve a speed of 387 km/h (target speed of 1200 km/h) on its 500 m evacuated tube test line, as shown in Fig. 21 [97]. On November 9, 2020, the same company conducted its first

Tabella 3 – Table 3

Sistema prototipale SML-ETT “Super-Maglev”
 The parameters of SML-ETT prototype “Super-Maglev”

| Caratteristiche Feature | Descrizione Description |
|--|--|
| Tubo Tube | Circuito tipo racetrack Racetrack-type loop |
| Linea Line | Due curve con diametro di 6 m, due rettilinei di lunghezza di 3.6 m Two curve of 6 m diameter, two straight line of 3.6 m |
| Pressione Pressure | 10 kPa – 100 kPa (0.1–1 atm) |
| Trazione/frenatura Traction braking | Motore ad induzione lineare con frenatura meccanica ibrida 10 kPa – 100 kPa (0.1–1 atm) |
| Intervallo di velocità Velocity range | 0–50 km/h |

km/h) lunga 140 m e a doppio binario (Fig. 24). I valori di accelerazione e decelerazione raggiungibili sono rispettivamente di 8-15 g 15-20 g. Tale struttura serve a fornire dati scientifici necessari a realizzare una successiva piattaforma di prova a scala reale per sistemi ETT con veicoli a tecnologia HTS.

Inoltre, nel maggio 2020, è stata ufficialmente inaugurata la prima tratta multi-state coupled rail transit dynamic test platform presso la Southwest Jiaotong University. Il suo completamento è previsto per il 2023. La linea di prova per il trasporto ETT con veicoli Maglev a tecnologia HTS sarà lunga 1500 m e dotata di tutte le strutture di supporto. Si prevede che questa diventerà la più avanzata e completa piattaforma per attività di ricerca e test nel campo dei sistemi ferroviari ad altissima velocità.

5.2. Aspetti da studiare e risolvere

I sistemi Maglev EET ad altissima velocità rappresentano la nuova frontiera della ricerca che, in quanto tale, è nella fase di esplorazione e verifica ed è ancora molto lontana dall’applicazione ingegneristica.

Di seguito sono riportati alcuni aspetti scientifico-tecnologici che necessitano di essere ancora studiati e risolti:

- Trazione e frenatura: il sistema di propulsione rappresenta una delle più grandi difficoltà da affrontare. L’attuale tendenze in merito prevede l’utilizzo di un motore lineare stepper ad alta potenza che però implica necessariamente lo sviluppo di un azionamento lineare compatibile con le altissime velocità. L’apparato lineare richiede alta efficienza ed affidabilità, trazione stabile, ridotta forza normale etc..

manned tests with a maximum speed of 172 km/h.

In 2017, KRRI of South Korea launched the research on super tube train with a target speed of 1000 km/h. In 2018, HTT of the United States demonstrated its first Hyperloop full-size passenger compartment in Spain. In July 2019, the TUM Hyperloop team of Munich University of technology created a test speed of 463 km/h on the 1.6 km long evacuated tube test line at the Super Hyperloop design competition held by SpaceX, as shown in Fig. 22.

With regard to Chinese activities in this field, as early as the end of 2004, academicians Z. SHEN of the Chinese Academy of Sciences and the Chinese Academy of Engineering organized academicians and experts to hold a seminar on “High-Speed Evacuated Tube Transportation” in Chengdu, demonstrating the necessity and feasibility of low vacuum high-speed rail transit.

In June, 2014, Southwest Jiaotong University had successfully built and debugged the world’s first evacuated tube HTS maglev vehicle test system “Super-Maglev”, as shown in Fig. 17 [98] which integrates levitation, guidance, traction, communication and depressurization testing, and carried out a series of studies on the dynamics and aerodynamic performance of the evacuated tube HTS Maglev vehicle, as shown in Fig. 23 [99][100].

Tab. 3 lists the key performance parameters of the platform.

In 2018, the team of Southwest Jiaotong University began to build a 430 km/h multifunctional high-speed SML-ETT test platform, as shown in Fig. 24. The length of this line is 140 m (double lines), and the maximum experimental speed will reach 430 km/h. The acceleration of the acceleration section is 8-15 g, and the acceleration of the deceleration section is 15-20 g. This will lay the foundation for the subsequent full scale or scale test platform for evacuated tube HTS and provide scientific data.

In addition, In May 2020, the multi-state coupled rail transit dynamic test platform led by Southwest Jiaotong University was officially launched. It is planned to be completed in 2023. A 1500 m long evacuated tube maglev transportation test line and related supporting facilities will be built. This will become the most advanced comprehensive research and test platform in the field of ultra-high-speed rail transit.

5.2. Scientific-technological aspects to be studied and solved

Ultra-high-speed Maglev EET systems represent the new technological frontier, which, as such, is in the exploration

Gli aspetti tecnico-scientifici ancora da risolvere riguardano, tra l'altro, il meccanismo di disaccoppiamento, la legge di controllo della trasformazione transitoria dell'energia nonché il comportamento prestazionale (elettrico e termico) in ambiente depressurizzato.

Inoltre, occorre ulteriormente esplorare la modalità di alimentazione dello statore del motore lineare per distanze lunghe e/o ultra-lunghe.



Figura 24 – Piattaforma di prova multifunzionale per il sistema maglev SML-ETT con velocità di 430 km/h.

Figure 24 – 430 km/h multifunctional high-speed SML-ETT test platform.

- **Aerodinamica:** quando il treno viaggia ad alta velocità all'interno del tubo con vuoto parziale, lo strato "d'aria sottile" compreso fra treno e la conduttura si muove relativamente al treno e pertanto la resistenza aerodinamica continua a prevalere sulle altre. Essa dipende da diversi fattori tra i quali la velocità, il rapporto di "blocco", le condizioni di vuoto del tubo, le forma del treno, quella del tubo, etc..
Per risolvere il problema aerodinamico in corrispondenza dello strato "d'aria sottile", occorre simulare e testare i parametri fisici in condizioni di vuoto parziale ed esplorare le caratteristiche e le leggi aerodinamiche ad altissima velocità. I risultati della simulazione necessitano inoltre di essere verificati con prove sperimentali su modelli fisici.
- **Interazione tubo-treno-flusso d'aria-calore:** a causa dell'ambiente ermetico e depressurizzato del tubo, il movimento del treno genera fenomeni anormali riguardanti il flusso d'aria e di calore nella conduttura. Di conseguenza, anche la dissipazione del calore degli apparati elettrici (motori etc.) ed il mantenimento delle condizioni ambientali nella conduttura diventano complesse. Per questo motivo, occorre svolgere ulteriori attività di ricerca riguardanti: i) la legge della distribuzione e dell'evoluzione della pressione ii) il meccanismo di generazione, la legge di propagazione ed il metodo di controllo del calore, iii) il meccanismo di interazione "fluidido-solido" tra il treno ad altissima velocità e l'aria nella conduttura iv) le caratteristiche aerodinamiche ed il metodo di simulazione del treno ad altissima velocità, v) la relazione tra effetto aerodinamico del treno, struttura e pressione del tubo, forma e velocità del treno, vi) l'influenza della forza aerodinamica non-stabile sulla stabilità dinamica del treno, ecc.
- **Riscaldamento aerodinamico:** quando il treno ad alta velocità viaggia all'interno di un tubo chiuso, le restrizioni dovute alle pareti del tubo stesso portano a fenomeni di pressioni e depressioni sul sistema che causano l'aumento della resistenza aerodinamica in modo significativo nonché un graduale surriscaldamento dell'ambiente. Il riscaldamento aerodinamico non si

and verification stage, and is still far from engineering application.

Therefore, safety, reliability, applicability, vacuum acquisition and maintenance, environmental control, disaster prevention, emergency rescue, economics and other aspects still need further investigation.

The following are some of the technological issues that need to be further investigated and resolved.

- **Traction and brake:** the biggest difficulty in ultra-high-speed maglev evacuated tube transportation is the traction power. It has become a consensus that the traction force adopts high-power and stepper linear motor, that is, it is necessary to develop a linear drive with a ultra-high. The devices needs to have the characteristics of linear drive, high efficiency, high reliability, stable traction, small normal force of the motor and so on.
The technical and scientific aspects still to be resolved urgently concern, among others, the decoupling mechanism, the control law of the transient energy transformation and the performance behaviour (electrical and thermal) in a depressurised environment.
In addition, the power supply mode of long-distance or even ultra-long-distance stator linear motor need to be further explored.
- **Aerodynamics:** when the train is running fast in the vacuum pipeline, the thin air in the pipeline moves relative to the train, and the aerodynamic resistance is still the main resistance of the train. There are many factors that affect the aerodynamic resistance of the train, such as speed, blocking ratio, pipeline vacuum, train shape, pipe section shape and so on.
In order to solve the problem of thin aerodynamics, it is necessary to test and determine the physical parameters of rarefied air and explore the characteristics and laws of rarefied aerodynamics under the condition of high-speed motion. The simulation results should also be verified by the physical model test.
- **Pipeline-train-airflow-thermal coupling:** due to the airtight and low-pressure environment of the low vacuum pipeline, the abnormal complex of air flow and heat transfer in the pipeline is caused by the train move-

propaga facilmente all'esterno e quindi si accumula nell'ambiente del tubo la cui temperatura interna tende ad aumentare gradualmente.

- Prestazioni di tenuta della condotta e mantenimento del vuoto: pur adottando tecnologie di tipo aerospaziali per mantenere la tenuta del vuoto parziale nella condotta, occorre comunque garantire l'alta affidabilità del tubo preservandone anche la durata nel tempo.

Ad esempio, il dispositivo di funzionamento di chiusura ermetica (porta) di un'eventuale stazione intermedia della linea, rappresenta un problema di elevata complicazione tecnica, poiché esso implica l'uso di tecnologie del settore aerospaziale utilizzate nell'aggancio delle stazioni orbitali. Se venisse meno la tenuta del giunto di testa a causa dell'aspirazione connessa alle condizioni di vuoto, si andrebbe incontro a grandi disastri con impensabili conseguenze.

La realizzazione ed il mantenimento del vuoto parziale nelle lunghe condotte richiede l'impiego di dispositivi ad alte prestazioni con elevatissima velocità di pompaggio e lunga durata di esercizio; il tutto è ancora oggetto di ricerca. Anche la tecnologia di regolazione graduale della pressione nel tubo deve essere ulteriormente esplorata.

Inoltre ulteriori attività di ricerca e sviluppo sono ancora necessarie per risolvere gli aspetti inerenti la fornitura di energia, lo stoccaggio di energia a bordo, la comunicazione, il rumore, le stazioni, l'affidabilità, la sicurezza, il soccorso etc.

Pertanto i sistemi EET ad altissima velocità, pur presentando potenziali vantaggi per applicazioni future, sono ancora in una fase di sviluppo iniziale e quindi ulteriori attività di studio e ricerca sono necessarie per affrontare e risolvere diversi aspetti scientifico-tecnologici.

Inoltre in merito all'analisi di competitività su medio-lunghe distanze tra i sistemi di trasporto terrestre ad alta velocità ed il trasporto aereo, occorre evidenziare che essa deve essere realizzata, di volta in volta, non solo in funzione delle velocità dei rispettivi veicoli, ma anche in relazione ai tempi necessari a collegare i centri delle singole città. In questo caso, il trasporto aereo risulta penalizzato in quanto comporta tempi aggiuntivi dovuti alle fasi di imbarco/sbarco e all'ulteriore tempo di collegamento tra aeroporto e centro città. In questa analisi, se si considera che in ambito europeo le grandi città, cioè i centri di generazione ed attrazione di traffico più significativi, distano generalmente non più di 600-700 km, un sistema di trasporto terrestre con velocità media di 300-350 km/h consente di realizzare tempi di collegamento centro-centro più brevi rispetto a quelli ottenibili con il sistema aereo.

Questo concetto è anche supportato dai contenuti tecnico-scientifici del diagramma di Von Karman-Gabrielli che indicano chiaramente, in termini di efficienza com-

ment. The heat dissipation of the electrical systems (motor, etc.) and the maintenance of the pipeline environment also become complex. For this reason, it is necessary to carry out related research activities concerning: i) the law of pressure distribution and evolution in low vacuum pipeline, ii) the generation mechanism, propagation law and control method of pipeline heat, iii) the mechanism of fluid-solid coupling between ultra-high-speed train and air in low vacuum pipeline, iv) aerodynamic characteristics and representation method of ultra-high-speed train, v) relationship among train aerodynamic effect, pipe structure, train shape, train speed and pipe pressure, vi) the influence of unsteady aerodynamic force on train stability, etc.

- *Aerodynamic heating: when the high-speed train runs inside a closed tube, the restrictions due to the walls of the tube itself lead to pressures and depressions on the system that cause the increase of the aerodynamic resistance of the train significantly as well as a gradual overheating of the environment. The aerodynamic heating is not easy to spread to the outside environment and therefore it accumulates in the environment of the tube whose internal temperature tends to increase gradually.*

- *Pipeline sealing performance and vacuum efficiency: although the more mature aeronautical and air sealing technology is adopted, in order to maintain the true emptiness of the long space and time in the pipeline, the high reliability and long service life of the pipe must be ensured.*

The docking of the middle station port is a great technical difficulty issue as it involves the use of technologies used in the docking of space stations. If the sealing of the butt joint is not good, due to the suction of the super vacuum, it can lead to a major disaster, and the consequences are unthinkable.

For long pipelines, high-performance vacuum equipment with fast pumping speed and long service life is required, which is still the focus of research. In addition, the technology of gradual pressure regulation in the pipe needs to be further explored.

In addition, further research and development is still needed to solve other aspects such as energy supply, on-board energy storage, communication, noise, stations, reliability, safety, rescue and so on.

Pertanto i sistemi EET ad altissima velocità, pur presentando potenziali vantaggi per applicazioni future, sono ancora in una fase di sviluppo iniziale e quindi ulteriori attività di studio e ricerca sono necessarie per affrontare e risolvere alcuni aspetti scientifico-tecnologici.

Furthermore, with regard to the analysis of competitiveness over medium to long distances between high-speed land transport systems and air transport, it should be pointed out that this must be carried out, on a case-by-case basis, not only in relation to the speed of the respective vehicles, but also in relation to the time needed to connect the centres of the single cities; in this case, air transport is pe-

parativa, che la competizione tra i sistemi di trasporto terrestre ed aereo si manifesta per velocità operative prossime ai 400 km/h. [101].

6. Conclusioni

Nell'ambito delle applicazioni trasportistiche, la levitazione magnetica (Maglev) rappresenta una tecnologia, priva di contatto, tramite la quale il veicolo viene sostenuto, guidato e spinto tramite l'utilizzo esclusivo di forze magnetiche. Per il sofisticato contenuto tecnologico, i sistemi Maglev sono unanimemente considerati tra i più avanzati attualmente a disposizione delle industrie ferroviarie.

In questo articolo sono stati illustrati ed analizzati, dal punto di vista dell'ingegneria dei trasporti, lo stato dell'arte dei sistemi di trasporto Maglev, i principi di funzionamento, le tecnologie di base, le caratteristiche prestazionali, i limiti tecnologici ed i principali campi di applicazione.

Inoltre le fasi più significative di ricerca, sviluppate a livello internazionale negli ultimi cinque decenni, sono state illustrate ed inserite nel più ampio contesto evolutivo del sistema di trasporto ferroviario.

Sulla base dei principi fisici di funzionamento, è stata formulata una classificazione delle principali tecnologie Maglev la cui sintesi può essere così articolata:

- Sospensione con magneti permanenti (PMS).
- Sospensione elettromagnetica (EMS) ad attrazione o repulsione.
- Sospensione elettrodinamica (EDS).
- Sospensione magnetica superconduttiva (SML) sia ad alta che bassa temperatura critica di transizione.

La tecnologia PMS, pur essendo la più intuitiva, comporta complicazioni dovute all'intrinseca instabilità del sistema che ne ha, di fatto, limitato le applicazioni.

Le tecnologie EMS e EDS, le cui attività di ricerca sono iniziate negli anni '70, hanno portato alla realizzazione di sistemi di trasporto, attualmente operativi, con alto livello di affidabilità.

Pur se con limiti operativi connessi all'insorgere di resistenze magnetiche al moto, le applicazioni Maglev, operative da tempo in diversi paesi, hanno dimostrato di soddisfare le esigenze di trasporto per collegamenti sia urbani che extraurbani.

L'approccio tecnologico SML ad alta temperatura, pur essendo ancora in fase sperimentale, a seguito dei suoi indubbi vantaggi (auto-stabilità, assenza di apparati di controllo, assenza di resistenza magnetica al moto, nessun consumo elettrico per la levitazione, etc.) consente potenzialmente di superare i limiti operativi delle altre tecnologie Maglev.

nalised as it involves additional time due to the phases of embarkation/disembarkation and the additional time needed to connect the airport to the city centre.

In this analysis, if we consider that within Europe the large cities, i.e. the most significant traffic generation and attraction centers, are generally no more than 600-700 km away, a land transport system with an average speed of 300-350 km/h makes it possible to achieve shorter center-to-center connection times than those achievable with the air system.

This concept is also confirmed by technical-scientific contents of the Von Karman-Gabrielli diagram, which clearly indicate, in terms of comparative efficiency, that competition between land transport systems and air transport systems occurs at operating speeds close to 400 km/h. [101].

6. Conclusions

In transport applications, magnetic levitation (Maglev) is a non-contact technology whereby the vehicle is supported, guided and propelled using only magnetic forces. Due to its sophisticated technological content, Maglev vehicles are unanimously considered to be the most advanced systems currently available to railway industries.

In this paper, from the point of view of transport engineering, the state of the art of Maglev transport systems, the operating principles, the basic technologies, the performance characteristics, the technological limits and the main fields of application have been illustrated and analyzed.

In addition, the most significant phases of research, developed at international level over the last five decades, were illustrated and placed in the broader context of the evolution of the railway transport system.

Based on the physical principle of operation, the following categorization of the main Maglev technologies are proposed:

- *Permanent magnet suspension (PMS).*
- *Electromagnetic suspension (EMS).*
- *Electrodynamics suspension (EDS).*
- *Superconducting magnetic suspension (SML) at both high and low critical transition temperatures.*

The PMS technology, while being the most intuitive, involves complications due to system instability that have limited its applications.

Research activities on EMS and EDS technologies began in the 1970s and have resulted in currently operational Maglev transport systems with a high level of reliability.

Although with operational limitations due to the emergence of magnetic resistance to motion, Maglev applications, which have been in operation for some time in several countries, have proven to meet transport needs for both urban and extra-urban connections.

The high-temperature SML technological approach, although still in the experimental phase, due to its undoubted

Per questi motivi, istituti di ricerca appartenenti a diversi paesi quali Cina, Germania, Italia, Russia, Brasile e Giappone sono coinvolti nello sviluppo di sistemi a tecnologia SML.

Infine, sono stati descritti ed esaminati i sistemi di trasporto ultraveloci con tubo depressurizzato (EET) che utilizzano veicoli Maglev con velocità prossime a 1.000 km/h.

I sistemi Maglev EET ad altissima velocità rappresentano la nuova frontiera della ricerca che, in quanto tale, è nella fase di esplorazione e verifica ed è ancora molto lontana dall'applicazione ingegneristica e ancor di più da quella operativa in quanto ulteriori attività di studio ed approfondimento sono ancora necessarie per affrontare e risolvere diversi aspetti sia scientifici che tecnologici.

Di fatto però è iniziata una nuova sfida tecnologica eccitante ed estremamente difficile che necessita di ulteriori sviluppi e conferme.

Gli autori rimandano l'analisi dei costi e degli effetti ambientali dei sistemi di trasporto Maglev a uno studio futuro.

advantages (self-stability, absence of control apparatus, absence of magnetic resistance to motion, no electrical consumption for levitation, etc.) has the potential to overcome the operational limits of other Maglev technologies.

For these reasons, several research institutes from China, Germany, Italy, Russia, Brazil, and Japan are involved in development of SML transport system prototypes.

Finally, ultrafast transport systems with evacuated tubes (EET) using Maglev vehicles with speeds close to 1,000 km/h were described and examined.

Very high speed Maglev EET systems represent the new frontier of research which, as such, is in the exploration and verification phase and is still a long way from engineering application and even more from operational application as further study and investigation is still required to address and resolve various scientific and technological aspects.

In fact, however, a new, exciting and extremely difficult technological challenge has begun that requires further development and confirmation.

The Authors defer analysis of the costs and environmental effects of Maglev transportation systems to a future study.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] J.W. BRAY (2009), "Superconductors in Applications; Some Practical Aspects," in IEEE Transactions on Applied Superconductivity, vol. 19, no. 3, pp. 2533-2539, June.
- [2] E. MUSK (2013), "Hyperloop Alpha Document", published by SpaceX, August.
- [3] F.S. SMITH (1907), U.S. Patent 859,018, 2 July.
- [4] E. BACHELET (1912), U.S. Patent 1,020,942.
- [5] H. KEMPER (1937), "Schwebebahn mit räderlosen Fahrzeugen, die an eisernen Fahrschienen mittels magnetischer Felder schwebend entlang geführt werden" DE 643316.
- [6] G.R. POLGREEN (1959), "Magnetic system of transportation" U.S. Patent 3,158,765 (August 25).
- [7] J. GOU (2018), "Development Status and Global Competition Trends Analysis of Maglev Transportation Technology Based on Patent Data", Urban Rail Transit 4, 117-129.
- [8] H. FERREIRA, R. STEPHAN (2019), "Air Cushion Vehicle (ACV): History Development and Maglev Comparison, Transportation Systems and Technology" - Vol. 5. - N. 1. - P. 5-25.
- [9] J.H. BERTIN ETAL (1967), "Pressure fluid cushion guiding system for tracked ground effect machines" US Patent N. 3,332,36, June.
- [10] G. LANZARA (1973), "The IAP3 vehicle design and construction", High-speed surface transport (in Italian), Aeronautics Institute of Palermo University, vol. 2.
- [11] G. LANZARA, E. MATTIOLI (1973), "One-sided linear induction motor" (in Italian), High-speed surface transport (in Italian), Aeronautics Institute of Palermo University, vol. 2.
- [12] R. HELLINGER, P. MNICH (2009), "Linear Motor-Powered Transportation: History, Present Status, and Future Outlook" in Proceedings of the IEEE, vol. 97, no. 11, pp. 1892-1900, Nov.
- [13] M.G. POLLARD (1984), "Maglev-a British first at Birmingham" Physics in Technology 15, 2 6.
- [14] J. FISKE (2006), "The Magtube Low Cost Maglev Transportation System" The 19th International Conference on Magnetically Levitated Systems and Linear Drives, 13-15 September, Dresden, Germany.
- [15] J. MEINS, L. MILLER, W.J. MAYER (1988), "The high speed Maglev transport system TRANSRAPID" in IEEE Transactions on Magnetics, vol. 24, no. 2, pp. 808-811, March.

- [16] Y. YOSHIHIDE, F. MASAOKI, T. MASAO *et al.* (2004), “*The first HSST maglev commercial train in Japan*” In: *Maglev 2004 Proceedings*, vol. 1, pp. 76-85.
- [17] M. HEKLER, J. KLÜHSPIES (2018), “*Disruptive technologies transforming urban mobility? The role of the ecobee urban maglev system in the Seoul traffic vision 2030*”, *South Korea Transportation Systems and Technology*. - Vol. 4. - N. 3 suppl. 1. - pp. 115-123.
- [18] G. LIN, X. SHENG (2018), “*Application and further development of Maglev transportation in China*”, *Transportation Systems and Technology*. - Vol. 4. - N. 3. - pp. 36-43.
- [19] Q. TAN, H. QI, J. LI AND Y. TIAN (2012), “*The Reliability Modeling and Analysis on Brake System of Medium-low Speed Maglev Train*,” *2012 International Conference on Computer Distributed Control and Intelligent Environmental Monitoring*, pp. 772-777, Zhangjiajie, China.
- [20] J.F. GIERAS (1994), “*Linear Induction Drives*” Oxford: Clarendon Press.
- [21] G. BOHN, G. STEINMETZ (1984), “*The electromagnetic levitation and guidance technology of the ‘transrapid’ test facility Emsland*,” in *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 20, no. 5, pp. 1666-1671, September.
- [22] L.G. YAN (2002), “*Progress of high-speed Maglev in China*,” in *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, vol. 12, no. 1, pp. 944-947, March.
- [23] C. WOLTERS (2008), *Latest generation maglev vehicle TR09. Maglev 2008. San Diego, USA.*
- [24] A. OHISHI (1989), “*HSST-05 system; general and operational outline at YES 89*”, *International Conference Maglev 89*.
- [25] J.L. HE, D.M. ROTE, H.T. COFFEY (1994), “*Study of Japanese electrodynamic-suspension Maglev systems*”. Technical report. 1994-04-01.
- [26] https://www.koreatimes.co.kr/www/news/nation/2016/02/116_197061.html.
- [27] L.S. TONG. (2020), “*Review of Changsha Maglev Express Train*”. *Electric locomotives and urban rail vehicles*,43 (04): 1-5 in Chinese.
- [28] https://www.chinadaily.com.cn/interface/toutiaonew/53002523/2018-11-07/cd_37218624.html?tt_group_id=6621306267367375373.
- [29] R.F. POST, D.D. RYUTOV (2000), “*The Inductrack: a simpler approach to magnetic levitation*,” in *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, vol. 10, no. 1, pp. 901-904, March.
- [30] H. NAKASHIMA, K. ISOURA (1998), “*Superconducting Maglev Development in Japan*” 15th Int. Conf. Magnetically Levitated Systems and Linear Drives Maglev '98 pp. 50-55 Mt Fuji, Yamanashi, Japan.
- [31] N. SHIRAKUNI, Y. ENDO, K. TAKAHASHI, K. YAMAMOTO (2002), “*Overview of new vehicles for the Yamanashi Maglev test line*”, *Proceedings of the 17th International Conference on Magnetically Levitated Systems (Maglev 2002)*.
- [32] <https://phys.org/news/2015-04-kmh-japan-maglev-notches-world.html#:~:text=The%20seven%2Dcar%20maglev%20train,2003%20record%20of%20581%20kph.S>.
- [33] G. LANZARA (1973), “*Magnetic levitation and propulsion with reflective foils*” In Italian, Aeronautical Institute, University of Palermo.
- [34] G. LANZARA (1990), “*Magnetically levitated vehicle with superconducting mirror sheets interacting with guideway magnetic field*” U.S. Patent 4 979 445.
- [35] WANG, J. WANG, X. WANG, Z. REN, Y. ZENG, C. DENG, H. JIANG, M. ZHU, G. LIN, Z. XU, D. ZHU, H. SONG (2003), “*The man-loading high-temperature superconducting MagLev test vehicle*,” *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, vol. 13, no. 2, part 2, pp. 2134-2137, 2003.
- [36] L. SCHULTZ, O. DE HAAS, P. VERGES, C. BEYER, S. ROHLIG, H. OLSEN, L. KUHN, D. BERGER, U. NOTEBOOM, U. FUNK (2005), “*Superconductively levitated transport system: The SupraTrans project*,” *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, vol. 15, no. 2, part 2, pp. 2301-2305, 2005.
- [37] G. LANZARA, G. D’OVIDIO, F. CRISI (2014), “*UAQ4 Levitating Train: Italian Maglev Transportation System*” *IEEE Vehicular Technology Magazine*, Vol. 9, Issue 4, pp. 71-77.
- [38] R.M. STEPHAN, R. DE ANDRE, JR., A.C. FERREIRA (2012), “*Superconducting Light Rail Vehicle*” *IEEE Vehicular Technology Magazine*, pp. 122-127.
- [39] M. OKANO *et al.* (2006), “*Running Performance of a Pinning-Type Superconducting Magnetic Levitation Guide*” *J. Phys.: Conf. Ser.* 43 244.

- [40] K.L. KOVALEV, S. M.-A. KONEEV, V.N. POLTAVEC (2005), "Magnetically levitated high-speed carriages on the basis of bulk HTS elements", Pro. 8th Intern. Symp. Magn. Susp. Technol. (ISMST'8), p. 51.
- [41] G. LANZARA, G. D'OVIDIO, C. MASCIOVECCHIO, M. VILLANI (1998), "Superconducting Sheets for Train Support and Traction: Finite Element Analysis" Proceedings of 2^o International Symposium on Linear Drives for Industry Applications, pp. 363-366, Tokyo, Japan, April.
- [42] G. D'OVIDIO, G. LANZARA, F. CRISI, A. NAVARRA, M. VILLANI (2003), "Light Rail Maglev with Superconductor Materials: System Design" Urban Transport IX: Urban Transport and Environment in the 21st Century, Series: Advances in Transport Vol. 14, pp. 657-665 Crete – Greece, 10-12 March.
- [43] G. D'OVIDIO, M. VILLANI, F. CRISI, A. NAVARRA, G. LANZARA (2002), "3-D finite element analysis of inductor "way" and inclined multi-sheets type secondary" COMPRAIL, Computers in Railway VIII, Series: Advances in Transport, Vol. 13, pp. 325-332, WITPRESS Lemnos, Greece June 12-14.
- [44] G. D'OVIDIO, F. CRISI, A. NAVARRA, M. VILLANI *et al.* (2002), "Attrezzatura per Prove di Levitazione e Propulsione Magnetica con Lastre in Superconduzione" Rivista di Tecnica ed Economia dei Trasporti "Ingegneria Ferroviaria" N° 11, pp. 959-970, Roma, nov.
- [45] G. D'OVIDIO, F. CRISI, A. NAVARRA, M. VILLANI (2002), "Testing of experimental equipment with circular inductor "way" and inclined multi-sheets type secondary" SAE International-IBEC/ATT, Paris, France - July 9-11.
- [46] G. D'OVIDIO, F. CRISI, A. NAVARRA, G. LANZARA (2005), "Magnetic Levitation by High Superconductor Plate Short Secondary Interacting with Translating Field: Experiences, Measurements and Modelling" Journal of Materials Processing Technology Volume 161, Issues 1-2, pp. 45-51.
- [47] G. D'OVIDIO, F. CRISI, A. NAVARRA, G. LANZARA (2004), "Maglev by passive HTC superconducting short runner above magnetic guideway" Computers in Railways IX, Series: Advances in Transport Vol. 15, pp. 963-972, WITPRESS, Southampton, UK.
- [48] G. D'OVIDIO, F. CRISI, A. NAVARRA, G. LANZARA (2006), "Comparison of maglev behavior of three inductors with static and dynamic field interacting with a HTC superconductor: test and evaluation" Physica C: Supercond., vol. 449, pp. 15-20, Nov.
- [49] G. D'OVIDIO, F. CRISI, A. NAVARRA, G. LANZARA (2006), "Comparison of lift and guidance performances of two guideways, with and without magnetic side rims, interacting with HTC superconductor" IEE Journal Transaction on Industry Application. Vol. 126, No. 10, January, Japan.
- [50] G. D'OVIDIO, F. CRISI, A. NAVARRA, G. LANZARA (2007), "Lift and guidance forces by using iron-magnetic track with side rims and passive HTC superconducting plate: experimental analyses" Materials Processing Technology, vol. 181, pp. 18-24.
- [51] G. D'OVIDIO, F. CRISI, G. LANZARA (2008), "On the magnetic resistance of YBaCuO bulk superconductor dynamically interacting with troubled flux of iron-homopolar magnetic track" Optoelectronics and Advanced Materials, vol.10, pp. 1011-1016, May.
- [52] M. VILLANI, G. D'OVIDIO, F. CRISI, A. NAVARRA (2004), "Propulsion by pm linear synchronous motor: general design guideline", Proceedings of Transport Means 2004 International Conference ISBN 9955-09-735-3 Kaunas University of Technology, Lithuania Oct.
- [53] G. D'OVIDIO, F. CRISI, A. NAVARRA (2004), "Linear synchronous motor for maglev vehicle with a.c. windings and permanent magnets: numerical analysis of experimental set up" Proceedings of Transport Means 2004 International Conference, Kaunas University of Technology, Lithuania October.
- [54] G. LANZARA, G. D'OVIDIO, F. CRISI, (2007), "Magnetically levitated system for lifting and guiding constituted by bilateral iron magnetic guide-way with permanent magnets interacting with high critical temperature superconducting "runners", with same shape of the guide-way one, set on board the vehicle (In Italian)," IT Patent 1 386 002.
- [55] G. D'OVIDIO, G. LANZARA, F. CRISI (2007), "Bipolar stepper linear motor for the propulsion of guided transportation systems, realized with d.c. supplied windings placed on board the vehicle, interacting with permanent magnets distributed on the bilateral iron magnetic guide-way of the track", (in Italian), IT Patent n. 1385998.
- [56] G. D'OVIDIO, F. CRISI, G. LANZARA (2008), "A "V" shaped superconducting levitation module for lift and guidance of a magnetic transportation system" Physica C: Supercond., vol. 468, pp. 1036-1040, July.
- [57] G. D'OVIDIO, F. CRISI, G. LANZARA (2011), Material Science Forum in Applied Electromagnetic Engineering, vol. 1058, pp. 42-47.
- [58] G. D'OVIDIO, F. CRISI (2014), "Suspension Dynamic Behavior of HTS Magnetically Levitated Bogie" Materials Science Forum Vol. 792 pp. 198-203, Trans Tech Publications, Switzerland.

