

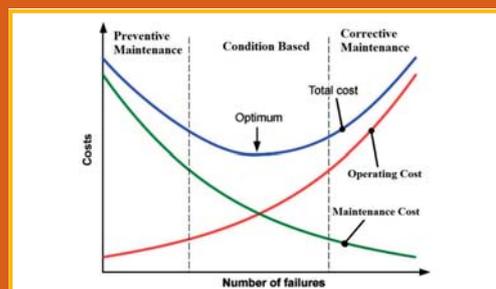
Ansaldo STS A Hitachi Group Company

www.ansaldo-sts.com

We advance technology
in safety rail transportation



Impianti automatici con trazione a fune per trasporti urbani
Cable driven Automated People Movers for urban applications



Manutenzione di un veicolo ferroviario in base al monitoraggio
Maintenance of a railway vehicle through monitoring

MATISA



la passion du rail

100%
PRONTO PER DOMANI



matisa.ch

Un passato di successi per un futuro di innovazione



Siamo la società italiana specialista in infrastrutture ferroviarie e di trasporto pubblico, con la competenza e l'esperienza per realizzare progetti di elettrificazione sia su territorio nazionale che internazionale. Dalla progettazione alla costruzione, fino al collaudo e messa in servizio da quasi un secolo offriamo ai nostri clienti sistemi chiavi in mano per il trasporto ferroviario, ad Alta Velocità, urbano, tranviario e metropolitano.

Alpiq EnerTrans S.p.A. , Via Lampedusa 13, 20141 Milano
Tel. +39 02 89536.1, Fax +39 02 89536.536, info.enertrans.it@alpiq.com
www.alpiq-enertrans.it

ALPIQ

I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

A.N.M. S.p.A. - AZIENDA NAPOLETANA MOBILITÀ - NAPOLI
 A.T.A.C. S.p.A. - AGENZIA PER LA MOBILITÀ DEL COMUNE DI ROMA - ROMA
 ABB S.p.A. - SESTO SAN GIOVANNI (MI)
 AGENZIA REGIONALE PER LE MOBILITA' NELLA REGIONE PUGLIA - BARI
 ALPIO ENERTRANS S.p.A. - MILANO
 ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. - SAVIGLIANO (CN)
 ANIAF - ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRESE ARMAMENTO FERROVIARIO - ROMA
 ANSALDO STS S.p.A. - GENOVA
 ANSF - AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DELLE FERROVIE - FIRENZE
 ARMAFER S.r.l. - LECCE
 ASS.TRA - ASSOCIAZIONE TRASPORTI - ROMA
 ASSIFER - ASSOCIAZIONE INDUSTRIE FERROVIARIE - MILANO
 B. & C. PROJECT S.r.l. - SAN DONATO MILANESE (MI)
 BASF CONSTRUCTION CHEMICALS ITALIA S.p.A. - TREVISO
 BOMBARDIER TRANSPORTATION ITALY S.p.A. - VADO LIGURE (SV)
 BONOMI EUGENIO S.p.A. - MONTICHIARI (BS)
 BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. - BRESCIA
 BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. - MILANO
 CEIT IMPIANTI S.r.l. - SAN GIOVANNI TEATINO (CH)
 C.L.F. - COSTRUZIONI LINEE FERROVIARIE S.p.A. - BOLOGNA
 CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. - LAINATE (MI)
 CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. - SALERNO
 CEMBRE S.p.A. - BRESCIA
 CEMES S.p.A. - PISA
 CEPRINI COSTRUZIONI S.r.l. - ORVIETO (TR)
 COET S.r.l. - COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE - S. DONATO M. (MI)
 COMESVIL S.p.A. - VILLARICCA (NA)
 COMMEL S.r.l. - ROMA
 CONSORZIO SATURNO - ROMA
 CONSULTSISTEM S.r.l. - ROMA
 COSTRUIRE ENERGIE S.r.l. - GUIDONIA MONTECELIO (RM)
 CZ LOKO ITALIA S.r.l. - PORTO MANTOVANO (MN)
 D&T S.r.l. - MILANO
 D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. UNIPERSONALE - MONTORIO AL VOMANO (TE)
 D.G.L. S.a.s. di LUGINI GIUSEPPE & C. - GUIDONIA MONTECELIO (RM)
 DIGICORP INGEGNERIA S.r.l. - UDINE
 DUCATI ENERGIA S.p.A. - BOLOGNA
 DYNASTES S.r.l. - ROMA
 E.T.A. S.p.A. - CANZO (CO)
 ELETECH S.r.l. - MODUGNO (Ba)
 ELETTROMECCANICA CM S.p.A. - SERRAVALLE PISTOIESE (PT)
 ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. - NAPOLI
 EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. - NAPOLI
 ESIM S.r.l. - BARI
 ETS S.r.l. - SOCIETÀ DI INGEGNERIA - LATINA
 EULEGO S.r.l. - TORINO
 FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. - PIOSSASCO (TO)
 FASE S.a.s. DI EUGENIO DI GENNARO & C. - SENAGO (MI)
 FER S.r.l. - FERROVIE EMILIA ROMAGNA - FERRARA
 FERONE PIETRO & C. S.r.l. - NAPOLI
 FERROTRAMVIARIA S.p.A. - BARI
 FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. - BARI
 FERSALENTO S.r.l. - COSTRUZIONI EDILI FERROVIARIE - LECCE
 FERSERVICE S.r.l. - BAGHERIA (PA)
 FERROVIE NORD MILANO S.p.A. - MILANO
 FONDAZIONE DI PARTECIPAZIONE I.T.S. - M.S.T.F. - MADDALONI (CE)
 FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA
 FRANCESCO COMUNE COSTRUZIONI S.r.l. - GIUGLIANO IN CAMPANIA (NA)
 FRANCESCO VENTURA COSTRUZIONI FERROVIARIE S.r.l. - PAOLA (CS)
 G.C.F. - GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A. - ROMA
 G.T.T. - GRUPPO TRASPORTI TORINESI S.p.A. - TORINO
 GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO BBT SE - BOLZANO
 GRANDUCATO EDILIZIA ED ENERGIA S.r.l. - BIBBIENA (AR)
 GRUPPO LOCCIONI GENERAL IMPIANTI S.r.l. - MAIOLATI SPONTINI (AN)
 H.T.C. S.r.l. - LEINI (TO)
 HITACHI RAIL ITALY - NAPOLI
 HUPAC S.p.A. - BUSTO ARSIZIO (VA)
 IMATEO ITALIA S.r.l. - RIVALTA SCRIVIA (AL)
 IMPRESA SILVIO PIERBON S.a.s. - BELLUNO
 INTECS S.p.A. - ROMA
 I.R.C.A. S.p.A. - DIVISIONE RICA - VITTORIO VENETO (TV)
 ITT CANNON VEAM ITALIA S.r.l. - LAINATE (MI)
 ITALFERR S.p.A. - ROMA
 IVECOS S.p.A. - VITTORIO VENETO (TV)
 JAMPEL S.r.l. - BOLOGNA
 KRAIBURG STRAIL GMBH & CO. KG - TITTMONING (Germania)
 LA FERROVIARIA ITALIANA S.p.A. - AREZZO
 LEICA GEOSYSTEMS S.p.A. - CORNAGLIANO LAUDENSE (LO)
 LOTRAS S.r.l. - FOGGIA
 LUCCHINI RS S.p.A. - LOVERE (BG)
 MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. - PONTE SAN GIOVANNI (PG)
 MATISA S.p.A. - S. PALOMBA (RM)
 METRO BLU S.c.r.l. - MILANO
 MER.MEC S.p.A. - MONOPOLI (BA)
 MM - METROPOLITANA MILANESE - MILANO
 MICOS S.p.A. - BORGO PIAVE (LT)
 MONT-ELE S.r.l. - GIUSSANO (MI)
 MORFÙ S.r.l. - ROSSANO (CS)
 NATIONAL INSTRUMENTS ITALY S.r.l. - ASSAGO (MI)
 NET ENGINEERING S.p.A. - MONSELICE (PD)
 NICCHERI TITO S.r.l. - AREZZO
 ORA ELETTRICA S.r.l. - S. PIETRO ALL'OLMO - CORNAREDO (MI)
 PFISTERER S.r.l. - PASSIRANA DI RHO (MI)
 PLASSER ITALIANA S.r.l. - VELLETRI (RM)
 PROGRESS RAIL INSPECTION & INFORMATION SYSTEMS S.r.l. - FIRENZE
 PROJECT AUTOMATION S.p.A. - MONZA (MI)
 QSD SISTEMI S.r.l. - PESSANO CON BORNAGO (MI)
 R.F.I. S.p.A. - RETE FERROVIARIA ITALIANA - ROMA
 RAILTECH - PANDROL ITALIA S.r.l. - SAN'ATTO (TE)
 REGIONE LOMBARDIA - DG INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ - MILANO
 SALCEF S.p.A. - COSTRUZIONI EDILI E FERROVIARIE S.p.A. - ROMA
 S.I.C.E. DI ROCCHI ROBERTO & C. - CHIUSI (PI)
 SINAR S.r.l. - ADELPHIA (BA)
 SIRTI S.p.A. - MILANO
 SCALA VIRGILIO & FIGLI S.p.A. - MONTEVARCHI (AR)
 SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. - MOMO (NO)
 SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. - MILANO
 SICURFERR S.r.l. - CASORIA (NA)
 SIEMENS S.p.A. - MILANO
 SIMPRO S.p.A. - BRANDIZZO (TO)
 SPEKTRA S.r.l. - VIMERCATE (MI)
 SPII S.p.A. - SARONNO (VA)
 SPITEK S.r.l. - PRATO
 STADLER RAIL AG - BUSSNANG - SVIZZERA
 SVECO S.p.A. - BORGO PIAVE (LT)
 SYSNET TELEMATICA S.r.l. - MILANO
 T.M.C. S.r.l. - TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT - POMPEI (NA)
 TE.SI.FER. S.r.l. - FIRENZE
 TECNOLOGIE MECCANICHE S.r.l. - ARICCIA (RM)
 TEKFER S.r.l. - ORBASSANO (TO)
 TELEFIN S.p.A. - VERONA
 TESMEC SERVICE S.p.A. - BARI
 THALES ITALIA S.p.A. - SESTO FIORENTINO (FI)
 THERMIT ITALIANA S.r.l. - RHO (MI)
 TRENITALIA S.p.A. - ROMA
 TRENORD S.r.l. - MILANO
 TRENINO TRASPORTI S.p.A. - TRENTO
 VI.CLA FUTURE S.r.l. - NAPOLI
 VOESTALPINE VAE ITALIA S.r.l. - ROMA
 VOITH TURBO S.r.l. - REGGIO NELL'EMILIA (RE)
 VOSSLOH SISTEMI S.r.l. - SARSINA (FO)
 ZETA VU S.r.l. - SOCIETÀ DI INGEGNERIA - BARLETTA

INDICE ALFABETICO DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

ALPIQ EnerTrans S.p.A. – Milano	pagina 625
ANSALDO STS – Genova	I copertina
ECM S.p.A. di Cappellini – Serravalle Pistoiese (PT)	pagine 664-665
ESSEN ITALIA S.p.A. – Roma	III copertina
MATISA S.p.A. – Santa Palomba – Pomezia (RM)	II copertina
MERSEN ITALIA S.p.A. – Milano	pagina 685
NORD-LOCK S.r.l. – Torino	pagina 685
PANTECNICA S.p.A. – Rho (MI)	pagina 627
PLASSER Italiana S.r.l. - Velletri (RM)	pagina 628
TECNEL SYSTEM S.p.A. – Milano	IV copertina
VOESTALPINE VAE GmbH S.r.l. – Roma	pagina 666

Pantecnica[®] SPA

www.pantecnica.it

DIVISIONE
GMT[®]

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= AS/EN 9120 =

IRIS
Certification

**COMFORT IN SICUREZZA
e ALTA AFFIDABILITA'**

con
**SOSPENSIONI e
SISTEMI ANTIVIBRANTI
GUMMIMETALL[®]**

Via Magenta, 77/14A - 20017 Rho (Mi) Tel. 02.93.26.10.20 - Fax 02.93.26.10.90 E-mail: info@pantecnica.it



Rincalzatura scambi semplificata

Unimat 09-4x4/4S Dynamic: la nuova macchina a ciclo continuo per tutte le classi di binario. Prosegue con successo la serie delle nostre rincalzatrici universali efficienti, affidabili, versatili e rispettose delle esigenze dei ns. clienti. Il nuovo sistema di comando Plasser Intelligent Control P-IC 2.0 permette un design ergonomico delle cabine di comando; il registratore dati elettronico DRP consente la precisa documentazione dei risultati di lavorazione, ottenuti anche con l'impiego dello stabilizzatore dinamico integrato. La possibilità di variare le impostazioni di macchina (ad es. la frequenza delle vibrazioni dell'aggregato di rincalzatura) aumenta il rendimento e riduce i tempi di impegno del binario.

Pubblicazione mensile

Contatti

Tel. 06.4742987

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

Servizio Pubblicità

Roma: 06.47307819 – redazioneip@cifi.it

Milano: 02.63712002 – 339.1220777 – segreteria@cifimilano.it

Direttore

Prof. Ing. Stefano RICCI

Vice Direttore

Dott. Ing. Valerio GIOVINE

Comitato di Redazione

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

Dott. Ing. Gianfranco CAU

Dott. Ing. Maurizio CAVAGNARO

Prof. Ing. Federico CHELI

Prof. Ing. Giuseppe Romolo CORAZZA

Dott. Ing. Biagio COSTA

Prof. Ing. Bruno DALLA CHIARA

Dott. Ing. Salvatore DI TRAPANI

Prof. Ing. Anders EKBERG

Dott. Ing. Alessandro ELIA

Dott. Ing. Luigi EVANGELISTA

Dott. Ing. Attilio GAETA

Prof. Ing. Ingo HANSEN

Prof. Ing. Simon David IWNIKI

Prof. Ing. Marino LUPI

Dott. Ing. Adoardo LUZI

Prof. Ing. Gabriele MALAVASI

Dott. Ing. Giampaolo MANCINI

Dott. Ing. Enrico MINGOZZI

Dott.ssa Ing. Elena MOLINARO

Dott. Ing. Francesco NATONI

Dott. Ing. Stefano ROSSI

Dott. Ing. Francesco VITRANO

Prof. Ing. Dario ZANINELLI

Consulenti

Dott. Ing. Giovannino CAPRIO

Dott. Ing. Paolo Enrico DEBARBIERI

Prof. Ing. Giorgio DIANA

Dott. Ing. Antonio LAGANÀ

Dott. Ing. Emilio MAESTRINI

Prof. Ing. Renato MANIGRASSO

Dott. Ing. Mauro MORETTI

Dott. Ing. Silvio RIZZOTTI

Prof. Ing. Giuseppe SCIUTTO

Redazione

Massimiliano BRUNER

Francesca PISANO

Marisa SILVI

**Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani**Associazione NO PROFIT con personalità giuridica (n. 645/2009)
iscritta al Registro Nazionale degli Operatori della Comunicazione
(ROC) n. 5320 – 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, 48 – 00185 Roma

E-mail: cifi@mclink.it – u.r.l.: www.cifi.it

Tel. 06.4742987 – 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 LXXII | **Settembre 2017** | 9**IMPIANTI AUTOMATICI CON TRAZIONE A FUNE
PER TRASPORTI URBANI: MODELLAZIONE DEI RULLI
PER LA VERIFICA DEL CONSUMO ENERGETICO**
*CABLE DRIVEN AUTOMATED PEOPLE MOVERS
FOR URBAN APPLICATIONS: MODELLING THE ROLLER
FOR INVESTIGATING ENERGY CONSUMPTION*Dott. Ing. Mattia NAVONE
Prof. Ing. Bruno DALLA CHIARA
Ing. Sergio BLENGINI
Ing. Ermanno VAIR**631****LA MANUTENZIONE DI UN VEICOLO FERROVIARIO
IN BASE AL MONITORAGGIO DEI CONSUMI ED
AI RITORNI DI ESPERIENZA**
*MAINTENANCE OF A RAILWAY VEHICLE THROUGH
CONSUMPTION MONITORING AND FEEDBACK
OF FIELD INFORMATION*Ing. Guglielmo ANASTASI
Ing. Alessandro BARTOLINI
Ing. Enrico Pasquale MARINO
Prof. Ing. Giuseppe SCIUTTO**667****Notizie dall'interno****687****Notizie dall'estero***News from foreign countries***695****IF Biblio****705****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****710****Condizioni di Abbonamento a IF – Ingegneria Ferroviaria***Terms of subscription to IF – Ingegneria Ferroviaria***712****Fornitori di prodotti e servizi****713****Condizioni di Associazione al CIFI****720**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 elettronico accettato dalla redazione, preferibilmente 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: +39.06.4742987 – 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 an electronic format accepted by the editorial staff, preferably 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: +39.06.4742987 – Fax: +39.06.4742987 – e-mail: redazioneif@cifi.it



Impianti automatici con trazione a fune per trasporti urbani: modellazione dei rulli per la verifica del consumo energetico

Cable driven Automated People Movers for urban applications: modelling the roller for investigating energy consumption

Dott. Ing. Mattia NAVONE^(*)
 Prof. Ing. Bruno DALLA CHIARA^(*)
 Ing. Sergio BLENGINI^(**)
 Ing. Ermanno VAIR^(**)

Sommario - L'importanza degli impianti automatici con trazione a fune per il trasporto urbano, anche definiti APM (Automated People Movers) a fune, è notevolmente cresciuta negli anni recenti, raggiungendo questi ultimi potenzialità fino a 8000-9000 passeggeri all'ora per direzione. Tale interesse è anche dovuto al loro consumo energetico specifico, quindi per passeggero al km, indubbiamente competitivo poiché non necessitano di motore a bordo né, di conseguenza, di trasmissione meccanica alle ruote o di una struttura adeguata per tali carichi; questo approccio lascia la trasmissione della potenza ad un componente meccanico con poca inerzia al moto, quale una fune d'acciaio.

Tuttavia, in ogni impianto di trasporto basato su una o più funi di trazione, una quantità significativa delle perdite di energia proviene dai rulli e dalle relative rulliere, in particolare dall'interazione fra la fune metallica e la gomma sui rulli; perciò, il poter quantificare e, possibilmente, ridurre il loro contributo alle perdite di energia può generare un effetto positivo sulle prestazioni energetiche generali degli APM. La temperatura della gomma aumenta quando è sottoposta a carichi ciclici; ciò è dovuto alle perdite per isteresi ed alla bassa conduttività termica della gomma.

Questo documento presenta una nuova procedura per valutare la generazione di calore nel rullo con anello in gomma. Detta procedura consiste nel valutare la perdita per isteresi, dunque l'energia dissipata all'interno della striscia di gomma, mediante una procedura analitica. Il

Summary - The importance of cable driven APMs (Automated People Movers) has become much higher in the recent years, for hourly capacities up to nearly 8-9 thousand passengers per direction. This is due also to their undeniably competitive energy consumption per passenger and per km since they do not need to be provided with a motor on board and – consequently – neither the mechanical transmission to the wheels nor a structure suitable for such weights; this leaves power transmission to a mechanical component with small inertia, such as a steel wire rope.

However, in any rope transport system based on a carrying-hauling rope, a relevant part of energy losses comes from the interaction between the metal rope and the rubber on rollers. So, having the possibility to quantify and, possibly, reduce their contribution to energy losses may result in positive effect on the overall energy performance of APMs. The temperature of rubber increases under cyclic loads; this is due to hysteresis losses and low rubber thermal conductivity.

This paper presents a new procedure to assess the generation of heat in the ropeway roller with rubber band. The procedure consists in assessing hysteresis loss, i.e. the dissipated energy within the rubber band, by an analytical procedure. The model works with a limited number of data and without direct experimental measures on the rubber compound, which would be hardly feasible in practice. The dissipated energy obtained was used as an input for steady state thermal analysis. Verification of the proposed proce-

^(*) Politecnico di Torino, Ingegneria – Dip. DIATI-Trasporti.

^(**) Dimensione Ingegnerie Srl, Torino.

^(*) Politecnico di Torino (I), Ingegneria – Dept. DIATI-Transport systems.

^(**) Dimensione Ingegnerie srl, Torino (I).

modello opera con un numero limitato di dati e senza misure sperimentali sulla miscela di gomma, che sarebbe quasi impossibile eseguire nella pratica. L'energia dissipata ottenuta è stata utilizzata come input per un'analisi termica in condizioni stazionarie. La verifica della procedura proposta è stata eseguita confrontando i risultati della simulazione con i dati ottenuti per via sperimentale durante le prove periodiche che sono state eseguite in vari impianti.

Questo modello consente di ottenere un valore preliminare per quanto attiene al consumo energetico effettivo dei rulli, al fine di fornire un miglior confronto fra vari sistemi di trasporto urbani in termini di consumo energetico.

1. Introduzione

L'esperienza in tema di impianti automatici con trazione a fune (APM a fune) è relativamente limitata, poiché ad oggi non sono stati realizzati numerosi impianti. Tuttavia, l'esperienza accumulata è sufficiente per tracciare alcuni principi essenziali e per guidare la progettazione di detti sistemi di trasporto. La loro importanza è oggi molto più significativa che in passato per via della loro notevole competitività per quanto attiene al consumo energetico per passeggero al km, poiché non necessitano di motore a bordo né, di conseguenza, di trasmissione meccanica alle ruote o di una struttura adeguata per reggere i relativi carichi; la trasmissione della potenza è lasciata ad un componente meccanico con poca inerzia al moto, quale una fune in acciaio. Pertanto tali impianti presentano una notevole attrattiva anche dal punto di vista ambientale, poiché il motore e le relative emissioni di rumore possono essere confinate in una zona protetta, la stazione. Nessun'altro sistema di trasporto motorizzato è altrettanto competitivo in termini di consumo energetico e le emissioni di rumore quanto gli APM [1].

In un impianto con trazione a fune, una parte importante delle perdite di energia proviene dai rulli, in particolare dall'interazione fra la fune metallica (in acciaio) e la puleggia o la banda in gomma sul singolo rullo [2] [3]. Le perdite energetiche rimanenti sono originate dalla deformazione della fune durante le fasi di contatto [4], dall'interazione aerodinamica del vento con l'impianto (fune e veicolo) e dall'efficienza del gruppo motore-trasmissione. Alcuni dettagli possono essere utili a chiarire la questione: la perdita di energia su ogni rullo non è molto elevata, poiché ammonta a poche centinaia di Watt, rispetto alle centinaia di kilowatt richiesti dalla potenza di un motore. Tuttavia, in un impianto si possono contare centinaia di rulli ed è per questo che i rulli sono così importanti, soprattutto in un impianto urbano che funzioni in servizio continuativo durante tutta la giornata e tutto l'anno. Per esempio, in una cabinovia in esercizio, la Aosta-Pila, dalla progettazione della linea si può osservare che circa l'80% degli assorbimenti energetici è generato dalle perdite energetiche dei rulli [5]. In una semplice seggiovia, il consumo energetico associato ai rulli è pari circa all'85%, conside-

re was performed by comparing the simulation results to the data obtained experimentally during the periodical tests that have been developed in various plants.

This model allows obtaining a preliminary value about the actual roller energy consumption, in order to provide a better comparison between different urban transport systems in terms of energy consumption.

1. Introduction

The experience concerning the cable driven APMs is relatively limited, since the plants completed up to now are not very numerous. Nevertheless, the accumulated experience is sufficient to trace some main principles and guide the general engineering and design of such transport systems. Their importance is nowadays much higher also because of their highly significant competitive energy consumption per passenger and per km, as there is no need to install a motor on board, and – consequently – neither the transmission to the wheels nor a structure suitable for related weights, leaving the power transmission to a mechanical transmission with small inertia, such as a steel wire rope. Therefore, such installations are quite attractive also on the environmental viewpoint, since the engine and the relevant noise emissions can be segregated in a protected area. No other motorised means of transport are as competitive in terms of energy consumption and noise emissions as the rope-based APM [1].

In a ropeway system based on a carrying-hauling rope, a significant part of the energy losses comes from rollers, in particular from the interaction between the metallic rope (steel-wire rope) and the sheave or the rubber [2] [3] on the roller assembly. The remaining energy losses originate from the wire deformation during the contact [4], from the aerodynamic interaction of the wind with the line (both rope and vehicles) and from the efficiency of the transmission-engine unit. Some further details may be useful to clarify this issue: energy loss for each roller is not very high, since it has a magnitude of a few hundred Watts, when compared to the hundred kilowatts required for the electric motor power. However, hundreds of rollers can be counted in a plant and this is why rollers are so important, especially for an urban system which is running in continuative service throughout the day and the year. For example, in an operating gondola ropeway, the Aosta – Pila, we can observe from the line design that approx. 80% of energy requirements are due to roller energy losses [5]. In a simple chairlift, the energy consumption associated to the rollers is approx. 85%, always looking at line design⁽¹⁾ [6]. Further information will be provided in the following paragraphs.

The main purpose of this paper is to investigate the nature of the issue generating a functional analytical model

⁽¹⁾ Data obtained with the SIF (software package for calculating rope installations), in empty plant and steady state configuration.

rando sempre la progettazione della linea⁽¹⁾ [6]. Ulteriori informazioni vengono fornite nei paragrafi seguenti.

Scopo principale di questo documento è indagare sulla natura del problema generando un modello funzionale analitico con un numero limitato di dati e senza sperimentazione diretta sul rivestimento dei rulli, il che sarebbe difficile da eseguire in pratica. Questo modello permette di generare un valore preliminare che riguarda l'effettivo consumo energetico dei rulli, al fine di fornire un miglior confronto fra i vari sistemi di trasporto urbano dal punto di vista dei consumi energetici. Le perdite per isteresi corrispondono alla dissipazione energetica derivante dalla gomma, che si converte principalmente in calore [7] [8]. Questo fenomeno, ben noto, si definisce *heat build-up* che, nel materiale in gomma, avviene quando viene esposto a sollecitazioni di compressione durante il funzionamento.

A dimostrazione dell'estensione di un tale fenomeno, potremmo dire, seguendo i requisiti normativi europei per gli impianti a fune⁽²⁾, che ogni rullo di un impianto dissipa convenzionalmente 600 Watt ogni ora⁽³⁾. Si tratta di una grande quantità di energia, considerando che in un impianto a fune vi sono centinaia di rulli (ovvero, da qualche decina a qualche centinaia per km e per direzione), come citato. Dalle misure ottenute durante le prove periodiche, si rileva che tale valore non è confermato da riscontri pratici.

Qui di seguito si riassume il concetto principale del procedimento (fig. 1), e si presenta una sintesi dei risultati di questa attività.

2. La teoria: rulli, contatto fra superfici e materiale

La pressione fra i singoli rulli e la fune nonché l'usura dei primi non risultano analizzati nella relativa letteratura, secondo le ricerche su Scopus e in rete [9]. Per i rulli utilizzati negli impianti asserviti a comprensori sciistici, il consumo energetico e l'usura non costituiscono il requisito più importante; in questi impianti con trazione a fune l'affidabilità ed il comfort dei passeggeri corrispondono oggi alla qualità desiderata.