- [59] G. D'OVIDIO, A. CARPENITO (2015), "Dynamic Analysis of High Temperature Superconducting Vehicle Suspension" Journal of Superconductivity and novel Magnetism, Vol. 28, N. 2).
- [60] R. ALAGGIO, F. BENEDETTINI, F. D'INNOCENZO, G. D'OVIDIO, D. SEBASTIANI, D. ZULLI (2015), "Modal Identification of Superconducting Magnetic Levitating Bogie" Dynamics of Civil Structures, Vol. 2 Conference Proceedings of the Society for Experimental Mechanics Series 2015, pp. 227-236.
- [61] R. ALAGGIO, A. CARPENITO, G. D'OVIDIO, D. SEBASTIANI (2018), "Transition Curve Effect on Lateral Vibration of Superconducting Experimental Maglev Bogie; Nonlinear Dynamic Approach" IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 28 (8), 1-9.
- [62] A. ALOISIO, M. DE ANGELO, R. ALAGGIO, G. D'OVIDIO (2020), "Dynamic Identification of HTS Maglev Module for Suspended Vehicle by Using a Single-Degree-of-Freedom Generalized Bouc-Wen Hysteresis Model" Journal of Superconductivity and Novel Magnetism.
- [63] G. D'OVIDIO, F. CRISI (2012), "High speed propulsion system for UAQ4 magnetic levitating train" Mater. Sci. Forum Appl. Electromagn. Eng., vol. 721, pp. 9-14, June.
- [64] J. WANG, S. WANG, Y. ZENG, H. HUANG, AND X. DONG (2002), "The first man-loading high temperature superconducting maglev test vehicle in the world," Physica C, vol. 378-381, pp. 809-814.
- [65] Z. DENG, W. ZHANG, J. ZHENG, Y. REN, D. JIANG, X. ZHENG, J. ZHANG, P. GAO, Q. LIN, B. SONG, C. DENG (2016), "A High-Temperature Superconducting Maglev Ring Test Line Developed in Chengdu, China", IEEE Transactions on Applied Superconductivity, vol. 26, no. 6, Sep., Art. no. 3602408.
- [66] J. ZHENG, H. HUANG, S. ZHANG, Z. DENG (2018), "A General Method to Simulate the Electromagnetic Characteristics of HTS Maglev Systems by Finite Element Software", IEEE Transactions on Applied Superconductivity, vol. 28(5), pp. 3600808, Aug.
- [67] H. HUANG, J. ZHENG, H. LIAO, Y. HONG, H. LI, Z. DENG (2019), "Effect Laws of Different Factors on Levitation Characteristics of High-Tc Superconducting Maglev System with Numerical Solutions", Journal of Superconductivity and Novel Magnetism, vol. 32(8), pp. 2351-2358, Aug.
- [68] Z. DENG, J. ZHANG, W. WANG, Y. YUAN, W. LEI, J. ZHAO, Z. LIU, M. WEI, P. ZHANG, P. WANG, X. ZHANG, J. ZHENG (2020), "The New High-Temperature Superconducting Maglev Vehicle Developed in ASCLab," 2020 IEEE International Conference on Applied Superconductivity and Electromagnetic Devices (ASEMD), Tianjin, pp. 1-2, doi: 10.1109/ASEMD49065.2020.9276330.
- [69] J. LI, J. ZHENG, H. HUANG, Y. LI, H. LI, Z. DENG (2017), "Motion stability of the magnetic levitation and suspension with $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ High-Tc superconducting bulks and NdFeB magnets" Journal of Applied Physics 122 15 153902.
- [70] J. LI, H. LI, J. ZHENG, B. ZHENG, H. HUANG, Z. DENG (2017), "Nonlinear Vibration Behaviors of High-Tc Superconducting Bulks in an Applied Permanent Magnetic Array Field," Journal of Applied Physics, vol. 121(24), pp. 243901, Jun.
- [71] J. LI, Z. DENG, C. XIA, Y. GOU, C. WANG, J. ZHENG (2019), "Subharmonic Resonance in Magnetic Levitation of the High-Temperature Superconducting Bulks $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ Under Harmonic Excitation", IEEE Transactions on Applied Superconductivity, vol. 29(4), pp. 3600908, Jun.
- [72] H. LI, D. LIU, Y. HONG, J. YU, J. ZHENG, Z. DENG (2020), "Modeling and Identification of the Hysteresis Nonlinear Levitation Force in HTS Maglev Systems" Superconductor Science and Technology, vol. 33(5), pp. 054001, May.
- [73] Z. DENG, J. LI, H. WANG, Y. LI, J. ZHENG (2019), "Dynamic Simulation of the Vehicle / Bridge Coupled System in High Temperature Superconducting Maglev", Computing in Science & Engineering, vol. 21(3), pp. 60-71, May.
- [74] H. WANG, Z. DENG, S. MA, R. SUN, H. LI, J. LI (2019), "Dynamic Simulation of the HTS Maglev Vehicle-Bridge Coupled System Based on Levitation Force Experiment", IEEE Transactions on Applied Superconductivity, vol. 29(5), pp. 3601606, Aug.
- [75] Z. DENG, W. ZHANG, Y. CHEN, X. YANG, C. XIA, J. ZHENG (2020), "Optimization Study of the Halbach Permanent Magnetic Guideway for High Temperature Superconducting Magnetic Levitation," Superconductor Science and Technology, vol. 33(3), pp. 034009, Mar.
- [76] Y.J. LI, Q. DAI, Y. ZHANG, H. WANG, Z. CHEN, R.X. SUN, J. ZHENG, C.Y. DENG, Z.G. DENG (2016), "Design and Analysis of an Electromagnetic Turnout for the Superconducting Maglev System", Physica C, vol. 528, pp. 84-89, Sep.
- [77] J. ZHENG, R. SUN, H. LI, X. ZHENG, Z. DENG (2020), "A Manned Hybrid Maglev Vehicle Applying Permanent Magnetic Levitation (PML) and Superconducting Magnetic Levitation (SML)", IEEE Transactions on Applied Superconductivity, vol. 30(1), pp. 3600107, Jan.

- [78] H.T. LI, Z.G. DENG, J.P. LI, Y.X. LI, J. ZHENG (2018), *Lateral motion stability of high-temperature superconducting maglev systems derived from a nonlinear guidance force hysteretic model* *Superconductor Science and Technology* 31 7 75010.
- [79] H. YAGHOUBI, N. BARAZI *et al.* (2010), *“Technical Comparison of Maglev and Rail Rapid Transit Systems”* Proc. the 21st International Conference on Magnetically Levitated Systems and Linear Drives, October 10-13, 2011, Daejeon, Korea.
- [80] H. LEE, K. KIM, J. LEE (2006), *“Review of maglev train technologies”* in *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 42, no. 7, pp. 1917-1925, July.
- [81] S. YAMAMURA (1976), *“Magnetic levitation technology of tracked vehicles present status and prospects”*, *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. MAG-12, No. 6, Nov.
- [82] W.M. SASLOW (1992), *“Maxwell’s theory of eddy currents in thin conducting sheets, and applications to electromagnetic shielding and MAGLEV”*, *American Journal of Physics* 60, 693.
- [83] A. STEPHAN, A. LASCHER (2008), *“Comparison of Train of TRANSRAPID and MLXO1”* in Proc. 18th Int. Conf. Magnetically Levitated System Linear Drives, Shanghai, CD ROM.
- [84] E. FRITZ *et al.* (2018), *“Energy Consumption of Track-Based High-Speed Transportation Systems: Maglev Technologies in Comparison with Steel-Wheel-Rail”* Research Series Volume 3, Publisher: The International Maglev Board | International Association for Maglev Transport.
- [85] J.A. SCHETZ (2001), *“Aerodynamics of high-speed trains”*. *Annual Review of fluid mechanics* 33(1):371-414.
- [86] A. BARON, M. MOSSI, S. SIBILLA (2001), *“The alleviation of the aerodynamic drag and wave effects of high-speed trains in very long tunnels”* *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* Vol. 89, Issue 5, pp. 365-401.
- [87] J.Q. MA, D J. ZHOU, LIFENG ZHAO, YONG ZHANG, YONG ZHAO (2013), *“The approach to calculate the aerodynamic drag of maglev train in the evacuated tube”* *Journal. Mod. Transport.* 21(3):200-208.
- [88] C. TALOTTE (2000), *“Aerodynamic noise: a critical survey”*. *Journal of Sound and Vibration* 231(3):549-562.
- [89] H.R. GODDARD (1945), *Apparatus for vacuum tube transportation*. US Patent 2488287 Oct.
- [90] J.V. FOA (1966), *“High-Speed Transport in Non-Evacuated Tube”* Proceedings of the Joint ASME/IEEE-ASCE National Transportation Symposium, San Francisco, Calif., May.
- [91] J.V. FOA (1968), *“A Note on Guideway Optimization for Tube Transport Systems”* *High-Speed Ground Transportation Journal*, Vol. II, No. 2, May.
- [92] W.B. BROWER (1970), *“Tubeflight -A Review”* The Space Congress® Proceedings. 2. <https://commons.erau.edu/space-congress-proceedings/proceedings-1970-7th/session-10/2>.
- [93] M. MOSSI AND S. SIBILLA (2002), *“Swissmetro: Aerodynamic drag and wave effects in tunnels under partial vacuum”* Proceedings of the 17th International Conference on Magnetically Levitated Systems and Linear Drives, Lausanne, Switzerland, pp. 156-163.
- [94] D. OSTER, M. KUMADA, Y. ZHANG (2011), *“Evacuated tube transport technologies (ET3) tm, a maximum value global transportation network for passengers and cargo”* *Journal of Modern Transportation* 201119(1) 42-50.
- [95] M. ELON (2013), *Hyperloop alpha [EB/OL]*, Space X. America, [2021-1-03]. http://www.spacex.com/sites/spacex/files/hyperloop_alpha.pdf.
- [96] <http://gcep.stanford.edu>, GCEP Energy Assessment Analysis “An Assessment of Advanced Transportation Research Opportunities” Stanford University, Spring, 2006.
- [97] <https://virginhyperloop.com/>.
- [98] Z. DENG, W. ZHANG, J. ZHENG, B. WANG, Y. REN, X. ZHENG, J. ZHANG (2017), *“A High-Temperature Superconducting Maglev-Evacuated Tube Transport (HTS Maglev-ETT) Test System”*, *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, vol. 27, no. 6, Sep., Art. no. 3602008.
- [99] P. WANG, B. WANG, J. WANG, X. HU, J. ZHENG AND Z. DENG (2020), *“Influence of Tube Structure on the Aerodynamic Characteristics of HTS Maglev Vehicles”*, 2020 IEEE International Conference on Applied Superconductivity and Electromagnetic Devices (ASEMD), pp. 1-2, Tianjin.
- [100] T. MA, B. WANG, X. HU, J. WANG, Y. RAO, J. ZHENG, Z. DENG (2020), *“Aerodynamic Drag Characteristics of the HTS Maglev Vehicle Running in a Low Air-Pressure Tube”*, IEEE International Conference on Applied Superconductivity and Electromagnetic Devices (ASEMD), pp. 1-2, Tianjin.
- [101] G. GABRIELLI, T.H. VON KARMAN (1958), *“What price speed? Specific power required from propulsion of vehicle”*, *Mechanical Engineering*, pp. 775-782.



Una misura di connettività della rete italiana: 1885-1905

A connectivity measure of the italian network: 1885-1905

Valter GUADAGNO

Sommario - L'articolo si propone di ampliare la ricerca già svolta per i ventenni decorrenti dal 1905 al 2005 – pubblicati in passato su *Ingegneria Ferroviaria* – riguardanti lo studio della connettività della rete italiana relativa al traffico passeggeri, fondata su due parametri misurabili: i collegamenti utili fra un numero arbitrario di nodi ferroviari opportunamente scelti; il tempo medio di percorrenza fra i predetti nodi. Il ventennio qui trattato è quello della vigenza delle nuove Convenzioni ferroviarie, dal 1885 al 1905, anno, quest'ultimo, in cui nacquero le Ferrovie dello Stato. Nella presente occasione si son fatti brevi cenni anche su taluni aspetti storici legati alle quattro frazioni temporali in cui è suddiviso lo studio, non più ripartite in lustri come nel passato.

1. Premessa

Con legge 27 aprile 1885, n. 3048 [1], veniva riordinata giuridicamente la rete ferroviaria nazionale nel tentativo di porre fine all'annosa questione che aveva contrapposto le vedute di numerosi uomini politici i quali auspicavano o la nazionalizzazione delle ferrovie oppure la continuazione della gestione affidata a società private ma su nuovi presupposti¹. Ciò perché il precedente ventennio, inaugurato con la legge 20 marzo 1865, n. 2248, non aveva dato i frutti sperati.

Le ferrovie erano, mediante Convenzioni (stipulate nell'aprile del 1884), affidate a tre sole grandi compagnie: la Società per le Strade Ferrate del Mediterraneo – Esercizio della Rete Mediterranea, cui venivano assegnati 4106 km di linee collocate (senza volere entrare nei particolari) sul versante occidentale continentale e peninsulare italiano e pattuendo che i prodotti lordi sarebbero stati assegnati alla concessionaria per il 62,5%, allo Stato per il 27,5% mentre il rimanente 10% avrebbe dovuto essere destinato a riserva e alla Cassa per gli aumenti patrimoniali; alla Società Italiana per le Strade Ferrate Meridionali – Esercizio della Rete Adriatica, furono destinati km 3982 di linee estese lungo il versante orientale, alle stesse condizioni della precedente; infine alla Società Italiana per le Strade Ferrate della Sicilia venivano concessi km 599 di

Summary - The article aims to expand the research already carried out for the twenty-year period from 1905 to 2005 - published in the past in *Ingegneria Ferroviaria* - concerning the study of the connectivity of the Italian network relating to passenger traffic, based on two measurable parameters: the useful links between an arbitrary number of appropriately chosen railway nodes; the average travel time between the aforementioned nodes. The twenty-year period covered here is that of the validity of the new railway Conventions, from 1885 to 1905, the latter is the year in which the State Railways were born. On this occasion, brief notes were also made on certain historical aspects linked to the four time frames into which the study is divided, no longer divided into decades as in the past.

1. Premises

With law no. 3048 of 27 April 1885 [1], the national railway network was legally reorganised in an attempt to put an end to the age-old issue that had opposed the views of numerous politicians who hoped for either the nationalisation of the railways or the continuation of the management entrusted to private companies but on new assumptions¹. This is because the previous twenty years, inaugurated with law no. 2248 of 20 March 1865, had not given the desired results.

Through Conventions (stipulated in April 1884), the railways were entrusted to only three large companies: the Società per le Strade Ferrate del Mediterraneo - Operation of the Mediterranean Network, to which 4106 km of lines were assigned (without wanting to go into detail) on the western continental and peninsular Italian side and agreeing that the gross products would be assigned to the concessionaire for 62.5%, to the State for 27.5% while the remaining 10% should be allocated to the reserve and to the Cassa for capital increases; 3982 km of extended lines along the eastern side were assigned to the Società Italiana per le Strade Ferrate Meridionali - Operation of the Adriatic Network, under the same conditions as the previous one; finally, the Società per le Strade Ferrate della Sicilia was granted 599 km of lines on the island and, in consideration

¹ In particolare la Sinistra (Governo DEPRETIS) era propensa all'esercizio privato mentre la Destra verso quello di Stato. Una sintesi sulla questione è contenuta in [23], pp. 205-7 e 211-5. Per una visione in un più ampio scenario, si vedano: [18] e [19][20].

¹ In particular, the Left Wing (DEPRETIS Government) was inclined to private practice while the Right Wing to that of the State. A summary of the matter is contained in [23], pp. 205-7 and 211-5. For a broader view, see: [18] and [19][20].

linee nell'isola e, in considerazione del contesto territoriale economicamente non avanzato e della mancanza di allacciamento con le reti europee, le fu assegnata la quota dell'82% delle entrate, mentre lo Stato se ne riservava il solo 15% e il rimanente 3% andava al fondo di Riserva e alla Cassa per gli aumenti patrimoniali². Alle predette tre società incombeva, inoltre, l'importante obbligo della costruzione di parecchie altre linee per conto dello Stato, per alcune migliaia di km, già approvate in apposite leggi.

La grande maggioranza delle linee era di proprietà dello Stato (tranne 1720 km delle Meridionali) ma, poiché la qualità del materiale fisso e rotabile non era più all'altezza di una nazione che tendeva a raggiungere un livello economico, sociale e politico paragonabile a quello dei paesi più avanzati, fu prevista la suaccennata Cassa per gli aumenti patrimoniali che doveva finanziare i miglioramenti della sede ferroviaria (raddoppi, ampliamenti di stazioni, nuovi apparecchi di sicurezza e di segnalamento), degli altri impianti fissi (officine, depositi, costruzione di linee telegrafiche) e l'aumento e miglioramento del materiale rotabile; si prevedeva ottimisticamente che gli incrementi dei traffici avrebbero innalzato le entrate e, quindi, i capitali per la predetta Cassa. Le società avrebbero, inoltre, dovuto provvedere all'acquisto del materiale rotabile ceduto loro (locomotive, veicoli), dei macchinari attrezzature e combustibili, alle spese per il personale, alle altre spese (acquisti di nuovi veicoli, manutenzione e riparazione dei beni, materiali di consumo, eccetera).

È in questo contesto che s'inserisce l'attuale lavoro teso alla ricerca di elementi quantitativi onde formulare un particolare indice dinamico misurante la connettività della rete italiana riguardante la sola evoluzione del traffico passeggeri³ basato su due parametri certi: il numero delle corse utili tra un certo numero di stazioni opportunamente scelte e i tempi medi di percorrenza sui vari collegamenti.

Un primo parziale tentativo di tal genere di misurazioni fu promosso nel 1996 per il lungo intervallo 1900-1995, con risultati in parte discutibili perché la ricerca riguardò soltanto quattro metropoli (Milano, Torino, Roma e Napoli) ed effettuata per periodi troppo lunghi (quindici e ventenni) che falsavano il variabile evolversi della realtà [17]. Ciò stimolò lo scrivente ad analizzare un solo periodo ventennale alla volta, ciascuno dei quali diviso in quattro lustri e fu inoltre allargata la ricerca includendovi l'importante realtà portuale e industriale di Genova e, per controbilanciare lo spostamento dell'asse troppo a occidente (con Torino, Genova, Roma e Napoli), si pensò d'inserire i tre principali nodi adriatici di Venezia, Ancona e Bari. Finalmente, per dare anche un certo peso al

of the economically not advanced territorial context and the lack of connection with the European networks, it was assigned a share of 82% of the revenue, while the State reserved only 15% of it and the remaining 3% went to the Reserve Fund and to the Cassa for capital increases². The aforementioned three companies also had the important obligation to build several other lines on behalf of the State, for a few thousand km, already approved in specific laws.

The great majority of the lines were owned by the State (except for 1720 km of the Southern ones) but, since the quality of the fixed equipment and rolling stock was no longer up to the standard of a nation that tended to reach an economic, social and political level comparable to that of the most advanced countries, the aforementioned Cassa for capital increases was envisaged which was to finance the improvements of the railway site (doubling, expansion of stations, new safety and signalling devices), of the other fixed systems (workshops, warehouses, construction of telegraphic lines) and the increase and improvement of rolling stock; it was optimistically expected that the increases in traffic would raise the revenue and, therefore, the capital for the aforementioned Cassa. The companies would also have had to purchase the rolling stock sold to them (locomotives, vehicles), machinery, equipment and fuels, personnel expenses, and other expenses (purchases of new vehicles, maintenance and repair of goods, consumable materials, etc.).

It is in this context that the current work aimed at researching quantitative elements is introduced in order to formulate a particular dynamic index measuring the connectivity of the Italian network concerning only the evolution of passenger traffic³ based on two certain parameters: the number of useful journeys between a certain number of appropriately chosen stations and the average travel times on the various connections.

A first partial attempt of this kind of measurements was promoted in 1996 for the long interval 1900-1995, with results partly questionable because the research concerned only four large cities (Milan, Turin, Rome and Naples) and carried out for excessively long periods (fifteen and twenty years) that distorted the evolution of reality [17]. This stimulated the writer to analyse only one twenty-year period at a time, each of which divided into four five-year period and the research was also expanded to include the important port and industrial reality of Genoa and, to counterbalance the shift of the axis too far to the west (with Turin, Genoa, Rome and Naples), it was decided to include the three main Adriatic nodes of Venice, Ancona and Bari. Finally, Potenza was also added to give some weight to the South and the trans-Appennine connections.

² [1] pp. 385-408.

³ La ricerca non può tener conto del traffico merci non essendo disponibili i dati sui quantitativi di spedizioni tra i vari nodi e, ancor meno, sui tempi intercorrenti fra le consegne delle merci alla ferrovia e lo svincolo da parte dei destinatari.

² [1] paragraphs. 385-408.

³ The research cannot take into account freight traffic since data on the quantities of shipments between the various nodes are not available and, even less, on the times between the delivery of goods to the railway and the release by the recipients.

Meridione e ai collegamenti transappenninici, fu aggiunta pure Potenza.

A differenza di quanto già pubblicato a suo tempo su *Ingegneria Ferroviaria* per i predetti ventenni dal 1905 al 2005 [12][13][14][15][16], tutti puntualmente suddivisi in quattro lustri, in questo studio, che analizzerà il ventennio 1885-1905, cosiddetto “delle Convenzioni”, non essendo finora reperibile l’orario ferroviario del 1890, si è dovuto ripiegare su quello del 1888 (Fig. 1) fortunatamente rinvenuto di recente: pertanto gl’intervalli temporali esaminati sono: 1885-88; 1888-95; 1895-1900; 1900-05.

2. L’indice bidimensionale dinamico

Scopo della ricerca è conoscere, per le singole frazioni temporali, la situazione statica in un certo anno “i” data dal numero dei collegamenti utili esistenti fra i nove nodi prescelti e dai tempi di percorrenza fra i nodi stessi e compararli, poi, con quelli di un successivo anno “j”. Naturalmente un’offerta in Orario ufficiale è tanto migliore quante più relazioni utili esistono fra i nove nodi prescelti. Inoltre essa è tanto migliore quanto meno tempo occorre per allacciare le stazioni in studio.

La sintesi fra le due specie di indici disponibili ci viene data dalla formula⁴ già proposta quindici anni fa, nella quale la coppia dei valori calcolati per l’anno i viene rapportata a quella dell’anno j mediante la (1), cioè:

$$k_{I_{i...j}} = \sqrt{\frac{N_j T_i}{N_i T_j}} - 1 \quad (1)$$

dove I indica il tasso di crescita bidimensionale per l’intero periodo j-i, k il numero di nodi presi in considerazione (nel nostro caso sono 9), i l’anno da cui inizia il periodo in esame e j indica l’anno *ad quem* (in passato, negli studi relativi al XX secolo, era sempre 5 anni dopo); inoltre N_i indica il numero delle corse utili nell’anno i, T_i il tempo medio di percorrenza tra tutti i nodi nell’anno j (rispettivamente N_j è il numero delle corse utili nell’anno j, T_j il tempo medio di percorrenza nell’anno i).

⁴ Ringrazio l’Ing. A. DE ANGELIS per la cortese collaborazione in informatica.

*Unlike what was already published at the time in *Ingegneria Ferroviaria* for the aforementioned twenty year period from 1905 to 2005 [12][13][14][15][16], all exactly divided into four five-year period, in this study, which will analyse the so-called 1885-1905 twenty years “of the Conventions”, since the railway timetable of 1890 was not available up to now, it was necessary to make do with that of 1888 (Fig. 1) fortunately recently found: therefore the time intervals examined are: 1885-88; 1888-95; 1895-1900; 1900-05.*

2. The dynamic two-dimensional index

The purpose of the research is to know the static situation in a certain year “i”, for the single fractions of time,



Figura 1 – Il raro volumetto del 1888 con gli orari ferroviari.
Figure 1 – The rare 1888 booklet with the railway timetables.

Si intende come “corse utili” su una determinata linea, la somma delle sole corse che, partite ad una certa ora da un capolinea, giungono al secondo capolinea prima di ogni altro treno che sia partito successivamente. Si prescinde, ovviamente, dalla categoria dei treni (diretto, accelerato, omnibus, merci-viaggiatori). Se osserviamo la maggior parte dei quadri-orari delle principali linee sarebbe fin troppo facile, ma non del tutto corretto, limitarsi a contare le corse che in una certa giornata compiono l'intero tragitto (come per le relazioni Torino-Genova, Milano-Torino, Napoli-Roma, eccetera). Tuttavia si nota talvolta che un treno, partito ad una certa ora da una località, venga superato da un altro partito posteriormente dalla stessa stazione. Si veda un esempio concreto in Fig. 2 [4] dove è indicato che il merci-viaggiatori n. 1246 in partenza da Roma alle ore 7.10 giunge a Pisa Centrale alle ore 9.10 serali dopo l'accelerato n. 214 partito alle ore 8.25 dalla stessa località e che giunge a Pisa alle ore 5 e 8 di sera; ebbene, le corse come quelle del primo caso esemplificato non vengono prese in considerazione.

Una volta esaminato il numero delle corse utili su un determinato collegamento della rete proposta, possiamo ora calcolare i tempi medi di percorrenza di ciascuna relazione. Abbiamo, così, un secondo elemento “certo” (naturalmente si considerano gli orari ufficiali di partenza e di arrivo senza prendere in considerazione gli eventuali ritardi).

3. L'anno di partenza: il 1885

Per il 1885 sono fortunatamente venute alla luce ben due fonti diverse, una delle quali straniera [3] mentre l'altra è stampata in Italia [2]. Non sempre esse concordano perfettamente, anche se sostanzialmente non differiscono⁵.

La Tab. 1 ci fornisce il numero dei collegamenti utili fra tutte le nove località prescelte.

Come si rileva dalla Tab. 1 non esiste perfetta simmetria di dati rispetto alla diagonale principale. Così, per esempio, mentre constatiamo che fra Napoli e Bari e viceversa si contano 2 collegamenti utili, fra Milano e Genova essi sono 6 ma da Genova a Milano salgono a 7; talvolta, al contrario di quanto ci si aspetterebbe, l'asimmetria è molto vistosa, come fra Roma e Napoli in cui se ne contano appena 3 ma fra Napoli e Roma essi raddoppiano. Ciò non sta a significare che la relazione Roma-Napoli fosse mal servita rispetto a quella inversa ma soltanto che sulla prima vi era un maggior numero di treni con più fermate intermedie che venivano superati, lungo l'itinerario, dai pochi convogli veloci i quali, partiti dopo quelli più lenti, li superavano lungo il percorso.

⁵ Le lievi differenze sono forse dovute al fatto che mentre l'uno non veniva aggiornato se non a distanza di mesi, quello italiano, invece, era pubblicato più volte nel corso dell'anno. In caso di difformità fra le due fonti è stata prescelta l'edizione italiana.

given by the number of useful connections existing between the nine selected nodes and by the travel times between the nodes themselves and then compare them with those of a subsequent year “j”. Of course, an Official Timetable offer is all the better the more useful connections exist between the nine selected nodes. Furthermore, it is better the less time it takes to connect the stations under study.

The synthesis between the two kinds of available indices is given to us by the formula⁴ already proposed fifteen years ago, in which the couple of values calculated for year i is compared to that of year j by means of (1), that is:

$${}^k I_{i..j} = \sqrt{\frac{N_j T_i}{N_i T_j}} - 1 \quad (1)$$

where *I* indicates the two-dimensional growth rate for the entire period *j-i*, *k* the number of nodes taken into consideration (in our case they are 9), *i* the year from which the period under examination begins and *j* indicates the year ad quem (in the past, in studies relating to the twentieth century, it was always 5 years later); furthermore *N_i* indicates the number of useful journeys in year *i*, *T_j* the average travel time between all nodes in year *j* (*N_j* is the number of useful journeys in year *j*, *T_i* the average travel time in year *i*, respectively).

“Useful journeys” on a specific line are understood as the sum of only the journeys which, starting at a certain time from a terminus, reach the second terminus before any other train that has left later. Regardless of course of the category of trains (direct, accelerated, omnibus, freight-passenger). If we observe most of the four time schedules of the main lines it would be all too easy, but not entirely correct, to limit ourselves to counting the trips that make the entire journey on a certain day (as for the Turin-Genoa, Milan-Turin, Naples-Rome connections, etc.). However, it is sometimes noted that a train, which left at a certain time from one location, is overtaken by another that left later from the same station. See a concrete example in Fig. 2 [4] where it is indicated that freight-travellers train no. 1246 departing from Rome at 7.10 am arrives in Pisa Centrale at 9.10 in the evening after the accelerated train no. 214 departed at 8.25 from the same locality and arrived in Pisa at 5 and 8 in the evening; well, trips such as those of the first exemplified case are not taken into consideration.

Once we have examined the number of useful journeys on a given connection of the proposed network, we can now calculate the average travel times of each connection. Thus, we have a second “certain” element (of course we consider the official departure and arrival times without taking into consideration any delays).

⁴ I would like to thank Eng. A. DE ANGELIS for his kind collaboration in computer science.

Tabella 1 – Table 1

Corse utili tra le 9 località - 1885
Useful trips between the 9 locations - 1885

| Da/A From/To | An | Ba | Ge | Mi | Na | Pz | Rm | To | Ve | Tot. |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| Ancona | – | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 21 |
| Bari | 1 | – | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 13 |
| Genova | 2 | 3 | – | 7 | 3 | 2 | 3 | 6 | 2 | 28 |
| Milano | 2 | 2 | 6 | – | 2 | 2 | 4 | 5 | 3 | 26 |
| Napoli | 2 | 2 | 2 | 2 | – | 3 | 6 | 2 | 2 | 21 |
| Potenza | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | – | 3 | 3 | 1 | 19 |
| Roma | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | – | 3 | 2 | 20 |
| Torino | 2 | 2 | 5 | 6 | 2 | 1 | 3 | – | 2 | 23 |
| Venezia | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | – | 19 |
| Totali Total | 16 | 19 | 23 | 28 | 21 | 16 | 27 | 24 | 16 | 190 |

Tabella 2 – Table 2

Tempi medi delle percorrenze (in minuti primi) - 1885
Average travel times (in minutes) - 1885

| Da/A From/To | An | Ba | Ge | Mi | Na | Pz | Rm | To | Ve | Tot. |
|-------------------------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| Ancona | – | 731 | 935 | 913 | 1030 | 1555 | 575 | 797 | 688 | 7224 |
| Bari | 693 | – | 1703 | 1355 | 707 | 903 | 1438 | 1485 | 1292 | 9576 |
| Genova | 950 | 1879 | – | 325 | 1373 | 1819 | 853 | 312 | 630 | 8141 |
| Milano | 643 | 1471 | 323 | – | 1464 | 2174 | 1055 | 257 | 423 | 7812 |
| Napoli | 887 | 679 | 1121 | 1373 | – | 634 | 417 | 1399 | 1482 | 7992 |
| Potenza | 1687 | 841 | 1765 | 2017 | 560 | – | 987 | 2124 | 1872 | 11853 |
| Roma | 511 | 1239 | 717 | 1007 | 409 | 889 | – | 1067 | 1058 | 6897 |
| Torino | 785 | 1623 | 274 | 278 | 1514 | 1788 | 1090 | – | 853 | 8205 |
| Venezia | 796 | 1562 | 851 | 469 | 1460 | 2163 | 1033 | 683 | – | 9017 |
| Totali Total | 6952 | 10025 | 7689 | 7737 | 8517 | 11925 | 7450 | 8124 | 8298 | 76717 |

siderati talvolta più di due cambi treni con relativi tempi di attesa nelle stazioni di interscambio (in certi casi anche di alcune ore).