Le norme tecniche forniscono informazioni sul consumo energetico dei rulli; esse stabiliscono che deve essere *calcolato come il 3% del carico verticale*⁽⁴⁾ [10] se la fa-

which requires a limited number of data and without direct experimentation on the rubber compound, which would be hardly feasible in practice. This model will produce a preliminary value regarding the actual roller energy consumption, in order to provide a better comparison between different urban transport systems on an energy consumption viewpoint. Hysteresis losses correspond to energy dissipation from the rubber, which is primarily converted into heat [7] [8]. This well-known phenomenon is called heat build-up, which – in a rubber material – occurs as this is exposed to any compressive stress during its operation.

As an evidence of the magnitude of such issue, we could say – by following European requirements for cableway installations⁽²⁾ – that each roller of a system conventionally wastes 600 Watt per hour⁽³⁾. This is a large amount of energy, considering that there are, at least, hundreds of rollers in a ropeway (e.g. some tens up to a few hundred/km per direction), as mentioned. From measures made during periodic tests, we know that this value is not confirmed by practical findings.

A resume of the process (fig. 1), the main ideas and results of this work are synthesised hereafter.

2. The theory: rollers, contact between surfaces and material

Pressure and wear between single rollers along the line and the rope does not result to be investigated at all in the literature, according to searches on Scopus and on the web [9]. For rollers used on ski resort cableways, energy consumption and wear are not the most significant requirement; in these rope installations reliability and passenger comfort correspond to the desired quality.

Technical rules provide information about roller energy consumption; they state that it must be calculated as 3% of the vertical load⁽⁴⁾ [10] if the band is made of rubber compound. This is a conventional value, given also by the older Italian regulations⁽⁵⁾. So, as we will discover in the following paragraphs, it is an extremely safe-side value which is good for the ropeway design, but too high for an actual comparison among various urban transport systems from the energy viewpoint.

One of the most important papers for developing our model is "Prediction of heat generation in rubber or rub-

⁽¹⁾ Dati ottenuti con SIF (pacchetto software per il calcolo degli impianti a fune), in configurazione di impianto non carico ed a regime.

⁽²⁾ UNI EN 12930, Requisiti di sicurezza per gli impianti a fune progettati per il trasporto di persone.

⁽³⁾ Con velocità della fune di 4.5 m/s, carico= 4500 N, diametro rulli = 450 mm.

⁽⁴⁾ UNI EN 12930: 2007 "Requisiti di sicurezza per gli impianti a fune progettati per il trasporto di persone - Calcolo"; in Italia, D.D. n. 337 - 16.11.2012, "Disposizioni e prescrizioni tecniche per le infrastrutture degli impianti a fune adibiti al trasporto di persone".

⁽²⁾ UNI EN 12390, Safety requirements for cableway installation to carry persons

⁽³⁾ With rope speed of 4.5 m/s, load = 4500N, roller diameter = 450 mm.

⁽⁴⁾ UNI EN 12930:2007, "Safety requirements for cableway installation designed to carry persons. Calculation"; in Italy, D.D. n. 337 - 16.11.2012, "Disposizioni e prescrizioni tecniche per le infrastrutture degli impianti a fune adibiti al trasporto di persone".

⁽⁵⁾ D.M. 8 Marzo 1999 n. 58. "Prescrizioni tecniche speciali per le funivie monofuni con movimento unidirezionale continuo e collegamento temporaneo dei veicoli".

scia è costituita da una miscela di gomma. Si tratta di un valore convenzionale, che è anche fornito anche nei regolamenti preesistenti in Italia⁽⁵⁾. Così, come emergerà nei paragrafi che seguono, si tratta di un valore che si pone molto dalla parte della sicurezza; ciò è ottimo per la progettazione dell'impianto a fune, ma è troppo elevato per un effettivo confronto fra sistemi di trasporto urbani in termini energetici.

Uno degli articoli più importanti per lo sviluppo del nostro modello è "Prediction of heat generation in rubber or rubber-metal spring" by BANIČ, M. S., et al. [7]. Questo modello descrive la generazione di calore per una molla di gomma soggetta a carichi di compressione.

Il comportamento della gomma è condizionato da elementi esogeni; esso può dipendere dalla frequenza e dalla intensità del carico, dai vincoli al contorno, dal tempo d'impiego pregresso e dalla temperatura dell'ambiente. Pertanto nella presente valutazione vi è un certo margine di errore; si rileva tuttavia che i risultati sono incontrovertibili.

2.1. Rulli

I rulli svolgono una funzione importante nel movimento della fune; oltre ad essere necessari per accompagnare la fune lungo il profilo progettato, essi influenzano il comfort dei passeggeri, il consumo energetico e l'usura della fune.

L'anello in gomma avvolge il corpo centrale del rullo (fig. 2): la sua forma presenta alcune dimensioni definite dalle norme europee, che sono state assimilate in Italia⁽⁶⁾. Fino ad alcuni anni fa, i requisiti normativi italiani sugli impianti a fune comportavano prescrizioni più restrittive sulla forma del rivestimento, ma sono ora superati; dall'inizio di questo secolo, le norme europee hanno fornito indicazioni sulla forma dei rulli al fine di prevenire lo scarrucolamento della fune portante-traente. In particolare, essi riguardano la profondità della gola sulla quale scorre la fune, le dimensioni minime della fascia in gomma – in relazione al diametro della fune – e l'altezza dei bordi dei rulli dalla superficie in gomma.

⁽⁵⁾ D.M. 8 marzo 1999, n. 58. "Prescrizioni tecniche speciali per le funivie monofuni con movimento unidirezionale continuo e collegamento temporaneo dei veicoli".

⁽⁶⁾ Cfr. nota n° 4.

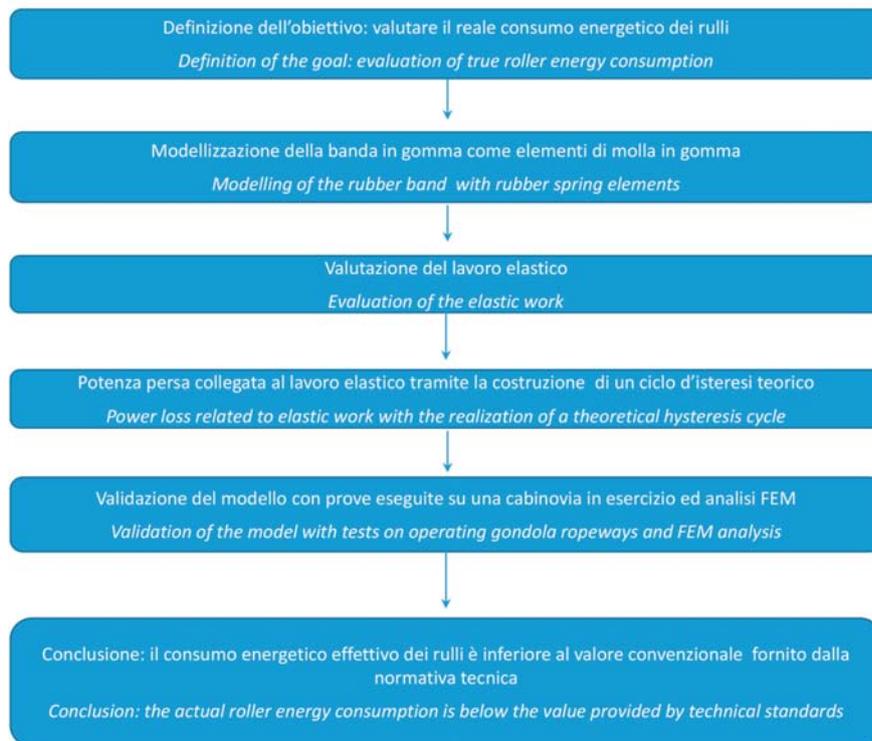


Fig. 1 - Diagramma di flusso del processo utilizzato.
Fig. 1 - Flow diagram of the used process.

ber-metal spring" by BANIČ, M.S., et al. [7]. This work describes heat generation for a rubber spring subject to compression load.

The behaviour of rubber is conditioned by exogenous elements. It may depend on the frequency and magnitude of the load, on the constraints, age and environmental temperature. Therefore, we have a certain range of error in our assessment, but as we will discover, the results are incontrovertible.

2.1. Rollers

Rollers play a significant role in the ropeway motion; besides being necessary to accompany the rope along the designed profile; they influence passengers comfort, the energy consumption and rope wear.

The Rubber liner encloses the central body (fig. 2): its shape has some dimensions dictated by the European standards, which were assimilated in Italy⁽⁶⁾. Some years ago, the Italian requirements on rope installations involved more restrictive prescriptions about the liner shape, which are now out of date; the European ones, since the beginning of this century, have provided advice about the shape of the rollers in order to prevent hauling rope derailment. In

⁽⁶⁾ See footnote n. 4

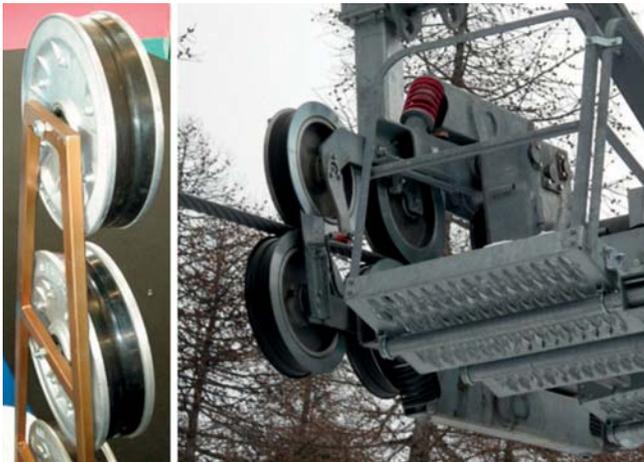


Fig. 2 - Esempio di rulliere con relativi rivestimenti di gomma.
Fig. 2 - Example of roller assemblies with related rubber liners.

Il rivestimento dei rulli è costituito da gomma naturale o sintetica, che normalmente deriva dalla stessa miscela utilizzata per gli pneumatici degli autoveicoli. Inoltre, essa deve essere resistente all'usura ed all'olio: evidentemente, l'anti-usura non può essere garantita per l'intera vita di servizio dell'impianto; proprio come per gli pneumatici delle autovetture, i rivestimenti devono essere periodicamente sostituiti⁽⁷⁾.

La forma del rivestimento deve essere ottimizzata al fine di garantire il passaggio sia della fune sia del veicolo, anche quando la cabina è soggetta a notevoli oscillazioni (0,2 rad).

Le prescrizioni tecniche europee non specificano alcun materiale per il rivestimento dei rulli; consigliano solo un limite superiore per il modulo di Young ($E < 5000$ MPa), quindi vi può essere spazio per ulteriori ricerche in questo ambito.

Le dimensioni della sezione trasversale del rivestimento, la differenza di diametro fra il mozzo e l'anello interno del rivestimento, come pure il precarico sul rivestimento stesso dovuto ai bordi laterali devono essere conformi alle specifiche del fornitore.

I costruttori della banda in gomma forniscono consigli sui carichi dei rulli, ma i costruttori dei rulli non sono tenuti a seguirli. Se si prende in considerazione una sezione di rulli realizzata da progettisti di impianti a fune, quali Leitner – comprensiva dell'Agudio – e Doppelmayr, si nota che sono tutte differenti, anche qualora il costruttore della puleggia sia il medesimo [11].

Poiché non si hanno dati sull'usura, non è possibile stabilire se le dimensioni della sezione trasversale del rivestimento siano ottimizzate per il consumo energetico.

particular, they regard: rope groove depth, rubber band minimum dimensions – related to the rope diameter – and the height of the flanges from the rubber band.

Natural or synthetic rubber constitutes the roller liner, normally derived from the same chemical compound used for car tyres. Furthermore, it must be wear and oil proof: obviously, wear-proofs cannot be ensured for the entire service life of the system; just as the car tyres, liners must be replaced periodically⁽⁷⁾.

The liner shape must be optimized in order to allow for the passage of both the rope and the vehicle, also when the car is highly tilted (0.2 rad).

The European technical prescriptions within standards do not specify any material for the roller liner; they only recommend an upper limit for the Young modulus ($E < 5000$ MPa), so there might be room for further research in this field.

The cross-section dimension of a liner, the diameter difference between the hub and the liner inside ring as well as the preloading of the liner due to side flanges must comply with the supplier's specifications.

The Rubber band (liner) manufacturers provide advice on roller load, but the manufacturers of the rollers are not obliged to follow them. If we look at roller section developed by the designers of rope installations – as Leitner (including Agudio), and Doppelmayr – they are all different, also if the sheave manufacturer is the same [11].

Since we have no data on wear, we cannot state whether or not the liner cross section dimension is optimized for energy consumption. Though, we believe the manufacturer found a compromise between wear, energy dissipation and material usage: a larger rubber band calls for a bigger metal roller, which has greater inertia. The height of the rubber band can be reduced, thus containing energy consumption, but this would increase the surface pressure and – consequently – the wear of the rubber. Theoretically, with infinite width no energy losses are expected, but it is easy to understand that issues may emerge with the assembly, the construction, maintenance and the rope constraints. Furthermore, we know that stress distribution goes down from the application surface at 45 degrees: a liner section exceeding such constraint would only be a waste of material.

2.2. Theory of the contact

The main cause of energy consumption in empty rope installations, i.e. without any kind of cargo, is associated – most of all – to the roller assemblies or sheaves. If we think at a theoretical cableway plant which links two points on the territory (bottom and top of a hill), without wind inter-

⁽⁷⁾ Semperit AG dichiara che i propri prodotti possono garantire almeno 30,000 km.

⁽⁷⁾ Semperit AG declares that their products can provide at least 30 000 km.

Tuttavia, riteniamo che il costruttore abbia trovato un compromesso fra usura, dissipazione di energia ed utilizzo di materiale: una fascia di gomma più grande richiede un rullo metallico più grande, che crea anche maggiore inerzia. L'altezza della fascia di gomma può essere ridotta, limitando così il consumo energetico, ma ciò farebbe aumentare la pressione di superficie e, di conseguenza, l'usura della gomma. Teoricamente, non si prevedono perdite con una larghezza infinita; è però facile comprendere che possono generarsi inconvenienti con i vincoli associati alle rulliere, alla costruzione, alla manutenzione ed alla fune. Inoltre, si sa che la distribuzione delle sollecitazioni scende a partire da una superficie d'applicazione a 45°; una sezione di rivestimento superiore a tale valore non sarebbe altro che uno spreco di materiale.

2.2. La teoria del contatto

La causa principale del consumo energetico in un impianto a fune a vuoto, ovvero senza alcun tipo di carico, è associata soprattutto ai rulli. Se si pensa a un impianto teorico che colleghi due punti (fondo e cima di una collina) senza interazione del vento e con un motore ideale, dopo la fase di accelerazione non avrebbe consumo energetico apprezzabile. Tuttavia, in un impianto reale, almeno *tre quarti dell'energia fornita* sono associati alle perdite dei rulli. La gran parte di tali perdite è dovuta all'*attrito fra i rulli e la fune*; le perdite rimanenti possono essere attribuite agli attriti nella trasmissione di potenza e alla resistenza al moto dell'aria.

L'attrito per i materiali elastomerici è stato ampiamente studiato. Le prove sperimentali indicano che il *coefficiente d'attrito* è influenzato da vari fattori, quali la velocità, la pressione locale, la temperatura, la ruvidità della superficie.

Allo stato dell'arte, si è potuta valutare la relazione di cui sopra fra il coefficiente di attrito ed alcuni parametri solo in via sperimentale. Tutto ciò a causa del fatto che non esiste ancora una teoria in grado di spiegare il fenomeno nel suo insieme. La comunità scientifica riconosce che il valore del coefficiente di attrito proviene da due cause separate, una che si origina dal ciclo d'isteresi della miscela di gomma e l'altra dalla forza di adesione fra le due superfici in contatto. A nostra conoscenza, nessuna teoria esistente è riuscita finora a combinare questi due aspetti fondamentali.

Nessuna formula è disponibile per valutare il coefficiente di attrito di rulli su impianti di trazione a fune. Tutto ciò che è a disposizione è un valore standard fornito come raccomandazione tecnica, che però non tiene conto di parametri geometrici o fisici.

Questo lavoro si basa sull'ipotesi che tutte le perdite di energia siano date dalle deformazioni della gomma e quindi dal ciclo di isteresi. Non ci attendiamo che tale modello sia perfettamente accurato; il suo obiettivo principale, all'inizio, è stato di fornire uno strumento adatto a

action and with an ideal engine, after the acceleration phase, it would have no appreciable energy consumption. Nevertheless, in an actual plant, at least three quarters of the energy supply are associated to roller losses. Such losses are given by the friction between the rollers and the rope; the remaining ones can be attributed to the frictions in the power transmission and to the air drag.

Friction for the elastomeric material has been widely studied. Experimental evidence shows that a great number of parameters influence the friction factor, such as the speed, the local pressure, the temperature, the surface roughness.

At the state of art, the aforementioned relationship between the friction factor and some parameters could be assessed only via experimental ways. This occurs because a theory that could explain the entire phenomenon does not exist yet. The scientific community acknowledges that the friction factor value comes from two separated causes, one that originates from the hysteresis cycle of the rubber compound, and the other one from the adhesion force between the two surfaces in contact. To our knowledge, no existing theory has so far managed to combine these two fundamental aspects.

No formula is available for rollers on ropeways to estimate the friction coefficient. All we have is a standard value provided by a technical recommendation, which though does not take into account any geometrical or physic parameters.

This paper is based on the assumption that all energy losses are given by rubber deformations and then from the hysteresis cycle. Such model is not expected to be perfectly accurate; its main goal, at the beginning, was to provide a tool that could compare viable configurations. When all experimental data were collected, we could understand that it could assess the magnitude of the issue with significant accuracy.

2.3. Definition of the material

The properties of the material are very difficult to assess. The rubber used on roller liners is vulcanized and added with fillers; it is compressed during the assembly stage to be pre-stressed when mounted. Table 1, shows the properties for our rubber compound, provided by the liner manufacturer.

As we can see, it sets only upper or lower limits; the too many variables prevent from calculating the exact properties of the material, but later in our paper we have adopted and motivated the implementation of specific values.

Other essential information is that Young's modulus of a mounted roller has an average value equal to 80 MPa⁽⁸⁾ [11].

⁽⁸⁾ EN 12930:2007, Safety Requirements For Cableway Installations Designed To Carry Persons – Calculations.

confrontare configurazioni realizzabili. Una volta raccolti tutti i dati sperimentali, si è potuta valutare l'estesa questione con elevata precisione.

2.3. Definizione del materiale

È stato alquanto difficile valutare le proprietà del materiale. La gomma utilizzata sui rivestimenti dei rulli è vulcanizzata e con l'aggiunta di additivi. La gomma è compressa nella fase di assemblaggio e pre-tensionata quando montata. La tabella 1 indica le proprietà della nostra miscela di gomma, così come fornite dal costruttore del rivestimento.

Come si può vedere, la tabella 1 definisce solo limiti superiore o inferiore; le variabili troppo numerose impediscono il calcolo delle le proprietà esatte del materiale. Tuttavia, nel seguito del nostro documento abbiamo adottato e motivato l'utilizzo di valori specifici.

Un'informazione essenziale è che il modulo di Young di un rullo montato ha un valore medio uguale a 80 MPa⁽⁸⁾ [11].

3. Il modello

3.1. Il modello impiegato

Questo modello è stato originariamente sviluppato al fine di analizzare e migliorare la forma del rivestimento di gomma per rulli innovativi da utilizzare su un nuovo APM, ovvero il "CableSmart" [1], chiamato anche "rullo per impieghi speciali". Ciò che possiamo perseguire è la valutazione degli effetti della variazione di larghezza e di altezza della sezione.

L'obiettivo è stato trovare un modello semplice che potesse valutare la questione con buona approssimazione, come sarà delineato qui di seguito. Soprattutto, è stato necessario un modello in grado di valutare il valore del consumo energetico; dati più precisi saranno forniti mediante esperimenti.

Ci si è basati su una sorta di modello molla-smorzatore [12, 13, 14, 15, 16]. La superficie del rullo è modellata come un assieme di un numero infinitesimo di molle di gomma di sezione rettangolare, posizionate sull'intera circonferenza del rullo. Come prima approssimazione, le perdite di energia dipendono dal ciclo d'isteresi della gomma (fig. 3). La perdita di lavoro è proporzionale al

⁽⁸⁾ UNI EN 12930:2007, Requisiti di sicurezza per gli impianti a fune progettati per il trasporto di persone – Calcoli.

TABELLA 1 – TABLE 1

Gomma per rulli utilizzata su impianti a fune: caratteristiche principali del polimero SBR ISO 1629
Rubber for rollers used on rope installations: polymer SBR ISO 1629 main features

Polimero SBR ISO 1629 Polymer SBR ISO 1629			
Proprietà Property	Unità Unit	Requisito Requirement	Metodo di prova Test method
Durezza Hardness	Shore A	81 ± 4	DIN 53 505
Densità Density	g/cm ³	1,20 ± 0,03	EN ISO 1183-1
Sollecitazione di trazione Tensile strength	N/mm ²	≥ 13.0	DIN 53504-S2
Allungamento a rottura Elongation at break	%	≥ 120	DIN 53504-S2
Cambiamento di durezza Change of hardness	Shore A	≤ -10	DIN 53 505
Cambiamento di volume Change of volume	%	≤ 20	DIN ISO 1817

3. The model

3.1. Used model

This model has been originally developed in order to analyse and improve the rubber liner shape for innovative rollers to be used on a new APM, namely: the "CableSmart" [1], also called "special purpose roller". What we can pursue is to evaluate the effects of the variation of width and height of the section.

Our goal was to find a simple model that could assess the issue with good approximation, – as it will be outlined hereinafter. We mainly needed a model to assess the magnitude of energy consumption; more accurate data will be provided by experiments. It has been based on a sort of spring-dashpot model [12, 13, 14, 15, 16]. The surface of the roller is modelled like an assembly of an infinitesimal number of rubber springs with rectangular section, placed on the whole roller circumference. As a first approximation, the losses of energy depend by the rubber hysteresis cycle (fig. 3). Work loss is proportional to the square of deformation, except for a constant value [12, 14, 17].

The analysis does not take into account the vibration issue [18]. In this specific context, the rope is considered as a full metallic cylinder, with no local deformation on it.

Using a model of parallelepiped rubber spring (fig. 4), we could obtain deformation and elastic work, when we know only the section liner geometry and load. Formulas are borrowed from "Manuale degli organi delle macchine" [19], in the rubber spring section.

Displacement for each spring element (s is along the z axis, as in fig. 5, and parallel to L₀ in fig. 4; so is the force F) is calculated as:

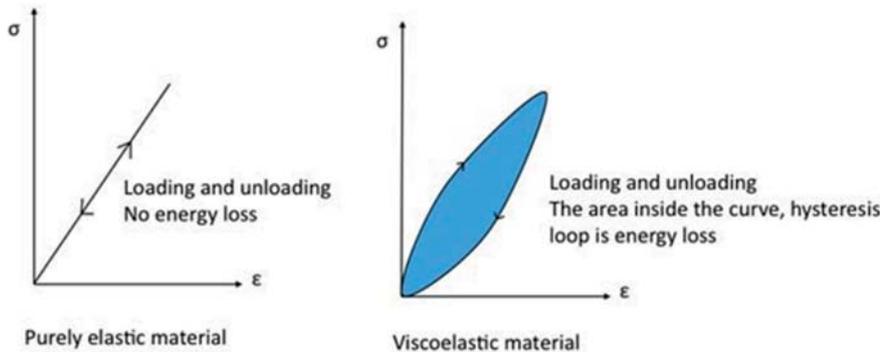


Fig. 3 - Materiali elastici e viscoelastici.
Fig. 3 - Elastic vs. Viscoelastic materials.

quadrato di deformazione, salvo per un valore costante [12, 14, 17].

L'analisi non tiene conto delle vibrazioni [18]. In questo specifico contesto, la fune è considerata un cilindro metallico completo, senza deformazioni locali su di esso.

Utilizzando un modello di molla di gomma a parallelepipedo (fig. 4), abbiamo potuto ottenere deformazione e lavoro elastico conoscendo solo la geometria del rivestimento della sezione e il carico. Le formule sono tratte dal "Manuale degli organi delle macchine" [19], nella sezione che riguarda la sezione della molla di gomma.

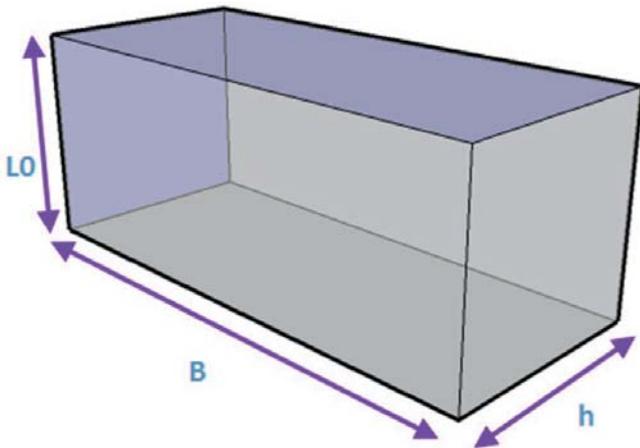


Fig. 4 - Elemento infinitesimale rettangolare.
Fig. 4 - Rectangular infinitesimal element.

Lo spostamento per ogni elemento della molla (s è lungo l'asse z, come in fig. 5, e parallelo a L₀ in fig. 4; così la forza F) è calcolato come:

$$\text{displacement } s = \frac{F \cdot L_0}{B \cdot h \cdot E \cdot k'}$$

Per il lavoro elastico:

$$\text{elastic work } W = \frac{\sigma^2 \cdot B \cdot h \cdot L_0}{2 \cdot E \cdot k'}$$

$$\text{displacement } s = \frac{F \cdot L_0}{B \cdot h \cdot E \cdot k'}$$

For the elastic work:

$$\text{elastic work } W = \frac{\sigma^2 \cdot B \cdot h \cdot L_0}{2 \cdot E \cdot k'}$$

$$\sigma = \frac{F}{B \cdot h}$$

Springs are located all over a circumference (fig. 5). Every rubber spring has a different load. We assume that the contact patch between the rope and the roller is like a circle crossed with a horizontal plane. The issue, at its first stages, can be considered in 2D, because the rubber deformation against the ideal plane would not change throughout the depth of the wheel.

The contact patch, whose length is unknown, is discretized in many "infinitesimal" elements (width dx=0.1 mm). Every element is a rubber spring with its own deformation.

Displacement following the circumferential shape is a further assumption. We will find the maximum displacement and the contact patch length with an iterative method.