Essendo le due tabelle fin qui proposte la semplice misurazione di due aspetti cronostatici, ci si può astenere da ulteriori considerazioni che il lettore può congetturare personalmente.

4. Il 1888 e la stasi nel triennio 1885-88

Non essendo stata ancora trovata una copia dell'Orario ufficiale del 1890 si è dovuto ovviare, come già riferito, con il volumetto del 1888, cioè di soli tre anni dopo il riordinamento generale delle ferrovie nelle tre grandi reti, recentemente rinvenuto.

(via Rome and via Foggia) and Venice (via Bologna). For Genoa and Potenza, on the other hand, sometimes more than two train changes must be considered with relative waiting times in the interchange stations (in some cases even a few hours).

Since the two tables proposed so far are the simple measurement of two chronostatic aspects, we can refrain from further considerations that the reader can conjecture personally.

4. 1888 and the stasis in the 1885-88 three-year period

As a copy of the 1890 official timetable has not yet been found, as already mentioned, we had to remedy with the 1888 booklet recently found, that is only three years after

Si omette la tabella inerente al dettaglio delle corse utili fra le nove località, il cui totale generale segna un valore pari a 201 collegamenti, nonché la tabella che dettaglia i tempi medi delle percorrenze fra gli stessi nodi, secondo cui il totale complessivo presenta il valore di 76.860 minuti primi. Il confronto di essi con gli omologhi del 1885 informa che c'è stato un miglioramento nel numero delle corse del 5,79% nel triennio – corrispondente ad un tasso di crescita annuo dell'1,894% – e che si è verificato un impercettibile peggioramento nei tempi medi di percorrenza dell'intera rete pari allo 0,186% nel triennio, forse perché la maggior parte del materiale rotabile era abbastanza antica (addirittura, ancora nel 1899 su 1089 locomotive e 3127 carrozze risulteranno ben 182 locomotive – si veda un esempio in Fig. 3 – e 1227 carrozze della Rete Adriatica essere anteriori al 1865 mentre 521 locomotive e 1057 carrozze risalivano al periodo delle Grandi Reti: 1865-1885; non sostanzialmente diversa si presentava tale realtà sulla Rete Mediterranea) [10]. C'è, inoltre, da considerare che, come già accennato in precedenza, le grandi compagnie avrebbero dovuto provvedere alla costruzione di nuove linee nelle zone economicamente meno sviluppate per cui molte energie dell'intera organizzazione aziendale erano rivolte in tale direzione.

Ora, applicando la (1) possiamo calcolare il tasso di sviluppo biparametrico della connettività della rete per il triennio 1885-1888 che è pari a 0,02758284, cioè la crescita è del 2,758%.

5. Il 1895: segni di ripresa

Vediamo, ora, come si presentavano sette anni dopo i due aspetti riguardanti l'offerta dei collegamenti viaggiatori nel 1895 [7][8]⁶, grazie ai quali si potranno effettuare i confronti col periodo precedente. La Tab. 3 ci offre i quantitativi delle corse utili nelle 9x8 relazioni.

Il valore nella riga e nella colonna dei totali (219) ci evidenzia che negli ultimi sette anni c'era stato un incremento del quasi 9%, sul numero complessivo dei collegamenti utili, cioè ad un tasso annuo di crescita dell'1,233%. Quest'indice annuo è meno alto di quello del precedente triennio ma per alcuni nodi è molto positivo, come si nota per Bari che vede passare da 12 a ben 20 i collegamenti utili verso gli altri nodi anche se poi, viceversa, calano quelli dagli altri centri verso di essa da 21 a 18. Un altro nodo che vede crescere le relazioni utili è Genova, connessa verso le altre località con 28 collegamenti nel 1888, che passano a 30 nel 1895 e verso cui le relazioni utili crescono da 23 a 29.

I tempi di percorrenza sono riportati in Tab. 4.

Il settennio 1888-1895 vede una riduzione dei tempi di percorrenza, pressoché generalizzata (fanno eccezione Bari e Venezia) sull'intera rete. Quello che, comunque,

the general reorganisation of the railways in the three major networks.

The table concerning the details of the useful journeys between the nine locations is omitted, the general total of which marks a value equal to 201 connections, as well as the table that details the average times of the journeys between the same nodes, according to which the overall value is 76,860 minutes. Their comparison with the counterparts of 1885 informs that there has been an improvement in the number of trips of 5.79% over the three-year period – corresponding to an annual growth rate of 1.894% – and that there has been an imperceptible worsening in average travel times of the entire network equal to 0.186% over the three-year period, perhaps because most of the rolling stock was quite old (even, still in 1899 out of 1089 locomotives and 3127 carriages 182 locomotives – see an example in Fig. 3 – and 1227 carriages of the Adriatic Network were prior to 1865 while 521 locomotives and 1057 carriages dated back to the period of the Great Networks: 1865-1885; this reality was not substantially different on the Mediterranean Network) [10]. Furthermore, as already mentioned above, it must be considered that the large companies should have provided for the construction of new lines in the economically less developed areas for which a lot of energy of the entire company organisation was addressed in this direction.

Now, by applying (1) we can calculate the two-parameter development rate of network connectivity for the 1885-1888 three-year period which is equal to 0.02758284, i.e. the growth is 2.758%.

5. 1895: signs of recovery

Let us now see how the two aspects concerning the offer of passenger connections in 1895 [7][8]⁶ appeared seven years later, thanks to which comparisons with the previous period could be made. Tab. 3 proposes the quantities of useful journeys in the 9x8 connections.

The value in the row and column of the totals (219) shows us that in the last seven years there had been an increase of almost 9% in the total number of useful connections, that is, at an annual growth rate of 1.233%. This annual index is lower than that of the previous three-year period but for some nodes it is very positive, as can be seen for Bari which sees the useful connections to the other nodes go from 12 to as many as 20 even if, vice versa, those from the other centres towards it drop from 21 to 18. Another node that sees useful connections grow is Genoa, connected to the other localities with 28 connections in 1888, which increase to 30 in 1895 and towards which useful links grow from 23 to 29.

Travel times are shown in Tab. 4.

The 1888-1895 seven-year period saw an almost general reduction in travel times on the entire network (with the ex-

⁶ La fonte [8] è stata reperita presso la Biblioteca del sig. M. PANCONESI, che si ringrazia vivamente per la collaborazione.

⁶ The source [8] was found in the library of Mr. M. PANCONESI, who is warmly thanked for his collaboration.

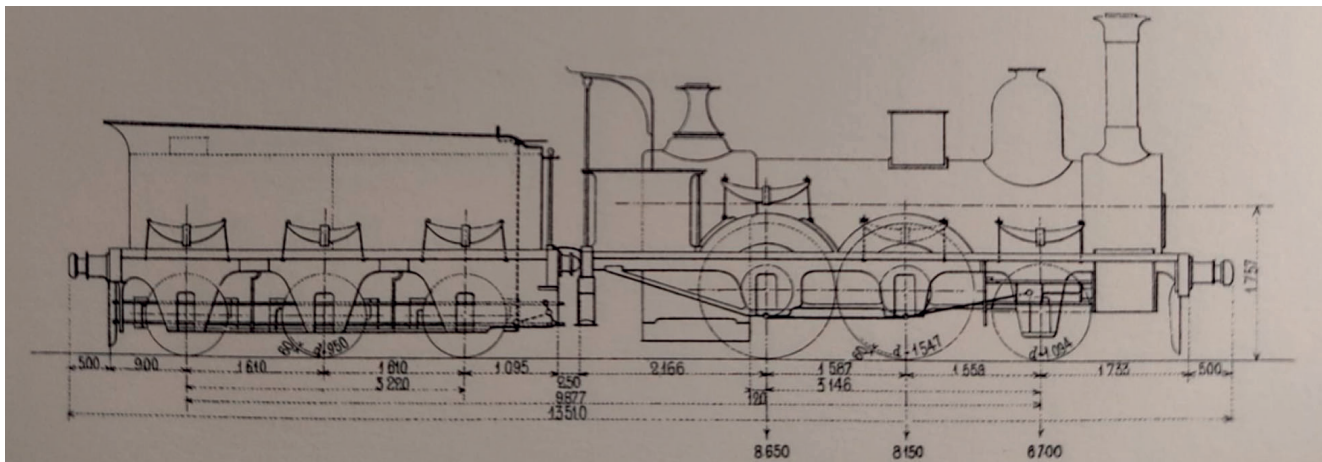


Figura 3 – Profilo delle locomotive a 4 ruote accoppiate del Gruppo 10 della Rete Adriatica, ancora esistenti in quattro esemplari nel 1887, due dei quali costruiti nel 1849 e due nel 1850 dalla belga Cockerill. Lo sforzo di trazione alla velocità di 45 km/h era di kg 1600 alla circonferenza delle ruote motrici; il tender aveva una capacità d'acqua di 5 m².
 Figure 3 – Profile of the 4-wheel coupled locomotives of Group 10 of the Adriatic Network, still existing in four examples in 1887, two of which were built in 1849 and two in 1850 by the Belgian Cockerill. The tractive effort at a speed of 45 km/h was 1600 kg at the circumference of the driving wheels; the tender had a water capacity of 5 m².

importa è notare che i tempi di percorrenza scendono non soltanto rispetto al 1888 il quale, come già visto, è lievemente negativo rispetto al 1885, ma anche nei confronti di questo stesso anno iniziale. Il tasso di miglioramento medio è pari allo 0,724% annuo. Tale periodo coincide con la crisi economica del 1888-94 durante la quale ci fu una contrazione dei traffici, con un calo più vistoso nel 1893, che segnò la depressione del Paese [17], ragion per cui i miglioramenti nei predetti due indici nel settennio andrebbero un po' enfatizzati.

Si è già accennato agli sforzi che le Compagnie effettuavano sia per migliorare gli impianti fissi che il materiale

(ception of Bari and Venice). What is important, however, is to note that travel times decrease not only compared to 1888 which, as already seen, is slightly negative compared to 1885, but also compared to this same initial year. The average improvement rate is 0.724% per year. This period coincides with the economic crisis of 1888-94 during which there was a contraction in traffic, with a more evident decline in 1893, which marked the depression of the country [17], which is why the improvements in the aforementioned two indices in the seven-year period should be a little emphasised.

We have already mentioned the efforts that the Companies made both to improve the fixed installations and the

Tabella 3 – Table 3

Corse utili tra le 9 località - 1895
 Useful trips between the 9 locations - 1895

| Da/A From/To | An | Ba | Ge | Mi | Na | Pz | Rm | To | Ve | Tot. |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| Ancona | – | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 20 |
| Bari | 2 | – | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 20 |
| Genova | 3 | 2 | – | 8 | 2 | 2 | 4 | 6 | 3 | 30 |
| Milano | 3 | 2 | 7 | – | 3 | 3 | 3 | 7 | 3 | 31 |
| Napoli | 4 | 3 | 3 | 3 | – | 4 | 5 | 2 | 3 | 27 |
| Potenza | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | – | 2 | 2 | 1 | 16 |
| Roma | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | – | 4 | 3 | 27 |
| Torino | 2 | 2 | 5 | 6 | 2 | 2 | 3 | – | 3 | 25 |
| Venezia | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | – | 23 |
| Totali Total | 22 | 18 | 29 | 29 | 24 | 21 | 26 | 29 | 21 | 219 |

Tabella 4 – Table 4

Tempi medi di percorrenza (in minuti primi) - 1895
Average travel times (in minutes) - 1895

| Da/A From/To | An | Ba | Ge | Mi | Na | Pz | Rm | To | Ve | Tot. |
|-------------------------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| Ancona | – | 655 | 853 | 653 | 977 | 1443 | 550 | 895 | 629 | 6655 |
| Bari | 625 | – | 1636 | 1218 | 597 | 869 | 934 | 1906 | 3156 | 10941 |
| Genova | 901 | 1759 | – | 274 | 1109 | 1770 | 857 | 267 | 636 | 7573 |
| Milano | 615 | 1228 | 296 | – | 1282 | 1610 | 902 | 261 | 363 | 6557 |
| Napoli | 1015 | 564 | 1066 | 1381 | – | 521 | 383 | 1014 | 1358 | 7302 |
| Potenza | 1362 | 656 | 1507 | 1857 | 351 | – | 795 | 1753 | 1415 | 9714 |
| Roma | 532 | 839 | 720 | 888 | 357 | 920 | – | 985 | 865 | 6106 |
| Torino | 786 | 1463 | 269 | 233 | 1345 | 1732 | 1064 | – | 823 | 7715 |
| Venezia | 633 | 4091 | 735 | 367 | 1282 | 1850 | 902 | 627 | – | 10487 |
| Totali Total | 6469 | 11255 | 7082 | 6889 | 7300 | 10715 | 6387 | 7708 | 9245 | 73050 |

mobile. Un esempio emblematico viene offerto dalle carrozze della Rete Mediterranea. All’inizio del settennio 1888-1895 risulta che tale rete (km 4046) aveva in dotazione 2806 carrozze, oltre a 960 locomotive e 15.780 bagagliai e carri [5]. Si calcola che nel quadriennio 1885-88 erano state messe in servizio 435 nuove carrozze [6]: è curioso osservare che la maggior parte di esse, comprese quelle di prima classe, erano sprovviste di servizi igienici (ben 402 vs. 33), anche se, in verità, con le ultime progettazioni s’era già programmato di eliminare, gradualmente, quest’ultimo inconveniente pure per la seconda classe (Fig. 4).

Per l’indice bidimensionale di connettività della rete per il settennio, mediante la (1) si trova il valore di 0,0708302: in pratica si verifica un miglioramento del 7,083%.

Volendo, però, confrontare i due indici bidimensionali finora calcolati, essendo disomogenei i due periodi esaminati a causa della loro diversa durata, occorrerà calcolare il tasso di miglioramento annuo G per ciascuno di essi mediante una semplice formula disponibile in matematica finanziaria e cioè:

$${}^k G_{i..j} = \sqrt[j-i]{k I_{i..j} + 1} - 1 \tag{2}$$

e, sostituendo mediante la (1):

$${}^k G_{i..j} = \sqrt[2(j-b)]{\frac{N_j T_i}{N_i T_j}} - 1 \tag{3}$$

passando ai rispettivi valori si ha:

${}^9 G_{1885-1888} = (201 \times 76717 / 190 \times 76880)^{1/2(1888-1885)} - 1 = 0,0090672$
che corrisponde ad un tasso percentuale annuo dello **0,907%**;

movable equipment. An emblematic example is offered by the carriages of the Mediterranean Network. At the beginning of the 1888-1895 seven-year period it appears that this network (4046 km) had 2806 carriages, as well as 960 locomotives and 15780 luggage van and wagons [5]. It is estimated that in the 1885-88 four-year period 435 new carriages had been put into service [6]: it is curious to observe that most of them, including first class ones, were without toilets (a good 402 vs. 33), although, as a matter of fact, with the latest designs it had already been planned to gradually eliminate this latter drawback for the second class as well (Fig. 4).

For the two-dimensional network connectivity index for the seven-year period, using (1) we find the value of 0.0708302: there is an improvement of practically 7.083%.

However, if we want to compare the two bi-dimensional indices calculated so far, since the two periods examined are not homogeneous due to their different duration, we will have to calculate the annual improvement rate G for each of them using a simple formula available in financial mathematics, namely:

$${}^k G_{i..j} = \sqrt[j-i]{k I_{i..j} + 1} - 1 \tag{2}$$

and, replacing with (1):

$${}^k G_{i..j} = \sqrt[2(j-b)]{\frac{N_j T_i}{N_i T_j}} - 1 \tag{3}$$

as for the respective values we have:

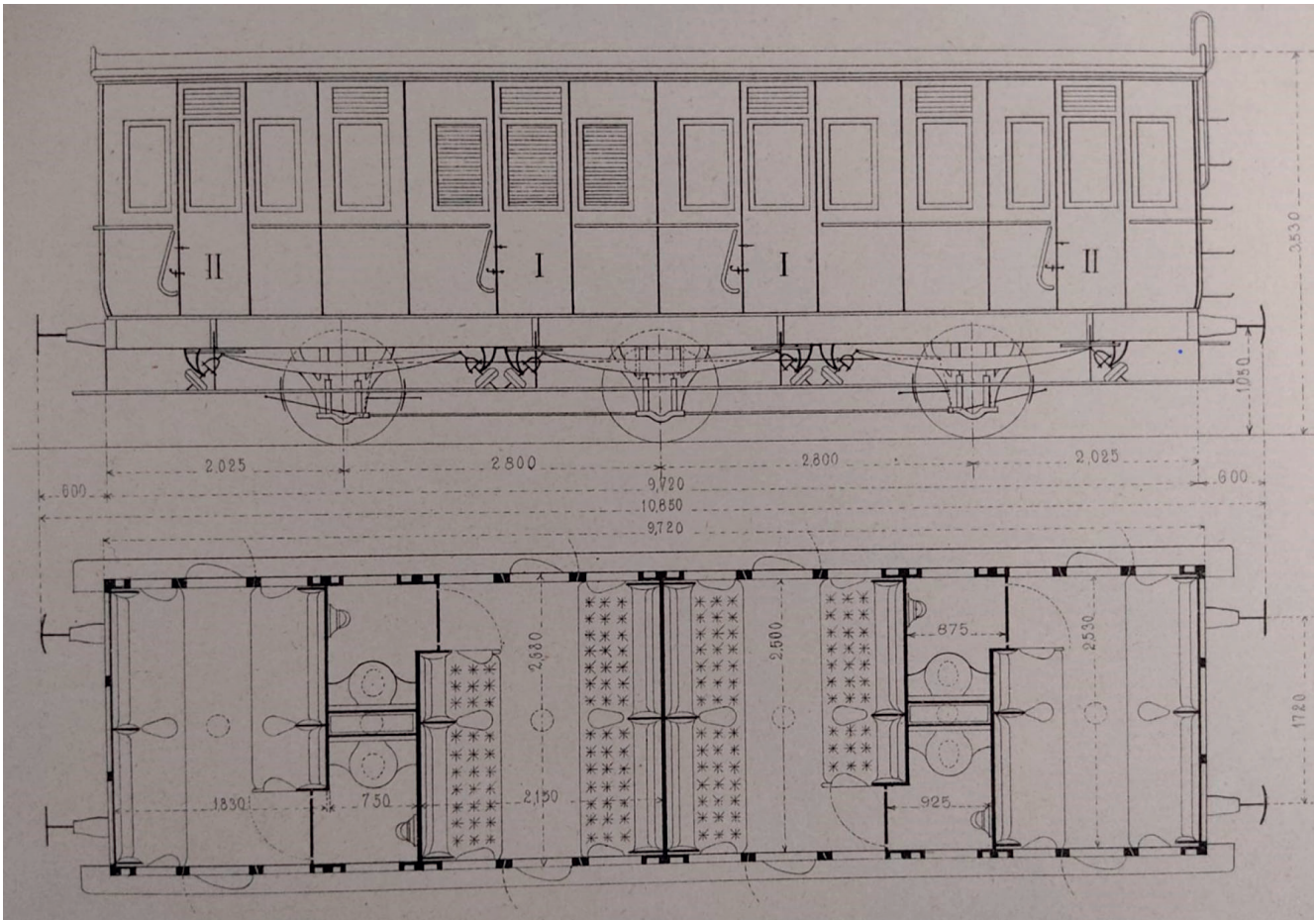


Figura 4 – Una delle moderne carrozze di I e II classe della Rete Mediterranea, Gruppo 4031-4100, dotata di servizi igienici per entrambe le classi. Nel 1888 le carrozze offrenti tali comodità erano in tutto 15 costruite negli anni 1880-84 e 27 negli anni 1885-88.

Figure 4 – One of the modern 1st and 2nd class carriages of the Mediterranean Network, Group 4031-4100, equipped with toilets for both classes. In 1888 the carriages offering such comforts were in all 15 built in the years 1880-84 and 27 in the years 1885-88.

${}^9G_{1888-1895} = (219 \times 76880 / 201 \times 73050)^{1/14} - 1 = 0,00982426$ che corrisponde ad un tasso percentuale annuo dello **0,982%**.

Anche se i due valori non sono particolarmente lontani è comunque palese che la rete in considerazione vedeva leggeri miglioramenti nel settennio 1888-1895.

6. Il 1895-1900

Per l'anno 1900 [9] si è calcolato che il numero delle corse utili fra i nodi raggiunge la cifra di 240. Nel lustro in esame l'incremento di esse fu pari all'11,87% con una crescita annua media del 2,27%.

Come subito si constata, l'aumento fu abbastanza notevole rispetto al passato, segno che: 1) gli impianti fissi della rete italiana (binari, scali, segnalamento) sarebbero stati potenziati; 2) i rotabili erano più veloci; 3) il sistema delle coincidenze nelle stazioni di interscambio era forse migliorato; 4) sarebbe stato attivato un maggior numero di relazioni dirette.

${}^9G_{1885-1888} = (201 \times 76717 / 190 \times 76880)^{1/2(1888-1885)} - 1 = 0,0090672$ which corresponds to an annual percentage rate of **0.907%**;

${}^9G_{1888-1895} = (219 \times 76880 / 201 \times 73050)^{1/14} - 1 = 0,00982426$ which corresponds to an annual percentage rate of **0.982%**.

Even if the two values are not particularly distant, it is still clear that the network under consideration saw slight improvements in the 1888-1895 seven-year period.

6. 1895-1900

For the year 1900 [9] it has been calculated that the number of useful trips between nodes reaches the amount of 240. In the five-year period under study, the increase was equal to 11.87% with an average annual growth of 2.27%.

As we immediately see, the increase was quite important compared to the past, a sign that: 1) the fixed systems

Si calcola che i più rilevanti progressi furono conseguiti, strano a dirsi, dalla piccola città di Potenza che vide ben incrementate le sue relazioni verso le altre località (passò da 16 a 24) e dagli altri nodi verso di essa (da 21 a 26). Ottimi risultati conseguì Milano e poi anche Napoli. È interessante notare che pure Bari migliorò sensibilmente le relazioni che confluivano verso di essa: in sintesi il Meridione, nel lustro considerato, conseguì discreti risultati. Non a caso, ad appena cinque anni dalla ormai prossima statizzazione, una buona parte dei politici e della borghesia era ancora ampiamente propensa al rinnovo delle Convenzioni che sarebbero scadute nel 1905 [24]⁷.

Per quanto riguarda i tempi medi di percorrenza sull'intera rete, si è calcolato ch'essi ascesero a 69.389 minuti. Confrontando questo dato con quello di cinque anni prima (73050) si calcola un accorciamento nei tempi del 5,012% nel quinquennio.

Va però precisato che il miglioramento generale non fu equidistribuito: da un confronto effettuato fra i dati del 1895 in Tab. 4 con gli omologhi del 1900 emerge un peggioramento dei tempi per le relazioni riguardanti in particolare Milano e Torino e una buona decrescita in quelle relative a Potenza e specialmente a Venezia.

In sintesi il lustro esaminato ci mostra che nel sistema ferroviario continentale continuava a migliorare sempre più la connettività della rete nazionale per entrambe le grandezze esaminate. Tale rete s'era incrementata nel lustro 1895-1900 di 345 km, a fronte dei 1855 del quinquennio precedente e dei 1644 km del 1886-90 [11]. Sarebbe qui fuori luogo andare ad approfondire l'argomento, abbastanza complesso; va però evitato di congetturare giudizi affrettati: basta soltanto far presente che ormai la rete nazionale era pressoché completata e che in svariate zone con scarsa popolazione non era economicamente giustificato investire gli enormi capitali occorrenti per le nuove costruzioni ferroviarie: meglio provvedere ad intensificare la rete delle strade ordinarie e, in particolare, pure quelle occorrenti a servire i centri abitati con le loro stazioni che, spesso, distavano talvolta anche diversi km.

A fronte di un ulteriore miglioramento nei due indicatori appena esaminati, va segnalato, ancora una volta, che gli asettici numeri indici vanno comunque a inserirsi e a convivere con una realtà che è pur sempre dominata dall'intelligenza e dalla sensibilità, anche artistica, dell'uomo: la storia delle ferrovie lo ha spesso dimostrato. Si segnala, e non a solo titolo di cronaca, che le Compagnie continuavano a migliorare la propria dotazione sia nel materiale mobile (provvedendo anche alla standardizzazione di molte componenti delle locomotive, dei tender, delle carrozze e carri: sale montate, boccole, respingenti, eccetera) sia degli stessi impianti fissi e, principalmente dei fabbricati che venivano progettati per essere costruiti, con iden-

of the Italian network (tracks, stations, signalling) would have been strengthened; 2) the rolling stock was faster; 3) the connections system in the interchange stations was perhaps improved; 4) a greater number of direct connections would have been activated.

It is estimated that the most significant progress was achieved, strange to say, by the small town of Potenza which saw its connections towards other localities well increased (it passed from 16 to 24) and by the other nodes towards it (from 21 to 26). Milan achieved excellent results followed also by Naples. It is interesting to note that Bari also significantly improved the connections that flowed towards it: in short, in the period considered, the South achieved good results. Not surprisingly, just five years after the next nationalisation, a good part of the politicians and the bourgeoisie were still largely inclined to renew the Conventions that would expire in 1905 [24]⁷.

As for the average travel times on the entire network, it has been calculated that they increased to 69,389 minutes. Comparing this figure with that of five years earlier (73050), a shortening of the times of 5.012% in the five-year period is calculated.

However, it should be noted that the general improvement was not equally distributed: from a comparison made between the 1895 data in Tab. 4 with the corresponding one of 1900, a worsening of the times for connections concerning Milan and Turin in particular and a good decrease in those relating to Potenza and especially Venice emerges.

In summary, the five-year period examined shows us that in the continental railway system the connectivity of the national network continued to improve more and more for both the quantities examined. This network had increased by 345 km in the 1895-1900 five-year period, compared to 1855 in the previous five-year period and 1644 km in 1886-90 [11]. It would be inappropriate here to analyse in depth the rather complex matter; however, conjecturing hasty judgements should be avoided: it is sufficient to point out that by now the national network was almost completed and that in various areas with low population it was not economically justified to invest the enormous capital needed for new railway constructions: ordinary roads and, in particular, also those needed to serve the inhabited centres with their stations which, often, were sometimes several km away.

Against a further improvement in the two indicators just examined, it should be noted, once again, that the aseptic index numbers still fit in and coexist with a reality that is still dominated by the intelligence and even artistic

⁷ Va posta particolare attenzione anche ai giudizi storici che la Prof.ssa S. COLARIZI, Ordinario di Storia contemporanea all'Università di Roma, ha espresso in merito nella sua Presentazione al cit. lavoro.

⁷ Particular attention should be paid to the synthesis and historical judgements that Prof. S. COLARIZI, Professor of Contemporary History at the University of Rome, expressed on the matter in her Presentation to the above-mentioned work.

tiche caratteristiche, in varie postazioni lungo le linee. Molto caratteristici sono i caselli ferroviari e le case cantoniere, ben riconoscibili e spesso dominanti la scena, quasi avessero una loro personalità, anche nelle zone dove da molti decenni sono state abbandonate le relative linee ferroviarie e, in modo particolare, i fabbricati viaggiatori. Questi venivano progettati in varie tipologie (due, tre o addirittura quattro) a seconda dell'importanza delle località cui dovevano servire (Fig. 5).

In sintesi il lustro esaminato ci mostra che nel sistema ferroviario continentale continuava a migliorare sempre più la connettività della rete per entrambe le grandezze esaminate.

7. Il 1900-1905

Vediamo, infine, cosa succede nell'ultimo lustro del ventennio in rassegna, periodo che corrisponde a una situazione di attesa perché non era certo che fossero confermate le Convenzioni con le compagnie ferroviarie in quanto prendeva sempre più piede l'ipotesi di una statizzazione delle reti; su questo argomento, si rimanda a [21][22][24].

La Tab. 5 ci mostra le corse utili fra i nodi del sistema in studio.

Confrontando il Totale generale in ultima riga-ultima colonna (244) con l'omologo di cinque anni prima (240), si evidenzia subito la sostanziale stasi nel numero dei collegamenti, come è mostrato nel grafico in Fig. 6.

La spiegazione è molto semplice, perché è ormai generalmente risaputo nella storiografia anche non specialistica che le Società, in presenza di forti dubbi sul rinnovo delle Convenzioni ormai in vicina scadenza, si limitarono a mantenere quanto fino a quel momento acquisito senza impegnarsi ulteriormente ad investire nuove energie finanziarie ed organizzative tese ad apportare ulteriori offerte di collegamenti.

L'altro parametro, quello dei tempi medi di percorrenza, è dettagliatamente riportato in Tab. 6.

In questo secondo versante, come mostrato in Fig. 7, troviamo una sostanziale stasi che va a confermare quella già verificatasi nel campo del numero dei collegamenti.

sensitivity of man: the history of the railways has often proved this. It should be noted, and not just for the record, that the Companies continued to improve their equipment both in the movable equipment (also providing for the standardisation of many components of the locomotives, tenders, carriages and wagons: wheelsets, axle bearings,

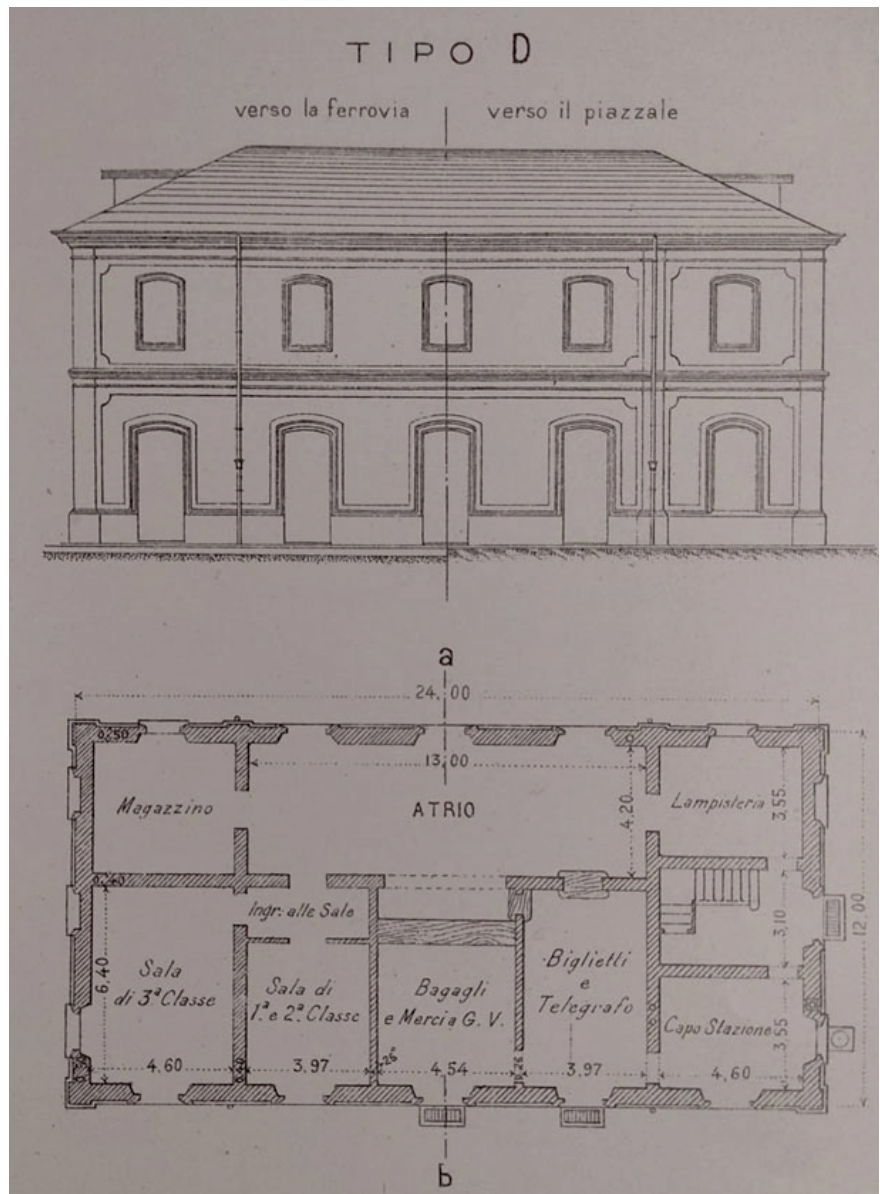


Figura 5 – Una delle tipologie di fabbricati viaggiatori di stazioni a servizio di località secondarie. Il F.V. in figura si riferisce a una stazione della Rete Mediterranea, a servizio di centri abitati di rilievo. Per i centri più piccoli era prevista una tipologia meno voluminosa (Tipo A), con superficie di m 12,02 x 8,50, fino a raggiungere una estensione di m 24 x 12 come nel qui raffigurato Tipo D. *Figure 5 – One of the types of passenger buildings of stations serving secondary locations. The P.B. in the figure refers to a station of the Mediterranean Network, serving major towns. For the smaller centres, a less voluminous typology (Type A) was envisaged, with a surface area of 12.02 x 8.50 m, up to an extension of 24 x 12 m as in Type D shown here.*

Corse utili tra le 9 località - 1905 [12]
Useful Trips Between The 9 Locations - 1905 [12]

| Da/A From/To | An | Ba | Ge | Mi | Na | Pz | Rm | To | Ve | Tot. |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| Ancona | – | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 21 |
| Bari | 3 | – | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 22 |
| Genova | 3 | 3 | – | 7 | 3 | 2 | 5 | 5 | 3 | 31 |
| Milano | 3 | 2 | 10 | – | 3 | 3 | 4 | 7 | 4 | 36 |
| Napoli | 4 | 3 | 5 | 3 | – | 4 | 5 | 3 | 3 | 30 |
| Potenza | 1 | 4 | 3 | 2 | 4 | – | 2 | 2 | 2 | 20 |
| Roma | 3 | 3 | 6 | 3 | 5 | 2 | – | 3 | 3 | 28 |
| Torino | 3 | 2 | 7 | 6 | 3 | 2 | 4 | – | 3 | 30 |
| Venezia | 3 | 2 | 4 | 5 | 3 | 2 | 3 | 4 | – | 26 |
| Totali Total | 23 | 21 | 40 | 32 | 27 | 20 | 29 | 29 | 23 | 244 |

8. Conclusione

Avendo a disposizione i dati rappresentati nelle Fig. 6 e Fig. 7, possiamo finalmente calcolare l'indice biparametrico per l'intero ventennio 1885-1905.