A circle of radius R centred in the origin of a Cartesian reference system is described by the equation:

$$x^2 + z^2 = R^2$$

Considering the portion of the circle in the first quarter of the Cartesian reference system, we can write:

$$z = \sqrt{R^2 - x^2}$$

We know also the load over the roller, equal to 4500 Newton. This derives from a preliminary calculation for the "CableSmart" roller.

We need to find a proper contact patch length (L). Due to the symmetry of the problem, we work only on the first quarter of a Cartesian plane. For this reason, we consider only half load (2250N).

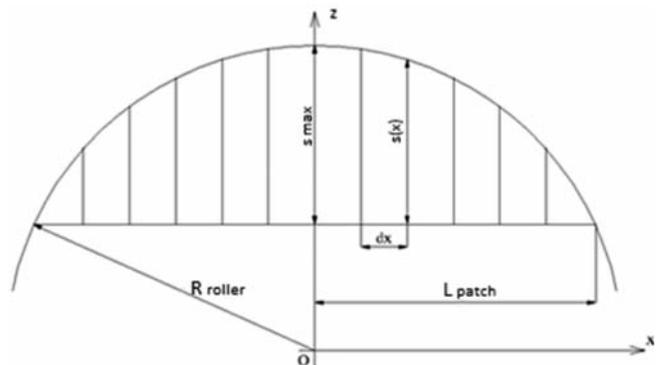


Fig. 5 - Disposizione di elementi sulla circonferenza.
Fig. 5 - Elements disposition over the circumference.

$$\sigma = \frac{F}{B \cdot h}$$

Le molle sono posizionate tutto attorno a una circonferenza (fig. 5). Ogni molla di gomma ha un carico differente. Supponiamo che l'area di contatto fra la fune e il rullo sia come una circonferenza tracciato con un piano orizzontale. La questione, nelle sue prime fasi, può essere presa in considerazione in 2D, poiché la deformazione della gomma rispetto alla superficie ideale non cambia per tutta la profondità della ruota.

L'area di contatto, di cui non si conosce la lunghezza, è discretizzata in molti elementi "infinitesimali" (larghezza $dx=0.1$ mm). Ogni elemento è una molla di gomma con la propria deformazione.

Lo spostamento che segue la forma circonferenziale è un'ipotesi successiva. Troveremo il massimo spostamento e la lunghezza dell'area di contatto con un metodo iterativo.

Una circonferenza di raggio R centrata sull'origine del sistema di riferimento cartesiano è descritta dall'equazione:

$$x^2 + z^2 = R^2$$

Considerando la parte della circonferenza nel primo quarto del sistema di riferimento cartesiano, è possibile scrivere:

$$z = \sqrt{R^2 - x^2}$$

Si conosce anche il carico sul rullo, che è uguale a 4500 Newton. Ciò deriva da un calcolo preliminare per il rullo "CableSmart".

È necessario trovare una lunghezza appropriata dell'area di contatto (L). Per via della simmetria del problema, si lavora solo sul primo quarto del piano cartesiano. Per questa ragione, si considera solo metà del carico (2250 N).

Utilizzando un metodo iterativo, si incomincia con una lunghezza di contatto ipotetica e si trova la deflessione massima, mediante:

$$\vartheta = \sin^{-1} \frac{L_{patch}}{R_{roller}}$$

ϑ è l'angolo che comprende l'arco della circonferenza.

$$s_{max} = R_{roller} - R_{roller} \cdot \cos \vartheta$$

Così, è possibile calcolare lo spostamento di tutti gli elementi infinitesimali.

$$s = z - R_{roller} + s_{max}$$

Si può adesso valutare la forza necessaria per avere questo spostamento su ogni piccolo elemento:

Using an iterative method, we start with a hypthetic contact length and find the max deflection, by:

$$\vartheta = \sin^{-1} \frac{L_{patch}}{R_{roller}}$$

ϑ is the angle that includes this circumference arc.

$$s_{max} = R_{roller} - R_{roller} \cdot \cos \vartheta$$

Thus, we can calculate displacement of all infinitesimal elements:

$$s = z - R_{roller} + s_{max}$$

We can now estimate the force needed to have this displacement on every little element:

$$F = \frac{s \cdot B \cdot h \cdot E \cdot k'}{L_0}$$

where we know all data, except F and k' .

k' is a form factor that depends on how the material is constrained (all sides constrained would make $k'=\infty$), from geometry and Shore hardness of the rubber compound. It is an Elastic Modulus multiplier.

In our case, we have a chart that links the Young modulus with the form factor (fig. 6)[19]. Therefore, through a quadratic regression, we find k' in our configuration; k' takes into account that elements are constrained one to each other's and by the side from metallic flanges.

We find k' equal to 2.90414.

Now we have all the forces acting on the elements, then we add them along the contact patch.

The model is correct when the force sum is close to 2250 N.

The results for a standard roller are reported in table 2.

The results for special purpose rollers are reported in table 3.

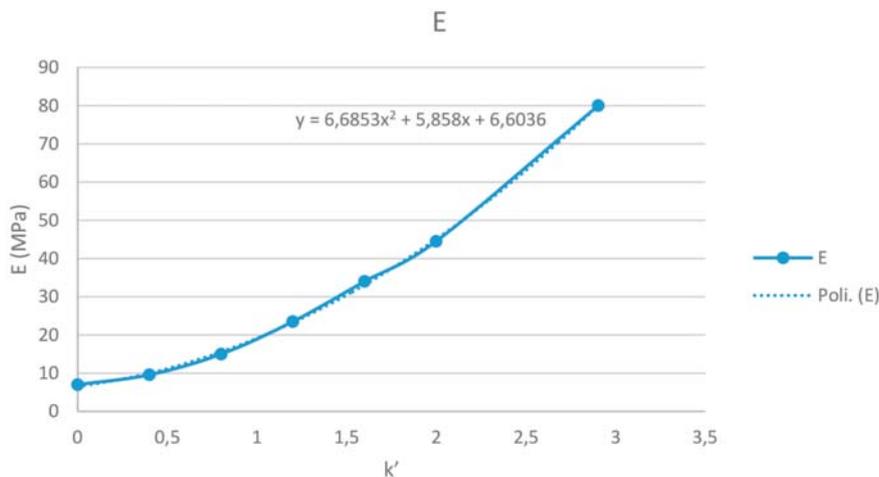


Fig. 6 - Grafico di k' in funzione del modulo E.
Fig. 6 - Chart of k' in function of E modulus.

$$F = \frac{s \cdot B \cdot h \cdot E \cdot k'}{L_0}$$

ove si conoscono tutti i dati, salvo F e k' .

k' è un fattore di forma che dipende da come è vincolato il materiale (tutti i lati vincolati renderebbero $k'=\infty$), dalla geometria e dalla durezza Shore del componente di gomma. È un moltiplicatore del Modulo Elastico.

Nel nostro caso, abbiamo un grafico che collega il modulo di Young al fattore di forma (fig. 6) [19]. Perciò, mediante una regressione quadratica, troviamo k' nella nostra configurazione; k' tiene in considerazione che gli elementi sono vincolati l'uno all'altro lateralmente dai bordi metallici delle rulliere.

Riscontriamo che k' è uguale a 2.90414.

Adesso si conoscono tutte le forze che agiscono sugli elementi, le si aggiungono quindi lungo l'area di contatto.

Il modello è corretto quando la *somma delle forze si avvicina a 2250 N*.

I risultati per un rullo standard sono riportati in tabella 2.

I risultati per i rulli per impieghi speciali sono riportati alla tabella 3.

I risultati sono molto simili poiché il rapporto base/altezza è quasi uguale. Il carico su sezioni rettangolari genera uno spostamento uguale. Il rullo per impieghi speciali mostra lo svantaggio di avere pressioni medie più elevate. Ciò può generare maggiore usura e vita di servizio più breve rispetto a quelle di un rullo standard.

In questo modo, si è trovata solo la lunghezza dell'area di contatto, ma non la perdita di energia. Inoltre, il carico è distribuito su tutta la larghezza della puleggia del rullo, mentre di fatto è concentrato al centro della zona di contatto.

Al fine di evitare la seconda questione, si è utilizzato ANSYS per comprendere se vi è un rapporto proporzionale, cui si fa riferimento come al comportamento nella condizione di carico, fra la sezione rettangolare e quella reale. Evidentemente, si riscontra che vi è una relazione fra di loro, che è incorporata entro il coefficiente k' .

Come si può vedere nelle figg. 7 e 8, quando il carico (perpendicolare alla superficie) è diffuso su una larghezza inferiore, la deformazione è maggiore. Si è cercato di porre in relazione le dimensioni della "sezione rettangolare modificata" alla larghezza della gola della fune utilizzando una sorta di geometria trapezoidale. Quale dimensione per una base superiore, si è utilizzato il quarto di circonferenza con raggio uguale al raggio della gola della fune; la base inferiore viene trovata imponendo un trapezio isoscele con angoli di base di 45°. Quindi, si trasforma il trapezio in un rettangolo con base uguale alla media delle due basi, come alla fig. 9. L'altezza rimane la stessa per tutte le sezioni.

TABELLA 2 – TABLE 2

Dati e risultati rulli standard
Standard rollers: data and results

Rullo standard Standard roller					
Dati Data			Risultati Results		
E	80	MPa	media Δz	0,324377	mm
L_0	42,5	mm	F tot	2260,779	N
B	86	mm	media σ	1,764304	MPa
H	0,1	mm	elastico W	0,440702	Joule
R_{roller}	225	mm	$2L_{patch}$	29,6	Mm
Durezza Shore Shore hardness	80±5		s_{max}	0,487283	Mm

TABELLA 3 – TABLE 3

Dati e risultati rulli per impieghi speciali
Special purpose rollers: data and results

Rullo per impieghi speciali Special purpose roller					
Dati Data			Risultati Results		
E	80	MPa	media Δz	0,324377	mm
L_0	25	Mm	F tot	2234,491	N
B	50	Mm	media σ	2,999317	MPa
H	0,1	Mm	elastico W	0,441094	Joule
R_{roller}	225	Mm	$2L_{patch}$	29,6	mm
Durezza Shore Shore hardness	80±5		s_{max}	0,487283	mm

The results are pretty much the same because the base/height ratio is almost equal. The load on rectangular sections leads to equal displacement. The special purpose roller shows the disadvantage of higher average pressures. This may lead to greater wear and shorter service life than a standard roller.

In this way, we have found only the contact patch length but not the energy loss. Furthermore, the load is spread out over the whole width of the roller sheave, while it is actually concentrated at the centre of the contact area.

To avoid the second issues, we have used ANSYS to understand if there is a proportional ratio, referred to the behaviour under the load condition, between the rectangular section and the real one. Obviously, we find that there is a relationship between them, and it is incorporated within the k' coefficient.

As we can see in fig. 7 and 8, when the load (perpendicular to the surface) is spread upon a smaller width, the deformation is greater. We try to relate the dimensions of the "modified rectangular section" to the rope groove width using a geometry similar to the trapezoidal one. As a dimen-

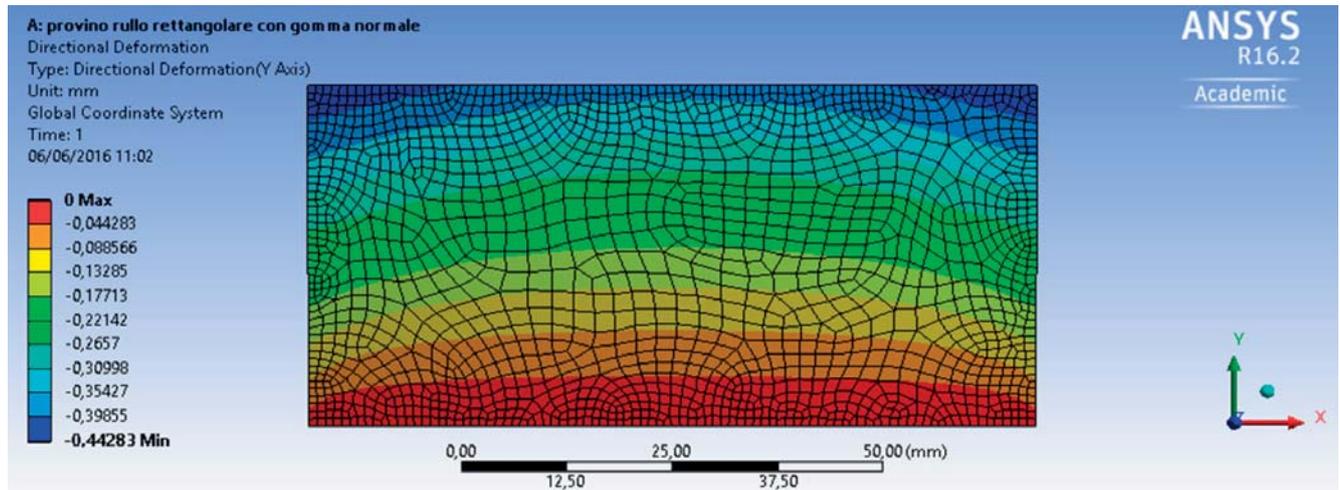


Fig. 7 - Sezione rettangolare (90x45 mm).
 Fig. 7 - Rectangular section (90x45 mm).

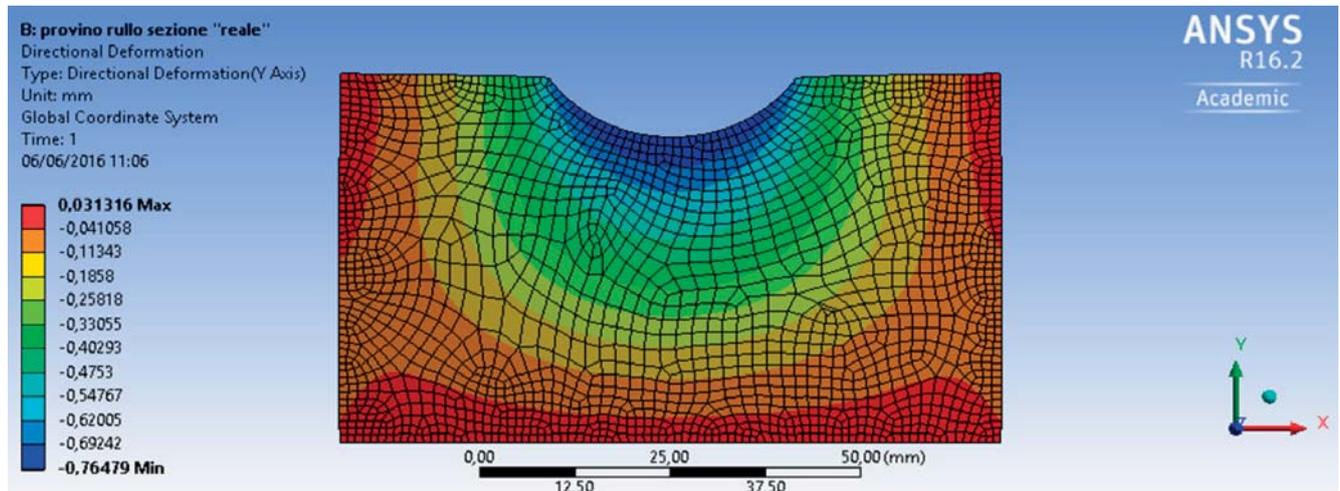


Fig. 8 - Sezione rettangolare con gola della fune (90x45 R38 mm).
 Fig. 8 - Rectangular section with rope groove (90x45 R38 mm).

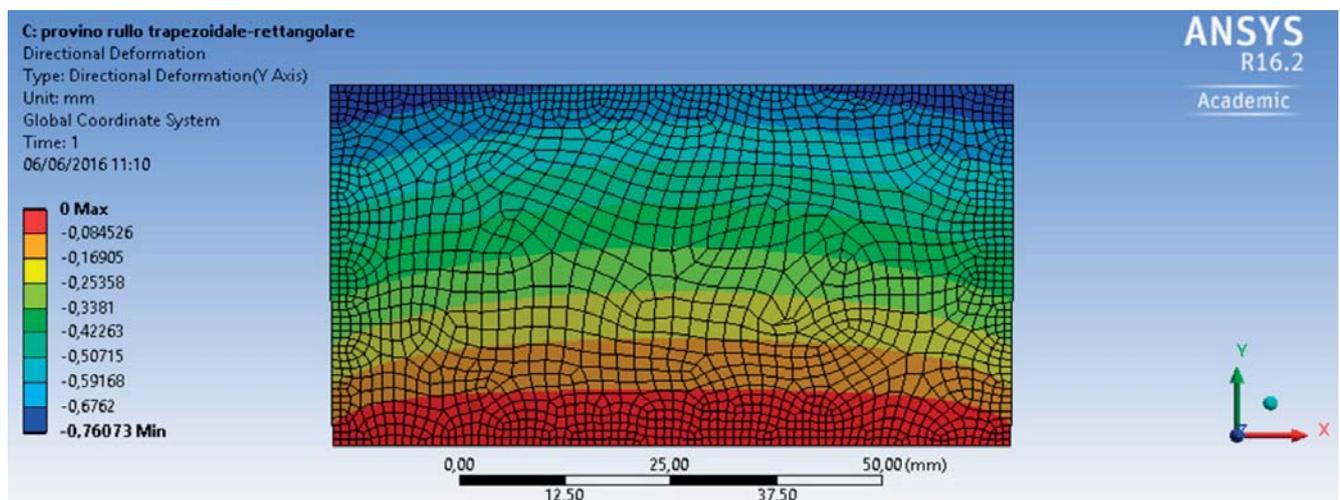


Fig. 9 - Sezione rettangolare modificata (79.95x45 mm).
 Fig. 9 - Modified rectangular section (79.95x45 mm).

Ora si conosce il lavoro elastico, che è rappresentato dalla zona sotto la linea blu o arancione in fig. 10; occorre quindi conoscere il lavoro di dissipazione dell'“ammortizzatore” [7]. Si è costruito un ciclo di isteresi imponendo i rami superiore e inferiore come due equazioni quadratiche. La zona racchiusa era la dissipazione di energia (zona fra le curve grigia e gialla).

All'inizio, si trattava solo di un punto di partenza, nell'attesa di prove sperimentali; come si può notare nei paragrafi successivi, si tratta di un'ottima approssimazione per la stima della dissipazione di energia.

Per fornire un numero iniziale, la perdita di lavoro è di circa il 66% del lavoro elastico totale. In altre parole, abbiamo un fattore di smorzamento ψ uguale a 0.66.

$$\psi = \frac{W_{Diss.}}{W_{Elastic}} = 0.66$$

Per creare la zona, si parte dall'origine degli assi e dal punto finale per il ramo superiore della relazione lineare (linea arancio in fig. 10). Di qui, si trovano i tratti di curva superiore e inferiore utilizzando l'equazione per una parabola passante per due punti, con un punto di tangenza orizzontale nell'origine per il ramo inferiore e una tangente orizzontale nel punto finale. Il lavoro dissipato è dato da [19]:

$$W_{Diss} = \int_0^s F_{upper} ds - \int_0^s F_{lower} ds$$

dove: s è lo spostamento;

F_{upper} è la forza della linea grigia (fig. 10);

F_{lower} è la forza della linea gialla (fig. 10).

W_{Diss} è il lavoro dissipato per un solo elemento in una sola rotazione del rullo. Conoscendo la circonferenza, è possibile trovare il numero di elementi:

$$n^{\circ} \text{ elements} = \frac{\text{Circumference}}{h_{element}}$$

Ora, il lavoro dissipato in una rotazione:

$$W_{round} = W_{Diss} \cdot n^{\circ} \text{ elements}$$

Si ottiene quindi la perdita energetica, utilizzando la velocità angolare.

$$Power_{loss} = W_{round} \cdot rps = \left[\frac{J}{2\pi} \cdot 2\pi/s \right] = \left[\frac{J}{s} \right] = [W]$$

$$rps = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\text{rope speed}/R_{roller}}{2\pi} = \left[2\pi/s \right]$$

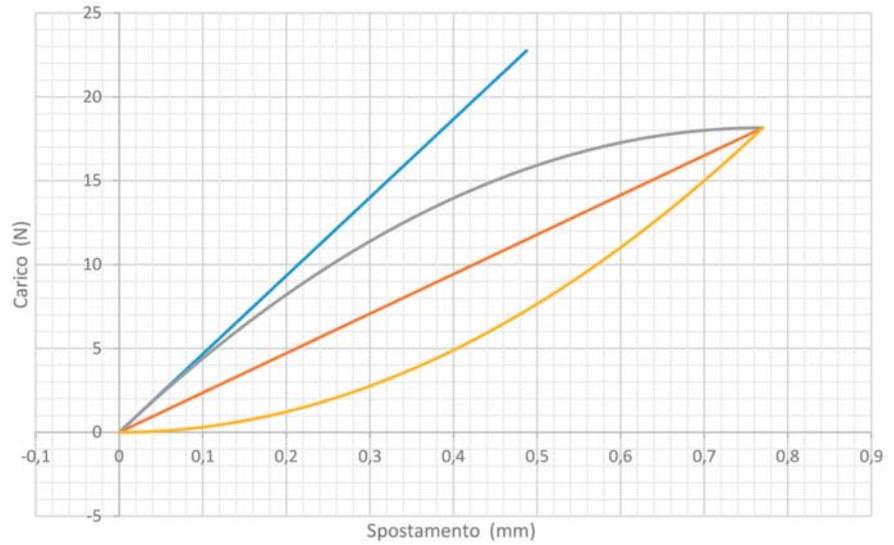


Fig. 10 - Deformazione lineare e ciclo supposto di isteresi (in blu: forza-spostamento sez. rettangolare; in arancio: forza spostamento sez. trapezoidale; in grigio: andamento parabolico salita sez. trap.; in giallo: andamento parabolico discesa sez. trap.).

Fig. 10 - Linear deformation and supposed hysteresis cycle (in blue: load-displacement; in orange: load-displacement trapezoidal section; in grey: parabolic trend ascent trapez. section; in yellow: parabolic trend descent trap. section).

For the upper basis, a quarter of circumference with radius equal to the rope groove radius has been used; the lower base is found by imposing an isosceles trapezoid with base angles of 45°. Then, we transform the trapezoid into a rectangle with the base equal to the mean of the two bases, as in fig. 9. The height remains the same for all the sections.

Now, we know the elastic work, which is represented by the area under the blue or orange line in fig. 10; then we have to find the “dashpot” dissipation work [7]. A hysteresis cycle was built by imposing the upper and the lower branches as two quadratic equations. The enclosed area was the energy dissipation (area between the grey and yellow curves).

At the beginning, this was only a starting point, waiting for the experimental tests; as we can see in the further section; this is a very good approximation for the energy dissipation assessment.

For providing an initial number, work loss is approx. 66% of the total elastic work. In other words, we have a damping factor ψ equal to 0.66.

$$\psi = \frac{W_{Diss.}}{W_{Elastic}} = 0.66$$

To build our area we start from the origin of axes and the end point of the linear relation (orange line in fig. 10). From here, we find the upper and lower branch by using the equation for a parabola passing through two points with a horizontal tangent in the origin, for the lower

Queste formule vengono utilizzate nella sezione successiva.

3.2. Risultati per i rulli “Dolonne-Plan Checrouit”

Il modello è stato utilizzato sui rulli della cabinovia “Dolonne”; i risultati sono disponibili nelle tabelle 4 e 5. In questo modo, è possibile prevedere il consumo energetico dei rulli da inserire nel modello termico per un confronto rispetto a quelli sperimentali.

La valutazione è stata divisa in due parti. Poiché si conoscono il carico e la temperatura dei rulli, che sono caricati in maniera differente, si è deciso di eseguire due configurazioni di analisi: una con un carico di 5800 N e l'altra con un carico di 5400 N. Questi sono i valori medi di carico dei rami ascendente e discendente in cui si eseguono le prove (figg. 11 e 12).

Per riassumere questa sezione, si può concludere che la perdita di energia dovuta alla striscia di gomma è pari solo all'1%. Questo risultato è reale quando la velocità è abbastanza ridotta (<10 m/s), al fine di evitare frequenze di sollecitazione nel modello, e in un range di temperature vicino alla temperatura ambiente (0-20°C), poiché la perdita per isteresi diminuisce a temperature elevate. Abbiamo evidentemente trascurato l'attrito sui cuscinetti dei rulli e la deformazione della fune, che sono entro il 3% riportato nelle norme tecniche, ma non sono di grande rilevanza⁽⁹⁾. Ulteriori considerazioni vengono illustrate nei paragrafi seguenti.

4. Modello termico

4.1 Prove su impianti a fune in esercizio

Si sono rilevate temperature dei rulli direttamente su impianti in esercizio. Si sono verificati due tipi di impianti a fune: la cabinovia “Dolonne-Plan Checrouit” e la teleferica aerea “Courmayeur-Gigante”. Nella cabinovia si è misurata la temperatura sulle rulliere e per la funivia (teleferica aerea) la temperatura sui rulli del carrello. I rulli sono fabbricati con una miscela di gomma ed entrambi i corpi dei rulli sono in una lega di alluminio.

⁽⁹⁾ Il consumo energetico dei cuscinetti dei rulli è di circa il 10% di quello dei rulli. Risultati forniti dalle nostre prove.

branch, and a horizontal tangent in the end point. Dissipated work is given by [19]:

$$W_{Diss} = \int_0^s F_{upper} ds - \int_0^s F_{lower} ds$$

where: *s* is the displacement;

F_{upper} is the force of the grey line (fig. 10);

F_{lower} is the force of the yellow line (fig. 10).

W_{Diss} is the dissipated work for one element in one round of the roller. With the knowledge of the circumference, we can find the number of elements:

$$n^{\circ} \text{ elements} = \frac{\text{Circumference}}{h_{\text{element}}}$$

The work dissipated in one round results to be:

$$W_{\text{round}} = W_{Diss} \cdot n^{\circ} \text{ elements}$$

Then we obtain the energy loss, by using the angular speed.

TABELLA 4 – TABLE 4

Rulli, carico verticale e configurazione max. del carico
Rollers, vertical load and maximum load configuration

Sostegno linea <i>Line tower</i>	Rullo n° <i>N° roller</i>		Carico Verticale [daN] <i>Vertical Load [daN]</i>	
	Ramo ascendente <i>Ascend branch</i>	Ramo discendente <i>Descend branch</i>	Ramo ascendente <i>Ascend branch</i>	Ramo discendente <i>Descend branch</i>
10	10	10	5663	5365
11	10	10	5885	5484
Configurazione max. del carico (5800 N) <i>Maximum load configuration (5800 N)</i>				
L patch (totale)			40	mm
Deflessione max. <i>Max. deflection</i>			0,80	mm
Errore ^(*) <i>Error^(*)</i>			0.42%	
Lavoro (per ogni elemento) <i>Work (for each element)</i>			0,005784	J
Circonferenza <i>Circumference</i>			1,57	m
Lavoro al ciclo (giro) <i>Work at round</i>			90,85	J/giro
Rotazione al secondo <i>Rounds per second</i>			2,864	giri/s
Perdita di potenza <i>Power loss</i>			261	W
Perdita di potenza con carico verticale al 3% ^(**) <i>Power loss with 3% of vertical load^(**)</i>			780	W
^(*) È dato dalla somma di tutte le forze che agiscono sugli elementi; la loro somma deve essere il più vicino possibile al carico totale. ^(*) It is given by the sum of the whole forces acting on the elements; their sum must be as close as possible to the total load. ^(**) La velocità dell'impianto è 4.5 m/s. ^(**) Plant speed is 4.5 m/s.				

Le condizioni climatiche erano tipiche di un giorno di fine stagione: la temperatura dell'aria era di 1°C; la giornata era nuvolosa con leggere neviccate.

La cabinovia “Dolonne” funzionava a 4,5 m/s con poche persone a bordo; la si può considerare quasi vuota. Si tratta di una telecabina ad ammortamento automatico con una fune portante-traente, che movimentava 8 passeggeri in ogni cabina, per un totale di 2480 passeggeri/ora per direzione. Il diametro della fune è di 50 mm e il diametro del rullo è di 500 mm. La telecamera a infrarossi utilizzata per le prove è una THT 42 di HT Instruments [20], con le specifiche tecniche seguenti.

La precisione è indicata come [% di lettura] a 23°C ± 5°C, < 80%RH (tabella 6).

Le prove sono state eseguite sugli ultimi due sostegni della linea (11-10), poiché erano quelli con il carico massimo. Si sono osservati i rulli con buona accessibilità. Le prove sono state eseguite a partire dal ramo ascendente del pilone n° 10 e procedendo in senso orario. Tre esempi di misura sono indicati alla fig. 13.

Una serie di rulli è mostrata in fig. 13 (sinistra). Questo tipo d'immagini indica una bassa qualità di misura, ma è utile per evidenziare differenze significative di temperatura fra i rulli, se presenti.

Configurazione min. del carico
Minimum load configuration

Configurazione min. del carico (5400 N) Minimum load configuration (5400 N)		
L patch (totale)	39	mm
Deflessione max. Max. deflection	0,76	mm
Errore ^(*) Error ^(*)	0.87%	
Lavoro (per ogni elemento) Work (for each element)	0,00522	J
Circonferenza Circumference	1,57	m
Lavoro al ciclo (giro) Work at round	82,09	J/giro
Rotazione al secondo Rounds per second	2,864	giri/s
Perdita di potenza Power loss	236	W
Perdita di potenza con carico verticale al 3% ^(**) Power loss with 3% of vertical load ^(**)	729	W
^(*) È dato dalla somma di tutte le forze che agiscono sugli elementi; la loro somma deve essere il più vicino possibile al carico totale. ^(*) It is given sum the whole forces acting on the elements, their sum must be as close as possible to the total load. ^(**) La velocità dell'impianto è 4.5 m/s. ^(**) Plant speed 4.5 m/s.		

$$Power_{loss} = W_{round} \cdot rps = \left[\frac{J}{2\pi} \cdot 2\pi/s \right] = \left[J/s \right] = [W]$$

$$rps = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{rope\ speed / R_{roller}}{2\pi} = [2\pi/s]$$

These formulas are used in the next section.

Ciclo stimato di isteresi

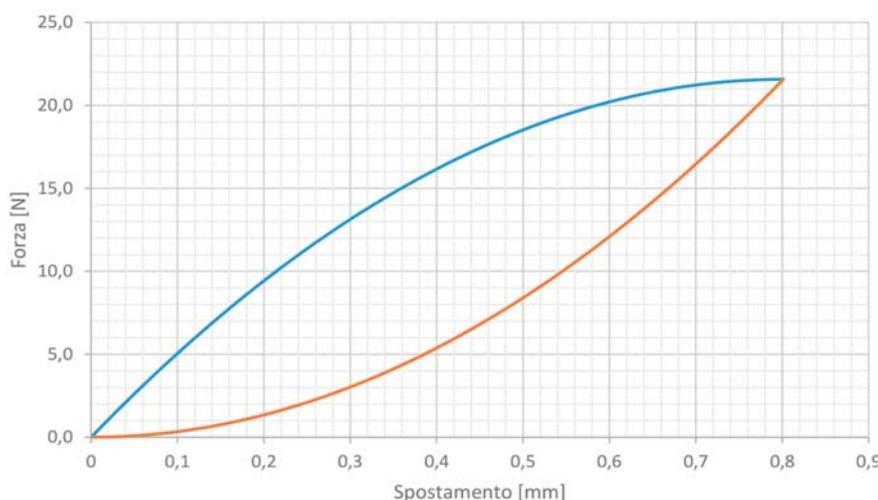


Fig. 11 - Ciclo di isteresi per configurazione di carico 5800 N.
Fig. 11 - Hysteresis cycle for 5800 N load configuration.

3.2. Results for “Dolonne-Plan Checrouit” rollers

The model on the “Dolonne” gondola rollers has been used; the results are available in tables 4 and 5. In this way, we have a prediction of roller energy consumption to insert into the thermal model for a comparison against the experimental ones.

The assessment has been split into two parts. Since we know the load and temperature of the roller, which are differently loaded, we have decided to carry out two analysis configurations: one with a load of 5800 N and the other one with a load of 5400 N. These are the average load values of the ascend and descend branch in which tests are made (figg. 11 and 12).

Ciclo stimato di isteresi

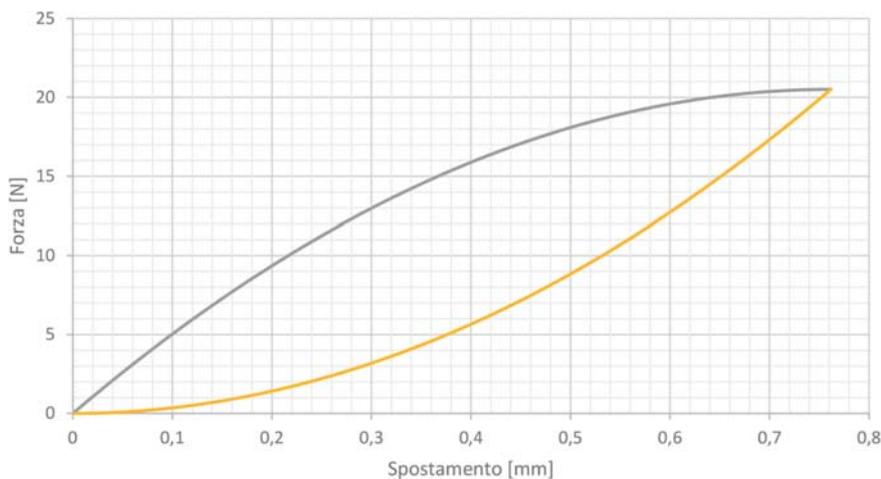


Fig. 12 - Ciclo di isteresi per configurazione di carico 5400 N.
Fig. 12 - Hysteresis cycle for 5400 N load configuration.

Alla fig. 13 (centro), abbiamo una buona qualità di misura, poiché l'immagine è ben definita. Per la nostra analisi, abbiamo utilizzato questo tipo di immagini.

Fig. 13 (destra) è presa da un carrello della funivia; la qualità è ancora migliore poiché la fotografia è stata presa durante un arresto alla stazione. Possiamo indicare un flusso di calore conduttivo lungo la struttura del carrello connesso all'albero del cuscinetto.

Ciò che è molto interessante e non così evidente è che la temperatura di superficie del rullo è uniforme lungo la sua circonferenza, così che il *modello analitico FEM* può essere progettato come indipendente dal tempo (stazionario) e con un utilizzo massiccio di vincoli di simmetria per ridurre il tempo di risoluzione senza perdere precisione. Un'altra considerazione riguarda la generazione di calore interno e le proprietà termiche della gomma, ma ciò sarà discusso in una fase successiva.

Sostegno linea	Rullo n°		Carico verticale [daN]	
	Ramo ascendente	Ramo discendente	Ramo ascendente	Ramo discendente
10	10	10	5663	5365
11	10	10	5885	5484

Si sono raccolte misure anche durante un breve arresto della cabina.

La cabinovia "Dolonne" era in servizio durante la prova; per questa ragione non si è potuto arrestare a lungo l'impianto. Prima dell'arresto, la cabinovia aveva funzionato a velocità ridotta (circa 1,5 m/s) per alcuni minuti e si è potuto osservare un calo di temperatura. Quando l'impianto si è arrestato completamente, la temperatura dei rulli è aumentata. Questa osservazione è confermata nella rilevazione effettuata sulla funivia aerea "Courmayeur-Gigante", il cui tempo di arresto è stato di circa

To resume this section, we can conclude that the energy loss due to the rubber band is only 1%. This result is true when speed is quite low, in order to avoid stress frequency in the model, and in a temperature range near to environment temperature (0-20°C) because the hysteresis loss decreases at high temperatures. Obviously, we have forgotten the friction on the roller bearings and the rope deformation, which are included inside the 3% written in the technical standard, but they have not a great magnitude⁽⁹⁾. Further considerations will be provided in the next paragraph.

4. Thermal model

4.1. Tests on operating ropeways

Roller temperatures have been collected directly on operating plants. Two types of ropeway systems have been tested: the "Dolonne-Plan Checrouit" gondola and the "Courmayeur-Gigante" aerial ropeway. In the gondola installation, the temperature on roller assemblies was measured and the temperature from carriage roller assembly was measured for the aerial ropeway. The rollers are made of the same rubber compound and both roller bodies are made of aluminium alloy.

Climate conditions were typical of an end-of-season day: the air temperature was 1°C; it was cloudy with a light snowfall.

The "Dolonne" gondola ropeway was running at 4.5 m/s with few passengers on board; we can consider it as nearly empty. This is a detachable gondola ropeway with one carrying-hauling rope, hosting 8 passengers on each cabin, reaching 2480 passengers/hour per direction. The rope diameter is 50 mm and the roller diameter is 500 mm. The infrared camera used for tests is a THT 42 by HT Instruments [20], with the following technical specifications.

Precision is indicated as [% of reading] at 23°C ± 5°C, <80%RH (table 6).

Tests were made on the last two line-towers (11-10) because they were the most loaded ones. Rollers with good accessibility were observed. Tests were made starting from the ascent branch of tower n° 10 and proceeding clockwise. Three examples of measurement are shown in fig. 13.

A set of rollers is shown in fig. 13 (left). This kind of pictures show a low measure quality, but they are suitable to underline meaningful temperature differences between the rollers, if they are present.

⁽⁹⁾ Roller bearing energy consumption is about 10% of the roller one. Result given by our trial.

TABELLA 6 – TABLE 6

Misura della temperatura agli infrarossi
Infrared temperature measurement

Gamma Range	Sensibilità Sensitivity	Precisione Precision	Risoluzione del sensore Sensor resolution	Frequenza di campionamento Sampling frequency
-20÷250°C	0.1°C @ 30°C	±2% rdg or ±2°C	160x120pxls	50 Hz

10 minuti (fig. 14), indipendentemente dal fatto che la temperatura ambiente alla stazione fosse superiore.

La fig. 14 indica un aumento significativo della temperatura dopo l'arresto alla stazione. Occorre sottolineare che la temperatura è stata misurata su rulli differenti, e ciò spiega perché si possono rilevare differenze; la tendenza è tuttavia sufficientemente chiara. Perciò, la generazione interna di calore dovuta alle sollecitazioni della gomma non appare immediatamente dopo l'applicazione della sollecitazione. Ciò continua per un certo periodo per via delle proprietà termo-meccaniche della gomma e per via di un cambiamento nello scambio di calore convettivo, che si riduce significativamente. Ciò può spiegare l'aumento di temperatura.

La fune indica la stessa temperatura degli altri elementi strutturali metallici ed è uniforme per tutta la sua lunghezza. Tuttavia, essa assorbe, per conduzione, una certa quantità di calore, che si dissipa immediatamente. Tuttavia, la fune non è stata presa in considerazione nel nostro FEM termico.

Un utilizzo collaterale di questa misura della temperatura può servire a prevedere la durata di vita dei cuscinetti. Una temperatura più elevata del mozzo può essere dovuta al calore più elevato generato dall'attrito interno, ed implica una maggiore usura, con le conseguenti probabilità di avarie o malfunzionamenti (tabella 7).

Nonostante alcune differenze di carico, la temperatu-

In fig. 13 (middle), we have a good measurement quality because the image is well-defined. For our analysis, we have used this kind of pictures.

Fig. 13 (right) is taken from a ropeway roller; the quality is even better because the photograph is shut during a stop at the station. We can show a conductive heat flux along the bogie frame connected to the bearing shaft.

What is very interesting and not so obvious is that the roller surface temperature is uniform along its circumference, so the analytical FEM model can be designed as time-independent (steady state) and with massive use of symmetry constrain to reduce the solving time without losing accuracy. Another consideration regards inner heat generation and the thermal properties of the rubber, but they will be discussed at a later stage.

Line tower	N° roller		Vertical Load [daN]	
	Ascend branch	Descend branch	Ascend branch	Descend branch
10	10	10	5663	5365
11	10	10	5885	5484

Measures have also been collected during a short stop of the gondola.

The "Dolonne" gondola was in service during the test; for this reason the plant could not be stopped for a long period of time. Before the stop, the gondola had run a few minutes at low speed – approx. 1.5 m/s and a temperature decrease could be noticed. When the rope installation came to a full stop, the temperature of the rollers increased. This observation is confirmed in the test run on the "Courmayeur-Gigante" aerial ropeway, whose stop time was approx. 10 minutes (fig. 14), notwithstanding the room temperature at the station was higher.

Fig. 14 shows a significant increase of temperature after

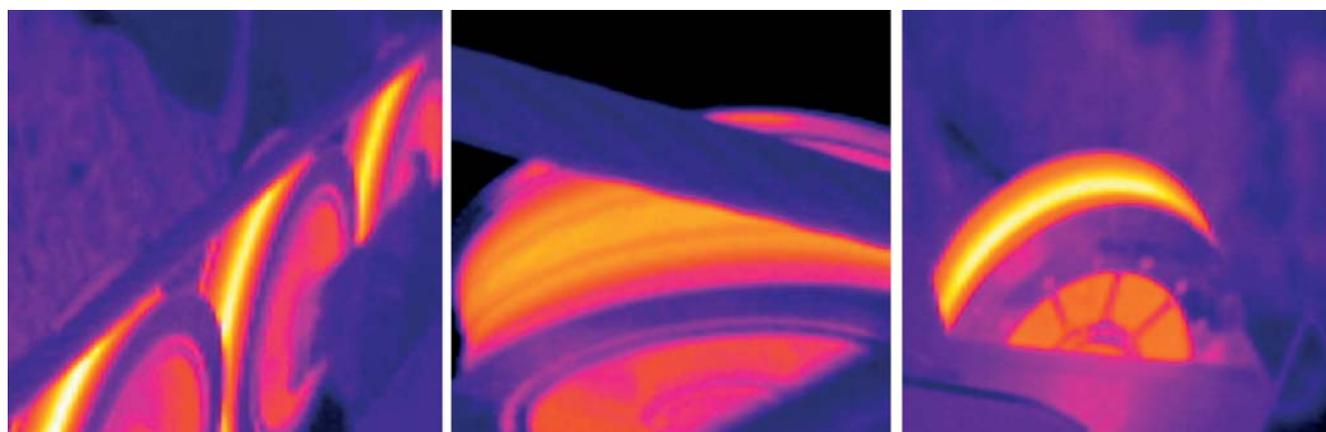


Fig. 13 - Una serie di rulli (sinistra); vista rulli della cabinovia (centro); rullo sul carrello dell'impianto a fune (destra).
Fig. 13 - A set of rollers (left); Gondola roller view (middle); Ropeway bogie roller (right).



Fig. 14 - Tendenza della temperatura durante l'arresto della funivia alla stazione.

Fig. 14 - Temperature trend during ropeway station stop.

ra fra i piloni non mostra alcuna differenza significativa, per via della precisione della termo-camera, delle vibrazioni sul sostegno della linea indotte dal movimento della cabinovia, dalla velocità degli elementi presi come obiettivo, o del riverbero della neve. Perciò, le fotografie prese nella stazione della funivia e durante l'arresto della cabina sono di migliore qualità.

Si mostrano dalla fig. 15 alla fig. 24 alcuni esempi di fotografie agli infrarossi prese a seguito del processo per ciascun caso. Sono state utilizzate per impostare il modello termico FEM e per verificare l'intero modello.

4.2. Proprietà termiche del materiale

I polimeri, in genere, mostrano una bassa conduttività termica ed una capacità termica specifica relativamente elevata.

Quando ai componenti della gomma si applica una deformazione ciclica di estensione e frequenza sufficienti, ciò provoca una notevole generazione di calore. Detto calore non viene facilmente disperso; perciò la dissipazione energetica provoca un aumento della temperatura [7, 21].

Per il materiale polimerico, il trasferimento energetico comporta vibrazioni e movimenti/rotazioni della catena macromolecolare. La conduttività termica dipende dal grado di cristallinità e dalla presenza di additivi (gli additivi di rafforzamento più importanti sono il nerofumo e il biossido di silicio); in particolare, un polimero con alto grado di cristallinità e una struttura ordinata ha una mi-

the stop at the station. We have to underline that the temperature was collected from different rollers, this is why some scattering can be detected, but the trend is sufficiently clear. Therefore, the internal heat generation due to rubber stress does not break off immediately after the application of the stress. It continues for a certain period of time because of the thermo-mechanical properties of the rubber and of a change in the convective heat exchange, which is significantly reduced. This can explain the temperature increase.

The rope shows the same temperature as the other metallic structural elements and it is even throughout its length. Moreover, it absorbs, by conduction, a certain heat amount, which is immediately dissipated. However, the rope has not been taken into consideration in our thermal FEM.

A collateral use of this temperature measurement can be used to predict the life of the bearings. A higher hub temperature may be due to higher heat generated by internal friction, and implies greater wear, with the subsequent likelihood of failures or malfunctioning (table 7).

Despite some load differences, the temperature between towers does not show any significant difference, due to thermo-camera precision, vibration on line tower induced by the motion of the gondola, the speed of target elements, or by snow reverberation. Therefore, the photographs shut in ropeway station and during the gondola stop are of better quality.

From fig. 15 to fig. 24 some examples of infrared photographs shut at post-processing for each case are shown. They have been used to set the FEM thermal model and verify the overall model.

4.2. Thermal properties of the material

Polymers, in general, show low thermal conductivity and relatively high specific heat capacity.

When a cyclic deformation of sufficient magnitude and frequency is applied to rubber components, it causes a significant generation of heat. This heat is not easily conducted away; therefore, energy dissipation gives rise to temperature [7, 21].

For polymeric material, vibrations and macromolecular chain movements/rotations are involved in the energy

TABELLA 7 – TABLE 7

Riassunto temperature delle misure
Temperature resume of the measurement

Sostegno linea Line tower	Max. temperatura dei rulli [°C] (in velocità di servizio) Roller max temperature [°C] (in service speed)		Max. temperatura dei rulli [°C] (velocità 1,5 m/s) Roller max temperature [°C] (1.5 m/s speed)	Temperatura max. della media dei rulli [°C] (durante l'arresto) Average roller max temperature [°C] (during stop)
	Ramo ascendente Ascend branch	Ramo discendente Descend branch	Ramo ascendente Ascend branch	Ramo ascendente Ascend branch
10	28	25	21	27,5
11	28	25	/	/

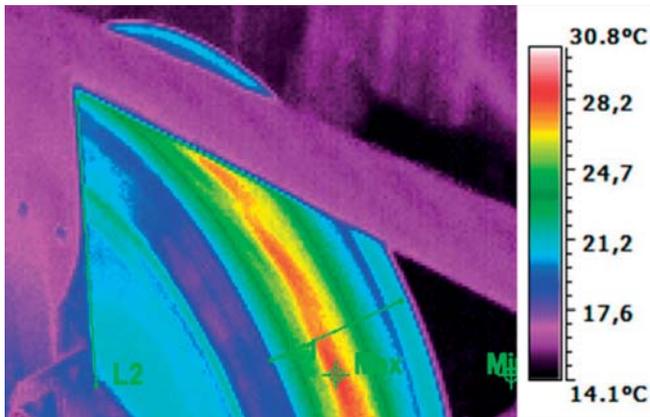


Fig. 15 - Ramo ascendente sostegno 10 della linea.
 Fig. 15 - Line tower 10 ascend branch.

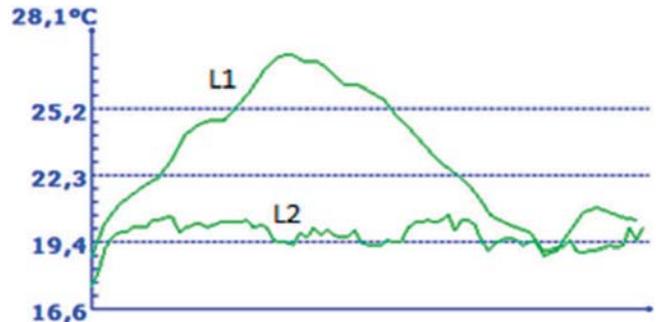


Fig. 16 - Profilo temperatura su L1 e L2 in fig. 15 (l'asse x corrisponde allo spazio non-lineare lungo le linee verdi dell'immagine).

Fig. 16 - Temperature profile on L1 and L2 in fig. 15 (the x axis corresponds to the not-linear space along the green lines in the picture).

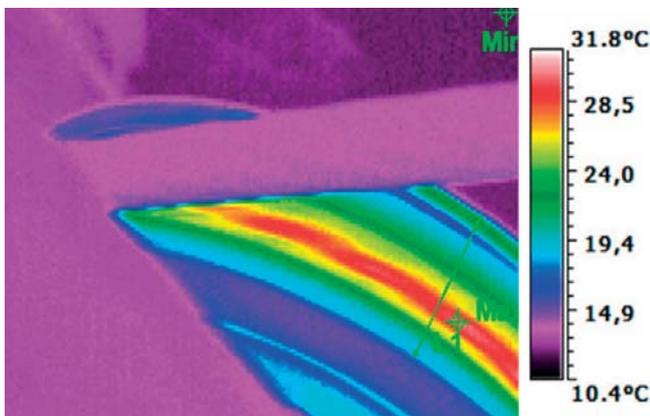


Fig. 17 - Ramo ascendente sostegno 11 della linea.
 Fig. 17 - Line tower 11 ascend branch.

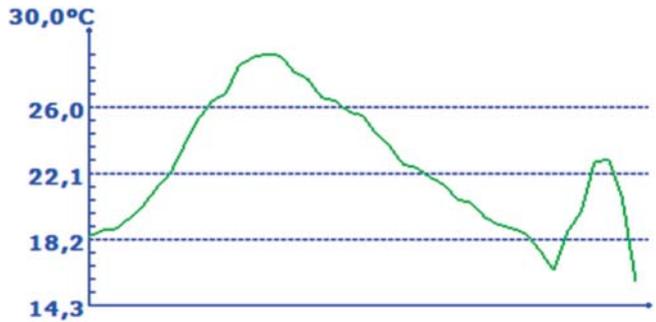


Fig. 18 - Profilo temperatura su L1 in fig. 17 (l'asse x corrisponde allo spazio non-lineare lungo le linee verdi dell'immagine).

Fig. 18 - Temperature profile on L1 in fig. 17 (the x axis corresponds to the not-linear space along the green lines in the picture).

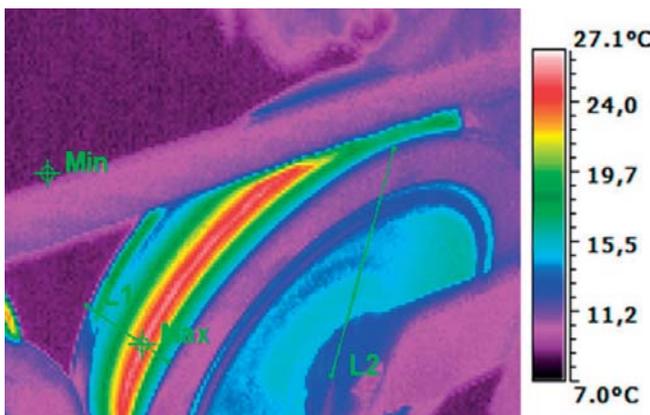


Fig. 19 - Ramo discendente sostegno 11 della linea.
 Fig. 19 - Line tower 11 descend branch.

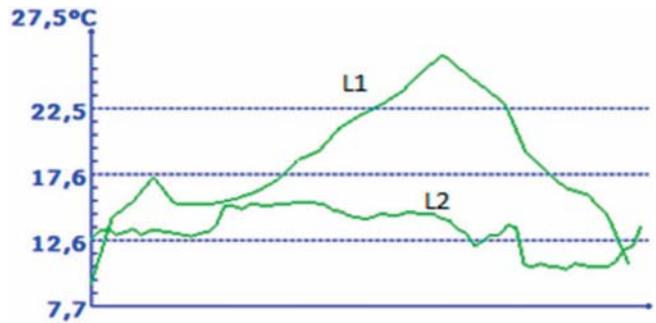


Fig. 20 - Profilo temperatura su L1 e L2 in fig. 19 (l'asse x corrisponde allo spazio non-lineare lungo le linee verdi dell'immagine).

Fig. 20 - Temperature profile on L1 and L2 in fig. 19 (the x axis corresponds to the not-linear space along the green lines in the picture).

glier conduttività rispetto a uno che abbia una struttura amorfa. Ciò è dovuto a una vibrazione meglio coordinata della catena macromolecolare per una struttura ordinata. Inoltre, un polimero semi-cristallino soggetto a pressione aumenta la propria conduttività termica [21, 17].

transfer. The thermal conductivity depends on the degree of crystallinity and on the presence of fillers (the most important and used reinforcing fillers are carbon black and silica); in particular, a high crystalline polymer with an ordinate structure has better conductivity than one with an

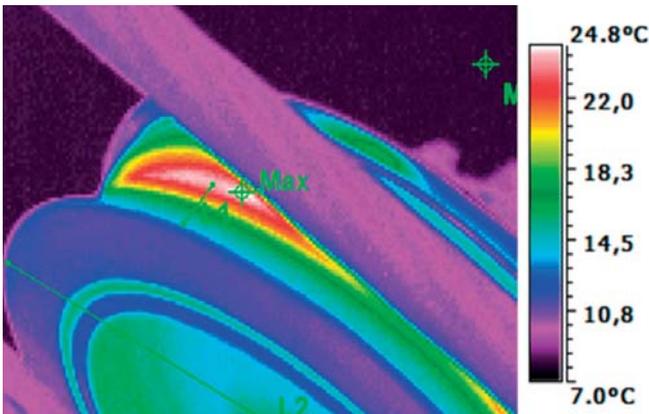


Fig. 21 - Ramo discendente sostegno 10 della linea.
Fig. 21 - Line tower 10 descend branch.