Con la formula (3) calcoliamo, adesso, il tasso medio annuale di crescita relativo ai due parametri presi in considerazione, per il triennio 1885-1888 e cioè:

$${}^9G_{1885-1888} = (N_{1888} \times T_{1885} / N_{1885} \times T_{1888})^{1/6} - 1$$

e, sostituendo con i relativi valori avremo:

$$(201 \times 76717 / 190 \times 76860)^{1/6} - 1 = 0,009111$$

cioè lo 0,911% annuo.

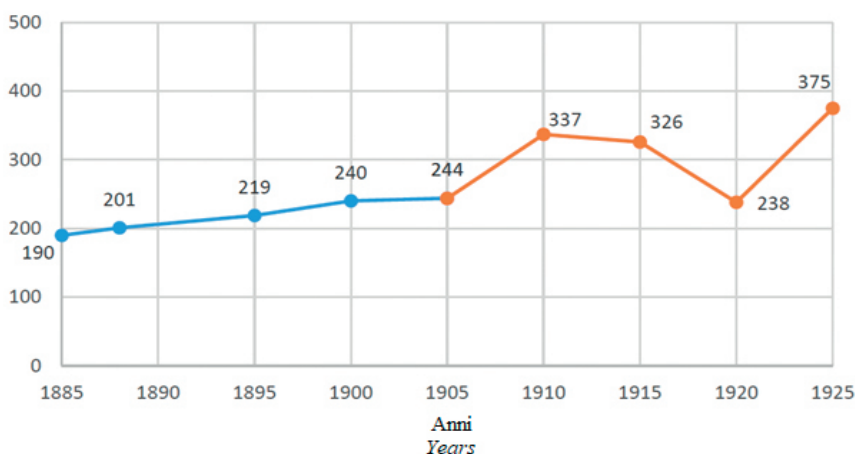


Figura 6 – Confronto dei collegamenti utili dell'intera rete del periodo 1885-1905 con quelli del periodo 1905-1925. Il quinquennio 1900-1905 è evidentemente statico.

Figure 6 – Comparison of the useful connections of the entire network of the 1885-1905 period with those of the 1905-1925 period. The 1900-1905 five-year period is obviously static.

buffers, etc.) both of the same fixed systems and, mainly of the buildings that were designed to be built, with identical characteristics, in various locations along the lines. The crossing keeper's houses and roadside houses are very characteristic, easily recognisable and often dominating the scene, almost as if they had their own personality, even in areas where the relative railway lines and, in particular, the passenger buildings have been abandoned for many decades. These were designed in various types (two, three or even four) depending on the importance of the localities they were to serve (Fig. 5).

In summary, the five-year period examined shows us that in the continental railway system the connectivity of the national network continued to improve more and more for both the quantities examined.

7. 1900-1905

Finally, let us see what happens in the last five years of the twenty-year period under review, a period that corresponds to a situation of waiting because it was not certain that the Conventions with the railway companies were confirmed as the hypothesis of a nationalisation of the networks was becoming increasingly popular; on this topic, see [21][22][24].

Tab. 5 shows us the useful trips between the nodes of the system under study.

Comparing the general Total in the last row-last column (244) with the corresponding one of five years

Tabella 6 – Table 6

Tempi medi di percorrenza (in minuti primi) - 1905
Average travel times (in minutes) - 1905

| Da/A From/To | An | Ba | Ge | Mi | Na | Pz | Rm | To | Ve | Tot. |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Ancona | – | 614 | 704 | 546 | 923 | 799 | 509 | 727 | 528 | 5850 |
| Bari | 610 | – | 1664 | 1099 | 558 | 573 | 775 | 1276 | 1177 | 7732 |
| Genova | 819 | 1629 | – | 259 | 1023 | 1421 | 727 | 256 | 605 | 6739 |
| Milano | 576 | 1183 | 258 | – | 1267 | 1413 | 889 | 239 | 370 | 6195 |
| Napoli | 1037 | 589 | 1259 | 1328 | – | 442 | 356 | 1344 | 1265 | 7620 |
| Potenza | 708 | 736 | 1678 | 1506 | 524 | – | 712 | 1702 | 1659 | 9225 |
| Roma | 543 | 925 | 789 | 899 | 326 | 766 | – | 915 | 878 | 6041 |
| Torino | 824 | 1246 | 290 | 230 | 1431 | 1657 | 919 | – | 615 | 7212 |
| Venezia | 582 | 1151 | 647 | 403 | 1286 | 1335 | 840 | 650 | – | 6894 |
| Totali Total | 5699 | 8073 | 7289 | 6270 | 7338 | 8406 | 5727 | 7109 | 7097 | 63008 |

Se poniamo pari a 100 il valore iniziale del 1885, otterremo che nel 1888 l'indice passa a 102,758 – cioè c'è stato un miglioramento complessivo triennale del 2,758%.

Omettiamo per brevità i calcoli per le successive tre frazioni temporali. La Tab. 7 che segue ne mostra i relativi valori (le percentuali sono state arrotondate alla terza cifra decimale).

earlier (240), the substantial stasis in the number of connections immediately stands out, as shown in the graph in Fig. 6.

The explanation is very simple, because it is now generally known in even non-specialist historiography that, in the presence of strong doubts about the renewal of the Conventions now expiring, the Companies limited themselves to maintaining what had been acquired up to that moment without further committing to investing new financial and organisational energies aimed at making further offers for connections.

Tab. 6 shows in detail the other parameter, that of average travel times.

In this second side, as shown in Fig. 7, we can observe a good improvement that counterbalances the stasis already occurred in the field of the number of connections.

8. Conclusion

With the available data shown in Fig. 6 and Fig. 7, we can finally calculate the two-parameter index for the entire 1885-1905 twenty-year period.

With the formula (3) we now calculate the average annual growth rate for the two parameters taken into consideration, for the 1885-1888 three-year period, namely:

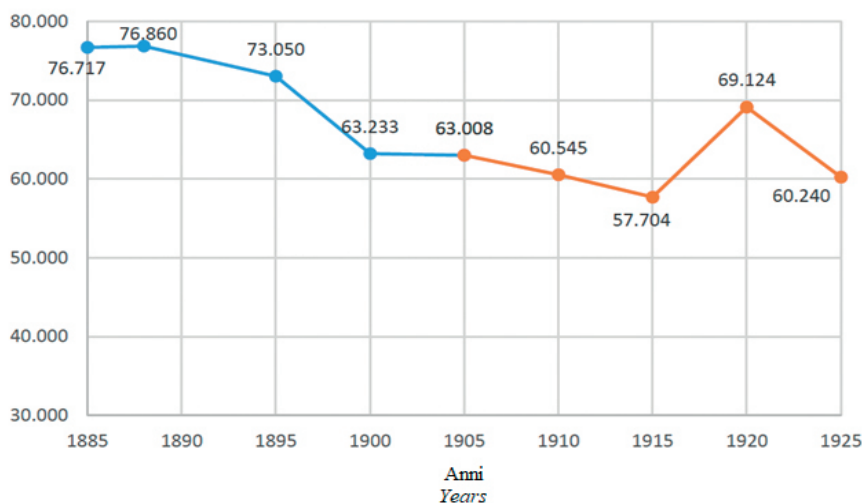


Figura 7 – Confronto dei tempi medi complessivi dell'intera rete nel periodo 1885-1905. La mancata diminuzione nei tempi medi di percorrenza nel lustro 1900-1905 costituisce una conferma rispetto al mancato miglioramento nel numero dei collegamenti utili.

Figure 7 – Comparison of the overall average times of the entire network in the 1885-1905 period. The missed decrease in average travel times in the 1900-1905 five-year period constitutes a confirmation with respect to the lack of improvement in the number of useful connections.

Crescita della connettività della rete: anni 1885-1905
Growth of network connectivity: years 1885-1905

| Periodi <i>Periods</i> | 1885-1888 | 1888-1895 | 1895-1900 | 1900-1905 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tasso annuo <i>g</i> di crescita <i>G annual rate of growth</i> | 0,009111 | 0,009805 | 0,016495 | 0,009280 |
| Tasso % di crescita rispetto al periodo antecedente <i>% Rate of growth compared to the previous period</i> | 0,911% | 0,981% | 1,649% | 0,928% |
| Connettività della rete (per 1885=100) <i>Network connectivity (for 1885 = 100)</i> | 102,758 | 110,022 | 119,400 | 125,044 |

Il grafico che segue (Fig. 8) mostra visivamente l'andamento (dinamico) delle due serie di numeri indici trovati per ogni periodo (ponendo pari a 100 il valore per l'anno 1885).

In conclusione, nel primo triennio, quando era stato impostato *ex novo* un sistema ferroviario più adeguato alle necessità, la connettività della rete migliora poco significativamente, come del resto avviene nel successivo settennio 1888-1895, quando ormai l'organizzazione aveva già messo a punto le proprie potenzialità, le quali estrinsecheranno, però, la loro forza nel successivo quinquennio, nonostante la presenza di una persistente crisi economica. Questo andamento non sarà confermato nel successivo lustro 1900-1905: per le complesse vicende del primo quinquennio del nuovo secolo, quando si paventava la possibilità della statizzazione delle ferrovie, si giunge ad un periodo pressoché statico come mai avvenuto in precedenza.

A complemento di queste stringate conclusioni segnalo ancora una volta che non è finora possibile risalire ad una ricerca sul secondo periodo ferroviario (1865-1885) per la mancanza degli Orari ufficiali degli anni 1865, 1870, 1875 e 1880. Si spera che col tempo si rinverano codesti interessanti documenti.

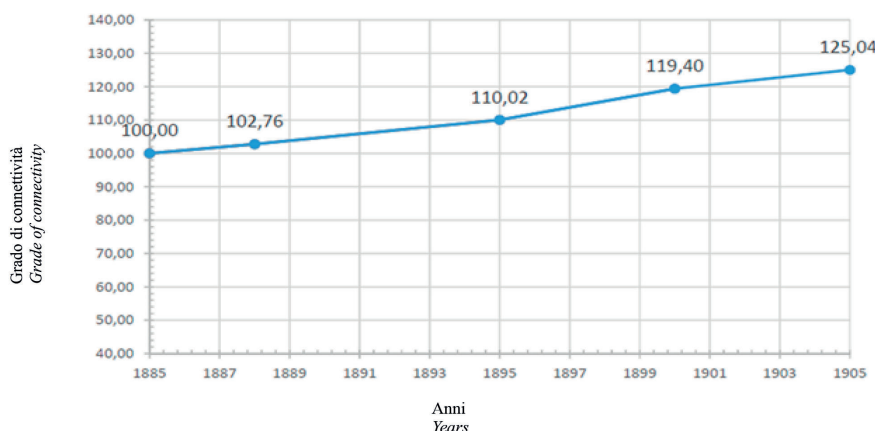


Figura 8 – La crescita, rispetto al 1885, della connettività della rete come si presenta nel ventennio in esame.

Figure 8 – The network connectivity growth as it appears in the twenty years under examination, compared to 1885.

$${}^9G_{1885-1888} = (N_{1888} \times T_{1885} / N_{1885} \times T_{1888})^{1/6} - 1$$

and, replacing with the relative values we will have:

$$(201 \times 76717 / 190 \times 76860)^{1/6} - 1 = 0.009111$$

that is 0.911% per year.

If we set the initial value of 1885 as 100, we will obtain that in 1888 the index passes to 102.758 - that is, there has been an overall three-year improvement of 2.758%.

For the sake of brevity, we shall omit the calculations for the next three time fractions. The following table shows the relative values (the percentages have been rounded to the third decimal).

The following graph (Fig. 8) visually shows the (dynamic) trend of the two series of index numbers found for each period (setting the value for the year 1885 at 100).

In conclusion, in the first three-year period, when a railway system more adequate to the needs was set up from scratch, the improvement of the network connectivity is barely significant, as indeed happens in the following seven years 1888-1895, when the organisation had already developed its potential, which will, however, show its strength in the following five years, despite the presence of a persistent economic crisis. This trend will not be confirmed in the subsequent five years of 1900-1905: due to the complex events of the first five years of the new century, when the possibility of the nationalisation of the railways was feared, an almost static period is reached as never before.

To complement these concise conclusions, I would like to point out once again that it is impossible up to now to go back to a research on the second railway period (1865-1885) due to the lack of the official timetables of the years 1865, 1870, 1875 and 1880. It is hoped that these interesting documents will be found over time.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Legge 7 aprile 1885, n. 3048 in: "Collezione Celerifera delle Leggi e Decreti, anno 1885".
- [2] "Indicatore Generale del Regno d'Italia. Orario Ufficiale delle Strade Ferrate Tramways e Piroscafi". Pubblicazione mensile, Anno III, Roma ottobre 1885.
- [3] "Livret-Chaix. Partie Etrangère", Paris (1885).
- [4] "Indicatore Ufficiale. Orario periodico mensile delle Strade Ferrate del Regno", Fratelli Pozzo, Torino 1888.
- [5] Ministero dei Lavori Pubblici – Regio Ispettorato delle Strade Ferrate", "Relazione sull'esercizio e sulle costruzioni delle strade ferrate per gli anni 1885-1886-1887", Vol. 7.
- [6] Strade Ferrate del Mediterraneo, "Album delle Carrozze", Tip. Lit. Fratelli Pozzo, Torino 1888.
- [7] "L'Indicatore Ufficiale. Orario periodico delle Strade ferrate dell'Alta Italia. Tramways e Navigazione", Fratelli Pozzo, Torino Luglio 1875.
- [8] Guida Orario Ufficiale pel Viaggiatore in Italia sulle linee delle Strade Ferrate, Tramways e Navigazione. Anno XXXV, Edizione Giuseppe Civelli, Milano Maggio 1895.
- [9] R. Ispettorato Generale delle Strade Ferrate (1900) "Orario ufficiale delle Strade ferrate, delle tramvie, della navigazione e delle messaggerie postali del Regno d'Italia con le indicazioni delle principali corrispondenze estere", Roma.
- [10] "Atti della Reale Commissione per lo studio di una proposta intorno all'ordinamento delle strade ferrate". Volume V Servizi Commerciale e Tecnico. Parte III Servizio Tecnico, Tipografia della Camera dei Deputati, 1905.
- [11] Ministero delle Comunicazioni. Ferrovie dello Stato. Servizio Personale e Affari Generali, "Sviluppo delle ferrovie italiane dal 1839 al 31 dicembre 1926", Tipografia Cecchini, Roma 1927.
- [12] V. GUADAGNO (2005), "Approfondimento delle funzionalità delle Ferrovie Italiane. Il periodo 1905-1924", Ingegneria Ferroviaria n. 1, Gennaio, Edizioni CIFI, pp. 25-33.
- [13] V. GUADAGNO (2005), "Le ferrovie italiane nel periodo 1924-1944: un numero indice", Ingegneria Ferroviaria n. 5, Maggio, Edizioni CIFI, pp. 435-45.
- [14] V. GUADAGNO (2006), "Il periodo 1944-1963: un indice di misurazione quali-quantitativo", Ingegneria Ferroviaria, n. 6, Giugno, Edizioni CIFI, pp. 507-13.
- [15] V. GUADAGNO (2007), "L'epoca della pianificazione poliennale in un indice di misurazione quali-quantitativo", Ingegneria Ferroviaria, n. 7, Luglio-Agosto 2007, pp. 623-30.
- [16] V. GUADAGNO (2008), "Il periodo 1985-2005: un indice di misurazione quali-quantitativo dell'offerta passeggeri", Ingegneria Ferroviaria n. 12, Dicembre.
- [17] Ferrovie dello Stato, Direzione Strategie e Controllo, "Le ferrovie italiane tra Stato e Mercato", Roma 1966 e Appendice (Tavole 54 e 55).
- [18] G. CANDELORO (1979), "Storia dell'Italia moderna. Volume sesto. Lo sviluppo del capitalismo 1871-1896", Feltrinelli, Milano, 7^a edizione.
- [19] G. CANDELORO, "Storia dell'Italia moderna, Volume settimo. La crisi di fine secolo e l'età giolittiana. 1896-1914", Feltrinelli, Milano 1981, 8^a edizione.
- [20] E. CORBINO (1981), "Annali dell'economia italiana. 3. 1881-1890" IPSOA, Milano .
- [21] S. COLARIZI (2000), "Storia del Novecento italiano", RCS Libri, Milano, 2^a edizione.
- [22] S. COLARIZI, "Presentazione", in: V. GUADAGNO (2003) "Le ferrovie in età giolittiana. Politica, società, economia", CAFI Editore, Roma 2003.
- [23] V. GUADAGNO (1995) "Ferrovie ed economia nell'Ottocento postunitario", Edizioni CAFI, Roma.
- [24] V. GUADAGNO, "Le ferrovie in età giolittiana. Politica, società, economia", CAFI Editore, Roma 2003.



- Il/La sottoscritto/a
Presa visione dello Statuto del **Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (C.I.F.I.)**, Associazione culturale senza scopi di lucro, e consapevole che la mancata disdetta entro il **30 settembre** di ogni anno comporta il tacito rinnovo per l'anno seguente, chiede di entrare a far parte del CIFI dell'Associazione in qualità di:
 Socio: "ordinario" Socio: "aggregato" Socio: "junior"
- Allega alla presente la ricevuta del pagamento della prima quota associativa per l'anno come iscrizione, essendo a conoscenza che riceverà le riviste "**Ingegneria Ferroviaria**" (Organo Ufficiale del Collegio), **la Tecnica Professionale** e le comunicazioni e la corrispondenza ordinaria al momento dell'accettazione di tale richiesta (*art. 10 dello Statuto*) per posta elettronica.
- Fa presente che le riviste (I.F. e TP) dovranno essere inviate al seguente indirizzo:

Via C.a.p. Città (prov.)
 Desidera ricevere le riviste "Ingegneria Ferroviaria" e "La Tecnica Professionale" on line anziché su cartaceo
- Le comunicazioni e-mail dovranno essere inviate presso il seguente indirizzo di posta elettronica:
- Si impegna a dare comunicazione immediata di eventuali variazioni di indirizzo e chiede di essere iscritto alla Sezione di
 Soci Ordinari e Aggregati: **85,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche
 Soci Ordinari e Aggregati (under 35) **60,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche
 Soci Junior (studenti - under 28 anni) **25,00 €/anno** con entrambe le riviste periodiche, solo online
 Nuovi Associati (studenti, neolaureati e neoassunti per i primi 3 anni di iscrizione fino a 35 anni) **0 €/anno** con entrambe le riviste periodiche, solo online
- Da versare nelle seguenti modalità:
 Conto corrente postale n.**31569007** intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani - Via Giolitti Giovanni, 46 - 00185 Roma
 Bonifico bancario sul conto: **Codice IBAN: IT 29 U 02008 05203 000101180047** - Codice BIC/SWIFT: UNCRITM1704, intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, presso UNICREDIT BANCA - Ag. 704 - ROMA ORLANDO
 Carta di credito/prepagata sul sito **www.shop.cifi.it**
- Il rinnovo della quota va effettuato entro i termini previsti dallo Statuto ovvero entro il **31 dicembre** dell'anno precedente.
 Facendo parte del personale del Gruppo FSI S.p.A. chiede di versare la quota annuale con trattenuta a ruolo Sul sito del CIFI è disponibile l'apposito modulo da compilare e trasmettere al CIFI.
- Firma del Socio presentatore

SCHEDA ANAGRAFICA

Cognome - Nome

Luogo - Data di Nascita

Indirizzo privato - Città - Prov. - C.A.P.

E-mail - Telefono Ab. / Uff. / Mob

Laurea Triennale - Università - Anno Accademico

Laurea Specialistica - Università - Anno Accademico

Ente/Società di appartenenza - Qualifica professionale

Iscrizione Ordine degli Ingegneri - Numero - Provincia

- Il/La sottoscritto/a, ai sensi del D.Lgs 196/2003 e del Regolamento UE 2016/679 (GDPR), esprime il proprio consenso al trattamento dei dati personali rilasciati in data odierna per gli usi esclusivi delle attività interne del Collegio.

● Data

● Firma



Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani

DOMANDA D'ASSOCIAZIONE PER SOCI COLLETTIVI

AL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

Via Giovanni Giolitti, 46 – Tel. 06-4882129 – fax 06-4742987

00185 ROMA - E-MAIL: areasoci@cifi.it - Sito Internet: www.cifi.it

Il/La sottoscritto/a _____
rappresentante della Società _____

Presa visione dello Statuto del Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani (C.I.F.I.), Associazione culturale senza scopi di lucro, e consapevole che la mancata disdetta alla fine di ogni anno comporta il tacito rinnovo, chiede di entrare a far parte dell'Associazione in qualità di Socio Collettivo.

Fa presente che sarà rappresentato/a da _____ e che le riviste "Ingegneria Ferroviaria", "La Tecnica Professionale" ed eventuali comunicazioni scritte dovranno essere inviate al seguente indirizzo:

Via _____ C.A.P. _____

Città (PR.) _____

Desidera ricevere le riviste "Ingegneria Ferroviaria" e "La Tecnica Professionale" on line anziché su cartaceo

Le comunicazioni del CIFI e una delle due copie della rivista IF devono essere inviate al seguente indirizzo di posta elettronica:

Si impegna a dare comunicazione immediata di eventuali variazioni di indirizzo e chiede di essere iscritto alla Sezione di _____

La quota associativa di € 600.00 annuali deve essere versata con una delle seguenti modalità di pagamento:

Conto corrente postale n. 31569007 intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – Via Giolitti Giovanni, 46 – 00185 Roma
Bonifico bancario sul conto: **Codice IBAN:** IT 29 U 02008 05203 000101180047 - **Codice BIC/SWIFT:** UNCRITM1704, intestato a Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani, presso UNICREDIT BANCA – Ag. 704 - ROMA ORLANDO
Carta di credito/prepagata sul sito www.shop.cifi.it

SCHEDA ANAGRAFICA

Ragione Sociale Ditta/Ente presso _____

Sede Centrale presso _____ E-mail: _____

C.A.P. _____ - Tel. Ab.: _____ Tel. Off.: _____ Cellulare: _____

C.F. _____ P.I. _____

Ramo di Attività _____

Dati Rappresentante Società o Ente:

Cognome e Nome _____

Luogo _____ data di nascita _____

Titolo di Studio: _____

Conseguito presso _____ nell'anno _____

Il/La sottoscritto/a, ai sensi del D.Lgs 196/2003 e del Regolamento UE 2016/679 (GDPR), esprime il proprio consenso al trattamento dei dati personali rilasciati in data odierna per gli usi esclusivi delle attività interne del Collegio.

DATA _____

FIRMA _____

Notizie dall'interno

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Lombardia: Trenord lancia una nuova «provocatoria» sfida contro la maleducazione e l'evasione

Siamo certi di interpretare il pensiero della maggior parte dei nostri Clienti, nel dare loro voce in questa nuova campagna di sensibilizzazione sul buon utilizzo del mezzo pubblico, che si concentra questa volta sui comportamenti dei maleducati (che lasciano il treno sporco e mettono i piedi sul sedile, per esempio) e di chi non paga regolarmente il biglietto, trasgredendo la legge.

Messaggi ironici e d'impatto come quelli ideati per la precedente campagna educational uscita nel primo semestre 2021, per colpire in modo diretto chi si ostina a non seguire le regole basilari per viaggiare sui mezzi pubblici. In questa nuova campagna gli atti di maleducazione e di evasione vengono prima "esaltati" come comportamenti da "supereroi" per poi essere ridicolizzati e stigmatizzati.

- "Se lasci il treno sporco sei un grande! Anzi un grandissimo cialtrone. Lascia il treno come l'hai trovato".
- "Se non paghi il biglietto sei un trasgressivo! Nel senso che trasgredisci la legge e ti becchi la multa".
- "Se metti i piedi sul sedile sei un ribelle! Nessuno è come te. Gli altri riescono a seguire le regole base dell'educazione".
- "Se non paghi il biglietto sei un genio! E allora esaudisci questo desiderio: paga come tutti gli altri".

Non sono solo frasi ad effetto, ma sensazioni reali, provate da chi viaggia ogni giorno, usando buona educazione e acquistando sempre il biglietto, sui nostri treni. Diventano cioè moniti per chi ancora non ha capito che vanno recuperate innanzitutto le buone maniere e rispettate le regole che impongono l'acquisto del biglietto per viaggiare sul mezzo pubblico, affinché l'esperienza di ognuno (clienti e personale) non diventi un susseguirsi di disagi, malumori e fastidi.

Adattiamo in modo chiaro il "cattivo esempio" da non seguire, perché siamo convinti che basti poco da parte di ciascuno – ovvero la consapevolezza che per usufruire di un servizio di trasporto occorre pagarlo e che in ogni contesto pubblico, anche in treno, serve un po' di sana buona educazione – perché cambi l'esperienza di viaggio di tutti (*Comunicato Stampa Trenord*, 5 luglio 2021).

TRASPORTI URBANI

Veneto: turismo eco sostenibile, eco battelli di Venetiana

Visitare le bellezze di Venezia e solcare la laguna a bordo di battelli eco sostenibili, con la compagnia di audioguide d'eccezione. Partono le crociere in eco battello di Venetiana che rivoluzionano l'idea di *tour hop on hop off*. «Abbiamo immaginato e progettato un battello innovativo – spiega Venetiana –. Oltre a essere un'imbarcazione comoda ed elegante, naviga con un nuovo scafo brevettato che riduce il moto ondoso,

che mina la stabilità delle fondamenta di Venezia».

È proprio nel segno della sostenibilità che nasce questo progetto, frutto della collaborazione tra il gruppo Autoguidovie, hotel Senato Milano, Dolomitibus e Veneziana Motoscafi. I battelli di ultima generazione utilizzati da Venetiana, infatti, presentano ampie vetrate e spazi all'aperto e rispettano l'ambiente fragile in cui navigano. Lo scopo è proprio quello di creare un servizio turistico che sia un'esperienza a tutto tondo alla scoperta di Venezia e della sua laguna, interagendo con il tessuto locale nel rispetto dell'ambiente.

Ad accompagnare il viaggio, tramite App dedicata, quattro audioguide con sette percorsi diversi con oltre 120 punti di interesse. La prima, da ascoltare a bordo, segue il percorso della crociera e racconta Venezia attraverso i luoghi e i monumenti di passaggio. Altre tre guide, una realizzata dallo scrittore e performer A. Toso FEI, propongono itinerari ricchi di storia e curiosità da scegliere quando si scende dal battello. La quarta audioguida, per i bambini, porta la firma dell'illustratore N. PADOVANI, e si concretizza in una caccia al tesoro per aiutare il leone alato di San Marco, simbolo della Serenissima, a ritrovare il suo inseparabile libro dorato.

«Ci siamo proposti di creare un servizio turistico che non sia solo un trasporto, ma un'esperienza a tutto tondo di Venezia e della sua laguna, in grado di ispirare i visitatori a interagire con il tessuto locale. – dichiara l'Azienda –. Un progetto in armonia con Venezia e con il territorio che la circonda».

Il servizio di Venetiana si compone di due linee: la A e la B. La prima parte dalla stazione ferroviaria di Santa Lucia, punto di arrivo della maggior parte dei visitatori, ferma a San Marco, Lido, Murano, Torcello e Burano. Il biglietto, da 24 o 48 ore, prevede agevolazioni per famiglie e bambini. Durante la validità del biglietto è possibile salire e scendere dal battello quando si desidera. Le guide possono essere scaricate gra-

tuitamente tramite l'App e ascoltate con i propri auricolari anche in modalità offline.

- Note per il lettore: Venetiana

Venetiana è il nuovo modo di scoprire tutte le sfumature di Venezia. È il prodotto di un incontro unico di esperienze. La passione per i trasporti del gruppo Autoguidovie, che opera nel settore dal 1908 e vanta la più moderna flotta di autobus d'Italia. La dedizione per la cura del cliente e la passione per i dettagli di Senato Hotel Milano. La profonda conoscenza delle meraviglie turistiche del Veneto di Dolomitibus. E la tradizione di Veneziana Motoscafi, dal 1950 azienda leader nel trasporto turistico nella laguna con motoscafi taxi e granturismo (*Comunicato Stampa Venetiana*, 25 giugno 2021).

Campania: ANM inaugura la nuova Linea Filoviaria R4

È stata inaugurata e messa in esercizio commerciale la nuova Linea Filoviaria R4 dell'ANM. Si tratta di un progetto promosso dal Comune di Napoli, cofinanziato dal Ministero dell'Ambiente e realizzato dal RTI Alstom Ferroviaria Spa – De Luca Costruzioni. L'infrastruttura filoviaria, che congiunge il Museo nazionale con la zona Ospedaliera del Cardarelli attraversando il Ponte Sanità, costeggiando la basilica di Capodimonte per poi risalire lungo via Colle Aminei, permetterà ad ANM di potenziare i servizi per la mobilità offerti ai cittadini rendendoli sempre più *green*. Una strategia che l'azienda sta attuando sia con l'installazione delle colonnine per le auto elettriche nei parcheggi che mettendo in circolazione nuovi bus a basse emissioni. Un passo che nel caso dell'R4 si traduce nella sostituzione degli attuali autobus a combustione interna con un sistema integrato di trasporto elettrico, con 12 filobus, senza emissioni inquinanti, anche grazie all'interconnessione con la linea Metro 1 che in questo momento prevede una fermata in adiacenza al capolinea della linea R4 (Aminei).