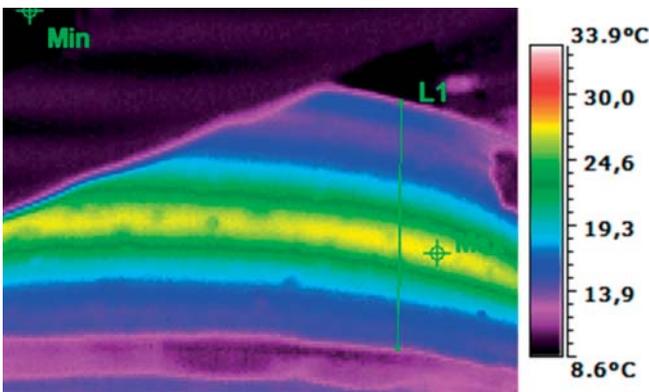


Fig. 23 - Ramo ascendente sostegno 10 della linea durante un arresto.
Fig. 23 - Line tower 10 ascend branch during a stop.

La generazione di calore in un componente di gomma non è una proprietà intrinseca del materiale, ma è proporzionale alla perdita per isteresi ed è anche influenzata dalla natura dei polimeri, dalle proprietà fisiche e chimiche degli ingredienti della miscela, dalla loro interazione con la gomma, dai parametri operativi e dall'ambiente [22, 8].

La zona dell'anello di isteresi è l'integrale della forza moltiplicata per la distanza, che può essere eguagliata alla quantità di lavoro consumato nel ciclo di carico-scarico. Quest'energia di deformazione meccanica provoca la generazione di calore.

Gli anelli dei rulli sono costituiti da una miscela di gomma vulcanizzata. Durante la vulcanizzazione, si forma una rete tridimensionale con legami creati fra macromolecole, impedendo così alle catene di scivolare e di avere ampi movimenti relativi. Il processo di vulcanizzazione è all'origine del comportamento elastico degli elementi di gomma vulcanizzata.

Quando la gomma è utilizzata per lunghi periodi, invecchia, diviene più rigida e perde la propria capacità di

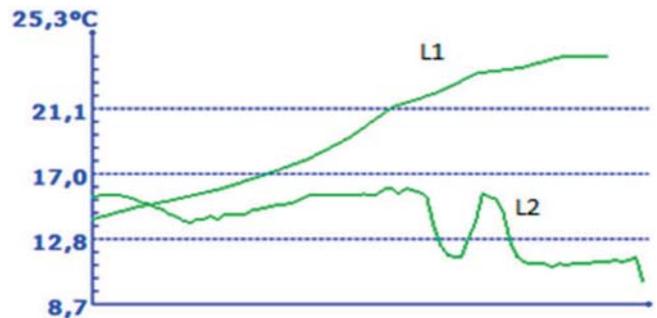


Fig. 22 - Profilo temperatura su L1 e L2 in fig. 20 (l'asse x corrisponde allo spazio non-lineare lungo le linee verdi dell'immagine).

Fig. 22 - Temperature profile on L1 and L2 in fig. 20 (the x axis corresponds to the not-linear space along the green lines in the picture).

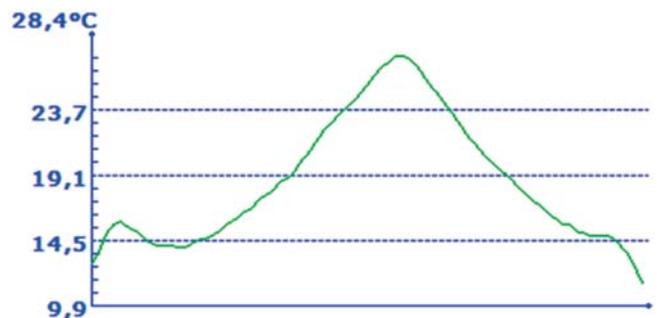


Fig. 24 - Profilo temperatura su L1 in fig. 23 (l'asse x corrisponde allo spazio non-lineare lungo le linee verdi dell'immagine).

Fig. 24 - Temperature profile on L1 in fig. 23 (the x axis corresponds to the not-linear space along the green lines in the picture).

amorphous structure. This is due to better coordinate vibration of the macromolecular chain for an orderly structure. Besides, a semi-crystalline polymer subject to a pressure increases its thermal conductivity [21, 17].

Heat generation in a rubber compound is not an intrinsic material property, it is proportional to the hysteresis loss, it is also affected by the nature of the polymers, the physical and chemical properties of the compounding ingredients, their interaction with rubber, operating parameters, and the environment [22, 8].

The area of any hysteresis loop is the integral of force multiplied by distance, which can be equated to the amount of work consumed in the loading-unloading cycle. This mechanical deformation energy is causing the generation of heat.

Roller sheaves are made of a vulcanized rubber compound. During the vulcanization, a three-dimensional network is formed by links created between macromolecules, thus preventing the chains from sliding and from large relative motions. The vulcanization process is at the origin of the elastic behaviour of vulcanized rubber parts.

smorzamento [22]. Detto processo di invecchiamento è soprattutto dovuto al calore che si genera all'interno della gomma per via della perdita per isteresi, e influenza le proprietà del materiale, come pure la vita utile della gomma stessa. Diminuire la generazione di calore della gomma consente di ottenere una più lunga vita di servizio.

I costruttori degli anelli in gomma non rivelano le proprietà del materiale, perciò, facendo riferimento alla letteratura, riscontriamo che una miscela di gomma con le nostre caratteristiche meccaniche deve avere una conduttività termica di circa $0.2-0.3 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Il corpo del rullo è in una lega di alluminio con conduttività termica di $240 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

4.3. Trasferimento convettivo di calore

Il raffreddamento convettivo forzato svolge un ruolo essenziale nel nostro modello. Sebbene il centro del perno del rullo è statico nello spazio, le altre parti del corpo sono in movimento relativo attraverso l'aria. I fluidi che scorrono su corpi solidi aderiscono a essi, occorre quindi creare una zona di velocità variabile fra il corpo e il flusso "libero del fluido". Questa zona è chiamata "strato limite"; il suo spessore è definito arbitrariamente come la distanza dalla parete in cui la velocità del flusso raggiunge il 99% della velocità di una zona non disturbata. Nel nostro caso, si riscontra lo stesso fenomeno se si utilizza un sistema di coordinate concentrate al centro del perno.

È risaputo che il trasferimento convettivo di calore è ampiamente influenzato dalle proprietà del fluido (viscosità dinamica μ , conduttività termica λ , densità ρ e calore specifico c_p) e dalla velocità del fluido w ; ciò dipende anche dalla ruvidità e dalla geometria della superficie e anche dal tipo di movimento (flusso laminare o turbolento) [23, 24].

Il tasso di trasferimento del calore Q può essere scritto utilizzando la legge di Newton per la convezione:

$$\dot{Q} = h A (T_s - T_\infty) [W] \quad (3.1)$$

ove: h = coefficiente convettivo [$W/(m^2 \text{ } ^\circ C)$]; A = superficie di scambio di calore [m^2]; T_s = temperatura della superficie [$^\circ C$]; T_∞ = temperatura della zona indisturbata [$^\circ C$].

Per costruire il modello termico FEM, è necessario trovare h . A questo scopo, occorre utilizzare alcuni numeri non-dimensionali. Il primo è il numero di Nusselt:

$$Nu = \frac{h \delta}{\lambda} \quad (3.2)$$

Ove λ è la conduttività termica del fluido e δ è una dimensione caratteristica del corpo preso in considerazione (es.: la lunghezza di una piastra, il diametro di un cilindro).

Il secondo è il numero di Reynolds; riguarda l'inerzia e il rapporto delle forze viscosive; è possibile distinguere una zona laminare e una zona turbolenta. Per quanto attiene i flussi esterni, si può scrivere quanto segue:

When rubber is used for a long period of time, it ages, becomes stiffer and loses its damping capability [22]. This aging process results mainly from the heat generated within the rubber due to hysteresis loss, and it affects the material properties, as well as the useful lifetime of the rubber itself. The decrease in heat generation of rubber leads to their longer service life.

The roller sheave manufacturers do not disclose the properties of the materials; therefore – referring to the literature – we find that a rubber compound with our mechanic features must show a thermal conductivity of approx. $0.2-0.3 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$. The body of the roller is made in an aluminium alloy with thermal conductivity of $240 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

4.3. Convective heat transfer

Forced convective cooling plays an essential role in our model. Even if the centre of the roller linchpin is static in space, the other parts of the body are in relative motion through the air. Fluids flowing over solid bodies adhere to them, so a region of variable speed must be built up between the body and the "free" fluid stream. This region is called boundary layer; its thickness is arbitrarily defined as the distance from the wall at which the flow speed reaches 99% of the speed of an undisturbed area. In our case, we notice the same phenomenon if we use a coordinate system focused on the centre of the linchpin.

We all know that convective heat transfer is highly influenced by fluid properties (dynamic viscosity μ , thermal conductivity λ , density ρ and specific heat c_p) and fluid speed w ; it also depends on the roughness and geometry of the surface and on the motion type (laminar or turbulent flow) [23, 24].

Heat transfer rate Q can be written using Newton's law for convection:

$$\dot{Q} = h A (T_s - T_\infty) [W] \quad (3.1)$$

where: h = convective coefficient, [$W/(m^2 \text{ } ^\circ C)$]; A = heat exchange surface, [m^2]; T_s = surface temperature, [$^\circ C$]; T_∞ = undisturbed zone temperature, [$^\circ C$].

We need to find h to fit the thermal FEM model. For this purpose, we have to use some a-dimensional numbers. The first is Nusselt number:

$$Nu = \frac{h \delta}{\lambda} \quad (3.2)$$

Where λ is the fluid thermal conductivity and δ is a characteristic dimension of the body taken into consideration (ex. the length of a plate, the diameter of a cylinder).

The second is the Reynolds number; it concerns inertia and the viscous forces ratio; it can be distinguished between laminar and turbulent area. As related to the external flows, the following can be written:

$$Re = \frac{w_\infty \delta}{\mu} \quad (3.3)$$

$$Re = \frac{w_\infty \delta}{\mu} \quad (3.3)$$

ove w_∞ è la velocità del flusso indisturbato e μ è la viscosità cinematica. La trasmissione fra la zona laminare e la zona turbolenta dipende anche dalla geometria, dalla ruvidità della superficie, dalla velocità del flusso libero, dalla temperatura della superficie e dal tipo di fluido. In un esperimento ragionevolmente attento, il flusso laminare può persistere fino a $Re = 10000$.

In condizioni relativamente indisturbate, la zona di transizione è entro l'intervallo tra $3 \cdot 10^5$ e $5 \cdot 10^5$. La transizione turbolenta è essenzialmente completa prima di $Re 4 \cdot 10^6$. Questi valori sono limitati a superfici piane; se la superficie è curva rispetto al flusso, la turbolenza può svilupparsi a valori di Re molto inferiori.

Il terzo è il numero di Prandtl. Anche questo si riferisce allo strato termico limite. È presente quando la superficie ha una temperatura differente da quella del flusso libero ed è definito come lo strato limite di velocità, ma lo spessore è differente. I numeri di Prandtl mettono in relazione gli strati limiti termico e di velocità:

$$Pr = \frac{v}{\alpha} = \frac{\mu c_p}{\lambda} \quad (3.4)$$

Per i gas, Pr va da 0.7 a 1.

Facendo riferimento alla letteratura, vi sono due condizioni semplificate per valutare Nu e quindi h : superficie piana o modello del cilindro. Si è calcolato h per entrambe le configurazioni e si è riscontrato che le differenze sono piccole.

Per una superficie piana, Nu può essere calcolato teoricamente o sperimentalmente, in entrambi i casi si trova un Nu medio, che è funzione di Re e Pr .

In primo luogo, si è calcolato Re per comprendere se le condizioni erano laminari o turbolente. Utilizzando un sistema di coordinate centrato ed integrato al rullo, si può supporre che w_∞ sia uguale a 4.5 m/s, ovvero alla velocità periferica del rullo. Per le dimensioni caratteristiche, si è utilizzata la circonferenza del rullo per l'approccio a piastra piana e il raggio del rullo per quello cilindrico. La viscosità cinematica è data dalle proprietà del fluido dalla temperatura del film T_f . Utilizzando l'equazione 3.3, si sono ottenuti i risultati in tabella 8.

In entrambi i casi, siamo in movimento turbolento poiché Re è maggiore di $5 \cdot 10^5$. Il numero Pr è dato ancora una volta dal grafico ed è uguale a 0,7157.

Osservando la piastra piana, si può considerare che il flusso turbolento si sviluppa tutto sull'intera superficie, poiché Re è compreso tra $5 \cdot 10^5$ e 10^7 e Pr è tra 0,6 e 60. Di conseguenza, per trovare Nu è possibile utilizzare questa formulazione empirica:

$$Nu = 0.037 Re^{4/5} Pr^{1/3} = 661,53 \quad (3.5)$$

Osservando il cilindro, sappiamo che, entro la gamma

Where w_∞ is the speed of the undisturbed flow and μ is the kinematic viscosity. The transition between the laminar area and the turbulent also depends on geometry, roughness of the surface, free flow speed, surface temperature and fluid type. In a reasonably careful experiment, the laminar flow can persist up to $Re = 10000$.

With relative undisturbed conditions, the transition area is within the range of $3 \cdot 10^5$ to $5 \cdot 10^5$. Turbulent transition is essentially complete before $Re 4 \cdot 10^6$. These values are restricted to flat surfaces; if the surface is curved away from the flow, turbulence might be triggered at much lower values of Re .

The third is the Prandtl number. It is related to the thermal boundary layer too. It is present when the surface has a different temperature from the free stream and it is defined as the speed boundary layer, but they have different thickness. Prandtl numbers relate thermal and speed boundary layers:

$$Pr = \frac{v}{\alpha} = \frac{\mu c_p}{\lambda} \quad (3.4)$$

For gases, Pr goes from 0.7 to 1.

Now, looking at the literature, we have two simplified conditions to estimate Nu and then h : flat surface or cylinders model. We calculated h for both configurations and noticed that the differences were small.

For a flat surface, Nu can be calculated theoretically or experimentally, in both cases an average Nu is found and is a function of Re and Pr .

First of all, we started calculating Re to understand whether the conditions were laminar or turbulent. Using a coordinate system pointed and integral with the roller, we can assume that w_∞ is equal to 4.5 m/s; i.e. the peripheral speed of the roller. For the characteristic dimensions, we used the circumference of the roller for the flat plate approach and roller radius for the cylindrical one. The kinematic viscosity is given by fluid properties and film temperature T_f . Using equation 3.3 we achieved the results reported in table 8.

In both cases, we are in turbulent motion because Re is greater than $5 \cdot 10^5$. Pr number is yet given by chart and it is equal to 0,7157.

Looking at the flat plate, we can consider that the turbulent flux is all developed in the entire surface, because Re is included between $5 \cdot 10^5$ and 10^7 and Pr between 0.6

TABELLA 8 – TABLE 8

Piastra piana rispetto a cilindro
Flat plate vs. cylinder

	w_∞ [m/s]	δ [m]	μ [m ² /s]	Re
Piastra piana Flat plate	4,5	0,785	0,0000148708	237665,9
Cilindro Cylinder	4,5	0,25	0,0000148708	75651,4

20000 ≤ Re ≤ 400000, i migliori risultati per valutare Nu sono dati dall'equazione proposta da Churchill e Bernstein:

$$Nu_{cyl} = 0.3 + \frac{0.62 Re^{1/2} Pr^{1/3}}{[1 + (0.4/Pr)^{2/3}]^{1/4}} \left[1 + \left(\frac{Re}{28200} \right)^{5/8} \right]^{4/5} = 210.524 \quad (3.6)$$

Adesso è possibile calcolare il coefficiente h dall'equazione 3.2. La tabella 9 riassume i dati.

Il coefficiente di scambio di calore convettivo (h) non è uniforme lungo il raggio del rullo, poiché è in relazione alla velocità relativa della zona; la velocità va da 0 m/s al centro dei rulli a 4,5 m/s sulla superficie esterna.

Quando si ha trasferimento di calore convettivo forzato, si ha anche un trasferimento di calore convettivo naturale. Per comprendere l'importanza effettiva della convezione naturale, occorre trovare il rapporto Gr/Re². Gr è il numero di Grashof. Il coefficiente convettivo forzato dipende strettamente da Re, mentre il coefficiente convettivo naturale dipende da Gr.

Quando Gr/Re² < 0,1, la convezione naturale è trascurabile, quando 0,1 < Gr/Re² < 10, la convezione naturale e quella forzata hanno lo stesso valore e quando Gr/Re² > 10 la convezione forzata è trascurabile.

La formulazione di Gr è:

$$Gr = \frac{g \beta (T_s - T_\infty) \delta^3}{\nu^2} = 65207843$$

Dove: g = accelerazione di gravità, m/s²

β = coefficiente di dilatazione cubica (1/T per gas perfetto), 1/K.

Per il cilindro si riscontra il rapporto di 0.01 e per la piastra piatta, il rapporto di 0.001. In conclusione, per il nostro modello la convezione naturale è trascurabile.

4.4. Modello FEM con ANSYS

4.4.1. Generazione interna di calore con ANSYS

Ora, si conosce il valore del nostro caso di studio grazie all'utilizzo dei modelli analitici derivati dalla letteratura. Per verificare se i risultati ottenuti da un modello meccanico corrispondono ai dati sperimentali, occorre utilizzare un software FEM.

Osservando i dati delle prove e le proprietà del materiale, si deve considerare un'analisi termica in condizioni

and 60. Therefore, we can use this empirical formulation to find Nu:

$$Nu = 0.037 Re^{4/5} Pr^{1/3} = 661,53 \quad (3.5)$$

Looking at the cylinder, we know that – within the range 20000 ≤ Re ≤ 400000 – the best results to evaluate Nu are given by the equation proposed by CHURCHILL and BERNSTEIN:

$$Nu_{cyl} = 0.3 + \frac{0.62 Re^{1/2} Pr^{1/3}}{[1 + (0.4/Pr)^{2/3}]^{1/4}} \left[1 + \left(\frac{Re}{28200} \right)^{5/8} \right]^{4/5} = 210.524 \quad (3.6)$$

Now we can calculate the convective coefficient h from the eq. 3.2. Table 9 reports a summary of data.

The convective heat exchange coefficient (h) is not uniform along the roller radius because it is related to the relative speed of the area; the velocity goes from 0 m/s at the roller centre to 4.5 m/s on the external surface.

When we have forced convective heat transfer, we have also natural convective heat transfer. To understand whether or not natural convection is important, we have to find the Gr/Re² ratio. Gr is the Grashof number. The forced convective coefficient strictly depends on Re, while the natural convective one depends on Gr.

When Gr/Re² < 0.1 natural convection is negligible, when 0.1 < Gr/Re² < 10 natural and forced convection have the same magnitude and when Gr/Re² > 10 forced convection is negligible.

Gr formulation is:

$$Gr = \frac{g \beta (T_s - T_\infty) \delta^3}{\nu^2} = 65207843$$

Where: g = gravity acceleration, m/s²

β = cubic dilatation coefficient (1/T for perfect gas), 1/K.

We find for cylinder the ratio of 0.01 and for flat plate the ratio of 0.001. In conclusion, natural convection is negligible for our model.

4.4 FEM model with ANSYS

4.4.1. Internal heat generation with ANSYS

Now, we know the scale of our study case thanks to the use of the analytical models derived from the literature. To

TABELLA 9 – TABLE 9

Piastra piatta rispetto a cilindro
Flat plate vs. cylinder

	T _{film} [°C]	c _p [J/kg K]	λ [W/m K]	Re	Pr	Nu	h [W/m² K]
Piastra piatta Flat plate	14,5	1007	0,02531	237665,9	0,7157	661,53	21,320
Cilindro Cylinder	14,5	1007	0,02531	75651,4	0,7157	210,524	21,315

stazionarie, con generazione di calore su tutta la fascia di gomma. In questo modo, è possibile modellare qualunque segmento del rullo, poiché si ha una simmetria circolare. Rispetto al modello meccanico, è necessario aumentare la dimensione della rete nella zona di contatto, poiché nel nostro modello non ve n'è alcuna. Al fine di rispettare il numero limite di nodi, si è dovuto ricorrere a uno strumento di controllo di dimensione della griglia al fine di trovare un equilibrio fra la precisione e i limiti della licenza accademica.

Si valutano due configurazioni medie di carico come nel modello meccanico (§3.2.). Si considera un tipo di rulli posizionati nel ramo ascendente, caricato con 5800 N, e un altro rullo posizionato nel ramo discendente, caricato con 5400 N.

Un'altra osservazione importante è che il coefficiente di scambio termico convettivo è diviso in zone, poiché è una funzione del raggio.

Non è necessario conoscere la sezione specifica, poiché si è supposto che il fenomeno fosse a stato costante, fuori da ogni fase transitoria.

A un altro centro rulli (di colore giallo) (fig. 25) si assegna un coefficiente uguale a quello calcolato in precedenza alla tabella 9.

È importante osservare che, per adattarsi a dati sperimentali, è necessario applicare un flusso di calore proveniente dai cuscinetti dei rulli. Ciò è dato da varie prove sul software; si tratta tuttavia di un'approssimazione.

Come si può vedere in fig. 26, il max. coefficiente di asimmetria è molto inferiore a 0.95, che è il valore limite per considerare fattibile la griglia [25]. Il numero di nodi è 27712, mentre il limite della versione accademica è 32000; si tratta quindi di un buon compromesso.

4.4.2. Configurazione max. del carico

Generazione interna del calore (centro)	35200 W/m ³
Generazione interna del calore (laterale)	8800 W/m ³
Flusso del calore (dal cuscinetto) ^(*)	2.8 W
Temperatura ambiente	1 °C
^(*) Si tratta del valore per 1/16 del rullo.	

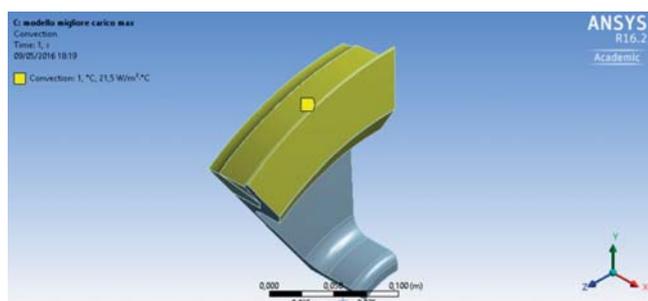


Fig. 25 - Coefficiente di convezione del calore.
Fig. 25 - Heat convection coefficient.

Statistics	
<input type="checkbox"/> Nodes	27712
<input type="checkbox"/> Elements	5217
Mesh Metric	Skewness
<input type="checkbox"/> Min	1,8842e-002
<input type="checkbox"/> Max	0,64812
<input type="checkbox"/> Average	0,22752
<input type="checkbox"/> Standard Devi...	0,13204

Fig. 26 - Parametri di griglia.
Fig. 26 - Mesh parameters.

verify if the results obtained from a mechanical model fit with experimental data, we have to use a FEM software.

Looking at the trial data and at the material properties, we have to consider a steady-state thermal analysis, with heat generation throughout the rubber band. In this way, we can model any of the roller's segments, because we have circular symmetry. Compared to a mechanical model, we do need to increase the mesh size in the contact region, because there is none in our thermal model. To respect node number limit, we had to manage with a size control mesh tool to find a balance between accuracy and the limits of the academic licence.

We assess two average load configurations: as in the mechanical model (§3.2.), we consider a type of roller located in ascendant branch, loaded with 5800 N, and another roller placed in descendent branch, loaded with 5400 N.

Another important observation is that the convective heat coefficient is divided into areas, since it is a radius function.

We do not need to know the specific section, since we made the hypothesis that the phenomenon is steady state, outside any transitory phase.

We assign at the further from roller centre surfaces (yellow ones) (fig. 25) a coefficient equal to the one previously calculated before in table 9.

It is important to note that, to fit experimental data, a heat flow from the roller bearing needs to be applied. It is given by several trials on the software, however it is an approximation.

As we can see in the fig. 26, the maximum skewness is far below 0.95, which is the limit value to consider the mesh that can be obtained [25]. The number of nodes is 27712, while the academic version limit is 32000, so this is a good compromise.

4.4.2. Maximum load configuration

Internal heat generation (centre)	35200 W/m ³
Internal heat generation (lateral)	8800 W/m ³
Heat flow (from bearing) ^(*)	2.8 W
Ambient temperature	1 °C
^(*) It is the value for 1/16 of the roller.	

Come è possibile distinguere, la temperatura max. sulla superficie dei rulli (fig. 27), nel modello Ansys è di circa 1.5 °C superiore a quella registrata (tabella 7). Una differenza di temperatura più marcata si trova nella zona fra l'estremità della gola della fune e la flangia. Osservando il grafico di fig. 28, vi è una concavità fra i punti 8 e 12, che non è sempre presente nelle misure di prova. Ciò è probabilmente dovuto alla velocità di rotazione e alla precisione dello strumento, poiché si è potuta osservare una tendenza della temperatura più simile a quella del modello (fig. 28) quando l'impianto era fermo (fig. 29).

D'altra parte, la temperatura della flangia è quasi costante (fig. 30), come nei dati sperimentali. Questa è soprattutto generata dal flusso di calore proveniente dal cuscinetto del rullo, che si suppone essere conforme ai risultati sperimentali.

4.4.3. Configurazione min. del carico

Generazione interna del calore (centro)	31800 W/m ³
Generazione interna del calore (laterale)	7900 W/m ³
Flusso del calore (dal cuscinetto) ^(*)	2.5 W
Temperatura ambiente	1 °C
^(*) Si tratta del valore per 1/16 del rullo.	

Come nella situazione precedente (tabella 7) si distingue una temperatura indicativamente superiore di 1.5 °C rispetto a quelle registrate nella gola della fune.

Come si può notare alla fig. 33, la flangia dei rulli è più fredda del corpo del rullo, nonostante siano dello stesso materiale. Ciò è dovuto alla progettazione: la flangia nel lato interno è rimuovibile per ragioni di assemblaggio e nel centro si è posizionato un O-ring, quindi vi

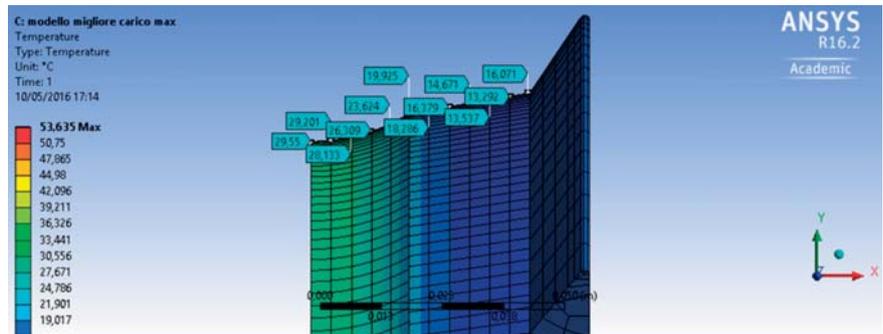


Fig. 27 - Temperatura della superficie della gomma.
Fig. 27 - Temperature of the rubber surface.

As we can distinguish, maximum temperature on the roller surface (fig. 27), in the Ansys model is approx. 1.5 °C higher than the recorded one (table 7). A more marked temperature difference is in the area between the end of the rope groove and the flange. Looking at the chart of fig. 28, there is a hollow between points 8 and 12, which is not always present in test measurement. This is most likely due to the rotational speed and the accuracy of the instrument, since we could observe a temperature trend more similar to that of the model (fig. 28) when the cableway installation was at standstill (fig. 29).

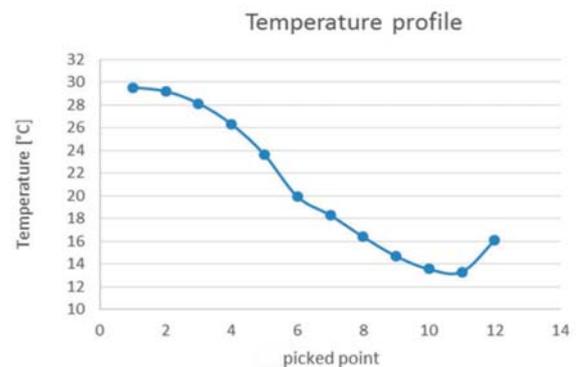


Fig. 28 - Schema della temperatura di superficie della fig. 27.
Fig. 28 - Surface temperature diagram of fig. 27.

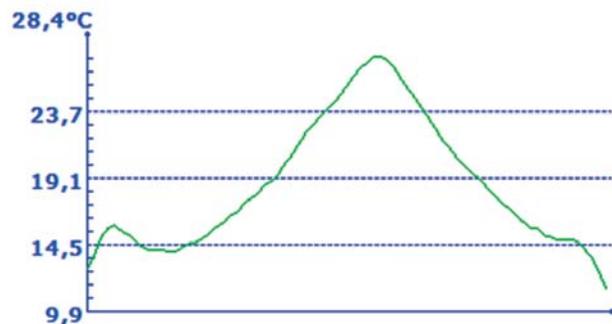
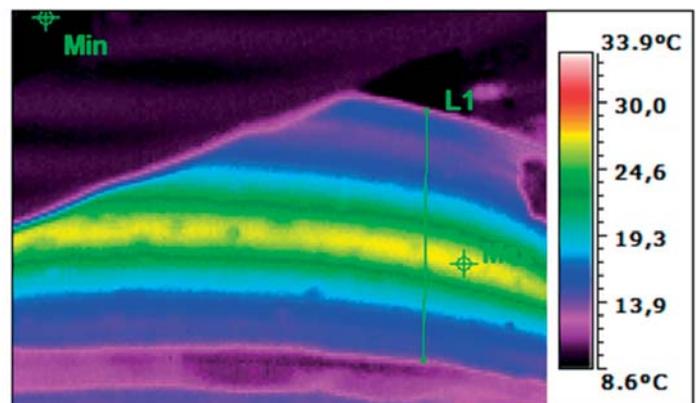


Fig. 29 - Temperatura misurata per un rullo durante l'arresto.
Fig. 29 - Measured temperature for a roller during the stop.



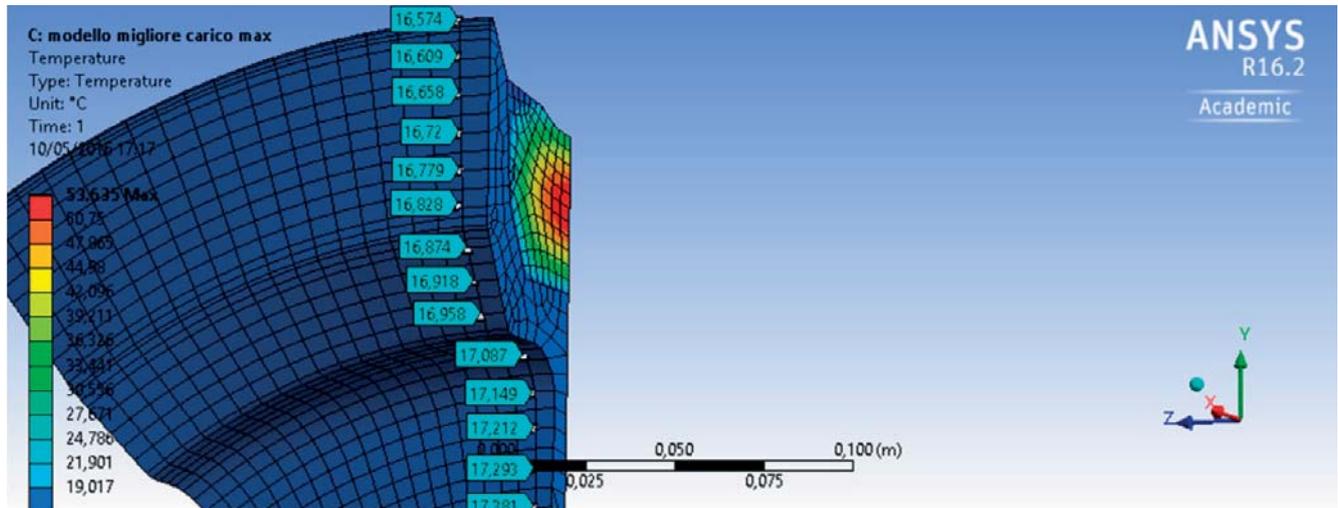


Fig. 30 - Temperatura della flangia.
Fig. 30 - Flange temperature.

è un piccolo traferro fra il corpo del rullo e la flangia, che ha una cattiva conduttività del calore. Questa caratteristica non è stata modellata.

On the other hand, the flange temperature is almost constant (fig. 30), as in experimental data. It is mostly generated by the heat flux from the roller bearing, supposedly in compliance with the experimental results.

4.4.4. Confronto con il carico da regolamenti tecnici

Se si suppone di inserire nel nostro modello FEM la perdita di potenza derivata dai regolamenti tecnici (3% del carico verticale UNI-EN 12930/12929-1 [10]) si risconterà una temperatura di superficie incredibilmente superiore a quella misurata, considerando anche la precisione dello strumento, che nel nostro caso è trascurabile ($\pm 2\%$ del valore di lettura, o $\pm 2^\circ\text{C}$). Per questa ragione, si può concludere che il nostro modello di previsione del consumo energetico è più precisa di quanto previsto dalle

4.4.3. Minimum load configuration

Internal heat generation (centre)	31800 W/m ³
Internal heat generation (lateral)	7900 W/m ³
Heat flow (from bearing) ^(*)	2.5 W
Ambient temperature	1 °C
^(*) It is the value for 1/16 of the roller.	

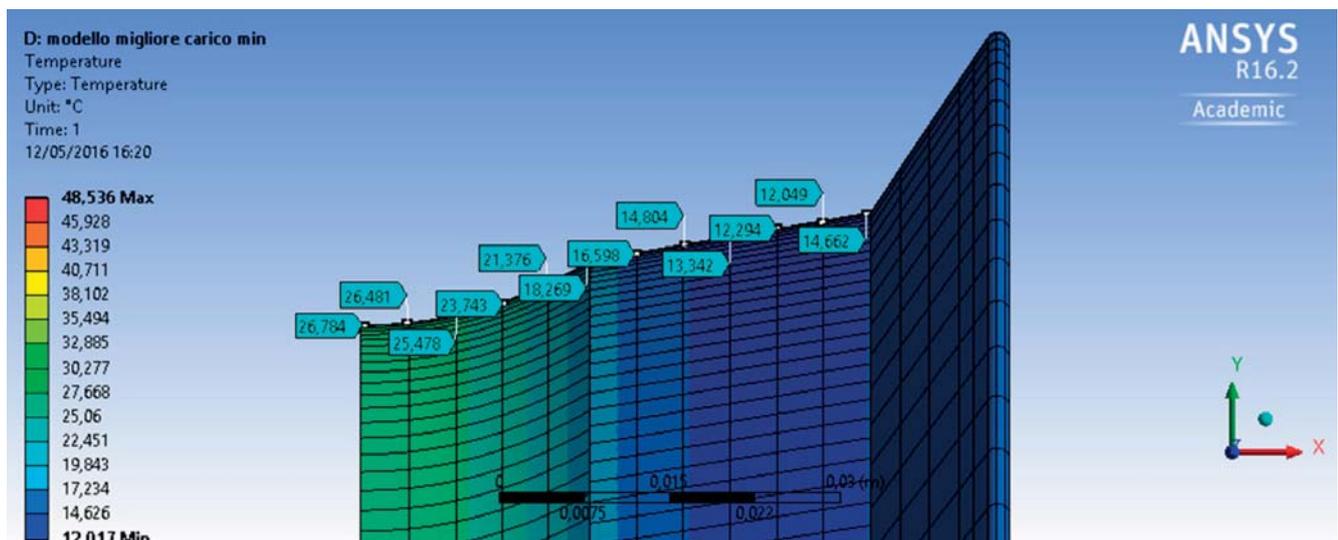


Fig. 31 - Temperatura della superficie della gomma.
Fig. 31 - Temperature of the rubber surface.

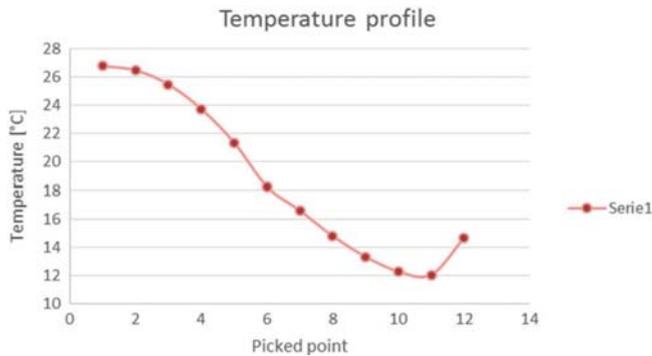


Fig. 32 - Schema della temperatura di superficie della fig. 31.
Fig. 32 - Surface temperature diagram of fig. 31.

norme tecniche. Tuttavia, è risaputo che i regolamenti si tengono ampiamente a favore della sicurezza; se si deve eseguire un confronto nell'ambito dei sistemi di trasporto, utilizzando il 3% del carico verticale per valutare il consumo energetico, ciò crea un enorme svantaggio per gli impianti di trasporto a fune.

Like in the previous situation (table 7), we distinguish a temperature indicatively 1.5 °C higher than those recorded in the rope groove.

As we can notice in fig. 33, the roller flange is colder than the roller body, despite the fact that they are made of the same material. This fact is due to the design; the flange at the inner side is removable for assembly reasons and an O-ring is placed in the middle, hence there is a small air layer between the roller body and the flange that has a bad heat conductivity. We have not modelled this feature.

4.4.4. Comparison with technical regulation load

If we suppose to insert in our FEM model power loss derived from the technical regulations (3% of vertical load UNI-EN 12930 / 12929-1 [10]) we will find a surface temperature that is incredibly higher than the measured one, also considering the accuracy of the instrument, which is negligible in our case ($\pm 2\%$ of the reading value or $\pm 2^\circ\text{C}$).

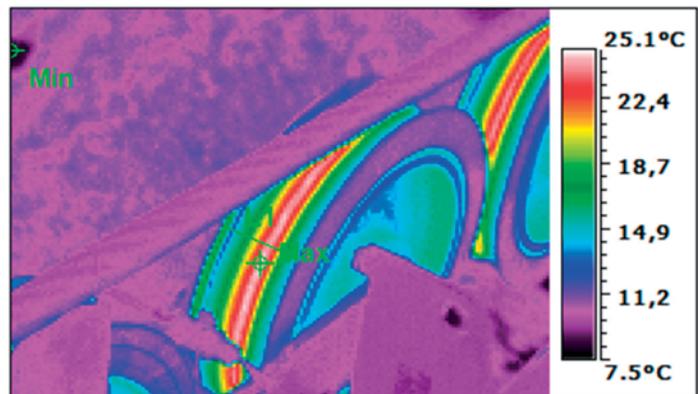
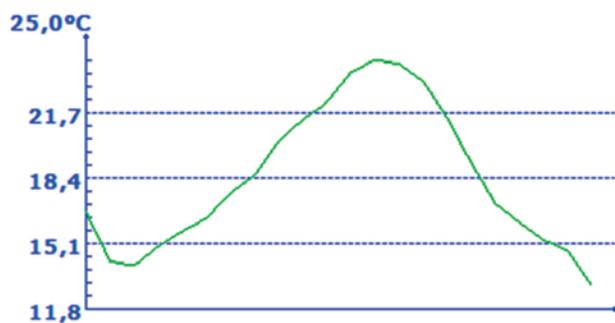


Fig. 33 - Rullo in una configurazione minima di carico; anche in questo caso si può vedere la gola come alla fig. 32.
Fig. 33 - Roller in minimum load configuration, also in this case we can see the groove like in fig. 32.

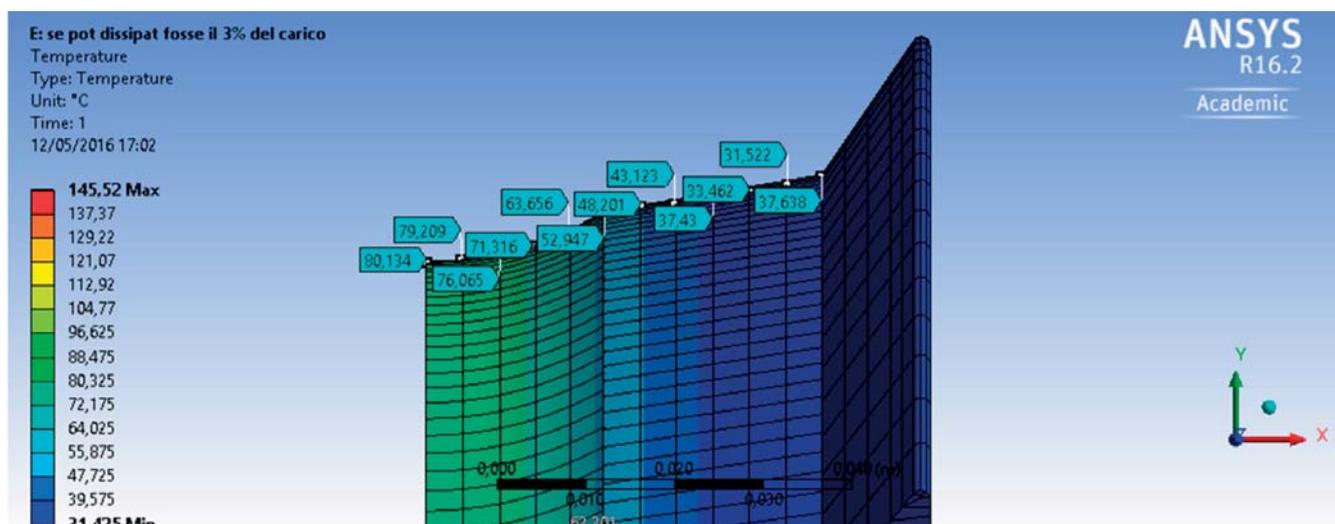


Fig. 34 - Temperatura della superficie della gomma (fig. 35).
Fig. 34 - Temperature of the rubber surface (fig. 35).

Carico verticale [N]	Attrito 3% [N]	Velocità [m/s]	Energia dissipata [W]	Generazione di calore interno [W/m³]
5800	174	4,5	780	130000

Per riassumere i risultati:

	Energia dissipata [W] ^(*)	Coefficiente di attrito ^(**)
Regolamenti tecnici (5800 N)	780	0.03
Nostro modello (5800 N)	300	0.011
Regolamenti tecnici (5400 N)	729	0.03
Nostro modello (5400 N)	75	0.011

^(*) Le perdite di energia dei cuscinetti rulli sono comprese, si tratta di un valore trovato mediante misura indiretta.
^(**) Percentuale del carico verticale.

5. Dati di collaudo su impianti ad ammorsamento automatico in esercizio

Al fine di verificare se il nostro modello può essere accettabile, abbiamo deciso di verificare all'interno dell'archivio di Dimensione Ingegnerie le progettazioni di linee (funivie) di impianti in esercizio e delle corrispondenti prove regolari eseguite prima dell'apertura della stagione.

I risultati dati dalla valutazione di questi dati hanno confermato le nostre ipotesi.

Dal pacchetto di progettazione denominato SIF, abbiamo ottenuto la potenza necessaria nelle varie configurazioni di carico. Il confronto è eseguito su configurazioni di impianto in scarico in ascendente e scarico discendente. Osservando la progettazione della linea eseguita con SIF, si rileva che le necessità di potenza sono date dalla somma dell'attrito (in % del carico verticale) di ogni rullo moltiplicato per la velocità dell'impianto.

$$Energy\ needs = \left(\sum friction \cdot speed \right) / \eta_{power\ unit}$$

$\eta_{power\ unit}$ è considerato convenzionalmente come 0.85.

SIF ci fornisce l'attrito su ogni rulliera per ogni ramo. Si sa che è calcolato secondo le norme tecniche, che impongono il 3% del carico verticale. Qui di seguito proponiamo una serie di tabelle che consentono di confrontare il consumo energetico nominale (dato dalla progettazione della linea) a quello misurato (durante prove regolari).

Occorre sottolineare che l'attrito nei cuscinetti e la flessione della fune sono compresi nel 3%. Come si può notare, i consumi energetici misurati sono inferiori a quelli teorici. La valutazione più precisa è sulla funivia a cabine Dolonne, poiché è disponibile la progettazione dei rulli.

For this reason, we can conclude that our energy consumption prediction model is more accurate than the provisions of the regulations. However, we all know that regulations are extremely on the safe side; if we have to carry out a comparison within transport systems, using 3% of vertical load for evaluating energy consumption, this enormously disadvantages rope propelled transport systems.

Vertical Load [N]	Friction 3% [N]	Speed [m/s]	Dissipated energy [W]	Internal heat generation [W/m³]
5800	174	4.5	780	130000

To summarize the results:

	Dissipated energy [W] ^(*)	Friction coefficient ^(**)
Technical regulation (5800 N)	780	0.03
Our model (5800 N)	300	0.011
Technical regulation (5400 N)	729	0.03
Our model (5400 N)	275	0.011

^(*) Roller bearing energy loss are included, it is a value find with non-direct measure.
^(**) Percentage of the vertical load.

5. Test data on operating ropeways

In order to find out whether our model can be acceptable, we decided to search within the archive of Dimensione Ingegnerie the line designs (ropeways) of operating rope installations and corresponding periodical tests carried out before the opening of the season.

The results given by the assessment of these data have confirmed our assumptions.

We obtain from the ropeway design package named SIF the power needed in various load configuration. Comparison is made in unload ascend and unload descent plant configurations. Looking at line design made with the SIF, we know that power needs are given by the sum of the friction (in % of the vertical load) of each roller multiplied by plant speed.

$$Energy\ needs = \left(\sum friction \cdot speed \right) / \eta_{power\ unit}$$

$\eta_{power\ unit}$ is conventionally taken 0.85.

The SIF provides us with the friction on every roller assembly for every branch. We know that it is calculated following the technical rules, which dictate 3% of the vertical load. In the following, we present a series of tables in order to compare the rated energy consumption (given by

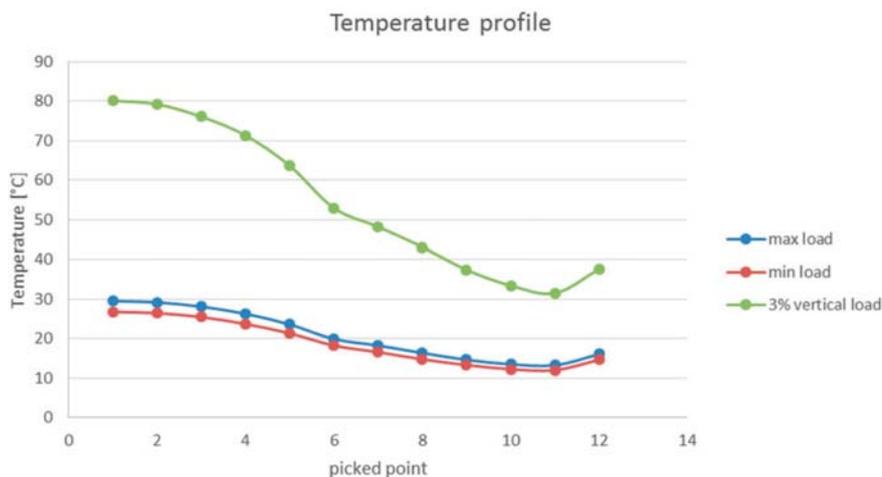


Fig. 35 - Grafico di confronto (figg. 28, 32, 34).
Fig. 35 - Comparison chart (figg. 28, 32, 34).

the line design) to the measured one (during regular tests).

We have to underline that – within 3% – the friction in roller bearings and the rope deflection are enclosed. As we can see, measured energy consumptions are lower than the theoretical ones. The most precise assessment is on Dolonne gondola ropeway because we have the roller design.

5.1. “Peindeint-Prato” fixed grip chairlift in Courmayeur (I)

For this plant, the executive project and last periodical tests are available for the authors.

5.1. Seggiovia ad ammassamento fisso “Peindeint-Prato” a Courmayeur (I)

Per questo impianto, sono disponibili agli autori il progetto esecutivo e le ultime prove periodiche.

Potenza del motore elettrico installato	126	kW
N° di veicoli sulla linea	116	
Massa del veicolo vuoto	89	kg
Massa del veicolo a pieno carico	249	kg
Peso della fune	3,01	kg/m
Velocità	2,5	m/s
Lunghezza della fune	2460	M
Differenza di quota fra le stazioni	366,01	M
Lunghezza dell’inclinazione fra le stazioni	1228,75	M
Numero di rulli (per ogni ramo)	120	
Carico tenditore	98600	N

Il consumo energetico misurato nel collaudo periodico è 12.6 kW, molto vicino alla metà di quello teorico. Si può dire che è l’1.5% del carico verticale. La comparazione – dei dati di collaudo con quelli di progetto – in configurazione ramo di salita carico – ramo di discesa scarico non è significativa poiché, durante i collaudi periodici, il carico è applicato con una zavorra e non è molto preciso.

Questi sono i risultati delle prove rispetto ai requisiti di progettazione della linea:

Potenza	Progettazione della linea	Misurata
Impianto a vuoto	24 kW	12.6 kW
Ramo di salita carico	110 kW	44.1 kW

5.2. Seggiovia ad ammassamento automatico “Plan des Eves-Lago Checrouit” a Courmayeur

Per questo impianto, sono disponibili agli autori il progetto esecutivo e le ultime prove periodiche.

Power of the installed electric motor	126	kW
N° of vehicles in line	116	
Empty vehicle mass	89	kg
Full load vehicle mass	249	kg
Rope weight	3,01	kg/m
Speed	2,5	m/s
Rope length	2460	M
Difference in height between stations	366,01	M
Inclined length between stations	1228,75	M
Roller number (for each branch)	120	
Turnbuckle load	98600	N

Energy consumption measured in periodical test is 12.6 kW, very close to the half of the theoretical one. We can say that it is 1.5% of the vertical load. Comparison between load ascend branch – unload descend branch configuration is not significant because – during the regular tests – the load is applied with ballast and it is not very accurate.

These are tests result versus line design needs:

Power	Line Design	Measured
Empty plant	24 kW	12,6 kW
Load ascend branch	110 kW	44.1 kW

5.2. “Plan des Eves-Lago Checrouit” detachable grip chairlift in Courmayeur

For this rope installation, the executive project and the latest periodical tests are available to the authors.

Potenza del motore elettrico installato	520 (2-260)	kW
N° di veicoli sulla linea	86	
Massa del veicolo vuoto	360	kg
Massa del veicolo a pieno carico	680	kg
Peso della fune	6.53	kg/m
Velocità	5	m/s
Lunghezza della fune	2926	m
Differenza di quota fra le stazioni	499	m
Lunghezza dell'inclinazione fra le stazioni	1459.61	m
Numero di rulli (per ogni ramo)	110	
Carico tenditore	280000	N

Il consumo energetico misurato durante *le prove periodiche* è di 68 kW, in relazione al carico verticale è di circa l'1.3%.

Ogni confronto fa la configurazione ramo di salita carico e ramo discesa scarico non sarebbe significativo poiché, durante i collaudi periodici, il carico è applicato con una zavorra e non è molto preciso.

I risultati delle prove rispetto ai requisiti di progettazione della linea sono riportati di seguito:

Potenza	Progettazione della linea	Misurata
Impianto a vuoto	160 kW	68 kW
Ramo di salita carico	440 kW	200 kW

5.3. Cabina "Aosta-Pila"

Per questo impianto, il progetto esecutivo non è a disposizione, ma il progetto definitivo e gli ultimi due collaudi periodici sono a disposizione degli autori.

5.3.1. Primo ramo

Potenza del motore elettrico installato	1000 (2-500)	kW
N° di veicoli sulla linea	93	
Massa del veicolo vuoto	730	kg
Massa del veicolo a pieno carico	1370	kg
Peso della fune	10.91	kg/m
Velocità	6	m/s
Lunghezza della fune	6720	m
Differenza di quota fra le stazioni	794	m
Lunghezza dell'inclinazione fra le stazioni	3357	m
Numero di rulli (per ogni ramo)	224	
Carico tenditore	440000	N

<i>Power of the installed electric motor</i>	520 (2-260)	<i>kW</i>
<i>N° of vehicles in line</i>	86	
<i>Empty vehicle mass</i>	360	<i>kg</i>
<i>Full load vehicle mass</i>	680	<i>kg</i>
<i>Rope weight</i>	6.53	<i>kg/m</i>
<i>Speed</i>	5	<i>m/s</i>
<i>Rope length</i>	2926	<i>m</i>
<i>Difference in height between stations</i>	499	<i>m</i>
<i>Inclined length between stations</i>	1459.61	<i>m</i>
<i>Roller number (for each branch)</i>	110	
<i>Turnbuckle load</i>	280000	<i>N</i>

Energy consumption measured in periodical test is 68 kW, related to the vertical load it is about 1.3%.

Any comparison between load ascend branch – unload descend branch configuration would not be significant because – during the periodical tests – the load is applied with ballast and it is not very accurate.

These are tests result versus line design needs:

Power	Line Design	Measured
<i>Empty plant</i>	160 kW	68 kW
<i>Load ascend branch</i>	440 kW	200 kW

5.3. "Aosta-Pila" gondola

For this rope installation, the executive project is not available, but the definitive one and the two last periodical tests are at disposal of the authors.

5.3.1. First branch

<i>Power of the installed electric motor</i>	1000 (2-500)	<i>kW</i>
<i>N° of vehicles in line</i>	93	
<i>Empty vehicle mass</i>	730	<i>kg</i>
<i>Full load vehicle mass</i>	1370	<i>kg</i>
<i>Rope weight</i>	10.91	<i>kg/m</i>
<i>Speed</i>	6	<i>m/s</i>
<i>Rope length</i>	6720	<i>m</i>
<i>Difference in height between stations</i>	794	<i>m</i>
<i>Inclined length between stations</i>	3357	<i>m</i>
<i>Roller number (for each branch)</i>	224	
<i>Turnbuckle load</i>	440000	<i>N</i>

Si tratta di un impianto a cabine, con una notevole distanza fra le stazioni. Purtroppo, per questo tipo di impianto, la resistenza al vento incomincia a divenire rilevante per la valutazione. Il software per la progettazione della funivia tiene conto del vento trasversale in configurazioni specifiche di carico, ma non si hanno misure del vento durante i collaudi.