La nuova linea, che andrà a sostituire l'esistente linea 604, avrà una

lunghezza di circa 6 Km per senso di marcia; un collegamento capillare a servizio dell'utenza lungo il tragitto sarà garantito dalle 25 fermate e grazie ad un servizio dalle ore 5.30 alle 23,45 con cadenzamento ogni 7 min. "Devo dire che è stato molto faticoso raggiungere questo obiettivo, ci è voluta tanta determinazione e un grande lavoro di squadra. Da ANM a tutti i protagonisti di questa sfida che è *green*, che va in direzione del trasporto pubblico, che rafforza la flotta dei mezzi ANM, che viene fatto in un momento difficile in cui l'economia del Comuni è particolarmente sotto pressione. Ma noi non ci siamo mai fermati. In questo modo colleghiamo in maniera verde ed efficace Colli Aminei e zona Ospedaliera con il centro di Napoli ed in particolare la zona del Museo Nazionale." È il commento del Sindaco Luigi de Magistris all'inaugurazione della linea filoviaria ANM.

Si realizza così un altro importante obiettivo dell'Amministrazione Comunale. Una rete filoviaria, completamente a zero emissioni, che collega il centro della città con la zona collinare e che rafforza l'offerta dei servizi di mobilità sempre di più improntata alla sostenibilità ambientale. Un progetto molto atteso dalla cittadinanza, che oltre a garantire un servizio di trasporto sostenibile potenzierà anche tutto il sistema di illuminazione per una parte del percorso, con un intervento di efficientamento energetico. Andiamo avanti nella strada intrapresa, aggiungendo un tassello fondamentale per la svolta "green" del nostro trasporto e dei nostri servizi ai cittadini – dichiara Marco Gaudini Assessore al Trasporto Pubblico e alla Mobilità del Comune di Napoli

"Stiamo guardando al futuro – spiega l'amministratore unico di ANM N. PASCALE – e lo facciamo con piccoli passi ogni giorno per migliorare i nostri servizi per la mobilità. Questa nuova rete filoviaria è un progetto nato nel 2010 e in cui abbiamo creduto fermamente, rilanciandolo nel 2019 e portandolo adesso a conclusione. Collegare il centro della

città con la zona collinare attraverso un sistema completamente elettrico è un passaggio che riteniamo estremamente importante in quanto consente di migliorare significativamente i servizi annullando gli impatti ambientali". "Siamo lieti di aver realizzato per ANM la nuova filovia R4, linea ad alimentazione completamente elettrica che collegherà la Zona Ospedaliera con il Museo Nazionale di Napoli" – dichiara V. GAROFALO, *Systems & Infrastructure Italy Managing Director* di Alstom. "Il progetto contribuirà a potenziare i servizi di trasporto, con l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas di scarico e l'inquinamento acustico dei mezzi e salvaguardare così l'ambiente"

Il Direttore del Trasporto Elettrificato di ANM, l'Ing. P. MARTINO, fa presente che "oltre alla realizzazione della Rete Aerea per l'alimentazione dei nuovi filobus, il progetto ha previsto una serie di opere funzionali quali 2 sottostazioni di conversione elettrica, un impianto di supervisione di telecomando integrato ed una serie di opere accessorie quali l'impianto di pubblica illuminazione e l'allargamento di alcuni marciapiedi pedonali, consegnando alla città una infrastruttura moderna, ecologica e che permetterà una volta entrata in pieno esercizio di immettere in linea oltre 12 filobus contemporaneamente, portando alla completa sostituzione del parco mezzi ANM a combustione interna". L'appalto è stato aggiudicato all'ATI Alstom Ferroviaria spa – De Luca Costruzioni Generali con gara pubblica nel 2010 e nell'ottobre 2019 è stato firmato un nuovo addendum contrattuale che ha dato nuovo impulso ai lavori.

Per la realizzazione dell'opera infrastrutturale sono stati posati oltre 600 pali atti sia al sostegno della rete aerea sia alla pubblica illuminazione, sono stati posati circa 25km di cavi di alimentazione, 16km di linea di contatto, 2 impianti di conversione dell'energia (Sottostazioni Elettriche), inoltre sono stati gettati oltre 10 mila metri cubi di calcestruzzo e realizzati oltre 2000 mq di nuova pavimentazione pedonale. Completata

la prima attivazione funzionale, afferente all'area ospedaliera del Cardarelli, avvenuta il 26 novembre 2020, in linea con i programmi, le attività necessarie all'esercizio sono state completate. A valle delle prove funzionali realizzate con USTIF e del completamento delle opere accessorie, alla presenza delle autorità cittadine, della dirigenza ANM e del management Alstom la linea filoviaria R4 è stata attivata al servizio pubblico dopo una fase di pre-esercizio di circa 2 settimane nella fascia oraria 15-19 (*Comunicato Stampa Anm*, 25 giugno 2021)

Lazio: Atac, validazioni in aumento del 40% dopo il ritorno dei controllori a bordo

Nelle prime settimane dal ritorno dei controllori a bordo dei mezzi, accompagnate dal lancio della campagna "Stai sereno, paghi meno", le validazioni di biglietti sono cresciute di oltre il 40% rispetto a quando la verifica era ancora sospesa. Ciò a fronte di un numero sostanzialmente stabile di passeggeri in circolazione, leggermente in crescita nelle metropolitane, ma praticamente invariato sui mezzi di superficie, dove i limiti di riempimento sono stati rispettati anche prima che la capienza massima fosse innalzata all'80%.

Questi primi dati sono stati raccolti da Atac per valutare le reazioni dei clienti al ritorno in servizio dei verificatori, che per oltre un anno hanno interrotto la loro attività a causa delle disposizioni imposte dalla pandemia. Il ritorno del controllo a bordo è il primo tassello della strategia di contrasto all'evasione tariffaria che l'azienda svilupperà nei mesi a venire. I numeri confermano che, complessivamente, la risposta della clientela alla riattivazione del servizio di verifica è stata ampiamente positiva. Nel mese di giugno, inoltre, oltre all'aumento significativo delle validazioni, i controllori hanno elevato circa 6.000 multe. Non risponde quindi al vero quanto riportato da alcune notizie di stampa, secondo le quali la metà dei verificatori in servi-

zio si rifiuterebbe di svolgere il proprio compito. Al contrario tutti i 250 controllori di cui dispone Atac vengono suddivisi fra attività di verifica a bordo e verifica a terra, dove il personale si incarica anche di monitorare il rispetto delle norme anti-Covid, in coerenza con il programma di graduale ripresa delle attività di verifica e tenendo conto delle complessità legate alla pandemia. A tal proposito Atac ricorda a tutti i passeggeri che vige ancora l'obbligo di usare le mascherine quando si fruisce del trasporto pubblico (*Comunicato Stampa Atac*, 7 luglio 2021).

Marche: Urbino Link, treno+bus per raggiungere La Città Ducale

Più comodo ed economico raggiungere Urbino, patrimonio UNESCO, con Urbino Link, la soluzione di viaggio intermodale treno + bus di Trenitalia (Gruppo FS Italiane) e Adriabus.

Attiva dal dicembre del 2020, ha incontrato il gradimento del pubblico con una crescente frequentazione di passeggeri.

A tracciarne oggi ad Urbino un primo bilancio, G. CASTELLI, Assessore Regionale ai Trasporti, L. OTTAVIANI, Presidente AMI, M. BENEDETTI, Direttore Generale di Adriabus e F.

DEL ROSSO, Direttore Regionale di Trenitalia.

Sono 93 i treni in arrivo alla stazione di Pesaro che combinati con i 58 bus (Fig. 1) giornalieri in partenza ogni 30 minuti – dalle 6,25 alle 20,30 – consentono di raggiungere comodamente la città di Raffaello; con un unico biglietto, acquistabile da tutti i canali di vendita Trenitalia e dall'app di Trenitalia.

Urbino link, insieme agli altri servizi integrati delle Marche (Fermo Link, Politecnica Link e Conero Link), rappresenta un'importante opzione di trasporto confortevole, economico e sostenibile (*Comunicato Stampa Regione Marche*, 7 luglio 2021).

Liguria: Assi di forza TPL, sottoscritto contratto tra Comune di Genova e Italferr

Sottoscritto dal Comune di Genova e dal raggruppamento di imprese composto dalla capogruppo Italferr, società di ingegneria del Gruppo FS Italiane e da Technital Società per Azioni, E.T.S. Engineering and Technical Service e A.B.D.R Architetti Associati, il contratto per la progettazione definitiva del progetto 4 Assi di Forza TPL.

La gara, bandita dal Comune di Genova, prevede lo sviluppo del si-



(Fonte: Regione Marche)

Figura 1 – 58 bus giornalieri in partenza ogni 30 minuti – dalle 6,25 alle 20,30 – consentono di raggiungere comodamente la città di Raffaello.

stema degli assi di forza bidirezionali per il trasporto pubblico locale, articolato sulle principali direttrici del Levante, della Valbisagno, del Centro e di Ponente.

Il nuovo sistema di mobilità sostenibile, con un'estensione di oltre 90 chilometri nei due sensi di marcia, di cui il 70% in sede propria, andrà a integrare l'attuale sistema di trasporto pubblico cittadino. L'incarico è relativo oltre che all'affidamento della progettazione definitiva anche al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione per la realizzazione del sistema assi di forza per il trasporto pubblico locale come deliberato dal MIMS nell'agosto 2020.

L'attività di progettazione definitiva avrà una durata complessiva di 90 giorni ed è destinata a concludersi nel mese di agosto 2021 e sarà propedeutica all'avvio delle attività successive legate alla gara della Progettazione Esecutiva ed Esecuzione Lavori con l'obiettivo di iniziare i primi cantieri a fine 2021.

Il contratto ha un valore di:

“La firma del contratto – commenta l'assessore comunale M. CAMPORA – rappresenta un fondamentale step amministrativo per l'avvio della fase operativa del progetto, spina dorsale dell'intera *vision* sulla mobilità sostenibile di questa amministrazione. I risultati di progettazione sono attesi entro 90 giorni durante i quali verranno valutate anche eventuali osservazioni o proposte migliorative – continua CAMPORA – Obiettivo prioritario del Comune, a valle del lavoro di Italferr, rimane quello di far partire entro la fine anno anche le attività propedeutiche all'assegnazione della progettazione esecutiva e l'avvio dei cantieri” (*Comunicato Stampa Comune di Genova*, 12 giugno 2021).

Lazio: per Roma Tuscolana è “Campo Urbano” del gruppo Fresia il progetto vincitore per la riqualificazione delle aree ferroviarie dismesse

È “Campo Urbano” il progetto vincitore del concorso internazionale

Reinventing Cities di C40 Cities, relativo al sito di Roma Tuscolana, una competizione globale che mira alla trasformazione di spazi urbani attraverso progetti sostenibili e incentrati sulla comunità per guidare una rigenerazione urbana, decarbonizzata e resiliente.

Le aree ferroviarie dismesse di proprietà del Gruppo FS Italiane, oggetto del masterplan, si estendono per oltre 45.000 mq e sono state candidate da FS Sistemi Urbani (Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane) in collaborazione con Roma Capitale, per la riqualificazione urbana e ambientale in un contesto fortemente urbanizzato, situato in una posizione strategica vicino al centro della città. Le aree ferroviarie di prima dismissione, pari a circa 24.000 mq di superficie territoriale, sono state aggiudicate al team Campo Urbano per circa 12,6 milioni di euro.

Il progetto vincitore è stato realizzato da un team interdisciplinare guidato da Fresia RE SpA, insieme allo studio di architettura Arney Fender Katsalidis, Mobility in Chain per la mobilità sostenibile, le società Habitech e Elementa per la progettazione ambientale e CX, primario operatore dello *student housing* oltre a Labins (innovazione sociale), Studio Laura Gatti (*landscape*), Studio Giuseppini (impianti), Orizzontale (progettazione partecipativa), Bioedil (urbanistica), Robert Bird Group (strutture e ingegneria) e Reset (cogenerazione a biomassa).

• Descrizione del progetto:

Come un campus e non un business park. È questo il concept della proposta progettuale presentata dal gruppo Fresia per lo sviluppo dell'area della stazione Tuscolana a Roma: un sistema urbano *car free* che si innesta in un tessuto consolidato, di matrice industriale e residenziale. Rigenerazione urbana, con la leva della cultura e della formazione. Un insediamento con residenze, uffici, spazi flessibili e polifunzionali, uno *student hotel*, un *energy center*, spazi retail e laboratori, in linea con il modello della città in 15 minuti, in

un quartiere ad alta infrastrutturazione.

Campo urbano è una visione possibile per un'area di Roma in cerca di una nuova identità e che guarda alla riconversione di uno scalo ferroviario, scommettendo sui temi dell'economia circolare, della sostenibilità, della valorizzazione delle preesistenze. Un “campo fertile” anche in termini di industrializzazione edilizia, ma soprattutto un luogo di integrazione di funzioni, servizi, economie e creatività.

Gli spazi pubblici si relazionano con quelli privati, dando anima alla città. Materia di progetto è anche il verde come armatura e infrastruttura. In quest'area di cinque ettari potrà essere completato un insediamento certificato *LEED for Neighborhood Development* (*Comunicato Stampa Gruppo FS*, 1 luglio 2021).

Lombardia: per la rigenerazione dello scalo di Milano Lambrate, Lambrate Streaming è il progetto vincitore

È stato proclamato il Masterplan vincitore del concorso internazionale *Reinventing Cities* per la rigenerazione dell'ex scalo ferroviario milanese di Lambrate.

Il progetto vincitore, intitolato “Lambrate Streaming”, è stato presentato da un team multidisciplinare guidato da Sant'Ilario Società cooperativa edilizia, coordinata da Caputo partnership international S.r.l. (masterplan e architettura) e composto da Tekne S.p.A. (ambiente, strutture, impianti), Pro Iter S.r.l. (mobilità e infrastrutture), Studio Giorgetta (Paesaggio), Consorzio Poliedra – Politecnico di Milano (processi socio-partecipativi), Ernst&Young e Ambiente Italia progetti S.r.l., l'avv. Guido Bardelli e l'artista Giorgio Milani.

Centrale nel progetto è il parco pubblico di circa 41.500 mq, pari al 64,8% dell'intera superficie, che ospiterà 900 alberi e aree attrezzate per lo sport.

Si prevede la realizzazione di due percorsi ciclabili; uno a ovest, lungo il rilevato ferroviario, a collegare la stazione di Lambrate e via Rodano, uno all'interno della nuova area urbanizzata. Saranno inoltre creati nuovi marciapiedi che garantiscono collegamenti con viale delle Rimembranze e il sottopasso di via Bassini, nodo fondamentale di collegamento con la zona di Città studi. Saranno realizzate aree destinate al *bike sharing*, stazioni di ricarica per mezzi elettrici e un *hub-mobility* con servizi dedicati alla mobilità sostenibile e con funzione di punto informativo sull'offerta di intermodalità. Si prevedono tre collegamenti con la rete stradale esistente: con via San Faustino, nel tratto centrale dell'area con via Crespi e a sud con l'innesto sulla rotatoria esistente tra le vie Trentacoste, San Faustino e via Cima.

Al centro del nuovo insediamento si sviluppa un sistema di tre piazze collegate tra loro: la "piazza centrale" è affiancata a nord e sud da due "piazze giardino" planimetricamente identiche alla prima e da ulteriori due "piazze porta" a forma triangolare. Lungo tutto il sistema di spazi pubblici nasceranno frutteti, orti didattici e di comunità, aree ricreative attrezzate, campi giochi e sportivi per adulti e bambini ed aree cani. L'area sarà inoltre attraversata da due percorsi ciclabili e dotata di spazi destinati al *bike sharing* e alla ricarica dei veicoli elettrici.

Il muro del rilevato ferroviario verrà riqualificato con un allestimento artistico che si configurerà come una "quinta urbana" incisa di poesie e versi legati ai temi del treno e del viaggio di poeti milanesi lombardi con il coinvolgimento dell'artista piacentino G. MILANI.

Il progetto si completa con la realizzazione di circa 300 alloggi di edilizia sociale e di diversi servizi per il quartiere, come un polo culturale e ricreativo per mostre ed esibizioni, servizi per l'infanzia, spazi di *coworking*, un centro di aggregazione giovanile e a supporto di categorie fragili; per la progettazione di detta-

glio degli spazi pubblici sarà garantito un processo di ascolto e coinvolgimento di cittadini e *stakeholder*.

I tetti dei nuovi edifici saranno infine dotati di pannelli fotovoltaici in grado di generare energia pulita a servizio del distretto, con l'obiettivo di attuare un piano di decarbonizzazione entro i prossimi 30 anni.

La rigenerazione dello Scalo Lambrate rientra nell'Accordo di programma per la riqualificazione degli scali ferroviari milanesi sottoscritto nel 2017 da Gruppo FS Italiane, Comune di Milano, Regione Lombardia e Savills IM SGR SpA (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 4 giugno 2021).

TRASPORTI INTERMODALI

Nazionale: Freight Leaders Council e TTS Italia insieme per una logistica al servizio del Paese

Un tavolo di lavoro comune, una collaborazione a lungo termine, per elaborare proposte e strategie per la trasformazione digitale della logistica. Questo l'impegno preso a fine giugno a Roma dal *Freight Leaders Council* (FLC) e da TTS Italia - Associazione Italiana della Telematica per i Trasporti e la Sicurezza.

Un tavolo operativo che arriva a completamento di un Protocollo di Intesa, firmato dalle due associazioni il 22 aprile scorso.

Per TTS Italia, al tavolo prenderanno parte R. PANERO (Presidente), O. LANDOLFI (Segretario Generale) e L. DOMANICO (Project Manager); per il *Freight Leaders Council*, ci saranno M. MARCIANI (Presidente), C. RICOZZI (Vicepresidente) ed E. LA SCALA (Segretario).

Obiettivo, mettersi a disposizione del Sistema Paese per sviluppare progetti innovativi per la logistica, soprattutto per la sua digitalizzazione, per cambiare in maniera permanente e definitiva un settore fondamentale per lo sviluppo e il recupero della competitività italiana.

In particolare, il FLC, grazie al supporto dei suoi soci e del suo network, elaborerà progetti innovativi per l'intera *supply chain*, dal ritiro della merce alla consegna finale, per tutti i mezzi di trasporto. TTS Italia, da parte sua, attraverso la rete dei soci e dei partner porterà all'attenzione del settore tutte quelle tecnologie e soluzioni digitali, vero e proprio momento di innovazione della logistica.

Un'azione congiunta orientata non solo a diffondere la cultura dell'innovazione e a condividere buone pratiche nel settore ma anche a presentare soluzioni operative alla Pubblica Amministrazione per la semplificazione delle procedure e dei processi di controllo e di monitoraggio.

Per R. PANERO, presidente del di TTS Italia "Il tavolo di lavoro congiunto con FLC è per noi di estrema importanza. Bisogna unire forze, progetti e idee per fare sistema ed essere veramente capaci di dare supporto alle Istituzioni in primis, ma non solo, per una logistica digitale e nuova, non solo innovativa".

Per M. MARCIANI, Presidente del FLC: "Innovazione e digitalizzazione sono i due pilastri del *new normal* della logistica e un lavoro congiunto fra le nostre due associazioni sarà il motore di questo cambiamento epocale della logistica, l'industria delle industrie" (*Comunicato Stampa FLC*, 7 luglio 2021).

INDUSTRIA

Nazionale: Osservatorio Oice/Informatel, aggiornamento al 31 maggio 2021

Malgrado la pausa di maggio il mercato pubblico della progettazione, secondo l'Osservatorio Oice/Informatel, continua a crescere: nei primi cinque mesi 2021 raggiunge i 1.921 bandi con un valore di 390,3 milioni di euro, +29,8% in numero e +6,7% in valore sui primi cinque mesi del 2020.

A maggio le gare di sola progettazione sono state 338, per un valore di

84,4 milioni di euro; rispetto al precedente mese di aprile -24,7% in numero e -8,3% in valore. Il confronto con maggio 2020 mostra però un incremento del 15,0% in numero ma un calo del 48,7% in valore.

Negli ultimi cinque mesi le gare di progettazione fino a 140.000 sono state il 70,9% del totale in numero e il 21,5%, in valore. Gli accordi quadro per servizi di progettazione nel mese di maggio sono stati soltanto 3 per un valore di 2,9 milioni di euro, erano stati 19 ad aprile per 10,7 milioni di euro. Le gare pubblicate sulla gazzetta europea sono state 83, in 6 di queste, per un valore di 1,7 milioni di euro, il criterio di aggiudicazione scelto è il massimo ribasso.

Nonostante la possibilità della scelta fiduciaria, le manifestazioni di interesse per l'affidamento di incarichi sotto la soglia dei 75.000 euro pubblicate a maggio, sono state 143, il 42,3% del totale, con un valore stimato in 5,3 milioni di euro, pari al 6,3% del valore totale.

“Per il quarto mese consecutivo in mercato della progettazione si mantiene sopra gli 80 milioni di euro – ha dichiarato G. SCICOLONE, Presidente OICE – e questo ci dà la rappresentazione di una pubblica amministrazione che nonostante le difficoltà non si ferma. Siamo però molto preoccupati per l'ampliamento della fascia degli affidamenti fiduciari previsti nel decreto Recovery che al momento riguarderebbe il 70% degli avvisi emessi fino a maggio, senza peraltro alcuna minima garanzia sulla capacità degli affidatari cui non si chiede il rispetto di minimi di esperienza. Per gli interventi del Pnrr e del Pnc la scelta poi di puntare sull'appalto integrato, partendo da un progetto di fattibilità i cui contenuti sono certamente insufficienti, determinerà due effetti: un massacro fra imprese nel caso si dovesse chiedere il progetto definitivo in gara e l'impossibilità di valutare la parte tecnico-progettuale dell'offerta. Sono molti i punti sui quali intervenire, dal project management e la governance, alla velocizzazione degli affidamenti di progettazione, all'accordo quadro.

Invitiamo infine il Governo a trovare rapida soluzione al problema del caro materiali perché ci giunge notizia che diversi bandi di progettazione che erano pronti per l'invio alla gazzetta ufficiale sono stati ritirati perché fanno riferimento a prezzi superati. Il rischio è che il calo di questo mese della progettazione diventi strutturale. Si intervenga al più presto, come chiedono anche i colleghi della filiera delle costruzioni.”

Anche il mercato di tutti i servizi di architettura e ingegneria subisce un rallentamento, infatti nel mese di maggio le gare sono state 601, con un valore di 239,0 milioni di euro, rispetto ad aprile si rilevano un incremento del 4,7% nel numero e un calo del 7,9% nel valore, il confronto con maggio 2020 vede il numero crescere del 4,7% ma il valore calare del 7,9%. Nel mese di maggio è stato rilevante l'apporto degli accordi quadro, 34 bandi per un valore di 50,3 milioni di euro, al netto degli accordi quadro il risultato su maggio 2020 sarebbe ancora più negativo: -1,2% nel numero e -27,2% nel valore.

Continuano a crescere i totali dell'anno, infatti nei cinque mesi sono 3.272 le gare per un valore di 1.015,3 milioni di euro, con una crescita del 20,0% nel numero e del 7,7% nel valore. Da notare che i bandi sottosoglia, +22,3% nel numero e +79,8% nel valore, mantengono percentuali di crescita a doppia cifra, mentre i bandi soprassoglia mantengono la crescita nel numero, +12,4%, ma calano nel valore, -5,9%.

Le aggiudicazioni rilevate continuano a crescere, infatti se a maggio 2020 le aggiudicazioni rilevate erano state 59, sono state 82 a maggio 2021. La media mensile del numero di aggiudicazioni nel 2020 è stata di 90 aggiudicazioni. I primi dati del 2021 danno una media mensile di 110 aggiudicazioni rilevate.

Le gare italiane pubblicate sulla gazzetta comunitaria sono passate dalle 126 unità del mese di maggio 2020, alle 158 del mese appena trascorso, +25,4%. Nell'insieme dei paesi dell'Unione Europea il numero dei bandi presenta, nello stesso mese, un

incremento del 13,9%. È sempre modesta l'incidenza del nostro paese che nel mese si attesta al 4,6%, un dato di gran lunga inferiore rispetto a quello di paesi di paragonabile rilevanza economica: Germania 28,9%, Francia 24,8%, Polonia 6,1%, Spagna 4,9%.

Nel mese di maggio 2021 le gare rilevate per appalti integrati sono state 83, con valore dei lavori di 830,7 milioni di euro e con un importo dei servizi stimato in 31,9 milioni di euro. Rispetto ad aprile il numero è cresciuto del 112,8% e il valore del 375,0%. Degli 83 bandi del mese 67 hanno riguardato i settori ordinari, per 26,9 milioni di euro di servizi, e 16 i settori speciali, per 5,0 milioni di euro di servizi. Nei primi cinque mesi del 2021 le gare rilevate per appalti integrati sono state 222, di cui 221 con valore noto per 1.731,5 milioni di euro (nei primi cinque mesi del 2020 erano state 159 le gare, tutte con valore noto per 1.219,7 milioni di euro). Il valore dei servizi di ingegneria e architettura compreso nei bandi per appalti integrati pubblicati nei cinque mesi è stato di 47,4 milioni di euro, +88,8% rispetto agli stessi mesi del 2020 (*Comunicato Stampa Oice/Informatel*, 1 giugno 2021).

Nazionale: ancora in difficoltà il mercato auto a giugno, in ribasso del 13,3% rispetto a giugno 2019

Secondo i dati pubblicati dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, a giugno 2021 il mercato italiano dell'auto totalizza 149.438 immatricolazioni (+12,6%) contro le 132.691 unità registrate a giugno 2020, che, pur con qualche primo timido segnale di ripresa, perlopiù dovuto allo smaltimento di ordini rimasti invariati prima della chiusura dei concessionari in fase di lockdown, aveva chiuso a -23,1%. Se confrontiamo il mercato con quello di giugno 2019, le nuove autovetture risultano in calo del 13,3%.

I volumi immatricolati nel primo semestre del 2021 ammontano, così, a 884.750 unità, il 51,4% in più rispetto ai volumi del periodo gen-

naio-giugno 2020 (-18,3% rispetto al primo semestre del 2019). “Proseguendo la tendenza dei tre mesi precedenti, anche il risultato positivo del mercato di giugno 2021 deriva in realtà dal confronto con un giugno 2020 ancora in calo a doppia cifra (-23,1%) – afferma P. SCUDIARI, Presidente di ANFIA. Allo stesso modo, la crescita del primo semestre dell’anno in corso (+51,4%) è da imputarsi al raffronto con i bassi volumi di gennaio-giugno 2020, periodo che, ad eccezione dei mesi di gennaio e febbraio, aveva fortemente risentito delle misure restrittive di contrasto alla pandemia, nonché della crisi economia e del clima di incertezza che ne erano scaturiti, rallentando la ripresa delle vendite anche dopo la fine del lockdown durato ben 41 giorni.

Per ritornare a livelli di mercato fisiologici per un Paese come il nostro, resta quindi prioritario continuare a sostenere la domanda domestica, a partire dal rifinanziamento degli incentivi all’acquisto per la fascia 61-135 g/km di CO₂, esauriti troppo presto per poter innescare una reale ripresa del settore. I dati parlano da soli: confrontando i primi due mesi del 2021, con gli incentivi in vigore, e il primo bimestre dello scorso anno, non ancora intaccato dagli effetti della pandemia, si stimano volumi addizionali di vendita di autovetture a basse emissioni pari a 40.000 unità, vale a dire il 28% in più, che significano anche una decisa spinta al rinnovo del parco circolante più anziano e inquinante e un indispensabile sostegno alle imprese della filiera produttiva, ancora toccate da un ampio ricorso alla cassa integrazione.

Il rifinanziamento degli incentivi per l’anno corrente deve avvenire con una dotazione adeguata e non effimera e a fronte di rottamazione per replicare e rafforzare gli effetti positivi già sperimentati, anche grazie al forte gradimento riscontrato presso i consumatori. Lo stesso discorso vale per il rinnovo degli incentivi destinati all’acquisto di veicoli commerciali leggeri di ultima generazione in so-

stituzione di quelli più anziani, a favore di un cambio di paradigma della logistica urbana verso standard di sempre maggiore efficienza e sostenibilità.

Come ribadito anche dal Ministro GIORGETTI in occasione del recente Tavolo automotive, si auspica che l’emendamento sul rifinanziamento della misura per l’intero 2021 presentato in sede di conversione in legge del DL Sostegni Bis, in discussione in questi giorni presso la Commissione Bilancio della Camera, possa essere approvato dal Parlamento”.

Analizzando nel dettaglio le immatricolazioni per alimentazione, prosegue il declino delle autovetture diesel e benzina, la cui fetta di mercato si riduce progressivamente a favore delle ibride ed elettriche. Le autovetture diesel, in calo a giugno del 29,3% per il quinto mese consecutivo, non superano la soglia del 25% di quota e rappresentano il 22,3% del mercato del mese e il 23,8% del mercato nei primi sei mesi del 2021 (era il 34,7% nella prima metà del 2020).

In calo anche il mercato di autovetture a benzina, -14,4% e 30,4% di quota a giugno, ma in crescita del 13,1% nel primo semestre, con il 32,3% di quota. Le immatricolazioni delle vetture ad alimentazione alternativa, di contro, raggiungono una quota del 47,4% a giugno 2021, in crescita del 116,7%, e del 43,9% nei primi sei mesi, +201,3%. Le auto elettrificate rappresentano più di un terzo del mercato (36,8% nel mese e 35,2% nel cumulato). Tra queste, le ibride non ricaricabili aumentano del 152,8% a giugno, e rappresentano il 27,1% del mercato del mese (per il quinto mese consecutivo una quota più alta rispetto al diesel), e del 27,3% nel cumulato. Le ricaricabili, in crescita del 273,9% nel sesto mese dell’anno, raggiungono il 9,7% di quota a giugno e il 7,8% nel semestre (le ibride *plug-in* il 5% nel mese e il 4,4% nel cumulato, e le elettriche il 4,7% nel mese e il 3,4% nel cumulato). Infine, le autovetture a gas rappresentano il 10,6% del mercato del sesto mese del 2021 e l’8,7% del mercato dei primi sei mesi e, tra queste,

le vetture Gpl hanno una quota di mercato dell’8,2% nel mese e del 6,4% nel cumulato e quelle a metano del 2,4% nel mese e del 2,3% nei primi sei mesi.

Continuano le ottime prestazioni di Fiat Panda, Lancia Ypsilon e Fiat 500 ibride, che occupano, rispettivamente, primo, secondo e quarto posto nel segmento *mild/full hybrid*. Tra le PHEV, Jeep Compass conquista la prima posizione nella classifica delle vendite, sia a giugno che nel semestre, mentre Fiat 500 è il modello più venduto tra quelli elettrici del primo semestre 2021. In riferimento al mercato per segmenti, nel mese di giugno le autovetture utilitarie e superutilitarie rappresentano il 39,8% del mercato, mentre nei primi sei mesi di quest’anno la loro quota è del 39,9%. Il modello più venduto è sempre Fiat Panda, con Lancia Ypsilon e Fiat 500 che occupano terza e quarta posizione. Le auto dei segmenti medi hanno una quota di mercato dell’11,9% a giugno e dell’11,4% nella prima metà del 2021, con Fiat Tipo al primo posto, sia nel mese, sia da inizio anno.

I SUV hanno una quota di mercato pari al 42,2% nel mese di giugno e al 43,3% nel cumulato. Nel dettaglio, i SUV piccoli rappresentano il 19,6% del mercato del mese (Fiat 500X il modello più venduto, con Jeep Renegade al quarto posto e Peugeot 2008 al quinto), i SUV compatti il 16,9% (al primo posto Jeep Compass e al terzo posto Peugeot 3008), i SUV medi il 4,7%, mentre le vendite di SUV grandi sono l’1,1% del totale. Il 28,8% delle vendite di SUV riguardano autovetture del Gruppo Stellantis.

Le monovolumi rappresentano il 3,4% del mercato di giugno ed il 3,9% nel primo semestre. Infine, le auto sportive, superiori e di lusso hanno una quota dello 0,9% nel mese e dell’1% nel cumulato. Secondo l’indagine ISTAT, a giugno 2021 si stima un marcato incremento sia dell’indice del clima di fiducia dei consumatori (base 2010=100), che passa da 110,6 a 115,1, sia dell’indice composto del clima di fiducia delle imprese (Iesi), da 107,3 a 112,8.