Potenza	Progettazione della linea	Misurata in (09/10)	Misurata in (12/13)
Impianto a vuoto	462 kW	300 kW	300 kW
Ramo di salita carico	1020 kW	700 kW	720 kW

In questo caso, sembra che la perdita di energia sia del 2% circa del carico verticale, ma è necessario sottolineare che non vi era progetto esecutivo disponibile. È importante perché la costruzione di questo impianto era molto complessa e la progettazione della linea può essere stata leggermente modificata. Inoltre, il consumo energetico misurato è dato in percentuale della coppia del motore elettrico, ma si dispone delle dimensioni nel progetto esecutivo e non di quelle del progetto finale.

5.3.2. Secondo ramo

Potenza del motore elettrico installato	700 (2-350)	kW
N° di veicoli sulla linea	44	
Massa del veicolo vuoto	730	kg
Massa del veicolo a pieno carico	1370	kg
Peso della fune	10,91	kg/m
Velocità	6	m/s
Lunghezza della fune	3280	m
Differenza in quota fra le stazioni	431,35	m
Lunghezza dell'inclinazione fra le stazioni	1637	m
Numero di rulli (per ogni ramo)	186	
Carico tenditore	780000	N

In questo caso, si è fra l'1.5% e il 2% del carico verticale.

Potenza	Progettazione della linea	Misurata in (09/10)	Misurata in (12/13)
Impianto a vuoto	438 kW	265 kW	244 kW
Ramo di salita carico	729 kW	480 kW	517 kW

5.4. Cabina "Dolonne-Plan Checrouit"

Per questo impianto, sono disponibili agli autori il progetto esecutivo e le ultime prove periodiche.

This is a gondola system, with a considerable distance between the stations. Unfortunately, for this type of plant, wind resistance starts to become relevant for the assessment. The software for ropeway design takes into account the crosswise wind in specific load configurations, but we have not wind measurements during the tests.

Power	Line Design	Measured in (09/10)	Measured in (12/13)
Empty plant	462 kW	300 kW	300 kW
Load ascend branch	1020 kW	700 kW	720 kW

In this case, it seems that the energy loss is approx. 2% of the vertical load, but we have to underline that we do not have executive project. This is important because the construction of this rope installation was very tricky and design of the line may have been slightly changed. Furthermore, the measured energy consumption is given in percentage of the electric motor torque, but we have the size in the executive project and not the one in the final project.

5.3.2. Second branch

Power of the installed electric motor	700 (2-350)	kW
N° of vehicles in line	44	
Empty vehicle mass	730	kg
Full load vehicle mass	1370	kg
Rope weight	10.91	kg/m
Speed	6	m/s
Rope length	3280	m
Difference in height between stations	431.35	m
Inclined length between stations	1637	m
Roller number (for each branch)	186	
Turnbuckle load	780000	N

In this case, we are between 1.5 and 2% of the vertical load. The considerations for the first branch are still to be made.

Power	Line Design	Measured in (09/10)	Measured in (12/13)
Empty plant	438 kW	265 kW	244 kW
Load ascend branch	729 kW	480 kW	517 kW

5.4. "Dolonne-Plan Checrouit" gondola

For this rope installation, the executive project and latest periodical tests are available for the authors.

Potenza del motore elettrico installato	680 (2-340)	kW
N° di veicoli sulla linea	49	
Massa del veicolo vuoto	730	kg
Massa del veicolo a pieno carico	1370	kg
Peso della fune	9,35	kg/m
Velocità	6	m/s
Lunghezza della fune	2800	m
Differenza in quota fra le stazioni	493.2	m
Lunghezza dell'inclinazione fra le stazioni	1396.13	m
Numero di rulli (per ogni ramo)	102	
Carico tenditore	520000	N

Per questo impianto, il consumo energetico misurato è di circa l'1% del carico verticale, ovvero esattamente quanto riscontrato con il nostro modello; le misure sono state prese su questo impianto.

Potenza	Progettazione della linea	Misurata
Impianto a vuoto	240 kW	85 kW
Ramo di salita carico	567 kW	230 kW

6. Conclusioni

Il comportamento della fascia di gomma, applicata su rulli utilizzati su funivie e impianti a fune per applicazioni nel trasporto urbano [1, 26, 27, 28, 29], è molto complesso e non costituiva lo scopo di questo documento, che era invece finalizzato a quantificare i suoi effetti sul consumo energetico per un impianto a fune anche durante il suo funzionamento a vuoto, ovvero senza passeggeri. Occorre ricordare che le perdite associate agli attriti su rulliere sono convenzionali e corrispondono al 3% delle forze verticali applicate o al carico su di esse. La questione era, data la necessità di rendere il trasporto urbano molto competitivo dal punto di vista energetico, il valore convenzionale è corretto? Uno degli obiettivi di questa ricerca era di comprendere anche questo aspetto, mediante sia teoria sia le prove pratiche.

Ciò che possiamo concludere da questa analisi è che le regole e le norme tecniche esistenti sono eccessivamente cautelative per valutare il consumo energetico negli impianti di trasporto con trazione a fune. Ciò può essere positivo per la progettazione, poiché gli impianti di trasporto devono garantire il servizio in ogni condizione, quindi un ampio margine cautelativo è opportuno. D'altro canto, se si utilizzano gli stessi calcoli per confrontare sistemi di trasporto differenti, ovvero dal punto di vista energetico, gli impianti di trasporto a fune sono molto svantaggiati.

Evidentemente, il nostro modello non tiene conto di alcune variabili che possono influenzare i risultati in condizioni particolari [17, 21, 22]. La temperatura esterna, se troppo elevata (> 50°C) o troppo bassa (< -20 °C), può alterare significativamente le proprietà della gomma. L'in-

<i>Power of the installed electric motor</i>	680 (2-340)	<i>kW</i>
<i>N° of vehicles in line</i>	49	
<i>Empty vehicle mass</i>	730	<i>kg</i>
<i>Full load vehicle mass</i>	1370	<i>kg</i>
<i>Rope weight</i>	9.35	<i>kg/m</i>
<i>Speed</i>	6	<i>m/s</i>
<i>Rope length</i>	2800	<i>m</i>
<i>Difference in height between stations</i>	493.2	<i>m</i>
<i>Inclined length between stations</i>	1396.13	<i>m</i>
<i>Roller number (for each branch)</i>	102	
<i>Turnbuckle load</i>	520000	<i>N</i>

For this rope installation, the measured energy consumption is approx. 1% of the vertical load, which is exactly what we found with our model; measurements were made on this system.

<i>Power</i>	<i>Line Design</i>	<i>Measured</i>
<i>Empty plant</i>	240 kW	85 kW
<i>Load ascend branch</i>	567 kW	230 kW

6. Conclusions

The behaviour of the rubber band, applied on rollers used on ropeways and APMs for urban transport applications [1, 26, 27, 28, 29], is very complex and was not the aim of the paper, which instead addressed to quantify its effect on energy consumption for a rope installation also during its operation as empty, i.e. without passengers. We need to recall that energy losses associated to the frictions on roller assemblies are conventional and correspond to 3% of applied vertical forces or load on them. The question was, given the need to make urban transport much competitive from the energy viewpoint: is that conventional value correct? One of the aims of this research was to understand also this, both through theory and practical tests.

What we can conclude from this analysis is that the existing technical rules (standards) are too much on the safe side to evaluate energy consumption in cable-driven transport systems. They can be good for design, because transport systems have to ensure service in all the conditions and so a wide safe side is a good idea. On the other hand, if we use the same calculation to compare different transport systems, namely from the energy viewpoint, the cable driven ones are very disadvantaged.

Obviously, our model does not take into account some variables which can affect the results under particular condition [17, 21, 22]. The outside temperature, if it is too high (> 50°C) or too low (< -20 °C) rubber properties can change significantly. The ageing of the rubber band can have a small effect. Furthermore, the load frequency can influence

vecchiamento della fascia di gomma può avere un piccolo effetto. Inoltre, la frequenza del carico può influenzare se si persegue la realizzazione di impianti più rapidi [18]. Almeno la deformazione della fune è ancora inclusa entro il 3% dei regolamenti tecnici. Tuttavia, come mostrato dai dati delle prove, la nostra conclusione è incontrovertibile. Per via dell'estensione del problema, la sensibilità della telecamera a infrarossi non influenza le conclusioni.

Ulteriori analisi devono essere condotte in questo campo, probabilmente si deve creare un database con un gran numero di confronti fra i requisiti energetici per la progettazione della linea e i dati misurati per avere un'idea chiara del potenziale degli APM a trazione a fune per quanto attiene il risparmio energetico.

Un altro elemento degno di nota è che una buona progettazione dei rulli e della linea può migliorare l'efficienza energetica di un impianto. Di fatto, se si osservano le differenze fra "Aosta-Pila" (il secondo ramo) e l'impianto "Dolonne", devono salire alla stessa altezza e coprire la stessa distanza, ma la "Aosta-Pila" consuma più del doppio di energia.

Un altro aspetto di estrema importanza per lo sviluppo futuro degli impianti a fune per il trasporto pubblico è il periodo di servizio dei rulli. Con il consumo energetico attuale, esso è inferiore a 10.000 ore e si sa che la durata effettiva dei rulli è proporzionale al loro consumo energetico. Nelle cabinovie utilizzate nei comprensori sciistici, la vita di servizio e il consumo energetico non sono un obiettivo primario di sviluppo. Per questa ragione, occorre ripensare ai rulli perché corrispondano ai nuovi requisiti di applicazione.

In conclusione, siamo in grado di affermare che per valutare il consumo energetico per un APM con trazione a fune – in condizioni di regime – occorre utilizzare un massimo del 2% del carico verticale invece del 3% dato dalle prescrizioni normative. Sulla base di questa ricerca, gli autori ritengono che il miglior valore che corrisponda al comportamento reale debba essere fra l'1 e l'1.5%

Per il trasporto urbano è necessario contenere il consumo di energia dei rulli [1], stante la loro abbondanza, e un obiettivo plausibile è di contenerlo entro l'1% del carico verticale. Tale risultato può essere ottenuto progettando e sviluppando un prodotto specifico – sia come rullo sia come guarnizione – e lo studio qui presentato può rappresentare la base per la modellazione del comportamento sia energetico sia funzionale dei rulli.

if we pursue faster plants [18]. At least the rope deformation is yet incorporated within 3% in the technical regulations. However, like trial data show, our conclusion is incontrovertible. Due to the magnitude of the issue, the infrared-camera sensitivity does not affect the conclusions.

Further analyses have to be done on this field, probably a database with a great number of comparisons between line design energy requirements and the measured ones must to be done to have a clear idea of cable-based automated people movers' potential in energy saving.

Another thing to note is that a good roller design and a good line design can improve energy efficiency of a plant. In fact, if we look at the differences between "Aosta-Pila" (the second branch) and "Dolonne" plant, they have to climb the same height and almost the same distance, but the "Aosta-Pila" consumes more than twice of energy.

Another aspect which is extremely important for the future development of APMs in public transport is the roller service period. With today's energy consumption, it is less than 10 000 hours and we know that roller's life is proportional to roller's energy consumption. In gondola systems, used for ski resorts, service life and energy consumption are not a primary develop target. For this reason, we need to rethink the rollers to match the new applications requirements.

In conclusion, we are capable to say that to evaluate energy consumption for a cable based APM (in steady state conditions) we have to use at maximum 2% of the vertical load instead of the 3% given by prescription. On the grounds of this research, the authors believe that the best value to fit the real behaviour must be between 1 and 1.5%.

For urban transport, it is necessary to contain the energy consumption of the rollers [1], given their relevant number, and an acceptable aim is to contain it within the 1% of the vertical load. This result can be obtained by designing and developing a specific product – both as a roller and as rubber compound – and this study may represent the basis for modelling the behaviour of rollers, both from the energy and functional viewpoints.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] AFFATATO M., BLENGINI S., DALLA CHIARA B., VAIR E., "Automated People Mover with rope traction: engineering and modelling an innovative hybrid solution to optimise energy use / Automated People Mover con trazione a fune: progettazione e modellizzazione di una soluzione ibrida innovativa finalizzata al risparmio energetico", *Ingegneria Ferroviaria*, vol. LXX, N. 11, pp. 901-923, Nov. 2015.
- [2] CROTTI A., ALBERTO D., DALLA CHIARA B., VALLANA M., "Impianti a fune. Elementi costruttivi, progettazione ed esercizio", Ed. Mario Gros, 2006.
- [3] HOFMANN G., "Ropeway technology", Doppelmayr/Garaventa Gruppe, 2015.

- [4] JOHNSON K. L., *“Contact mechanics”*, Cambridge University Press, 1985.
- [5] Dimensione Ingegnerie, *“Aosta Pila preliminary design project”*, internal document, 2006.
- [6] Dimensione Ingegnerie, *“Chairlift Peindeint Prato definitive project”*, internal document.
- [7] BANIČ M.S. et al., *“Prediction of heat generation in rubber or rubber-metal spring”*, Thermal Science Vol. 12, 2012.
- [8] PARK D.M., HONG W.H., KIM S.G., KIM H.J., *“Heat generation of filled rubber vulcanizates and its relationship with vulcanizate network structures”*, European Polymer Journal Vol. 36, 2000.
- [9] HAMBLIN M.G., STACHOWIAK G.W. *“Environmental and sheave material effects on the wear of roping wire and sheave”*, Tribology International Vol. 28 n. 5, 1995.
- [10] UNI, *“Safety requirements for cableway installation designed to carry person”*, UNI EN 12929-1, UNI EN 12930, UNI EN 13223, 2007.
- [11] Semperit Technische Produkte Gesellschaft m.b.H., *“User instruction sheave liners”*, 2010.
- [12] FASANA, S. MARCHESIELLO, *“Meccanica delle vibrazioni”*, CLUT, 2006.
- [13] MCKENNA G.B., *“Viscoelasticity. Encyclopedia of Polymer Science and Technology”*, Wiley, 2002
- [14] ROYLANCE D., *“Engineering Viscoelasticity”*, MIT course of Material Science, 2001.
- [15] FERRY J.D., *“Viscoelastic property of polymers”*, Wiley, 1961.
- [16] BANKS H.T., PINTER G.A., *“Damping: Hysteretic Damping and Models”*, Center for Research in Scientific Computation, North Carolina State University, 1999.
- [17] KAR K.K., BHOWMICK A.K., *“High-Strain hysteresis of rubber vulcanizates over a range of compositions, rates, and temperatures”*, Journal of Applied Polymer Science Vol. 65, 1997.
- [18] PENG Y., ZHU Z., CHEN G., *“Theoretical analysis of thermo-viscoelastic contact between friction lining and wire rope in mine friction hoist”*, Mining Science and Technology n. 19, 2009.
- [19] NIEMANN G., WINTER H., HOLN B. R., *“Manuale degli organi delle machine”*, Tecniche Nuove, 2006.
- [20] HT Italia, *“THT 42 User manual”*, 2011.
- [21] KAR K.K., BHOWMICK A.K., *“Hysteresis Loss in filled rubber vulcanizates and its relationship with heat generation”*, Journal of Applied Polymer Science Vol. 64, 1997.
- [22] CHEHEB Z., MOUSSEAU P., SARDA A., DETERRE R., *“Thermal Conductivity of Rubber Compounds Versus the State of Cure”*, Macromolecular Materials and Engineering, 2012.
- [23] LIENHARD IV J. H., LIENHARD V.J.H., *“A heat transfer textbook”*, Phlogiston Press, 2015.
- [24] CENGEL YUNUS A., *“Termodinamica e trasmissione del calore”*, McGraw-Hill Libri Italia, 1998.
- [25] LEE H. H., *“Finite element simulation with ANSYS Workbench 14”*, SDC Publications, 2013.
- [26] DALLA CHIARA B., DEGIOANNI P., *“Un Automated People Mover (APM) con trazione a fune e struttura a rete”*, Ingegneria Ferroviaria, Vol. LXII, n. 5, pp. 417-431, 5/2007.
- [27] DALLA CHIARA B., FASSIO C., MASANOTTI A., ZANOTTI G., *“Una metodologia per la progettazione di sistemi automatici per il trasporto persone (APM) di derivazione funiviaria”*, Ingegneria Ferroviaria, Vol. LX, n. 5, pp. 389-405, 5/2005.
- [28] DALLA CHIARA B., PELISSERO F., *“Ferrovie a cremagliera o a dentiera”*, Ingegneria Ferroviaria, Vol. LXII, n. 4, pp. 325-334, 4/2007.
- [29] DALLA CHIARA B., DEGIOANNI P., FUMAROLA F.P., *“Riepilogo di sistemi di trasporto innovativi”*, Ingegneria Ferroviaria, Vol. LXIII, n. 1, p. 49, 1/2008.

**Sistemi Completi
di Terra e di Bordo
per l'Esercizio
Ferroviario
e Metropolitano**

Werkoboragno

Werkoboragno

Werkoboragno

Dal 1958 ECM progetta e realizza sistemi e prodotti per l'efficienza, la sicurezza e l'alimentazione delle ferrovie. I suoi prodotti sono sinonimo di durabilità, economia di esercizio ed affidabilità: i sistemi di protezione automatica della marcia del treno garantiscono ogni giorno una circolazione più rapida e sicura su migliaia di chilometri di linea ferroviaria in Italia e all'estero, i segnali a LED offrono al gestore della rete un'affidabilità di esercizio ed una manutenibilità senza precedenti di assoluta avanguardia nel settore.

I prodotti Diagnostici e di Monitoraggio sono da decenni apprezzatissimi su tutte le linee italiane.

Con l'aggiunta al proprio catalogo di nuove apparecchiature come il Blocco Conta Assi Multisezione MULTI RAIL LOCK ed il sistema di efficientamento energetico SMART STATION, ECM è oggi un interlocutore completo per qualsiasi esigenza ferroviaria.

Forte della pluridecennale esperienza maturata nel settore del segnalamento, ECM si è indirizzata con decisione verso lo sviluppo e la commercializzazione di sistemi completi per la gestione ferroviaria. Questo nuovo corso di ricerca ha prodotto il sistema di interlocking computerizzato HMR9, la nuova frontiera per la gestione dell'infrastruttura ferroviaria. Basato sulla comunicazione web, esso consente di organizzare tutte le operazioni di manutenzione, diagnostica e telecontrollo di un nodo ferroviario da un unico posto centrale. Grazie ad HMR9 l'utente è oggi in grado, semplicemente attraverso un browser, di gestire centinaia di chilometri di linea interfacciandosi liberamente con i sistemi e prodotti esistenti in modo rapido ed efficiente.

Visitateci oggi per esplorare insieme il futuro delle vostre linee.

EXPO Ferroviaria  2017

Padiglione 2 - Stand n° 500



www.ecmre.com



Sistemi innovativi completi per l'infrastruttura ferroviaria moderna

Rotaie premium. Sistemi innovativi di scambi.
Segnalamento intelligente. Vasta gamma di servizi.

voestalpine VAE GmbH
www.voestalpine.com/vae/en

voestalpine Schienen GmbH
www.voestalpine.com/schienen/en

CONTATTO:
voestalpine VAE Italia srl
via Alessandria, 91
00198 Roma
T.: +39 06 84 24 11 06
F.: +39 06 96 03 78 69
E-mail: vaeitalia@voestalpine.com

voestalpine

ONE STEP AHEAD.



La manutenzione di un veicolo ferroviario in base al monitoraggio dei consumi ed ai ritorni di esperienza

Maintenance of a railway vehicle through consumption monitoring and feedback of field information

Ing. Guglielmo ANASTASI^(*)
 Ing. Alessandro BARTOLINI^(**)
 Ing. Enrico Pasquale MARINO^(*)
 Prof. Ing. Giuseppe SCIUTTO^(**)

Sommario - La ricerca continua di maggiore competitività nel campo della manutenzione di veicoli ferroviari comporta l'affiancamento alla tradizionale manutenzione preventiva, organizzata su scadenze programmate, con le più innovative tecniche di manutenzione su condizione, le quali mediante il monitoraggio continuo e l'introduzione di opportuni contatori forniscono le informazioni sul profilo di missione dei componenti più critici.

La determinazione dei contatori e dei criteri d'intervento per la manutenzione su condizione richiede l'analisi degli input provenienti dal campo estratti dai rapporti degli interventi di manutenzione i quali contengono misure e altri dati "quantitativi" utili a descrivere l'andamento dei consumi.

Questo lavoro è centrato sull'analisi dei consumi dei materiali usurabili che devono essere rabboccati o sostituiti durante ogni intervento manutentivo. È molto importante monitorare il loro tasso di usura in quanto alcuni di questi materiali rappresentano una rilevante voce di costo, inoltre il loro consumo è spesso funzione del profilo di missione del veicolo. La misura dei parametri avviene in occasione degli interventi di ispezione periodica dei veicoli. Si rilevano dati geometrici e meccanici tesi a stabilire se le condizioni di usura sono ancora compatibili con l'esercizio senza anomalia, almeno fino al prossimo intervento programmato. Per svolgere questa analisi sono stati visionati i rapporti di officina relativi a tre anni di manutenzione di 30 locomotive E483 per treni merci impiegate da alcune imprese ferroviarie private. In questo modo sono stati calcolati i consumi medi degli striscianti dei pantografi, dell'olio per riduttori, dell'acqua distillata per batterie, della sabbia e del grasso per l'impianto ungi-bordo.

Summary - Continuous search for greater competitiveness in the field of maintenance of railway vehicles involves the support of traditional preventive maintenance, organised on scheduled dates, with the most innovative state-of-the-art condition-based maintenance techniques, that provide information on the mission profile of the most critical components through continuous monitoring and introduction of appropriate counters.

The determination of the counters and of intervention policies for condition-based maintenance requires the analysis of inputs from the field extracted from maintenance operations reports which contain "quantitative" measures and other data useful to describe the consumption patterns.

This work is centred on the analysis of consumable materials subject to wear and tear that need to be replenished or replaced during any maintenance work. It is very important to monitor their wear rate as some of these materials represent a significant cost item, their consumption is also often a function of vehicle mission profile. The measurement of parameters takes place on the occasion of the periodic vehicle inspection. Mechanical and geometrical data are taken intended to determine whether the conditions of wear are still compatible with operation without anomaly, at least until the next planned intervention. To carry out this analysis, workshop reports have been viewed relating to three years' maintenance of 30 E483 locomotives for cargo trains used by some private railway companies. In this way the average consumption of the pantographs' strips, oil for gear reducers, distilled water for batteries, sand and grease for the wheel flange lubrication system were calculated.

The results obtained allow validating the correctness of

^(*) Bombardier Transportation S.p.A.
^(**) NITEL – DITEN Università di Genova.

^(*) Bombardier Transportation S.p.A.
^(**) NITEL – DITEN University of Genoa.

I risultati ottenuti permettono di validare la correttezza dell'impostazione del piano di manutenzione preventiva e di suggerire modifiche. Inoltre l'analisi del rateo di consumo fornisce informazioni importanti sullo stato di salute di alcuni componenti fondamentali. Infine, mediante l'integrazione di questi risultati con le letture provenienti dal monitoraggio continuo si completa l'evoluzione della trama manutentiva e si sfruttano le informazioni indicanti la vita residua dei componenti direttamente influenzati dall'usura dei materiali analizzati.

1. Introduzione: "stato dell'arte" manutenzione (definizioni e quadro normativo) e piano di manutenzione

La manutenzione è definita, attraverso la norma UNI EN 13306 del 2003, come "combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative e gestionali, previste durante il ciclo di vita di un'entità, destinate a mantenerla o riportarla in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta" [1].

Una conseguenza della liberalizzazione del mercato ferroviario europeo è stata la nascita di aziende specializzate nella manutenzione.

Quindi le strategie e le politiche manutentive vengono perfezionate e rinnovate di continuo. Tradizionalmente la maggioranza delle azioni di manutenzione è di tipo correttivo o preventivo-programmato [2].

Le strategie manutentive si possono distinguere in due macro-categorie di interventi manutentivi, come si può vedere nella fig. 1:

- manutenzione correttiva;
- manutenzione preventiva.

Le procedure di manutenzione più tradizionali come quelle sopra riportate stanno lasciando il posto a strategie innovative come la manutenzione su condizione o "Condition Based Maintenance".

Questa strategia innovativa necessita di un monitoraggio più fitto del sistema per fornire una stima accurata della salute, o dello stato, di ogni componente/sistema su cui basare la decisione di procedere alle attività di intervento. Così facendo è possibile massimizzare lo sfruttamento (attraverso l'aumento della vita utile) dell'intero sistema con conseguenti vantaggi sui costi di manutenzione [3]. Queste attività sono rese possibili sia adottando test non distruttivi e ispezioni visive sia attraverso l'impiego di sistemi per il monitoraggio real-time e di software in grado di processare grandi quantità di dati.

the preventive maintenance plan and suggesting changes. In addition the consumption rate analysis provides important information about the health of some key components. Finally, through the integration of these results with the readings from continuous monitoring, the evolution of the maintenance scheme is completed and the information indicating the remaining life of the components directly affected by the wear of materials analysed is exploited.

1. Introduction: "state-of-the-art" maintenance (definitions and regulatory framework) and maintenance plan

Maintenance is defined through the 2003 UNI EN 13306 standard, as "a combination of all technical, administrative and managerial actions, expected during the life cycle of an entity, with a view to keep it or return it to a condition where it can perform the required function" [1].

Consequence of the liberalisation of the European rail market has been the emergence of companies specialising in maintenance.

Therefore maintenance strategies and policies are refined and updated continuously. Traditionally the majority of maintenance is corrective or preventive-planned maintenance [2].

Maintenance strategies can be divided into two main macro maintenance operation categories, as can be seen in fig. 1:

- corrective maintenance;
- preventive maintenance.

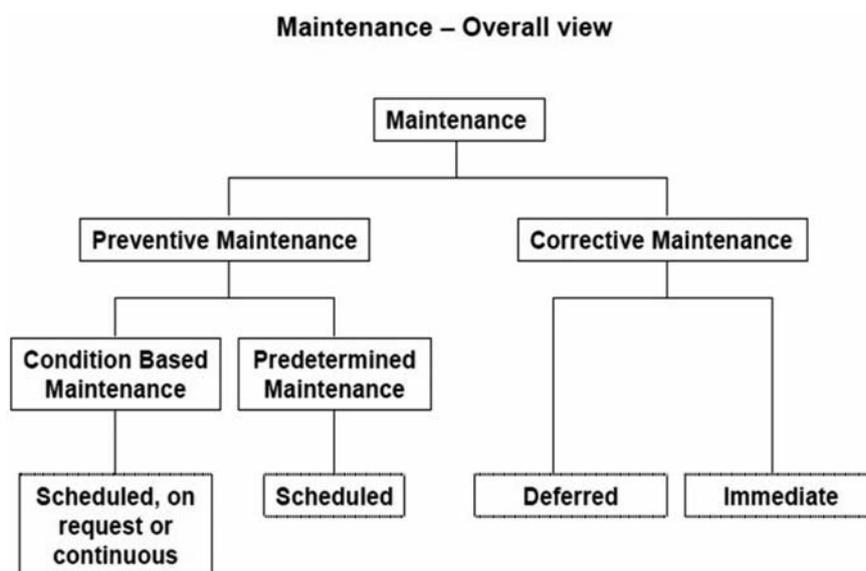


Fig. 1 - Panoramica delle principali strategie manutentive secondo la norma UNI EN 13306.