In riferimento al clima di fiducia dei consumatori, inoltre, per quanto riguarda i beni durevoli, tra cui l'automobile, l'indice relativo all'opportunità attuale all'acquisto risulta in forte crescita rispetto a maggio 2021 (da -23,4 a -5,7). Secondo gli ultimi dati ISTAT disponibili, a giugno l'indice nazionale dei prezzi al consumo registra un aumento dello 0,1% su base mensile e dell'1,3% su base annua (come nel mese precedente). L'inflazione si deve prevalentemente alla crescita sostenuta dei prezzi dei Beni energetici (da +13,8% di maggio a +14,1%) sia della componente regolamentata (da +16,8% a +16,9%), sia di quella non regolamentata (da +12,6% a +12,8%).

In quest'ultimo comparto, guardando all'andamento dei prezzi dei carburanti, accelerano ulteriormente i prezzi del Gasolio (da +15,1% a +15,6%; +0,9% il congiunturale), quelli della Benzina (da +16,1% di maggio a +16,2%; +0,8% rispetto al mese precedente), e i prezzi degli Altri carburanti (da +9,2% a +9,9%; -0,2% rispetto a maggio). Il Gruppo Stellantis, nel complesso, totalizza nel mese 56.554 immatricolazioni (+19,5%), con una quota di mercato del 37,8% (era 35,7% a giugno 2020).

Nel cumulato da inizio 2021, le immatricolazioni complessive del

Gruppo ammontano a 351.954 unità (+52,3%), con una quota di mercato del 39,8% (era 39,5% nel primo semestre 2020).

Sono sette i modelli del Gruppo Stellantis nella top ten di giugno (Fig. 2), con Fiat Panda sempre in testa alla classifica (10.897 unità), seguita, al terzo posto, da Lancia Ypsilon (4.333) e, al quarto, da Jeep Compass (3.604), che recupera due posizioni rispetto alla classifica di maggio. Al quinto posto troviamo Fiat 500X (3.448), seguita, al settimo, da Opel Corsa (3.263) e, al nono, da Citroen C3 (3.115). Chiude la top ten Jeep Renegade (2.726).

Il mercato dell'usato totalizza 304.025 trasferimenti di proprietà al lordo delle minivolture a concessionari a giugno 2021, il 22,8% in più rispetto a giugno 2020. Nei primi sei mesi del 2021, i trasferimenti di proprietà sono 1.771.835, con una crescita del 36,7% rispetto allo stesso periodo del 2020 (*Comunicato Stampa Anfia*, 1 luglio 2021).

Liguria: Alstom Vado Ligure consegna in Italia la decima locomotiva Traxx DC3 a RAILPOOL GmbH Branch Italia

Alstom ha consegnato la decima locomotiva TraxxDC3 Italia a RAIL-

POOL (Fig. 3), una delle principali società di leasing di veicoli ferroviari in Europa che opera in 16 Paesi europei con più di 400 locomotive. Questa consegna porta ad 82 il numero di locomotive Traxx DC3 circolanti sulla rete italiana dal 2019. Tutte le locomotive sono state realizzate presso lo stabilimento Alstom di Vado Ligure.

“Siamo molto felici di essere qui a celebrare la consegna della decima locomotiva Traxx DC3 dedicata al mercato italiano, che si aggiunge alla flotta delle 11 unità ereditate da LocoItalia portando a 21 la flotta di locomotive in corrente continua nel Paese. Questa consegna dimostra la fiducia che riponiamo nel mercato italiano, base per il nostro sviluppo in Europa meridionale e nel nostro team locale che ha fatto un lavoro straordinario nel creare la nostra nuova Branch in Italia” ha dichiarato T. LEHNERT, CEO di RAILPOOL.

“Questo è un traguardo molto importante per la nostra azienda e per la nostra neonata Branch italiana. Nonostante le difficoltà incontrate a causa della pandemia, siamo orgogliosi di confermare che la Branch italiana di RAILPOOL è ora completamente attiva, con un assetto strutturato che comprende anche una rete di officine flessibile e reattiva, in grado di supportare le esigenze dei

TOP 10

| N. | MARCA | MODELLO | GIUGNO 2021* |
|----|------------|--------------|--------------|
| | Make | Model | JUNE 2021 |
| 1 | FIAT | PANDA | 10.897 |
| 2 | DACIA | SANDERO | 4.366 |
| 3 | LANCIA | YPSILON | 4.333 |
| 4 | JEEP | COMPASS | 3.604 |
| 5 | FIAT | 500X | 3.448 |
| 6 | TOYOTA | TOYOTA YARIS | 3.401 |
| 7 | OPEL | CORSA | 3.263 |
| 8 | VOLKSWAGEN | T-ROC | 3.137 |
| 9 | CITROEN | C3 | 3.115 |
| 10 | JEEP | RENEGADE | 2.726 |

| N. | MARCA | MODELLO | GEN/GIU 2021 |
|----|------------|----------|--------------|
| | Make | Model | JAN/GIU 2021 |
| 1 | FIAT | PANDA | 67.164 |
| 2 | FIAT | 500* | 28.254 |
| 3 | LANCIA | YPSILON | 27.106 |
| 4 | TOYOTA | YARIS | 23.236 |
| 5 | FIAT | 500X | 22.821 |
| 6 | JEEP | RENEGADE | 21.698 |
| 7 | CITROEN | C3 | 20.421 |
| 8 | FORD | PUMA | 19.875 |
| 9 | OPEL | CORSA | 18.487 |
| 10 | VOLKSWAGEN | T-ROC | 17.868 |

Fonte: CED - Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità sostenibili

I dati rappresentano le risultanze dell'archivio nazionale dei veicoli al 30/06/2021

* Con versione Elettrica e marchio Abarth, non comprese nella top10 del Ministero, Fiat 500 occuperebbe la quarta posizione

* Comprende versione Elettrica e marchio Abarth

(Fonte: Anfia)

Figura 2 – Immatricolazioni autovetture – Top 10.



(Fonte: RailPool)

Figura 3 – Cerimonia di consegna della decima locomotiva TraxxDC3 Italia a RAILPOOL.

nostri clienti” ha dichiarato A. LACCHINI, Director Southern Europe & Head of Branch Italia. “Siamo inoltre orgogliosi di aver recentemente sottoscritto un accordo pluriennale con Alstom Italia per la manutenzione correttiva delle nostre locomotive E.494, un altro passo fondamentale per garantire ai nostri clienti la massima affidabilità e disponibilità delle loro flotte.”

“Con la consegna nei tempi previsti della decima locomotiva Traxx DC3 a RAILPOOL, uno dei nostri maggiori clienti nel settore del trasporto merci, siamo lieti di continuare una collaborazione di grande successo che contribuirà a sviluppare ulteriormente la nostra piattaforma locomotive Traxx” – ha dichiarato M. VIALE Amministratore Delegato di Alstom Italia e Presidente e CEO Alstom Ferroviaria

“Siamo lieti di festeggiare questo ulteriore traguardo con RAILPOOL, uno dei clienti chiave di Alstom nel settore delle locomotive. La consegna di questa locomotiva per l’Italia

si aggiunge alle oltre 200 locomotive che abbiamo consegnato a RAILPOOL e ci auguriamo di continuare questa partnership di successo e di lunga durata”, ha dichiarato P. AMMANN, responsabile del Customer Management Locomotive di Alstom.

La TraxxDC3, che nella versione italiana prende il nome di E.494, è una locomotiva elettrica ad alta potenza di ultima generazione che massimizza l’efficienza energetica, riduce al minimo gli interventi di manutenzione e fornisce una maggiore capacità di carico e trazione a fronte di minori consumi. Una delle caratteristiche più interessanti è la possibilità di dotare la locomotiva della funzione “Ultimo Miglio”, permettendo nuovi concetti operativi per cui la locomotiva può essere utilizzata su linee non elettrificate, spesso presenti nei porti, aree industriali o nei terminal. L’equipaggiamento “Ultimo Miglio” è opzionale e può essere installato sulla locomotiva anche successivamente alla consegna. RAILPOOL ha deciso di installarlo su tutta la flotta

circolante sulla rete italiana, assicurando la massima e completa flessibilità di utilizzo delle locomotive.

La Traxx DC3 fa parte della piattaforma Traxx 3, sviluppata per la trazione di treni in tutta Europa e disponibile in diverse configurazioni per consentire l’interoperabilità in numerosi Paesi.

Fortemente radicata nella tradizione ferroviaria italiana, Alstom produce veicoli ferroviari da 160 anni, soluzioni di segnalamento e elettrificazione da 90 anni. Con 10 siti distribuiti sul territorio nazionale e oltre 3.500 dipendenti, il Gruppo è riconosciuto come una delle aziende leader nel mercato italiano e vanta diversi centri d’eccellenza: uno nei treni ad alta velocità Avelia Pendolino, nei treni regionali monopiano Coradia Stream, Locomotive E464 e Traxx e un altro nelle apparecchiature e sistemi di segnalamento ferroviario.

Lo stabilimento Alstom di Vado Ligure ha una tradizione di oltre

cento anni alle spalle nella progettazione e costruzione di locomotive, incluse le locomotive elettriche di ultima generazione Traxx ed è un centro di produzione e manutenzione di materiale rotabile, locomotive e sottosistemi (*Comunicato Stampa Rail-Pool*, 31 maggio 2021).

VARIE

Veneto: Venezia Santa Lucia - Venezia Mestre: dal 4 luglio operativo il nuovo apparato tecnologico multistazione

Sarà operativo da domenica 4 luglio, a Venezia, un nuovo e modernissimo sistema computerizzato per gestire la circolazione dei treni, nel nodo ferroviario del capoluogo, direttamente da un unico Posto Centrale situato a Mestre

Per permettere l'attivazione dell'apparato, dalle ore 00.00 di sabato 3 luglio alle ore 10.00 di domenica 4 luglio, la circolazione dei treni tra le stazioni di Venezia Santa Lucia e Venezia Mestre sarà interrotta.

Per i circa 700 i treni interessati dai provvedimenti verrà attivato un servizio navetta sostitutivo bus/motonaive tra la stazione di Mestre e le Fondamenta Zattere di Venezia e viceversa. Opportune comunicazioni al riguardo saranno diffuse a cura anche delle Imprese di trasporto e da RFI nelle stazioni di Venezia e in quelle di partenza dei treni diretti nel capoluogo lagunare.

L'intervento prevedrà l'impiego di circa 250 persone (fra personale RFI, Italferr e altre imprese) impegnate a completare i lavori e procedere all'attivazione di un sistema che ha comportato l'installazione di oltre 1.100 km di nuovi cavi complessivi, posati all'interno di 40 nuovi km di cavidotti, e 90 nuovi segnali luminosi per un totale di 190 gruppi ottici led e 170 circuiti di binario rinnovati.

L'investimento economico di questa prima fase, che prevede anche la successiva messa in opera di una nuova Sotto Stazione Elettrica, am-

monta complessivamente a 80 milioni di euro.

Dopo 40 anni, il vecchio impianto elettromeccanico lascerà quindi il posto a questo sistema computerizzato, il primo di questo tipo nella Regione Veneto, finalizzato ad elevare ulteriormente l'efficienza in sicurezza della circolazione, senza più la necessità di avere il presidio di un capostazione a Venezia Santa Lucia, che sarà presente invece nel centro di comando e controllo di Mestre, da dove si regola la circolazione ferroviaria in tutto il Veneto e il Friuli Venezia Giulia.

Questa prima tranche di interventi, che riguardano la stazione di Venezia Santa Lucia e il sistema di distanziamento dei treni sui ponti che collegano Venezia e Mestre, contribuirà ad aumentare la capacità dell'infrastruttura, in linea con quanto previsto nell'Accordo Quadro per il Trasporto Pubblico Locale sottoscritto tra RFI e Regione Veneto. E, oltre a produrre subito i primi benefici, gli interventi sono propedeutici ad altri sviluppi tecnologici, in programma nei prossimi anni, per potenziare le funzionalità della stazione e in generale del nodo di Venezia così da sostenere gli aumenti di traffico attesi e necessari per una transizione ecologica verso modelli di mobilità meno energivori e più sostenibili, come appunto il treno (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 28 giugno 2021).

Toscana: Firenze Airlink: treno + bus in un solo biglietto da e per l'Aeroporto Amerigo Vespucci

Firenze Airlink è il nuovo servizio di Trenitalia e Busitalia (Gruppo FS Italiane) che consente l'acquisto di un unico biglietto integrato – treno+bus – per qualunque percorso con origine o destinazione la stazione ferroviaria di Firenze SMN e l'aeroporto fiorentino.

Un modo per risparmiare tempo e programmare al meglio le proprie vacanze, ma anche un ulteriore strumento per accompagnare il ritorno in Toscana dei tanti turisti stranieri

da sempre innamorati di questa regione.

Firenze Airlink è disponibile su tutti i canali di vendita di Trenitalia: App, biglietterie self service e di stazione, agenzie di viaggio e punti vendita Tabaccai PUNTOLIS, Mooney e Banca5.

Per acquistarlo sarà sufficiente indicare Firenze Aeroporto quale stazione di arrivo o di partenza. La fermata del bus è presso l'autostazione Busitalia adiacente al terminal ferroviario di Firenze S.M.N.

Il costo del servizio bus, che non può essere venduto separatamente dal biglietto ferroviario, è di 6 euro (gratis per i bambini fino a 4 anni di età). Nessun supplemento è richiesto per i bagagli (*Comunicato Stampa Gruppo FSI*, 1 luglio 2012).

Lombardia: ritorna a Milano Expo Ferroviaria 2021

Nell'anno della ripartenza, torna a Rho Fiera Milano EXPO Ferroviaria, l'unica fiera B2B dedicata al settore ferroviario in Italia, che festeggia la decima edizione.

Dal 28 al 30 settembre tutti i settori della tecnologia ferroviaria saranno protagonisti dell'appuntamento a loro dedicato, che quest'anno potrà contare anche sulla nuova "Tunnelling area" dedicata alle aziende specializzate nella costruzione ed equipaggiamento di gallerie e spazi sotterranei.

A inizio luglio si contano già oltre 140 espositori, provenienti da 11 paesi tra cui: Alstom Ferroviaria SpA, Colas Rail SpA, Stadler Rail Management AG, Knorr Bremse Rail System Italia Srl, ABB SpA, Lucchini RS SpA, Wabtec Corporation, Salcef Group SpA, Vossloh Locomotive GmbH, Vossloh Sistemi Srl e Siemens SpA.

L'evento rappresenta un'opportunità per i professionisti del settore ferroviario, ora più che mai dopo il periodo difficile della pandemia, per condividere nuove tendenze, lanciare nuovi prodotti, favorire attività di marketing aziendale, incontrare personalmente clienti, fornitori e part-

ner commerciali, riuniti tutti sotto lo stesso tetto.

La Fiera si svolgerà nei padiglioni 16 e 20, che vedranno una parte dello spazio espositivo dedicato all'area binari, che metterà in mostra prodotti e attrezzature montati su rotaie e sarà la caratteristica di questa sezione insieme allo spazio dedicato al segmento tunneling, sviluppato in collaborazione con la Società Italiana Gallerie (SIG), un'area che mira a creare maggiori opportunità per gli espositori e una maggiore attrazione per i visitatori professionisti del settore.

Gli show partner di EXPO Ferro-

viaria 2021 rappresentano sia i settori della fornitura e i leader del servizio ferroviario in Italia. Tra questi troviamo Ferrovie dello Stato Italiane, ASSIFER – Associazione dell'Industria Ferroviaria, ANIAF – Associazione Nazionale Imprese Arma-mento Ferroviario, DR Ferroviaria Italia e SIG Società Italiana Gallerie. Tra i media partner troviamo Fer-Press, Railway Gazette, BtoB Rail e LeStrade.

EXPO Ferroviaria, come di consueto, comprenderà un intenso programma di conferenze, seminari, e presentazioni degli espositori, che intensificheranno l'esperienza dei visi-

tatori con dibattiti e opinioni di rilievo sulle tendenze tecnologiche.

Da lunedì 19 luglio è inoltre possibile registrarsi come visitatori all'appuntamento sul sito: www.expo-ferroviaria.com.

L'evento è organizzato da Mack-Brooks Exhibitions (<https://www.mackbrooks.com/about>) che per il settore ferroviario organizza anche Railtex e Infrarail nel Regno Unito a inizio settembre e SIFER in Francia, in programma nell'autunno 2021 per sostenere la ripresa del mercato ferroviario europeo (*Comunicato Stampa Mack-Brooks Exhibitions*, 13 luglio 2021).



Costruzioni
Linee
Ferroviarie



STEC
INFRASTRUTTURE



dal 1945
il futuro viaggia
su binari sicuri



Strukton
Rail

Notizie dall'estero *News from foreign countries*

Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA *RAILWAY TRANSPORTATION*

Russia: a giugno 2021 il numero dei passeggeri sulla rete di proprietà delle Ferrovie dello Stato aumenta del 60%

Secondo gli ultimi dati, l'infrastruttura di proprietà delle Ferrovie Russe ha trasportato 96,3 milioni di passeggeri nel giugno 2021, il 60% in più rispetto allo stesso mese dell'anno precedente. Il numero di passeggeri suburbani è aumentato del 53% a 86,5 milioni, mentre i passeggeri a lunga percorrenza sono aumentati di 2,8 volte, passando da 3,5 milioni a quasi 9,8 milioni di persone. Il fatturato dei passeggeri nel giugno 2021 è stato pari a 11,2 miliardi di passeggeri-km, quasi 2,5 volte in più rispetto al 2020. Il fatturato dei passeggeri suburbani è aumentato di quasi il 53% a 2,8 miliardi di pass-km, mentre il fatturato dei passeggeri a lunga percorrenza è triplicato a 8,4 miliardi di pass-km.

Nel periodo gennaio-giugno 2021, hanno viaggiato un totale di 503,9 milioni di passeggeri, in crescita del 32% rispetto a gennaio-giugno 2020. I passeggeri suburbani sono aumentati del 31% a 461,7 milioni, mentre i passeggeri a lunga percorrenza sono saliti a 42,2 milioni, con un aumento del 42%.

Il fatturato dei passeggeri sulla rete di proprietà delle Ferrovie Russe dall'inizio del 2021 è aumentato del 36% rispetto allo scorso anno e ammontava a quasi 46 miliardi di pass-km. Il fatturato di passeggeri suburbani è salito a circa 13,9 miliardi di passeggeri-km, con un aumento del

27%, mentre il fatturato di passeggeri a lunga percorrenza è aumentato del 40% a 32,1 miliardi di pass-km (*Comunicato Stampa Rzd*, 1 luglio 2021).

Russia: passenger numbers on network owned by State Railways up 60% in June 2021

According to the latest figures, the infrastructure owned by Russian Railway transported 96.3 million passengers in June 2021, 60% more than during the same month of the previous year. The number of suburban passengers increased by 53% to 86.5 million, while long-distance passengers were up 2.8 times, rising from 3.5 million to almost 9.8 million people. Passenger turnover in June 2021 amounted to 11.2 billion passenger-kilometres, almost 2.5 times more than in 2020. Suburban passenger turnover increased by almost 53% to 2.8 billion pass-km, while long-distance passenger turnover was up threefold to 8.4 billion pass-km.

In January-June 2021, a total of 503.9 million passengers travelled, up 32% compared to January-June 2020. Suburban passengers were up 31% to 461.7 million, while long-distance passengers rose to 42.2 million, an increase of 42%.

*Passenger turnover on the network owned by Russian Railways since the beginning of 2021 has increased by 36% compared to last year and amounted to almost 46 billion pass-km. Suburban passenger turnover was up to about 13.9 billion passenger-km, an increase of 27%, while long-distance passenger turnover increased 40% to 32.1 billion pass-km (*Rzd Press Release, July 1st, 2021*).*

Germania: "spianare la strada" all'esercizio automatizzato dei treni nella frequentatissima rete di Stoccarda

Alstom ha firmato un contratto con l'Istituto statale tedesco per i veicoli ferroviari (SFBW) del Baden-Wuerttemberg per l'ammodernamento di 118 treni regionali (Fig. 1) con la tecnologia di segnalamento digitale ATO (*European Train Control System*) dell'*European Train Control System* (ETCS). Il contratto, parte del progetto "faro" dello Stuttgart Digital Node, ha un valore di circa 130 milioni di euro e comprende un contratto di cooperazione per l'innovazione software e un contratto per ulteriori manutenzioni.

Oltre al progetto S-Bahn recentemente annunciato, il nuovo progetto di retrofit copre 118 treni che SFBW gestisce sulla rete di Stoccarda ad alto traffico. I treni provengono da diversi fornitori e saranno aggiornati con il sistema europeo di controllo dei treni (ETCS) di livello 2 e 3, nonché con la tecnologia *Automatic Train Operation* (ATO) di livello 2 (GoA2). Il progetto di aggiornamento iniziale sarà completato entro il 2024 e il successivo aggiornamento, secondo le Specifiche tecniche europee per l'interoperabilità 2022, sarà completato entro il 2027.

Mentre la tecnologia ATO è già stata implementata nelle metropolitane e nelle linee ferroviarie urbane in città come Parigi, l'operazione altamente automatizzata (GoA 2) viene ora utilizzata per la prima volta in Germania sulla base dell'ETCS Livello 2 nel nodo digitale di Stoccarda. Una volta completata nel 2024, la nuova tecnologia di segnalamento aumenterà la capacità e la frequenza sulla rete di Stoccarda, rendendo anche le prestazioni dei treni più sostenibili.

"Oltre ad equipaggiare i treni della S-Bahn di Stoccarda con la nostra più recente tecnologia di segnalamento digitale, siamo lieti di aggiornare anche i treni regionali della rete. Questo ci consentirà di dare un



(Fonte – Source: Alstom)

Figura 1 – L'Istituto statale tedesco per i veicoli ferroviari del Baden-Wuerttemberg (SFBW) doterà 118 treni regionali del Sistema europeo di controllo dei treni (ETCS).

Figure 1 – Germany's Baden-Wuerttemberg State Institute for Rail Vehicles (SFBW) to retrofit 118 regional trains with the European Train Control System (ETCS).

contributo ancora maggiore al progetto del faro del nodo digitale di Stoccarda e alla digitalizzazione del trasporto ferroviario tedesco”, afferma M. KONIAS, responsabile dei sistemi digitali e integrati di Alstom per Germania, Austria e Svizzera. “L'incarico una volta sottolinea ancora una volta la nostra crescita nel campo della tecnologia di segnalamento e le sinergie positive derivanti dall'acquisizione di Bombardier Transportation”, ha sottolineato KONIAS.

Nell'ambito della cooperazione per l'innovazione concordata, Alstom e SFBW definiranno anche i requisiti per il monitoraggio dell'integrità dei treni (TIM), la capacità di aggiornamento del futuro sistema di comunicazione mobile ferroviaria, la capacità del treno e l'architettura di riferimento di bordo aperta CCS (OCORA). L'implementazione dei requisiti sviluppati da Alstom è parte del contratto, così come la manutenzione del software dei treni regionali.

Il progetto è portato avanti dal sito di segnalamento Alstom a Berlino, in Germania, in stretta collaborazione con il centro di competenza ETCS a Charleroi, in Belgio. Altre località coinvolte nelle varie fasi del progetto sono Braunschweig, Salzgitter, Mannheim e Hennigsdorf in Germania, Bangalore, India, Bucarest, Ro-

mania e Lyon-Villeurbanne, Francia. L'installazione della serie si svolgerà vicino a Stoccarda oa Hennigsdorf.

- Nota per i lettori: sul nodo digitale di Stoccarda

La linea principale della S-Bahn di Stoccarda sta già raggiungendo i suoi limiti di capacità. A ciò si aggiunge il forte aumento della popolazione della città. La digitalizzazione del nodo ferroviario, nell'ambito del grande progetto Stuttgart 21, mira ad aumentare le prestazioni dell'infrastruttura, garantire un trasporto pubblico maggiore e migliore e creare le basi per miglioramenti futuri, come i sistemi di gestione dinamica del traffico o la gestione automatica degli incidenti. Inoltre, sono in costruzione 57 km di nuove linee, principalmente metropolitane e una nuova stazione centrale sotterranea (*Comunicato stampa Alstom*, 2 luglio 2021).

Germany: paving the way for automated train operation in the highly frequented Stuttgart network

Alstom has signed a contract with Germany's Baden-Wuerttemberg State Institute for Rail Vehicles (SFBW) to retrofit 118 regional trains (Fig. 1) with the European Train Control System (ETCS) Automatic Train Opera-

tion (ATO) digital signalling technology. Part of the Stuttgart Digital Node lighthouse project, the contract is valued at approximately 130 million euro and includes an innovation cooperation agreement software maintenance contract and a contract for further maintenance.

In addition to the recently announced S-Bahn project, the new retrofit project covers 118 trains that SFBW operates on the high-traffic Stuttgart network. The trains come from several different suppliers and will be upgraded with the European Train Control System (ETCS) Level 2 and 3 as well as Automatic Train Operation (ATO) level 2 (GoA2) technology. The initial upgrade project will be completed by 2024 and the subsequent upgrade, according to the European Technical Specifications for Interoperability 2022, will be completed by 2027.

While ATO technology has already been implemented in metros and urban rail lines in cities like Paris, the highly automated operation (GoA 2) is now being used for the first time in Germany on the basis of ETCS Level 2 in the Stuttgart Digital Node. When completed in 2024, the new signalling technology will increase capacity and frequency on the Stuttgart network while also making the trains performance more sustainable.

“In addition to equipping Stuttgart's S-Bahn trains with our latest digital signalling technology, we are pleased to now be retrofitting the network's regional trains as well. This will enable us to make an even greater contribution to the Stuttgart Digital Node lighthouse project and to the digitalisation of German rail transport,” says M. KONIAS, Head of Digital & Integrated Systems at Alstom for Germany, Austria and Switzerland. “The assignment once again underlines our growth in the field of signalling technology and the positive synergies resulting from the Bombardier Transportation acquisition,” emphasized KONIAS.

As part of the agreed innovation cooperation, Alstom and SFBW will also define the requirements for Train

Integrity Monitoring (TIM), Future Railway Mobile Communication System upgrade capability, Train Capability and for Open CCS On-board Reference Architecture (OCORA). The implementation of the developed requirements by Alstom is part of the contract, as is the software maintenance of the regional trains.

The project is being carried out by the Alstom signalling site in Berlin, Germany, in close cooperation with the ETCS competence center in Charleroi, Belgium. Other locations involved in the various project phases are Braunschweig, Salzgitter, Mannheim and Hennigsdorf in Germany as well as Bangalore, India, Bucharest, Romania and Lyon-Villeurbanne, France. The series installation will take place close to Stuttgart or in Hennigsdorf.

- *Note for readers: about the Stuttgart Digital Node*

Stuttgart's S-Bahn main line is already reaching its capacity limits. Added to this is the large increase in the city's population. The digitalization of the railway junction, as part of the major Stuttgart 21 project, is intended to increase the performance of the infrastructure, ensure increased and improved public transport and create the basis for future improvements, such as dynamic traffic management systems or automatic incident management. In addition, 57 km of new, mainly underground lines and a new underground central station are being built (Alstom Press Release, July 2nd, 2021).

TRASPORTI INTERMODALI INTERMODAL TRANSPORTATION

Internazionale: conferenza stampa finanziaria del gruppo Hupac focus sull'intero corridoio per accelerare il trasferimento sulla ferrovia

L'ulteriore trasferimento del traffico pesante dalla strada alla rotaia richiede una maggiore focalizzazione della Svizzera sull'intero corridoio

nord-sud. Solo con un'espansione coerente e tempestiva delle vie d'accesso, Alptransit potrà soddisfare le future aspettative di trasferimento.

Nell'anno Covid 2020, Hupac ha nuovamente raggiunto un volume di traffico di un milione di spedizioni stradali. Il mantenimento della rete nonostante il calo dei volumi dovuto alla pandemia ha portato a un risultato d'esercizio negativo di CHF 2,5 milioni su un fatturato di CHF 597 milioni. Per l'anno in corso Hupac prevede una crescita del traffico a una cifra percentuale e un risultato d'esercizio positivo.

- Hupac mantiene il volume dei trasporti nonostante la pandemia

Lo scorso anno il Gruppo Hupac ha trasportato su rotaia 1.014.686 spedizioni stradali o 1.913.000 TEU, pari a una leggera diminuzione dello 0,9% rispetto all'anno precedente. I principali fattori di influenza sono stati il crollo del traffico marittimo d'oltremare e il lockdown economico in Europa come conseguenza diretta della pandemia COVID-19 nella prima metà dell'anno. La domanda di traffico si è ripresa nel secondo semestre, raggiungendo il livello dell'anno precedente a fine anno.

Le conseguenze della crisi Covid sono state particolarmente sentite nel traffico transalpino attraverso la Svizzera. Nel periodo aprile-giugno la domanda è calata sensibilmente; tuttavia, Hupac ha mantenuto la sua rete, fornendo così un'importante contributo per garantire la logistica dei beni essenziali. "Nella primavera del 2020, le filiere intermodali sono diventate un'ancora di stabilità per l'approvvigionamento", spiega M. STAHLHUT, CEO del Gruppo Hupac. "Abbiamo risposto al calo di traffico su base settimanale del -40% con la stabilità della nostra rete". Nella seconda metà dell'anno, i volumi sono tornati al livello dell'anno precedente.

Tuttavia, con un volume totale transalpino di 538.104 spedizioni stradali (-2,3%), il divario dei mesi di crisi non ha potuto essere completamente compensato. Il traffico non transalpino ha chiuso il 2020 con

una leggera crescita dello 0,5% a 434.033 spedizioni stradali. Mentre il traffico verso l'Europa orientale e sud-orientale si è sviluppato positivamente, altri segmenti come il traffico marittimo dai porti del Mare del Nord all'entroterra sono stati maggiormente colpiti dagli effetti Covid.

- Conservazione della rete prima dell'ottimizzazione del carico

Anche dal punto di vista finanziario l'esercizio 2020 è stato fortemente condizionato dalla pandemia. Con CHF 597 milioni il fatturato annuo del Gruppo Hupac è stato inferiore del 2,3% rispetto all'anno precedente. I significativi cali di traffico e le perdite del secondo trimestre non hanno potuto essere compensati nel corso dell'anno, anche se la curva dei volumi ha mostrato una continua tendenza al rialzo dal terzo trimestre in poi. Tuttavia, i fattori di carico erano scesi così nettamente in primavera che i risultati finanziari negativi per questo periodo hanno portato al primo risultato annuo negativo del Gruppo nella storia della società. Tenendo conto delle difficili circostanze e delle fluttuazioni, il risultato d'esercizio di CHF -2,5 milioni è stato comunque migliore delle previsioni iniziali.

- Il trasporto combinato come risposta alla sfida climatica

Nei prossimi anni Hupac prevede un'ulteriore significativa crescita del trasporto combinato: oltre alla politica attiva di trasferimento modale della Svizzera, ora anche il Green Deal europeo sta fissando obiettivi ambiziosi. Le emissioni di gas serra del settore dei trasporti devono essere ridotte del 90% entro il 2050, e il trasporto ferroviario delle merci dovrà raddoppiare. Il trasporto combinato, con il suo collegamento intelligente di diverse modalità di trasporto, giocherà un ruolo chiave nel trasporto merci a basso impatto ambientale e socialmente sostenibile in futuro. La rete di Hupac Intermodal fa risparmiare 1,2 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno rispetto al puro trasporto su strada. La strategia con cui Hupac migliora ulteriormente la propria im-

pronta ambientale comprende attrezzature terminalistiche a basse emissioni, edifici ad alta efficienza energetica e strumenti digitali per l'ottimizzazione dei processi lungo la catena del valore. Sono in programma i primi test con gru mobili alimentate a batteria. Ulteriori opportunità per operazioni terminalistiche a impatto zero si stanno aprendo con l'idrogeno verde ricavato da fonti di energia rinnovabile come il vento, l'acqua o il sole. "Il trasporto combinato potrà realizzare le prime filiere di trasporto prive di gas serra già prima del 2030, e net zero sarà il nostro obiettivo entro il 2050", sostiene H. J. BERTSCHI, presidente del

- Consiglio di Amministrazione del Gruppo Hupac: rispettare le promesse di Alptransit – affrontare la riduzione dei sussidi

Alptransit è stato costruito per i treni lunghi, pesanti e alti del traffico merci. I parametri chiave sono una lunghezza treno di 740 metri, un peso di almeno 2000 tonnellate con trazione a mezzo di una sola locomotiva e un'altezza di 4 metri. Mentre lo sviluppo delle infrastrutture in Svizzera, compreso il corridoio dei 4 metri verso l'Italia, è in gran parte completato, ci sono ancora notevoli lacune lungo il restante percorso del corridoio Reno-Alpi. Questo ha un impatto diretto sulla competitività del trasporto combinato e di conseguenza anche sul trasferimento modale, dal momento che la prevista riduzione delle sovvenzioni svizzere deve essere compensata da un aumento della produttività.

In questo senso, il prossimo anno sarà la prova del nove per il concetto Alptransit. "Come obiettivo di tappa, il nostro punto di riferimento per il 2022 è una lunghezza standardizzata dei treni di 690 metri via Luino e 625 metri via Chiasso", dice M. STAHLHUT. "Solo con i treni più lunghi e pesanti saremo in grado di assorbire la prossima marcata riduzione dei finanziamenti. È qui che i tecnici dei gestori delle reti sono chiamati ad ottenere il massimo dalle infrastrutture nella fase odierna di ampliamento: ogni metro conta".

- Serve un cambio di prospettiva focus sull'intero corridoio nord-sud

Le possibilità di trasferire più traffico verso un trasporto combinato ancora più ecologico non sono mai state migliori. Ma occorre creare sufficienti capacità sull'intero corridoio nord-sud per i volumi di traffico previsti, afferma H.-J. BERTSCHI: "Ciò richiede una visione d'insieme e un'azione a livello di corridoio, promossa in particolare dalla Svizzera, affinché Alptransit soddisfi le aspettative e possa realizzare ulteriori trasferimenti dalla strada alla ferrovia nella seconda metà di questo decennio". È urgente innanzitutto aumentare la capacità nella valle del Reno a sud di Mannheim. Hupac appoggia l'idea del doppio binario continuo e dell'elettificazione della linea Wörth-Lauterbourg-Strasburgo ben prima del 2030, questo come aumento della capacità a sinistra del Reno e come bypass alla linea Mannheim-Basilea via Rastatt. Gli ampliamenti a quattro binari sulla riva destra del Reno non saranno completati fino a dopo il 2040 – il che è troppo tardi per il trasferimento. Altrettanto importante è il rapido potenziamento dell'alimentazione elettrica sulle linee Bellinzona-Luino-Gallarate e Domodossola-Novara/Gallarate, per consentire in futuro la circolazione di tutti i treni a 2000 tonnellate. Anche l'aumento della lunghezza dei treni deve essere affrontato con urgenza. La Germania e i Paesi Bassi devono ancora adeguare le loro infrastrutture ferroviarie alla lunghezza standard dei treni di 740 metri. Si tratta di una situazione vantaggiosa sia per gli operatori del trasporto combinato che per quelli della rete infrastrutturale: con più carico utile per treno e meno fabbisogno di tracce, le scarse risorse vengono utilizzate in modo ottimale. A medio termine, la capacità deve essere ulteriormente aumentata per far fronte alla crescente domanda sul corridoio nord-sud. L'adeguamento dell'asse Zeebrugge/Anversa-Metz-Strasburgo-Basilea ai parametri standard del corridoio Reno-Alpino potrà offrire un'alternativa efficace per i volumi provenienti dal Belgio a partire dal 2030.

- Accelerare il trasferimento – ulteriori misure

L'attuale quadro normativo è la base del successo della Svizzera nel trasferimento del traffico dalla strada alla ferrovia. Ha permesso una quota di mercato della ferrovia del 70% nel transito alpino e ha reso il paese un pioniere della politica di trasferimento modale in Europa. Per continuare a spostare quote di mercato dalla strada alla ferrovia anche in futuro, le misure devono essere aggiornate e integrate. Dal punto di vista di Hupac, i punti cardine sono in particolare:

- Riduzione dei prezzi delle tracce al livello degli altri paesi del corridoio Reno-Alpino come misura di politica climatica.
- Mantenimento di una TTPCP ridotta anche per i camion a zero emissioni, in modo da tenere correttamente conto di altri costi esterni come il rumore, la congestione, il rischio di incidenti, ecc.
- Incentivi per la conversione a medio termine delle flotte di semirimorchi del trasporto stradale transalpino a lunga distanza attraverso la Svizzera, ad un equipaggiamento esclusivamente gruabile: ogni semirimorchio dovrebbe essere tecnicamente in grado di utilizzare l'opzione di trasporto combinato creata dall'investimento Alptransit nel corridoio di 4 metri fino in Italia. Un'iniziativa di questo tipo innescerebbe un'ondata di innovazione da parte dei produttori per superare le inefficienze esistenti nel peso e nei costi di produzione dei rimorchi. Anche altri paesi come la Germania stanno sostenendo la conversione delle flotte ai semirimorchi gruabili. Nel contesto internazionale, le varie parti interessate devono superare in modo più coerente il pensiero nazionale e adottare una prospettiva di corridoio incentrata sulle esigenze del trasporto merci. Le seguenti misure migliorerebbero notevolmente le prestazioni del trasporto merci su rotaia e quindi aumenterebbero le possibilità di trasferimento modale.

- Assicurare le capacità di trasporto merci attraverso una pianificazione internazionale dell'utilizzo della rete a livello di corridoio.
- Gestione operativa integrata su tutto il corridoio, compresa la pianificazione dei lavori di costruzione in coordinamento internazionale.
- Priorità per il traffico merci a lunga distanza in caso di perturbazioni e interruzioni operative.
- Prospettive 2021: espansione della rete e ripresa degli investimenti

Nei primi quattro mesi dell'anno il Gruppo Hupac ha registrato un'incoraggiante crescita del traffico di circa il 10%. Ciò è dovuto agli effetti Covid dell'anno precedente, ma anche alla forte domanda di servizi di trasporto intermodale. Il cuore dello sviluppo dei servizi è il trasporto di trailer nel transito alpino svizzero che per la prima volta ha un'alternativa reale su rotaia grazie al corridoio dei 4 metri aperto alla fine del 2020. Per questo segmento di mercato Hupac gestisce una rete di 150 rotazioni alla settimana sulle relazioni con il nord Italia e altre 10 rotazioni sulle relazioni gateway verso il sud Italia. Altri punti focali dello sviluppo della rete sono Pordenone nel nord-est dell'Italia, Singen con nuovo traffico verso Monaco e Zeebrugge come hub per il traffico verso il Regno Unito, l'Italia, la Spagna e la Polonia.

L'asse Benelux-Europa sudorientale con numerose destinazioni in Austria, Ungheria, Romania e Turchia mostra una crescita soddisfacente, che Hupac sostiene con aumenti di frequenza. Nel trasporto marittimo dell'entroterra, le conseguenze del blocco del canale di Suez continuano a farsi sentire. Tuttavia, la filiale ERS Railways è in grado di aumentare le partenze su alcune tratte della Germania meridionale. Per la fine dell'anno Hupac prevede una crescita a una cifra percentuale del traffico e un risultato d'esercizio positivo. Dopo il calo dovuto alla pandemia nel 2020, quest'anno si prevede un'impennata degli investimenti. A marzo è iniziata la costruzione del

terminal di Brwinów, vicino a Varsavia; i terminal di Piacenza e Milano Smistamento seguiranno in estate. La messa in esercizio è prevista per il 2023 (*Comunicato Stampa Hupac*, 18 maggio 2021).

International: financial media conference of the Hupac Group, successful modal shift requires focus on the entire corridor

The further shift of freight traffic from road to rail requires Switzerland to focus on the entire north-south corridor. Alptransit will only be able to meet future modal shift expectations if the access routes are expanded consistently and promptly. In the Corona year 2020, Hupac again achieved a traffic volume of one million road consignments. Maintaining the network despite the pandemic-related drop in volume led to a negative business result of CHF 2.5 million on sales of CHF 597 million. For the current year, Hupac expects traffic growth in the single-digit percentage range and a positive business result.

- *Hupac maintains transport volume despite pandemic*

Last year, the Hupac Group transported 1,014,686 road consignments or 1,913,000 TEU by rail. This corresponds to a slight decrease of 0.9% compared to the previous year. The main influencing factors were the slump in maritime traffic from overseas and the economic blockade in Europe as a direct result of the COVID-19 pandemic in the first half of the year. Traffic demand recovered in the second semester and reached the previous year's level by the end of the year.

The consequences of the Corona crisis were particularly evident in transalpine traffic through Switzerland. Demand fell noticeably in the period from April to June; nevertheless, Hupac maintained its network and thus made an important contribution to securing the logistics of vital goods. "In spring 2020, intermodal supply chains became an anchor of stability for logistics," explains M. STAHLHUT, CEO of the Hupac Group. "We responded to traffic declines on a weekly

basis of -40% with network stability." In the second half of the year, volumes returned to the previous year's level. However, with a total transalpine volume of 538,104 road consignments (-2.3%), the gap of the crisis months could not be fully compensated. Non-transalpine traffic closed the year 2020 with a small growth of 0.5% to 434,033 road consignments. While traffic to eastern and south-eastern Europe developed positively, other segments such as maritime hinterland traffic from North Sea ports were more strongly characterised by Covid effects.

- *Network preservation before capacity utilisation optimisation*

The 2020 financial year was also strongly affected financially by the pandemic. At CHF 597 million, the Hupac Group's annual revenue was 2.3% below the previous year. The significant traffic declines and losses of the second quarter could not be offset over the year, although the volume curve showed a continuous upward trend from the third quarter until the end of the year. However, the load factor had fallen so sharply in the spring that the negative financial results of this period led to the first negative Group result in the company's history on a full-year basis. Considering the difficult circumstances and fluctuations, the annual result of CHF -2.5 million was nevertheless better than originally expected.

- *Combined transport as an answer to the climate challenge*

Hupac expects further significant growth in combined transport in the coming years. For in addition to Switzerland's active modal shift policy, the European Green Deal now also sets ambitious targets. By 2050, greenhouse gas emissions in the transport sector are to be reduced by 90%, and rail freight transport is to double. Combined transport with its intelligent linking of different modes of transport will play a central role in low-emission, socially sustainable freight transport in the future. Already, Hupac Intermodal's network saves 1.2 million tonnes of CO₂ per year com-

pared to pure road transport. The strategy that Hupac adopts to further improving its environmental footprint includes low emission terminal equipment, energy-efficient buildings and digital tools for process optimisation along the value chain. Initial tests with battery-electric powered mobile cranes are in the pipeline. Further opportunities for climate-neutral terminal operation open with green hydrogen from renewable energy sources such as wind, water or sun. "Combined transport will be able to realise the first emission-free transport chains before 2030, and net zero will be our goal by 2050," explains H. J. BERTSCHI, Chairman of the Board of Directors of the Hupac Group.

- Keeping the Alptransit promise – mastering the reduction of subsidies

Alptransit was built for the transport of long, heavy and high freight trains. The decisive parameters are a train length of 740 metres, a weight of at least 2000 tonnes with traction by one locomotive and a train height of 4 metres. While the infrastructure development in Switzerland including the 4-metre corridor to Italy is mostly completed, there are still considerable gaps on the entire route of the Rhine-Alpine corridor. This has a direct impact on the marketability of combined transport and consequently also on modal shift, as the planned reduction in Swiss subsidies must be compensated for by increased productivity. The coming year will already be the touchstone for the Alptransit concept. "As a milestone, our benchmark for 2022 is a standardised train length of 690 metres via Luino and 625 metres via Chiasso," says M. STAHLHUT. "Only with the longest and heaviest trains we will be able to absorb the upcoming marked reduction in funding. Here, the timetable designers of the network operators are challenged to get the maximum out of the infrastructures in today's expansion step: every metre counts."

- Change of perspective required focus on the entire north-south corridor

The chances of shifting more traffic to even more environmentally friendly combined transport have never been better. But sufficient capacities must be created on the entire north-south corridor for the expected traffic volumes, says H. J. BERTSCHI. "This requires corridor-wide thinking and action, initiated in particular by Switzerland, so that NEAT meets expectations and can implement further shifts from road to rail in the second half of this decade." There is an urgent need to increase capacity in the Rhine valley south of Mannheim. Hupac supports the concept of a continuous double track and electrification of the Wörth-Lauterbourg-Strasbourg line well before 2030, this as a left Rhine capacity increase and bypass to the Mannheim-Basel line via Rastatt. The fourtrack expansion on the right bank of the Rhine will not be completed until after 2040 – that is too late for the modal shift. Equally important is the prompt improvement of the power supply on the Bellinzona-Luino Gallarate and Domodossola-Novara/Gallarate lines so that all trains can run at 2000 tonnes in future.

There is also an urgent need for action to increase train lengths. Both Germany and the Netherlands have yet to upgrade their railway infrastructures to standard train lengths of 740 metres. This is a win-win situation both for the combined transport operators as well as for the network operators: with more payload per train and less train path required in the network, the scarce resources are used optimally. In the medium term, capacity must be further increased in order to cope with the rising demand on the north-south corridor. The upgrade of the Zeebrugge/Antwerp-Metz-Strasbourg-Basel axis to the standard parameters of the Rhine Alpine corridor should provide an efficient alternative for volumes from/to Belgium as of 2030.

- Accelerating modal shift – further measures

The current regulatory framework conditions are the basis for Switzerland's modal shift success. They have enabled a 70% rail market share in Alpine transit and made the country a

pioneer of modal shift policy in Europe. In order to continue shifting market shares from road to rail in the future, it is necessary to update and supplement the measures. From Hupac's point of view, important starting points are in particular:

- Reduction of train path prices to the level of the other countries of the Rhine-Alpine corridor as a measure of climate policy.
- Maintaining a reduced LSVA also for emission-free trucks, so that other external costs such as noise, congestion, accident risk, etc. are correctly reflected.
- Incentives for the medium-term conversion of the semi-trailer fleets of long-distance transalpine road transport through Switzerland to exclusively crane-capable equipment: every semi-trailer should be technically capable of using the combined transport option created by the NEAT investment in the 4-metre corridor to Italy. An initiative of this kind would trigger a push for innovation on the part of manufacturers to overcome existing inefficiencies in the weight and production costs of trailers. Other countries such as Germany also support the conversion of fleets to craneable semi-trailers. In the international context, the various stakeholders need to overcome national thinking even more consistently and adopt a corridor perspective focusing on freight transport requirements. The following measures would greatly improve the performance of rail freight transport and thus increase the chances of modal shift.
- Securing freight transport capacities through international network utilisation planning at corridor level.
- Integrated operational management on the entire corridor, including planning of construction works in international coordination.
- Priority for freight traffic over long distances in the event of operational disruptions and breakdowns.
- Outlook 2021: network expansion and investment boost

In the first four months of the year, the Hupac Group recorded a pleasing traffic growth of around 10%. This is due to the Corona effects of the previous year, but also to the strong demand for intermodal transport services. The focus of the development of services is on trailer transport in Swiss Alpine transit, which for the first time will have a real alternative by rail thanks to the 4-metre corridor opened at the end of 2020.

For this market segment, Hupac operates a network with 150 roundtrips per week on routes to northern Italy and a further 10 roundtrips on gateway routes to southern Italy. Other focal points of the ongoing network development are Pordenone in north-east Italy, Singen with new connections to Munich, and Zeebrugge as a hub for traffic to the UK, Italy, Spain and Poland. The Benelux-southeast Europe axis with numerous destinations in Austria, Hungary, Romania and Turkey is showing pleasing growth, which Hupac is supporting with frequency increases. In maritime hinterland transport, the consequences of the Suez Canal blockade continue to be felt. Nevertheless, the subsidiary ERS Railways can increase departures on single south German routes. By the end of the year, Hupac expects a single-digit percentage growth in traffic and a positive business result. After the pandemic-related decline in 2020, there will be a surge in investments this year.

In March, construction started at the Brwinów terminal near Warsaw. The Piacenza and Milano Smistamento terminals will follow in the summer; commissioning is planned for 2023 (Hupac Press Release, May 18th, 2021).

TRASPORTI URBANI URBAN TRANSPORTATION

Francia: 19 convogli aggiuntivi per la linea 11 della metropolitana Île-de-France

Questo ordine, finanziato al 100% da Île-de-France Mobilités, rien-

tra nel quadro del contratto MP14 firmato nel marzo 2015 tra RATP (incaricato da Île-de-France Mobilités) e Alstom per la consegna di un massimmo di 217 MP14 avrà un arco di 15 anni, per un importo complessivo di oltre 2 miliardi di euro. Questo contratto fa parte della strategia Île-de-France Mobilités per l'ammmodernamento di tutto il materiale rotabile della rete Île-de-France Mobilités.

Una prima tranche del contratto MP14 comprendeva 35 metropolitane automatizzate per la linea 14, composte da otto carrozze ciascuna. Una prima tranche condizionale per ulteriori 20 metropolitane automatizzate, composta da sei carrozze ciascuna, è stata esercitata a gennaio 2017 per la linea 4. Una seconda opzione di ulteriori 20 treni da cinque carrozze (con cabina di guida) è stata esercitata a febbraio 2018 per la linea 11.

“Con i primi treni MP14 che entreranno in servizio commerciale nell'ottobre 2020 sulla linea 14, Alstom è lieta di aver ricevuto un ordine aggiuntivo per questi treni innovativi. L'arrivo progressivo della metro MP14 sulle linee 14, 11 e 4 (in questo ordine cronologico) migliorerà direttamente la vita quotidiana di centinaia di migliaia di passeggeri

a Parigi e nella regione dell'Île-de-France. Alstom è lieta della rinnovata fiducia dei suoi clienti, Île-de-France Mobilités e RATP”, ha affermato J.B. EYMÉOUD, presidente di Alstom France.

Convoglio all'avanguardia, MP14 (Fig. 2) offre un livello di comfort e sicurezza senza precedenti grazie alla disposizione interna e ai sedili con un design basato sul tema dell'alcolva, che crea ospitalità e privacy. Ampie aree di accoglienza offrono accessibilità a tutti i passeggeri, con aree dedicate e sedili a forma di boomerang per migliorare il flusso passeggeri e la capacità dei treni. MP14 ha anche un'illuminazione a LED distribuita in modo efficiente in tutta la metropolitana per fornire un senso di sicurezza eliminando le aree scure. I supporti e i punti di stabilizzazione sono conformi alle norme di sicurezza e aumentano ulteriormente il comfort all'interno del treno. La ventilazione calda e fresca aiuta a mantenere l'equilibrio della temperatura, in qualsiasi stagione. MP14 fornisce anche una protezione video completa e informazioni dinamiche sui passeggeri a bordo.

Una caratteristica speciale delle metro MP14 per la linea 11 è che il design della cabina di guida incor-



(Fonte – Source: Alstom)

Figura 2 – Metro automatiche ma anche dotate di cabina di guida per la linea 11 della rete Île-de-France Mobilités gestita da RATP.

Figure 2 – Automated Metros with driver's cab for line 11 of the Île-de-France Mobilités network operated by RATP.

pora il feedback delle precedenti generazioni di cabine. Il loro design presenta gli ultimi sviluppi in materia di ergonomia ed è stato convalidato da conducenti RATP e medici del lavoro.

MP14 è progettato per migliorare il comfort e l'esperienza dei passeggeri, nonché conciliare prestazioni, risparmio energetico e facilità di manutenzione per mantenere i costi sotto controllo durante tutto il suo ciclo di vita. L'impianto frenante 100% elettrico di MP14 recupera energia e la reimmette in rete sotto forma di elettricità, limitando l'emissione di polveri sottili causate dai freni meccanici. Il sistema riduce il consumo energetico delle metropolitane e l'inquinamento atmosferico fino al 20%. MP14 è inoltre il 40% più silenzioso delle metropolitane attualmente in servizio sulla linea 11, con un tasso di riciclabilità del 95%.

Entro la fine del 2021 saranno consegnate circa 20 metropolitane automatizzate per la linea 14, composte da otto auto ciascuna. Le prime metropolitane automatizzate a sei auto per la linea 4 sono attualmente in fase di collaudo. La produzione delle prime metropolitane a cinque vetture per la linea 11 è iniziata nell'ultimo trimestre del 2020 e la prima metropolitana inizierà i test di convalida sui binari RATP quest'estate.

Otto dei sedici siti Alstom in Francia sono coinvolti in questo progetto:

- Valenciennes, per gli studi, l'integrazione, la validazione e la sperimentazione.
- Le Creusot, per i carrelli.
- Ornans, per i motori.
- Villeurbanne, per i sistemi informatizzati di bordo.
- Tarbes, per la trazione.
- Aix-en-Provence, per la sicurezza informatica.
- Reichshoffen, per gli studi di collisione.
- Saint-Ouen, per il design

(Comunicato Stampa Alstom, 8 luglio 2021).

France: 19 additional metros for line 11 of the Île-de-France metro

This order, which is 100% funded by Île-de-France Mobilités, falls within the framework of the MP14 contract signed in March 2015 between RATP (mandated by Île-de-France Mobilités) and Alstom for the delivery of a maximum of 217 MP14 trains over 15 years, for a total amount of more than 2 billion euro. This contract is part of the Île-de-France Mobilités strategy for the modernisation of all rolling stock on the Île-de-France Mobilités network.

An initial tranche of the MP14 contract included 35 automated metros for line 14, consisting of eight cars each. A first conditional tranche for 20 additional automated metros, consisting of six cars each, was exercised in January 2017 for line 4. A second option of 20 additional five-car trains (with driver's cabs) was exercised in February 2018 for line 11.

"With the first MP14 trains entering commercial service in October 2020 on line 14, Alstom is delighted to have received an additional order for these innovative trains. The progressive arrival of MP14 metros on lines 14, 11, and 4 (in that chronological order) will directly improve the daily lives of hundreds of thousands of passengers in Paris and the Île-de-France region. Alstom is delighted with the renewed confidence of its customers, Île-de-France Mobilités and RATP," said J. B. EYMÉOUD, President of Alstom France.

A state-of-the-art metro, MP14 offers an unprecedented level of comfort and safety thanks to its interior layout and seats with a design based on the theme of the alcove, creating both hospitality and privacy. Vast reception areas offer accessibility to all passengers, with dedicated areas and boomerang-shaped seats to improve the passenger flow and the capacity of the trains. MP14 also has LED lighting efficiently distributed throughout the entire metro to provide a sense of security while eliminating darkly shadowed areas. The supports and steadying

points are compliant with safety standards and further increase comfort inside the train. Warm and cool ventilation helps to provide temperature balance, whatever the season. MP14 also provides comprehensive video protection and dynamic passenger information on board.

A special feature of the MP14 metros for line 11 is that the design of the driver's cab incorporates feedback from previous generations of cabs. Their design features the latest developments in ergonomics and has been validated by RATP drivers and occupational physicians.

MP14 is designed to improve passenger comfort and experience as well as reconcile performance (Fig. 2), energy savings and ease of maintenance to keep costs under control throughout its life cycle. MP14's 100% electrical braking system recovers energy and re-injects it into the network as electricity, while limiting the emission of fine particles caused by the mechanical brakes. The system reduces the energy consumption of the metros, as well as air pollution, by up to 20%. MP14 is also 40% quieter than the metros currently in service on line 11, with a 95% recyclability rate.

About 20 automated metros for line 14, consisting of eight cars each, will be delivered by the end of 2021. The first six-car automated metros for line 4 are currently being tested. Production of the first five-car metros for line 11 began in the last quarter of 2020 and the first metro will begin validation tests on RATP tracks this summer.

Eight of Alstom's sixteen sites in France are involved in this project:

- Valenciennes, for the studies, integration, validation, and testing.
 - Le Creusot, for the bogies.
 - Ornans, for the engines.
 - Villeurbanne, for the on-board computerised systems.
 - Tarbes, for the traction.
 - Aix-en-Provence, for the safety IT.
 - Reichshoffen, for the collision studies.
- Saint-Ouen, for the design*

(Alstom Press Release, July 8th, 2021).

INDUSTRIA MANUFACTURES

Repubblica Ceca: competenza e personalità italiane nell'industria ferroviaria

Un'azienda "diversa da tutte le altre", in termini di tecnologia ma anche di persone. Da qui deriva il successo di Mattei nel mercato del Rail, stando a chi, dal settore, ha scelto di affidarsi proprio alla fabbrica di Vimodrone per la fornitura di compressori d'aria: come la società per azioni della Repubblica Ceca CZ LOKO, secondo produttore di locomotive da manovra in Europa che conta oltre 750 dipendenti, la maggior parte dei quali negli stabilimenti di produzione di Česká Třebová e Jihlava, con diverse filiali in Italia e Polonia. "La nostra collaborazione con Mattei è nata con i lavori di ammodernamento della serie di locomotive 753.7 per i clienti italiani – spiega J. KUTÁLEK, Business and Purchasing Director di CZ LOKO –, per cui eravamo alla ricerca di un fornitore di compressori che fosse del posto e affidabile. La nostra strada ci ha portati a incontrare Mattei e da allora – prosegue –, questa collaborazione è cresciuta a livello esponenziale e si è fatta sempre più forte, con i compressori Mattei che hanno dimostrato di sapersi adattare perfettamente a ogni nostra necessità".

File rouge che collega l'Italia alla Repubblica Ceca di CZ LOKO è il distributore MONDO, fondato alla fine del 1992 come società di ingegneria e commerciale focalizzata sulla tecnologia dell'aria compressa e sul raffreddamento dell'aria. Una collaborazione, quella tra Mattei e MONDO, che risale al 1996: "Cercavamo un partner che fosse diverso dagli altri produttori di compressori in termini di originalità e che fosse interessato anche a una cooperazione tecnica – le parole di M. DOCKAL, fondatore della compagnia –. Abbiamo trovato Mattei e, col senno di poi, possiamo affermare che non avremmo potuto incontrare partner migliore, visto che insieme abbiamo già fatto tanta strada". La forte attenzione al rispar-

mio energetico e alla sostenibilità ambientale, unita alla continua ricerca di qualità e prestazioni dei suoi compressori e alla preparazione del suo personale, hanno fatto di Mattei il partner ideale per il secondo produttore di locomotive da manovra d'Europa: l'azienda ceca CZ LOKO.

- Note per il lettore: Mattei

La Ing. Enea Mattei SpA progetta, produce e commercializza su scala mondiale compressori rotativi a palette. Una tecnologia esclusiva e distintiva, che ne ha fatto una delle realtà di riferimento nel segmento di mercato dell'aria compressa. L'azienda realizza ogni anno 6.500 compressori rotativi a palette, esportando oltre il 75% della sua produzione. Mattei ha sede a Vimodrone, in provincia di Milano, e due stabilimenti a Vimodrone e Verdello-Zingonia (BG). È presente con proprie filiali in Francia, Germania, Inghilterra e Stati Uniti, ha uffici di rappresentanza in Russia, Spagna e Singapore e numerosi partner commerciali nel resto del mondo. Inoltre, per soddisfare le crescenti richieste del mercato del Sud Est Asiatico, dal 2007 è operativo un sito produttivo e di assistenza Mattei in Cina. Fondata nel 1919, Mattei è ancora una società di proprietà familiare (Comunicato Stampa Mattei, 1 giugno, 2021).

Czech Republic: Italian expertise and personality in the railway industry

A company "different from all the others", in terms of technology but also of people. Hence Mattei's success in the Rail market, according to those who, from the sector, have chosen to rely on the Vimodrone factory for the supply of air compressors: such as the Czech Republic joint-stock company CZ LOKO, second manufacturer of shunting locomotives in Europe which has over 750 employees, most of them in the production plants of Česká Třebová and Jihlava, with several branches in Italy and Poland. "Our collaboration with Mattei began with the modernization of the 753.7 locomotive series for Italian customers –

explains J. KUTÁLEK, Business and Purchasing Director of CZ LOKO –, so we were looking for a local compressor supplier. it is reliable. Our path led us to meet Mattei and since then – he continues –, this collaboration has grown exponentially and has become stronger and stronger, with Mattei compressors that have proven to be able to adapt perfectly to our every need."

The common thread that connects Italy to the Czech Republic of CZ LOKO is the MONDO distributor, founded at the end of 1992 as an engineering and commercial company focused on compressed air technology and air cooling. A collaboration, the one between Mattei and MONDO, which dates back to 1996: "We were looking for a partner who was different from other compressor manufacturers in terms of originality and who was also interested in technical cooperation – the words of M. DOCKAL, founder of the company –. We found Mattei and, with hindsight, we can say that we could not have met a better partner, given that together we have already come a long way." The strong focus on energy saving and environmental sustainability, combined with the continuous search for quality and performance of its compressors and the preparation of its staff, have made Mattei the ideal partner for the second largest manufacturer of shunting locomotives in Europe: the Czech company CZ LOKO.

- Notes for the reader: Mattei

Ing. Enea Mattei SpA designs, manufactures and markets rotary vane compressors worldwide. An exclusive and distinctive technology, which has made it one of the reference companies in the compressed air market segment. The company produces 6,500 rotary vane compressors every year, exporting over 75% of its production. Mattei is headquartered in Vimodrone, in the province of Milan, and two factories in Vimodrone and Verdello-Zingonia (BG). It is present with its own branches in France, Germany, England and the United States, has representative offices in Russia, Spain and Singapore and numerous commercial

partners in the rest of the world. Furthermore, in order to meet the growing demands of the South East Asian market, a Mattei production and service site has been operational in China since 2007. Founded in 1919, Mattei is still a family-owned company (Mattei Press Release, June 1st, 2021).

Azerbaijan: prime 7 locomotive merci

Alstom ha consegnato con successo le prime 7 locomotive merci Prima T8 AZ8A (Fig. 3) alle Ferrovie dell'Azerbaijan (ADY). Queste locomotive circoleranno sulla principale linea di transito merci, che è stata recentemente convertita da 3 kV DC a 25 kV AC.

“Siamo felici che le nostre locomotive siano entrate in esercizio commerciale in Azerbaijan. Nonostante le importanti sfide imposte dalla pandemia globale, siamo stati in grado di produrre, condurre tutti i test di convalida necessari e consegnare locomotive pronte per la marcia. È una pietra miliare significativa di questo progetto chiave che stiamo sviluppando insieme al nostro partner ADY. Con la sua posizione strategica, all'incrocio delle Vie della Seta, questo progetto mira a sviluppare l'infrastruttura ferroviaria dell'intera regione. Le nostre locomotive svolgono un ruolo chiave nel potenziare la capacità di trasporto merci all'interno dell'Azerbaijan, inoltre contribuiscono anche agli ambiziosi obiettivi del paese di interconnettere i paesi vicini. Siamo molto entusiasti e non vediamo l'ora di sviluppare ulteriormente la nostra forte partnership con ADY”, ha affermato G. TRITER, amministratore delegato di Alstom in Asia occidentale e centrale.

Le locomotive Prima T8 AZ8A funzioneranno inizialmente sul corridoio est-ovest della “Via della seta” dell'Azerbaijan che collega i principali porti del Mar Caspio al confine georgiano e successivamente in tutto il paese.

Nel 2014, ADY ha firmato un contratto con Alstom per 288 milioni di euro per la fornitura di 50 locomotive elettriche, tra cui 40 locomotive



(Fonte – Source: Alstom)

Figura 3 – Le prime delle 7 locomotive merci Prima T8 AZ8A per le ferrovie dell'Azerbaijan (ADY).

Figure 3 – The first 7 Prima T8 AZ8A freight locomotives for Azerbaijan Railways (ADY).

merci pesanti Prima T8 AZ8A prodotte presso la JV EKZ di Alstom a Nur-Sultan, in Kazakistan e 10 locomotive passeggeri Prima M4 AZ4A che hanno è stato prodotto a Belfort, in Francia e già consegnato in Azerbaijan.

La Prima T8 di Alstom è una delle locomotive elettriche più potenti al mondo. Questo modello è una locomotiva merci a due sezioni da 25 tonnellate per asse in grado di trainare fino a 9.000 tonnellate e di marciare a 120 km/h, con una potenza continua installata di 8,8 Megawatt. Il Prima T8 AZ8A è progettato per funzionare a temperature comprese tra -25°C e 50°C. Richiede una manutenzione minima e fornisce elevati livelli di affidabilità e bassi costi del ciclo di vita grazie al suo design modulare.

La gamma Prima di Alstom copre tutti i segmenti di mercato delle locomotive, dalle operazioni di trasporto pesante, merci e passeggeri e dalle operazioni di manovra o su binari. Negli ultimi 20 anni sono state vendute in tutto il mondo più di 3.200 locomotive Prima (più di 4.600 sezioni).

Alstom è presente in Asia occidentale e centrale con più di 1.000 persone, tre uffici nazionali in Kazakistan, Azerbaijan e Uzbekistan, cinque depositi, un centro di ripara-

zione e due stabilimenti, EKZ a Nur-Sultan per la produzione e manutenzione di locomotive elettriche e produzione di bordo trasformatori e KEP ad Almaty per la produzione di macchine puntuali. Alstom contribuisce in modo determinante al rilancio dell'industria della mobilità nella regione e allo sviluppo della sua economia.

EKZ, una *joint venture* di Alstom, impiega circa 850 persone e sta lavorando alla fornitura e alla manutenzione delle locomotive elettriche Prima ordinate da KTZ, la compagnia ferroviaria nazionale del Kazakistan e dai mercati di esportazione, come l'Azerbaijan (*Comunicato stampa Alstom*, 29 giugno 2021).

Azerbaijan: first 7 freight locomotives

Alstom has successfully commissioned the first 7 Prima T8 AZ8A (Fig. 3) freight locomotives to Azerbaijan Railways (ADY). These locomotives will run on the main freight transit line, which has recently been converted from 3 kV DC to 25 kV AC.

“We are happy that our locomotives entered into commercial operation in Azerbaijan. Despite the important challenges imposed by the global

pandemic we have been able to produce, conduct all necessary validation tests and deliver ready-to-run locomotives. It is a significant milestone of this key project that we are developing jointly with our partner ADY. With its strategic location, at the crossroad of the Silk Roads, this project aims at developing the railway infrastructure of the whole region. Our locomotives play a key role in boosting the freight transportation capacity within Azerbaijan, furthermore they also contribute to the ambitious goals of the country to interconnect the neighboring countries. We are very enthusiastic and we are looking forward to developing further our strong partnership with ADY," said G. TRITTER, Managing Director of Alstom in Western and Central Asia.

The Prima T8 AZ8A locomotives will be running initially on the "Silk Road" East-West corridor of Azerbaijan linking the Caspian Sea main ports to the Georgian border and later all across the country.

In 2014, ADY signed a contract with Alstom for €288 million for supplying 50 electric locomotives, including 40 Prima T8 AZ8A heavy freight locomotives which are being produced at Alstom's JV EKZ in Nur-Sultan, Kazakhstan and 10 Prima M4 AZ4A passenger locomotives which have been produced in Belfort, France and already delivered to Azerbaijan.

Alstom's Prima T8 is one of the most powerful electric locomotives in the world. This model is a 25 tons per axle two-section freight locomotive capable of towing up to 9,000 tons and running at 120 km/h, with installed continuous power of 8.8 Megawatts. The Prima T8 AZ8A is designed to operate in temperatures ranging from -25°C to 50°C. It requires minimum maintenance and provides high reliability levels and low lifecycle costs thanks to its modular design.

Alstom's Prima range is covering all market segments of locomotives from heavy-haul, freight and passenger operation and shunting or track

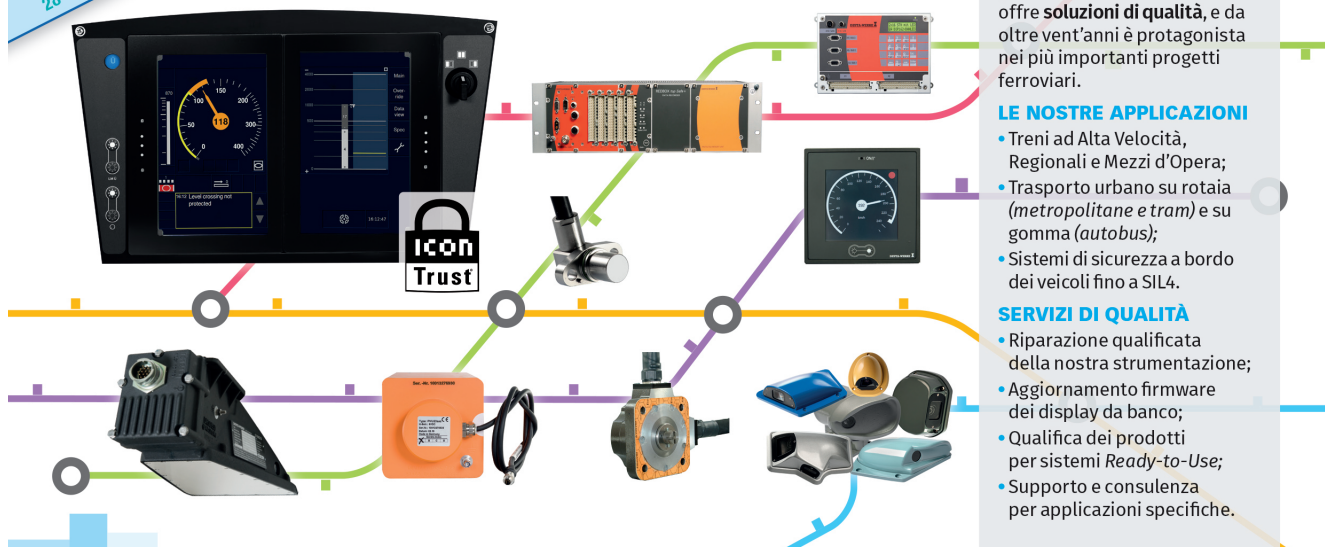
work operation. Over the past 20 years, more than 3,200 Prima locomotives (more than 4,600 sections) have been sold worldwide.

Alstom is present in Western & Central Asia with more than 1,000 people, three country offices in Kazakhstan, Azerbaijan and Uzbekistan, five depots, repair center and two plants, EKZ in Nur-Sultan for electric locomotives manufacturing and maintenance and production of on-board transformers, and KEP in Almaty to produce point machines. Alstom is a major contributor to the revitalization of the region's mobility industry and the development of its economy.

EKZ, a joint venture of Alstom, employs around 850 people and is working on supplying and maintaining the Prima electric locomotives ordered by KTZ, Kazakhstan's national railway company and export markets, like Azerbaijan (Alstom Press Release, June 29th, 2021).

EXPO Ferroviaria 2021
28-30 settembre 2021 - STAND T90

La qualità è il nostro viaggio quotidiano.



ISOTRACK

la divisione trasporti di ISOIL Industria Spa, con la sua gamma di Prodotti e Servizi offre **soluzioni di qualità**, e da oltre vent'anni è protagonista nei più importanti progetti ferroviari.

LE NOSTRE APPLICAZIONI

- Treni ad Alta Velocità, Regionali e Mezzi d'Opera;
- Trasporto urbano su rotaia (metropolitane e tram) e su gomma (autobus);
- Sistemi di sicurezza a bordo dei veicoli fino a SIL4.

SERVIZI DI QUALITÀ

- Riparazione qualificata della nostra strumentazione;
- Aggiornamento firmware dei display da banco;
- Qualifica dei prodotti per sistemi Ready-to-Use;
- Supporto e consulenza per applicazioni specifiche.



www.isoil.it

ISOIL Industria Spa
Cinisello Balsamo - Milano (Italy)
Via Fratelli Gracchi, 27
tel. +39 0266027.1 - fax +39 026123202
isotrack@isoil.it

ISOIL
INDUSTRIA
Le soluzioni che contano

IL SISTEMA PREMIUM



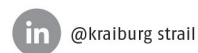
EXPO Ferroviaria 2021 | 28 - 30 settembre, Milano | Stand: K130

Il sistema premium per tutti gli attraversamenti.



- Facile e veloce installazione, anche a mano > **costi ridotti**
- Passaggio a livello "silenzioso"
- Manutenzione semplice e a basso costo
- Tempi ridotti di installazione e montaggio

KRAIBURG STRAIL® GmbH & Co. KG // D-84529 Tittmoning | Göllstr. 8 | www.strail.com
STRAIL® in Italy // Tommaso Savi | mobile +39 392 9 50 38 94 | tommaso.savi@strail.it



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 TRAMVIE

- 27 – POLITICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI, TARIFFE
- 28 – FERROVIE ITALIANE ED ESTERE
- 29 – TRASPORTI NON CONVENZIONALI
- 30 – TRASPORTI MERCI
- 31 – TRASPORTO VIAGGIATORI
- 32 – TRASPORTO LOCALE
- 33 – PERSONALE

- 34 – FRENI E FRENATURA
- 35 – TELECOMUNICAZIONI
- 36 – PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
- 37 – CONVEGNI E CONGRESSI
- 38 – CIFI
- 39 – INCIDENTI FERROVIARI
- 40 – STORIA DELLE FERROVIE
- 41 – VARIE

I lettori che desiderano fotocopie delle pubblicazioni citate in questa rubrica, e per le quali è autorizzata la riproduzione, possono farne richiesta al CIFI - Via Giolitti, 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.



WWW.PLASTIROMA.IT

PLASTIROMA SRL

**55 Anni
nel settore
1966 | 2021**

I NOSTRI SERVIZI

- Progettazione CAD 3D Stampaggio ad iniezione
- Stampa 3D Progettazione e costruzione stampi
- Laboratorio e strumenti

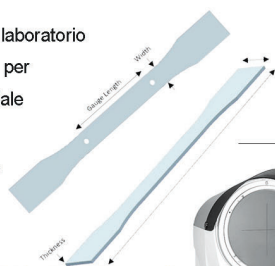
LABORATORIO E STRUMENTI

La nostra società, ha allestito presso il proprio stabilimento un laboratorio fornito di camera climatica, attrezzato con moderni macchinari per l'esecuzione di prove di vario genere su qualsiasi tipo di materiale plastico.

Le apparecchiature debitamente tarate permettono di eseguire controlli sulla qualità del prodotto finito e quindi verificare che questo sia CONFORME alle SPECIFICHE del committente.

Gli strumenti in nostro possesso ci consentono di eseguire prove di trazione, allungamento, flessione, compressione, resilienza izod, assorbimento d'acqua, durezza superficiale e densità.

Disponiamo inoltre di strumenti digitali quali multimetri per misure di grandezze elettriche, luxmetro per rilevamenti fotometrici, proiettore di profili.



Dispositivo di intaglio



resilienza izod



durezza



proiettore di profili



prove di trazione,
allungamento, compressione



camera climatica

info@plastiroma.it

IL 70% DELL'ENERGIA CONSUMATA PER LA NOSTRA ATTIVITA' E' RICAVATA IN ENERGIA SOLARE



GOLDSCHMIDT

Smart Rail Solutions

**ORIGINAL THERMIT® –
LA MIGLIOR SCELTA
PER LE VOSTRE ROTAIE**

Con il suo portfolio Original Thermit®, Goldschmidt permette di collegare in modo eccellente quasi ogni tipo di rotaia.

THERMIT ITALIANA S.R.L.

A **GOLDSCHMIDT COMPANY**

Via Sirtori, 11 - 20017 Rho (MI) - Italia

Phone: +39 02 931 80 932

E-Mail: ti@goldschmidt.com

www.goldschmidt.com

www.thermit.it



- 245 Classificazioni delle linee ferroviarie in base alla velocità – Una panoramica mondiale su infrastrutture, materiale rotabile e servizi ad altissima velocità

(PYRGIDIS – SAVVAS – DOLIANITIS)

Classification of railway lines based on speed – A worldwide overview of very high-speed infrastructure, rolling stock and services

Ingegneria Ferroviaria, settembre 2020, pagg. 635-653, figg. 4, tabb. 6. Biblio 16 titoli.

- 246 Riduzione del tempo di viaggio e maggiore capacità grazie allo slip coaching nel traffico ad alta velocità

(FLAMM – MOENSTERS)

Fahrzeitreduzierung und mehr Kapazität durch Slip Coaching im Hochgeschwindigkeitsverkehr

ETR, marzo 2021, pagg. 20-25, figg. 7. Biblio 12 titoli.

L'aumento a lungo termine della domanda passeggeri richiede una revisione dell'orario per il trasporto ferroviario di passeggeri a lunga distanza. Il cosiddetto processo di slip coaching appare appropriato allo scopo e potrebbe portare a una migliore gamma di servizi con intervalli più frequenti, tempi di viaggio ridotti e collegamenti diretti aggiuntivi sfruttando l'infrastruttura esistente.

- 247 Le implicazioni del blocco mobile sui flussi di traffico ferroviario illustrate con diagrammi fondamentali

(DIAZ DE RIVERA – DICK)

Illustrating the implications of moving blocks on railway traffic flow behavior with fundamental diagrams

Transportation Research Part C, febbraio 2021, vol. 123, pag. 102982 (19 pp), figg. 15. Biblio 51 titoli.

Molte ferrovie stanno attualmente sviluppando sistemi avanzati di controllo dei treni che incorporano blocchi mobili per passare da un sistema basato su blocchi di controllo discreti a uno in cui i treni interagiscono direttamente tra loro, in modo simile a quello che avviene fra i veicoli in un'autostrada. La ricerca sviluppa un quadro analitico semplice e flessibile costituito da diagrammi che descrivono le relazioni densità-flusso per il traffico ferroviario in situazioni specifiche. Infatti, le curve nei diagrammi che rappresentano il flusso del traffico ferroviario a blocchi fissi hanno un andamento a dente di sega a causa della natura discreta dei blocchi di controllo, mentre le curve equivalenti nel caso a blocchi mobili assomigliano a relazioni di flusso continuo tipiche di flussi autostradali. La metodica proposta può essere impiegata anche per scopi pratici come il calcolo degli effetti delle onde d'urto da situazioni di congestione.

- 248 Un approccio ibrido efficiente per la pianificazione degli orari dei treni per servizi di alta velocità a lunga distanza

(WANG – ZHOU – GUO – CHEN – ZHOU)

An Efficient Hybrid Approach for Scheduling the Train Timetable for the Longer Distance High-Speed Railway

Sustainability, febbraio 2021, vol. 13, pag. 2538 (22 pagg.), figg. 22. Biblio 9 titoli.

Gli autori propongono un approccio ibrido per risolvere rapidamente l'orario delle ferrovie ad alta velocità, tramite un metodo di scomposizione spazio-temporale per convertire le diverse richieste di viaggio dei passeggeri in schemi semplici di servizio per ridurre la complessità della soluzione. Il modello proposto viene accuratamente descritto e la metodica testata su un caso di studio sulla linea ad alta velocità Pechino-Shanghai. I risultati mostrano che l'orario dei treni così calcolato risulta di gran lunga migliore di quello realmente esercito in quanto a flessibilità e sostenibilità.



CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2021

(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. 06.4742986 - 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**.

I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.

TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2021

(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: +39.06.4742986 - 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**.

The payment, anticipated, may be performed according to the same procedures applied for subscriptions.

- 163 Alimentazione dei treni a batteria tramite catenaria. Per una classificazione normativa a misura di cliente dei sistemi di alimentazione elettrica per batterie a unità multiple

(EL-BARUDI – KLIEFOTH – BAENTSCH)

Stromversorgung von Batterie-zügen mittels Oberleitung Für eine kundenfreundliche regulatorische Einordnung der elektrischen Energieversorgungsanlagen für Batterie-triebzüge

ETR, ottobre 2019, pagg. 56-62, figg. 2.

Per ottemperare a obiettivi ambientali sempre più stringenti, la DB aumenterà la quota di energia elettrica "pulita" al 100% entro il 2038 e ne introdurrà progressivamente l'uso unità su linee attualmente non elettrificate. Grazie soluzioni innovative come i treni a batteria e alle infrastrutture necessarie, le ferrovie possono apportare ulteriori contributi significativi alla riduzione delle emissioni di CO2. La costruzione e l'uso delle infrastrutture dipendono, però, anche da un'adeguata classificazione normativa.

- 164 Soluzioni alternative nella realizzazione di barriere antirumore – Il caso di Torino Stura

(MANDELLI)

La Tecnica Professionale, marzo 2020, pagg. 4-10, figg. 7.

Opere in calcestruzzo gettato in opera in luogo di analoghi elementi prefabbricati ed altre varianti al progetto definitivo sono state valutate ed implementate dall'impresa costruttrice in funzione delle condizioni dei luoghi di intervento e delle relative modalità di esecuzione.

- 165 Covid-19 e ambienti di lavoro – Il contributo della Psicologia per promuovere la salute e accompagnare i cambiamenti organizzativi

(GAZZETTI – AMORE)

La Tecnica Professionale, gennaio 2021, pagg. 46-53, figg. 4. Biblio 13 titoli.

La grave situazione sanitaria sta avendo purtroppo anche un forte impatto sulla società civile e sulle strutture produttive, principalmente in termini economici e di rapporti sociali. Vediamo quindi, sinteticamente, di rappresentarli partendo da quello che in questi mesi è apparso più evidente e prioritario, la richiesta di sostegno psicologico.

- 166 Obiettivi di protezione dal rumore e risanamento per un traffico ferroviario più silenzioso in Germania

(HAHN)

Lärmschutzziele und Lärmsanierung für einen leiseren Schienenverkehr in Deutschland

ETR, marzo 2021, pagg. 44-48, figg. 6. Biblio 11 titoli.

Secondo il nuovo "Obiettivo di protezione dal rumore 2030", la metà di tutti i cittadini che vivono lungo le linee ferroviarie in Germania dovrà essere alleviata dal rumore ferroviario entro la fine del decennio. Per raggiungere questo obiettivo, verrà proseguito il "Programma di riduzione del rumore" del governo federale lanciato nel 1999.

- 167 Esperienza pratica con il treno per l'irrigazione dell'acqua calda: le ferrovie svizzere stanno sviluppando e testando alternative al glifosato

(KURFESS – TANNER – ADOLPH)

Erfahrungen mit dem Heisswasser-Unkraut-Spritzzug im praktischen Einsatz: Die SBB entwickelt und testet Alternativen zu Glyphosat

ETR, marzo 2021, pagg. 53-57, figg. 5. Biblio 6 titoli.

La questione del glifosato ha portato anche le ferrovie svizzere a cercare intensamente processi alternativi e a testarli. L'acqua calda è vista come una promettente alternativa alla chimica. Nell'ambito del piano d'azione delle ferrovie "NoHerbie - Alternative Vegetation Control" è stato sviluppato un veicolo di prova unico al mondo che utilizza acqua calda a velocità fino a 40 km/h per distruggere la vegetazione indesiderata lungo il binario.

- 168 Travi da ponte innovative in EPS

(BEDNARCZYK)

Innovativer EPS-Brückenbalken

ETR, marzo 2021, pagg. 58-59, figg. 7. Biblio 2 titoli.

Sulla base dei tradizionali sviluppi della progettazione che impiega il polistirene, Vossloh lancia una variante ottimizzata in termini di peso per le travi dei ponti, il cui innovativo materiale composito garantisce i necessari principi qualitativi e meccanici.



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

- 2.1 G. VICUNA – “Organizzazione e tecnica ferroviaria” (in attesa di nuova edizione) € 25,00
- 2.3 P. DE PALATIS – “Regolamenti e sicurezza della circolazione ferroviaria” € 25,00
- 2.5 G. BONO - C. FOCACCI - S. LANNI – “La Sovrastruttura Ferroviaria” (in attesa di nuova edizione)..... € 25,00
- 2.7. L. FRANCESCHINI - A. GAROFALO - R. MARINI - V. RIZZO – “Elementi generali dell’esercizio ferroviario” 2° Edizione € 40,00
- 2.8 P.L. GUIDA - E. MILIZIA – “Dizionario Ferroviario – Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza”..... € 35,00
- 2.9 P. DE PALATIS – “L’avvenire della sicurezza – Esperienze e prospettive” € 20,00
- 2.10 AUTORI VARI – “Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management” € 25,00
- 2.12 R. PANAGIN – “Costruzione del veicolo ferroviario” € 40,00

- 2.13 F. SENESI - E. MARZILLI – “Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia” € 40,00
- 2.14 AUTORI VARI – “Storia e Tecnica Ferroviaria – 100 anni di Ferrovie dello Stato” € 50,00
- 2.15 F. SENESI - E. MARZILLI – “ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)” € 60,00
- 2.16 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carrozze e carri” € 20,00
- 2.18 B. CIRILLO - L.C. COMASTRI - P.L. GUIDA - A. VENTIMIGLIA – “L’Alta Velocità Ferroviaria” € 40,00
- 2.19 E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carri” € 30,00
- 2.20 L. LUCCINI – “Infortuni: Un’esperienza per capire e prevenire” € 7,00
- 2.21 AUTORI VARI – “Quali velocità quale città. AV e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia” €150,00
- 2.22 G. ACQUARO – “I Sistemi di Gestione della Sicurezza Ferroviaria” € 25,00
- 2.23 F. CIUFFINI – “Orario Ferroviario - Integrazione e Connettività” € 30,00
- 2.24 G. ACQUARO – “La Sicurezza Ferroviaria – Principi, approcci e metodi nelle norme nazionali ed europee” € 25,00

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” € 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
- 4.9. BARI – DVD “Stato dell’arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese” (6 giugno 2008). € 15,00
- 4.10. BARI – 2 DVD Convegno “Il sistema integrato dei trasporti nell’area del mediterraneo” (18 giugno 2010) € 25,00

6 – TESTI ALTRI EDITORI

- 6.6. E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani” € 28,00

| | | | | | |
|-------|--|---------|-------|--|---------|
| 6.7. | E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia” | € 35,00 | 6.64. | G. MAGENTA (ed. Gaspari) – “L’Italia in treno” | € 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 |
| 6.62. | C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) – “In treno sui luoghi della grande guerra” | € 14,00 | 6.66 | A. CARPIGNANO – “Meccanica dei trasporti ferroviari e Tecnica delle Locomotive” 3° Edizione | € 60,00 |
| 6.63. | PL. GUIDA (ed. Franco Angeli) – “Il Project Management - la Norma UNI ISO 21500” | € 45,00 | 6.67 | C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) – “In treno sui luoghi della Seconda Guerra Mondiale” | € 15,00 |

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

(da compilare e inviare per posta ordinaria o via e-mail o via fax unitamente alla ricevuta di versamento)

I volumi possono essere acquistati anche on line tramite il sito www.cifi.it

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 - biblioteca@cifi.it

FORNITORI DI PRODOTTI E SERVIZI

Costruttori di materiale rotabile ed impianti ferroviari – Società di progettazione – Produttori di ricambi e prodotti vari per le ferrovie – Imprese appaltatrici di lavori di ogni genere per ferrovie nazionali, regionali, metropolitane e di trasporto pubblico urbano.

- A** Lavori ferroviari, edili e stradali – Impianti di riscaldamento e sanitari – Lavori vari
- B** Studi e indagini geologiche-palificazioni
- C** Attrezzature e materiali da costruzione
- D** Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici
- E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria
- F** Prodotti chimici ed affini
- G** Articoli di gomma, plastica e vari
- H** Rilievi e progettazione opere pubbliche
- I** Trattamenti e depurazione delle acque
- L** Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro
- M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari
- N** Vetrofanie, targhette e decalcomanie
- O** Formazione
- P** Enti di certificazione
- Q** Società di progettazione e consulting
- R** Trasporto materiale ferroviario

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.margaritelli.com – Progettazione e produzione di manufatti

per armamento ferroviario, tramviario 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 ITALIA S.r.l. – Via Dante, 68-70 – 20081 ABBiateGRASSO (MI) – Tel. 02/94966945 – Fax 02/94696531 – E-mail: info@afluryitalia.it – www.afluryitalia.it – Progettazione e costruzione di accessori pr linee di contatto (TE) ferroviarie, metropolitane, tramviarie e filoviarie. Isolatori di sezione per binari secondari e di scalo fino a 60 km/h, isolatori di sezione per comunicazioni di stazione fino a 90 km/h e binari di corsa fino a 200 km/h ed asta di montaggio per isolatori cat. 773/145 e 146. Morsetteria in CuNiSi, morse di ormeggio Inox, morsetti di giunzione per filo di contatto 100-150 mmq. Sistema di messa a terra e corto circuito completo di rilevatore di tensione per linee AV 25 kV. Filo sagomato Cu/ Cu-Ag/ Cu-Mg e fune portante per impianti RFI 3 kV cc e 25 kV ca.

BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030.9650304 – Fax 030.962349 – e-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tramviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità - Dispositivi di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, morsetteria e connettori, attrezzatura ed utensili meccanici ed oleodinamici (prodotti per linee da 1,5 kV a 25 kV).

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.canavera.com – Stampaggio a caldo particolari in acciaio fino a 200 kg – Lavorazioni meccaniche – Costruzione componenti per carri, carrozze, tram e metropolitane.

CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. – Via Como, 2 – 20020 LAINATE (MI) – Tel. 02/93176201 – Fax 02/93176200 – Apparecchiature di segnalamento e controllo – Interruttori a scatto per ACE serie FS68 in c.c. e

c.a. – Relè unitari in c.c. serie FS58-86-89 – Relè schermo – Segnali a specchi dicroici SPDO – Gruppi ottici a commutazione statica ed altro analogo su richiesta.

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 tranciafuni 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 Mercati, 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, chivarde, 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 Lampedusa, 13/F – 20141 MILANO – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – www.colasrail.com – Impianti fissi di trazione elettrica chiavi in mano per trasporti ferroviari, metropolitane e tramvie – 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 tramvie – 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 tramviarie – 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 frenata 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 diagnostica costruite su specifica del Cliente – Fanali di coda e indicatori luminosi a led.

GALLOTTI 1881 S.r.l. – Via Codrignano 57/a – 40026 IMOLA (BO) – Tel. 0542/690987 – Fax 0542/690987 – e-mail: gallotti@gallotti1881.com – www.gallotti1881.com – Costruzione con progettazione di strutture metalliche per il segnalamento ferroviario, strutture metalliche speciali, piantane ed attrezzature unifer, carpenterie metalliche e meccaniche.

H.T.C. S.r.l. – Via Osella 7-9 – 10040 LEINÌ (TO) – Tel. 011/9986811 – Fax 011/9988152 – e-mail: ferroviario@htcsrl.com – www.htcsrl.com – Sistemi precablati di connessione per casse di manovra da deviatoio P80 – Kit connessione per sistemi oleodinamici – Kit connessione per DCF – Cablaggi per RCE, ACEI, ACC – Connessioni per BOE SCMT – Telai per interruttori (IRC-IRA) per alimentazione impianti con connettorizzazione AMP completi di piastre d'adattamento e cavi – Filatura e spunta secondo IS 717.

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 - Pressostati 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 elet-

trici 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 metropolitani; ruote cerchiate; ruote elastiche; ruote monoblocco; assili; cerchioni; boccole; sale montate da carro, carrozza e locomotiva completa di componenti; cuori fusi al manganese per scambi ferroviari – Riparazione e ripristino di sale montate con sostituzione di ruote e cerchioni – Revisione e collaudo di altri componenti.

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.

MERSEN ITALIA S.p.A. - Via dei Missaglia, 97/B2 - 20142 MILANO (ITALIA) – Tel. 02/826813.1 - E-mail: ep.italia@mersen.com – Web: www.mersen.com – Fusibili e portafusibili MERSEN (Ferraz Shawmut) in BT e MT, in c.a. e c.c. e per semi-conduttori – Sezionatori, commutatori e corto circuitatori di potenza – Dissipatori di calore vacuum brazed, heat pipes, aria per componenti IGBT e press-pack – Ritorni di corrente per Messa a terra di rotabili ferrotramviari – Prese di corrente per 3ª rotaia – Laminated Busbar – Resistenze industriali “Silohm” (lineari), “Carbohm” – Spazzole e portaspazzole per macchine elettriche rotanti – Striscianti per pantografi, sminatrici e rettifiche per collettori – Grafiti per applicazioni meccaniche (guarnizioni, cuscinetti, ecc.).

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 manutenzione di apparecchiature elettroniche specifiche per la gestione del tempo: centrali orarie controllate via DCF e GPS, NTP server, sistemi di supervisione, orologi analogici e digitali (per interni ed esterni), orologi da pensilina, orologi monumentali da facciata, RCE Registratori Cronologici di Eventi, sistemi integrati per il controllo degli accessi veicolari e pedonali, sistemi TVPL, TVCC, sistemi di rilevamento presenze certificati SAP.

PANDROL S.r.l. – Via De Capitani, 14/16 – 20864 AGRATE BRIANZA (MB) – Tel. +39.039.9080007/ +39.039.9153752 – E-mail: info.it@pandrol.com – 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 piattforme, 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 – Assiemi 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 assiemi di potenza – Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

POWER MISURE S.r.l. – Via Balossa, 25 – 20032 CORMANO (MI) – Tel. 02.25060990 - Fax 02.2506091 – E-mail: romano@powermeasure.it – Sito internet: www.powermeasure.it – Produzione e vendita di strumenti di verifica impianti elettrici e macchine elettriche in bassa-media e alta tensione – Misuratori di resistenza isolamento – Misuratori di terra – Misuratori passo e contatto – Misuratori di Tan Delta – Rigidimetri in c.c./c.a. fino a 300 kV – Alimentatori c.c./c.a. – Analizzatori di gas – Multimetri digitali e pinze amperometriche.

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 metrotramvie e tramvie – Radiocomando scambi, casse di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico – Priorità mezzi pubblici – Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

QSD SISTEMI S.r.l. – Via Isonzo, 6/bis – 20060 PESSANO CON BORNAGO (MI) – Tel. 02.95741699 – 02.9504773 – Fax 02.95749915 – e-mail: gio.galimberti@qsd sistemi.it – www.qsd sistemi.it – Elettronica per ferroviario a norme EN50155 – Passenger Information System – Interfoni – Cruscotti – Terminali video Touch Screen – Sistemi Radio Terra Treno – Realizzazione apparecchiature custom – Riprogettazione apparecchiature obsolete – Consulenza sviluppo Hw Sw.

RAND ELECTRIC S.r.l. – Via Padova, 100 – 20131 MILANO – Tel. 02.26144204 – Fax 02.26146574 – Canaline, fascette, sistemi di identificazione, guaine corrugate, guaine metalliche ricoperte, tutte con caratteristiche di reazione al fuoco e tossicità entro i parametri della specifica FS 304142 – Connettori elettrici di potenza standard o custom.

SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – Via Dr. Georg Schaeffler, 7 – 28015 MOMO (NO) – Tel. 0321/929211 – Fax 0321/929300 – E-mail: info.it@schaeffler.com – 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 ungiobordo, dispositivi di protezione corrente parassite, ricambi.

S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CAS-SOLNOVO (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).

SPII S.p.A. – Via Don Volpi, 37 angolo Via Montoli – 21047 SARONNO (VA) – Tel. 02/9622921 – Fax 02/9609611 – www.spii.it - info@spii.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di contatto di potenza – Elettromagneti – Relè di potenza e ausiliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Termostati – 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 ferro-tramviarie: filtri e pannelli filtranti, utensili, macchinari, strumenti di misurazione, rimozione graffiti, certificazioni CE e rimessa a norma macchinari, grassi e lubrificanti.

TECNEL SYSTEM S.p.A. – Via Brunico, 15 – 20126 MILANO – Tel. 02/2578803 r.a. – Fax 02/27001038 – 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@vaia-car.it - Saldatrici mobili strada-rotai per la saldatura elettrica a scintillio delle rotaie - Gru mobili/ Escavatori strada-rotai completi di accessori intercambiabili - Macchine operatrici mobili strada-rotai con equipaggiamenti specifici - Macchine operatrici mobili ferroviarie e/o strada-rotai 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 tramviari 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 rinalzatura 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/railwaysystems – Scambi ferroviari A.V., apparecchi di binario convenzionali e tranviari, cuscinetti autolubrificanti, pia-

stre 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.

IVG COLBACHINI S.p.A. – Via Fossona, 132 – 35030 CERVARESE S. CROCE (PD) – Tel. 049/9997311 – Fax 049/9915088 – e-mail: market.italy@ivgspa.it - ivg.colbac-

chini@ivgspa.it - www.ivgspa.it – Capitale Sociale L. 10.575.000 – Tubi di gomma a basse e medie pressioni e flessibili con raccordi per ogni uso ed applicazione, studiati su specifiche richieste, in modo particolare per il settore rotabile (tubi per impianti frenanti tipo RAILWS e guaine gomma-tela a Dis. FS 304188).

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 prEN 9120:2016 – 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 comprese prove di campo.

I Trattamenti e depurazione delle acque:

L Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro:

SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. (SEIT) – Sede Centrale: Via Santa Croce, 1 – 20122 MILANO – Tel. +39 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 Vetrofanie, targhette e decalcomanie:

O Formazione

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.ferrentinoconsulting.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 Luglio 2021