Fig. 1 - Overview of the main maintenance strategies according to UNI EN 13306 standard.

Il caso esaminato in questo articolo è quello delle locomotive del gruppo E483 (appartenenti alla famiglia TRAXX 2e DC) che sono sotto contratto di service presso Bombardier.

Il Piano di Manutenzione delle E483 è strutturato nel seguente modo:

- 1) Intervalli di manutenzione a scadenza chilometrica:
 - a) Intervento I1 da eseguire ogni 30.000 km;
 - b) Intervento I2 da eseguire ogni 150.000 km;
 - c) Intervento I3 da eseguire ogni 300.000 km;
 - d) Revisione R1 da eseguire quando la locomotiva raggiunge 1.200.000 km;
 - e) Revisione R2 da effettuare raggiunti i 2.400.000 km.
- 2) Intervalli di manutenzione secondo gli intervalli temporali:
 - a) Intervento T1 da eseguire ogni 6 mesi;
 - b) Intervento T2 da eseguire ogni 12 mesi;
 - c) Intervento T3 da eseguire ogni 4 anni;
 - d) Intervento T4 da eseguire ogni 8 anni;
 - e) Intervento T5 da eseguire ogni 16 anni.

Per ogni scadenza sono previste delle soglie di tolleranza che vanno dal 10% per gli interventi a scadenza chilometrica al 5% per la prima revisione ed allo 0% per gli interventi a scadenza temporale.

Per ogni tipo di scadenza, sia chilometrica sia temporale, è previsto un preciso piano di lavoro con una lista dettagliata di componenti da controllare e di attività da eseguire. Nella tabella 1 è mostrato un estratto del Piano di manutenzione della locomotiva E 483.

L'insieme delle schede di manutenzione preventiva, raggruppate per scadenza (temporale e/o chilometrica) costituiscono il piano di manutenzione del veicolo. Tale piano di manutenzione deve essere validato dall'Agenzia Nazionale per la Sicurezza Ferroviaria (ANSF); infatti secondo la direttiva sulla sicurezza il soggetto responsabile della manutenzione (ECM), deve assicurare che i veicoli, del quale è responsabile siano correttamente mantenuti per mezzo di un sistema di gestione della manutenzione conformemente a quanto riportato nel piano manutenzione, inoltre l'ECM ha il dovere di sviluppare tale piano e mantenerlo continuamente aggiornato coerentemente al profilo di esercizio del veicolo ed al ritorno di esperienza. [4]

Le linee guida dell'ANSF [5] consigliano di suddividere le attività previste nella trama manutentiva del piano di manutenzione in tre categorie in funzione dei possibili effetti di avaria e delle ripercussioni che le stesse possono avere durante la circolazione sull'infrastruttura ferroviaria nazionale:

- S-Sicurezza;

More traditional maintenance procedures such as those above are giving way to innovative strategies such as "Condition Based Maintenance".

This innovative strategy needs closer monitoring of the system to provide an accurate estimate of health, or condition, of each component/system on which to base the decision to carry out intervention activities. By doing so the exploitation (through increased useful life) of the entire system can be maximised with consequent advantages on maintenance costs [3]. These activities are made possible either by adopting non-destructive testing and visual inspections or through the use of real-time monitoring systems and software capable of processing large amounts of data.

The case examined in this article is the E483 group locomotives (belonging to the TRAXX 2e DC family) that are under service contract at Bombardier.

The E483 maintenance plan is structured as follows:

- 1) *Mileage maintenance intervals:*
 - a) *Intervention I1 every 30.000 km;*
 - b) *Intervention I2 every 150.000 km;*
 - c) *Intervention I3 every 300.000 km;*
 - d) *Revision R1 to be run when the locomotive reaches 1.200.000 km;*
 - e) *Revision R2 to be run when 2.400.000 km are reached.*
- 2) *Maintenance intervals according to time intervals:*
 - a) *Intervention T1 to be run every 6 months;*
 - b) *Intervention T2 to be run every 12 months;*
 - c) *Intervention T3 to be run every 4 years;*
 - d) *Intervention T4 to be run every 8 years;*
 - e) *Intervention T5 to be run every 16 years.*

Tolerance thresholds are provided for each due date ranging from 10% for mileage interventions to 5% for the first revision and 0% for interventions at time maturity.

For every expiration type, both mileage and temporal, a precise work plan is provided with a detailed list of components to be controlled and of tasks to perform. Table 1 shows an excerpt of the locomotive E483 maintenance Plan.

The set of preventive maintenance cards, grouped by due date (temporal and/or mileage) constitute the vehicle maintenance plan. This maintenance plan must be validated by the Italian National Agency for Railway Safety (ANSF); in fact according to the safety directive the entity in charge of maintenance (ECM) shall ensure that vehicles for which it is responsible are properly maintained by means of a maintenance management system in accordance with the specifications in the maintenance plan, and moreover the ECM has the duty to develop such a plan and keep it continually updated consistently with the operation profile of the vehicle and to the experience feedback. [4]

Estratto dal Piano di Manutenzione della locomotiva E 483
Excerpt of the locomotive E483 Maintenance Plan

Attività	Operazioni basate sui km [Migliaia di km]					Operazioni basate sul tempo [anni]					SCR	Numero di guasti		
	L1	L2	L3	R1	R2	T1	T2	T3	T4	T5				
	30	150	300	1200	2400	0,5	1	4	8	16				
Verificare il funzionamento / eseguire la manutenzione dell'SCMT			x	x	x	x	x	x	x	x		S	33	Q-Switches Aux contact failure
Condizionatore: eseguire una prova di funzionamento e una prova a pressione del condizionatore									x	x	x	C	26	SCMT-MMI-pushbottom failure
Comandi elettronici (DCPU - Logica di veicolo - TCMS)													22	New DCU board_2074 failure
Controllare MOBAD (cambiare la batteria di riserva) e riprogrammare i codici delle apparecchiature									x	x	x	R	20	MBAD PA02 loss memory
Ispezionare i dispositivi di comando, gli strumenti indicatori e le segnalazioni luminose	x	x	x	x	x							S	18	Driver's display stays black
Ispezionare i pulsanti e i selettori e verificare se ci sono punti di contatto allentati								x	x	x	x	S	18	Operation panel SPL failure
Caricabatteria: ispezionare se esistono tracce di surriscaldamento o ammaccature								x	x	x	x	R	18	R0012 Luetze Module failure
Comandi elettronici (DCPU - Logica di veicolo - TCMS): cambiare le batterie di supporto									x	x	x	R	17	Battery charger failure
Impianto ungibordo: Regolare gli ugelli e verificare la	x	x	x	x	x							S	16	DCPU failure
Test di funzionamento dell'impianto radio del treno	x	x	x	x	x							S	15	No lubrification of the wheel flange
Ispezionare tutti i pantografi per rilevare eventuali danni meccanici	x	x	x	x	x							S	13	GSMR-ETCS lost connection with RBC
Impianto tergicristallo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	S	11	Pantograph drops directly after lifting
Controllare selettore di marcia/frenatura													10	Wiper system motor failure
Sezionatore													8	Control switch panel failure
Condizionatore									x	x	x	C	5	Disconnecter
Interruttore													5	Air leakage from HVAC connector
													4	Circuit breaker blocked

(Fonte - Source: A. BARTOLINI)

- R-Regolarità di esercizio;
- C-Comfort.

Il piano di manutenzione viene stilato durante la progettazione della locomotiva seguendo regole e procedure consolidate. Inoltre, nelle revisioni che si susseguono, il piano di manutenzione può essere modificato in base alle esigenze operative, alle norme, ma soprattutto in base alla consapevolezza, acquisita mediante i ritorni operativi, sulle reali condizioni di degrado che ci si può aspettare per ciascun apparato.

2. Manutenzione su condizione

La manutenzione su condizione (Condition Based Maintenance) è definita come “manutenzione preventiva basata sul monitoraggio delle prestazioni o dei parametri significativi per il funzionamento della macchina” [6]. Questa strategia di manutenzione è in grado di fornire, oltre alle informazioni aggiornate sullo stato reale del sistema, ovvero capacità diagnostica, anche la stima della sua *vita utile rimanente* (Remaining Useful Life o RUL) capacità che va sotto il nome di prognostica.

Il cuore della manutenzione su condizione è il processo di monitoraggio, detto “*condition monitoring*” (CM), attraverso il quale vengono monitorati con continuità i segnali acquisiti con appositi sensori oppure i segnali derivati dalla lettura di opportuni indicatori.

The ANSF [5] guidelines recommend splitting up the activities planned in the maintenance scheme of the maintenance plan in three categories depending on the possible breakdown effects and repercussions that the same can have during operation of the national railway infrastructure.

- S-Safety;
- R-Regular operation;
- C-Comfort.

The maintenance plan is drawn up during the design of the locomotive following established rules and procedures. Furthermore, in the reviews that follow, the maintenance plan can be modified according to the operational requirements, standards, but mainly based on awareness, gained through operational returns, on the real conditions of degradation that can be expected for each apparatus.

2. Condition-based maintenance

Condition Based Maintenance is defined as “preventive maintenance based on monitoring of performance or of significant parameters for machine operation” [6]. This maintenance strategy is able to provide, in addition to up-to-date information on the real condition of the system, i.e. diagnostic capability, also the estimate of its remaining useful life or RUL that goes under the name prognostic.

The heart of condition-based maintenance is the “con-

Il monitoraggio è definito come “un’attività volta ad osservare l’attuale stato di un oggetto-componente” [7]. L’obiettivo principale del CM è fornire una stima in tempo reale delle condizioni dell’equipaggiamento al fine di prendere decisioni sulla manutenzione e di conseguenza ridurre gli interventi manutentivi non necessari e i relativi costi.

Il processo di monitoraggio si può svolgere in due modi: mentre il macchinario è operativo (monitoraggio *on-line*); mentre il macchinario è inattivo (*off-line*) [7].

L’adozione di tecniche di manutenzione su condizione (CBM) promette una potenziale riduzione dei costi rispetto alle strategie manutentive più tradizionali, che è il motivo principale che spinge la ricerca al miglioramento degli approcci manutentivi.

I costi associati a ciascun approccio manutentivo sono presentati in fig. 2.

Si nota come la politica di manutenzione correttiva presenti bassi costi di manutenzione, dovuti alle minime azioni preventive, ma alti costi operativi dovuti ai guasti funzionali che si presentano durante il funzionamento (operational failures). Al contrario, la procedura di manutenzione preventiva presenta generalmente bassi costi operativi, dovuti alla riduzione dei guasti durante il servizio, ma l’uso di criteri molto conservativi nello stimare la probabilità che un componente si guasti comporta un alto costo di manutenzione, a cui va aggiunto il fatto che spesso si sostituisce un componente lontano dalla fine della sua vita utile. Con l’approccio manutentivo su condizione, invece, si riescono a minimizzare entrambi i tipi di costi, ottimizzando così lo sfruttamento delle risorse aziendali.

Lo scopo di questo articolo è valutare l’inserimento di una Estimated Condition Based Maintenance alla gestione della flotta di locomotive E483. Infatti si parla di E-CBM in quanto la sensoristica di bordo delle locomotive è stata progettata senza tenere conto di una manutenzione su condizione, quindi l’applicazione di tecniche innovative si scontra con i necessari adattamenti da apportare sia al software diagnostico sia alla parte hardware. Si deve quindi operare sia attraverso nuove release software sia attraverso misure indirette per cercare di monitorare i componenti più importanti.

In [8] e in [9] sono presentati due casi applicativi di tecniche CBM nella manutenzione dei veicoli ferroviari.

In [8] viene presentato un impianto automatizzato realizzato in Inghilterra per rilevare lo stato di usura delle ruote dei veicoli passeggeri tramite la misura del profilo del bordino.

In [9] viene descritto l’impiego di sensori che rilevano la temperatura delle boccole dei veicoli della metropolitana di Hong Kong e, attraverso collegamento radio, inviano le letture ad un centro di controllo, consentendo interventi di manutenzione preventiva nel momento in cui si registrano anomalie.

Un importante strumento impiegato nello sviluppo di

dition monitoring” process (CM), which continuously monitors the signals acquired by means of special sensors or signals derived from the reading of appropriate indicators.

Monitoring is defined as “an activity aimed at observing the current condition of a component object” [7]. CM’s main objective is to provide real-time estimate of the conditions of the equipment in order to make maintenance decisions and consequently reduce the unnecessary maintenance work and the related costs.

The monitoring process can take place in two ways: during machinery operation (*on-line monitoring*); while the machinery is idle (*off-line*) [7].

The adoption of condition-based maintenance techniques (CBM) promises a potential cost reduction compared to more traditional maintenance strategies, which is the main reason that leads to the search to improve maintenance approaches.

Costs associated with each maintenance approach are presented in fig. 2.

It should be noted how the corrective maintenance policy presents low maintenance costs due to minimum preventive actions, but high operational costs due to malfunctions that occur during operation (operational failures). On the contrary, the preventive maintenance procedure generally has low operating costs, due to less failures during service, but the use of very conservative criteria in estimating the probability that a component breaks down implies high maintenance costs, to which the fact that often a component is replaced far from the end of its useful life must be added. Through the condition-based maintenance approach, on the other hand, both types of costs can be minimised, thus optimising the use of company resources.

The purpose of this article is to consider including an Estimated Condition Based Maintenance in the fleet man-

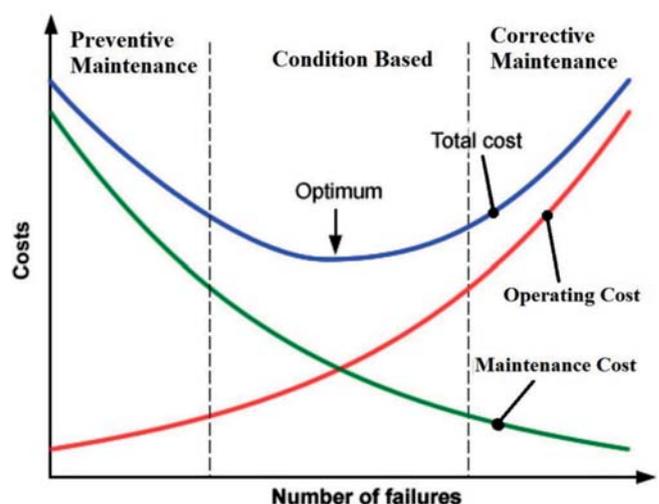


Fig. 2 - Costi associati alle principali politiche manutentive.
Fig. 2 - Costs associated with major maintenance policies.

un sistema di diagnostica è la *FMECA* (acronimo dell'inglese *Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis* - Analisi dei modi, degli effetti e della criticità dei guasti).

L'analisi *FMECA*, che viene utilizzata nei settori più diversi, propone i modi di guasto più probabili e con conseguenze più gravi, mettendo in evidenza i punti di debolezza di un progetto, sui quali occorre intervenire con adeguate modifiche tese ad elevarne l'affidabilità.

Un'applicazione di tale strumento è riportata in [10] dove, a seguito dell'analisi delle principali cause di guasto alle porte di un treno passeggeri delle ferrovie scozzesi, viene presentata una revisione delle procedure di manutenzione.

3. Monitoraggio on-line dei veicoli Bombardier

L'adozione di un approccio manutentivo su condizione, CBM, è reso possibile da un monitoraggio giornaliero delle locomotive, che è esteso all'intera flotta attraverso un sistema di "telediagnostica" [11].

Questo sistema permette di avere accesso da remoto a tutte le informazioni provenienti dalla diagnostica di bordo. Inoltre, il sistema implementato da Bombardier consente di generare report statistici e di inviare autonomamente i dati diagnostici rilevati a un database esterno permettendo di tracciare la storia operativa dei componenti presenti a bordo della locomotiva.

Attraverso l'analisi in tempo "reale" delle informazioni provenienti dalla diagnostica di bordo è possibile ottimizzare la manutenzione correttiva e, soprattutto, migliorare la manutenzione preventiva adottando tecniche di CBM.

La diagnostica che è implementata all'interno della logica di veicolo si basa sulla generazione e sulla memorizzazione di eventi riconducibili sia a condizioni di normale funzionamento, sia a condizioni di degrado o di guasto [12]. Equipaggiando le locomotive con un modem GSM, chiamato MOXA, si possono trasmettere a terra i dati diagnostici provenienti dalla logica del veicolo.

Oltre alla tradizionale diagnostica è possibile trasferire a terra lo stato operativo di alcune specifiche apparecchiature, che vengono così monitorate durante il loro lavoro quotidiano. I dati raccolti sono sia di tipo booleano che analogico; si realizza così un monitoraggio on-line delle letture provenienti dai sensori di bordo.

Ogni 24 ore, i segnali campionati vengono elaborati in modo da produrre un insieme aggregato: cioè il report contenente gli indicatori consuntivi di utilizzo chiamati "Key Performance Index" (KPI), che sono i parametri chiave da monitorare. In questo modo si ha un consolidamento dei dati di interesse per la manutenzione.

Inoltre, attraverso la rete aziendale, è possibile caricare i file KPIs sul database del software "Asset Manager" che aggiorna automaticamente le informazioni sugli asset installati a bordo delle locomotive della flotta monitorata, permettendo, così, di tenere traccia della storia ope-

agement of E483 locomotives. In fact we talk about E-CBM as on-board sensors of the locomotives were designed without taking into account a condition-based maintenance, therefore the application of innovative techniques collides with the necessary adaptations to be made both to the diagnostic software and to the hardware. Operation must therefore be through new software releases and through indirect measures in order to try monitoring the most important components.

Two application cases of CBM techniques in the maintenance of railway vehicles are presented in [8] and [9].

[8] shows an automated system built in England to detect the degree of wear of passenger vehicle wheels by measuring the wheel flange profile.

[9] describes the use of sensors that detect the temperature of the axle boxes of Hong Kong's underground vehicles and send readings to a control centre, through radio link, allowing for preventive maintenance when anomalies are recorded.

An important tool used in the development of a diagnostic system is the FMECA (acronym of Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis).

FMECA analysis, which is used in the most diverse areas, offers the most likely failure modes and with more serious consequences, highlighting the weaknesses of a project, on which we must intervene with appropriate changes to increase reliability.

An application of this instrument can be found in [10] where a review of maintenance procedures is presented, following the analysis of the main causes of failure at the doors of a passenger train of Scottish railways.

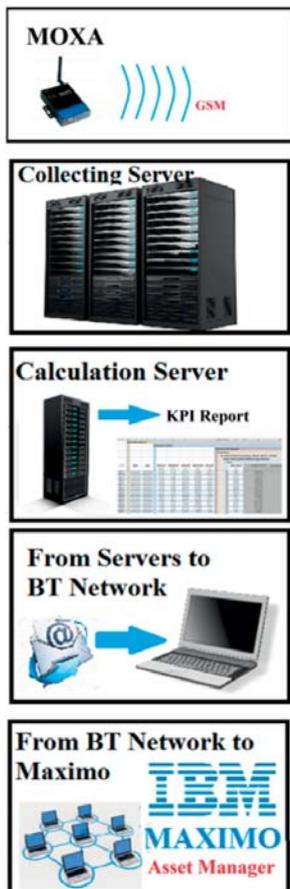
3. On-line monitoring of Bombardier vehicles

The adoption of the condition-based maintenance approach, CBM, is possible by daily monitoring of locomotives, which is extended to the entire fleet through a "Remote Access Diagnostics" system [11].

This system provides remote access to all information coming from on-board diagnostics. Furthermore, the system implemented by Bombardier allows generating statistic reports and sending diagnostic data detected autonomously from an external database allowing to track down the operational history of the components on board the locomotive.

Through the real time analysis of information from the on-board diagnostics, corrective maintenance and most importantly, preventive maintenance can be optimised adopting CBM techniques.

Diagnostics that are implemented within the vehicle logic are based on the generation and storage of events attributable to both normal operating conditions, and deterioration or breakdown [12]. By fitting a GSM modem, called MOXA, on the locomotive, diagnostic data from the vehicle logic can be transmitted to the ground.



Modem GSM installato a bordo dei veicoli che, ogni 20 minuti, trasmette i pacchetti di dati diagnostici verso terra.

Server esterno che svolge la funzione di serbatoio per la raccolta dei dati.

Un secondo server è dedicato all'elaborazione dei dati dispersi per produrre, ogni 24 ore, un insieme aggregato contenente i contatori relativi ai parametri chiave che si vuole monitorare.

Il report che contiene le informazioni aggiornate è stato chiamato KPI (Key Performance Indicator).

I report giornalieri relativi alla flotta monitorata confluiscono nella rete intranet aziendale tramite dominio FTP.

Attraverso la rete aziendale i KPIs i vengono letti dal database del software Asset Manager che contiene la storia delle informazioni diagnostiche relative ai principali componenti.

Fig. 3 - Schema a blocchi del sistema di monitoraggio on-line dei veicoli Bombardier.

Fig. 3 - Block diagram of the on-line Bombardier vehicles monitoring system. *Legenda:* MOXA: On board GSM modem who, every 20 minutes, transmits the diagnostic data to the ground. Collecting Server: External server for collecting data. Calculation Server: A second server to processing raw data and produces every 24 hours an aggregate set who contains a report with the actual usage indicators called "Key Performance Index (KPI), which are the key parameters to be monitored. From Servers to BT Network: Daily report about the monitored fleet come into the intranet network. From BT Network to Maximo: Through the corporate network the KPIs are read by the software that contains the diagnostic history of the major components.

rativa di ogni LRU (Line Replaceable Unit). Nella fig. 3 vediamo riportato lo schema a blocchi del sistema di monitoraggio sopra descritto.

La costruzione di una serie di indicatori predittivi di vita residua relativi ai componenti più importanti della locomotiva permette di tradurre l'esperienza manutentiva in soglie di valori per i contatori che permettono di generare avvisi di manutenzione con un anticipo tale da permettere sia di programmare il fermo in officina sia di preparare i materiali di ricambio e il programma preciso di interventi da fare senza bisogno di effettuare le ispezioni, i controlli o le verifiche necessarie a decidere se realizzare o meno una sostituzione.

In addition to traditional diagnostics the operational status of some specific equipment can be transferred to the ground, which is monitored during daily operation. The collected data are both Boolean and analogue type; thus an on-line monitoring of readings from sensors on board is achieved.

Every 24 hours, sampled signals are processed to produce an aggregate set: that is the report that contains the actual usage indicators called "Key Performance Index (KPI), which are the key parameters to be monitored. In this way there is a consolidation of the data of interest to maintenance.

In addition, through the corporate network, the KPI files can be loaded on the "Asset Manager" software database that automatically updates the information on assets installed on board the fleet of locomotives monitored, thus allowing tracking the operational history of each LRU (Line Replaceable Unit). Fig. 3 shows the block diagram of the above-mentioned monitoring system.

The construction of a number of predictive indicators of remaining life relating to the most important components of the locomotive can translate maintenance experience into value thresholds for counters that allow generating maintenance alerts in advance so as to both schedule the downtime in the workshop and prepare the spare parts and the precise intervention schedule to be performed without needing to carry out inspections, controls or verifications necessary to decide whether or not to fulfil a replacement.

Through the readings of the usage indicators (KPIs) the conditions of the components can be monitored and a condition of deterioration can be spotted before the fault occurs besides preventing the effects on the system in terms both of induced failures on other components, and reduced reliability and security conditions.

4. Estimates of consumption of preventive maintenance materials

During each preventive maintenance intervention that locomotives undergo the staff responsible fills in a report containing, in addition to all the activities on the locomotive, even a section that lists all the consumables used.

From the analysis of these reports, the final consumption balance can be calculated of:

Attraverso le letture degli indicatori di utilizzo (KPI) si può monitorare lo stato dei componenti e risulta possibile individuare una condizione di degrado prima che si manifesti il guasto e anche prevenire gli effetti sul sistema in termini sia di guasti indotti sugli altri componenti, sia di riduzione dell'affidabilità e delle condizioni di sicurezza.

4. Stima dei consumi dei materiali di manutenzione preventiva

Durante ogni intervento di manutenzione preventiva cui sono sottoposte le locomotive il personale addetto compila un report che contiene, oltre a tutte le attività svolte sulla locomotiva, anche una sezione con l'elenco di tutti i materiali di consumo utilizzati.

Dall'analisi di questi report è possibile consuntivare i consumi di:

- striscianti dei pantografi, che vengono misurati ogni volta che la locomotiva viene presa in carico dal personale dell'officina;
- pastiglie freno;
- olio per riduttori;
- acqua distillata per batterie;
- sabbia;
- grasso per l'impianto ungiobordo.

I quattro aspetti di usura presi in esame rappresentano quelli che hanno maggiore impatto sul LCC e, alcuni di essi, rappresentano delle voci di costo rilevanti nel bilancio delle risorse destinate alla manutenzione delle locomotive.

Nel database aziendale sono presenti i report relativi agli interventi di manutenzione svolti sull'intera flotta Traxx. L'analisi effettuata ha preso in considerazione 450 report di 30 locomotive E.483, operanti in Italia nelle flotte di Oceanogate, DB Schenker, GTS, RTC e Autorità Portuale di Savona, nel periodo compreso tra fine 2013 e primo semestre 2016.

Le locomotive oggetto di studio svolgono servizio cargo sulla rete RFI per conto di vari operatori su tratte molto eterogenee, ma queste differenze sono rese "blande" dagli errori di misura e dalla periodicità fissa degli interventi manutentivi (mediamente ogni 2 mesi la locomotiva entra in officina).

Compilando una tabella con i consumi globali di ogni locomotiva nell'arco dei tre anni monitorati, considerando una percorrenza media di 400.000 km, si sono evidenziati i consumi medi dei materiali riportati nella tabella 2.

Per determinare l'andamento del consumo degli striscianti dei pantografi è stato elaborato un modello introducendo alcune approssimazioni. Per prima cosa si assume che la locomotiva abbia un solo pantografo sempre in presa avente uno strisciante fittizio di spessore doppio, ovvero 90 mm, rispetto alla realtà: questa semplificazione è necessaria perché bisogna considerare il consumo glo-

- *pantograph strips, which are measured whenever the locomotive is taken over by the workshop employees;*
- *brake pads;*
- *gear reducers;*
- *distilled water for batteries;*
- *Sand;*
- *grease for the wheel flange lubrication system.*

The four aspects of wear surveyed represent those that have greater impact on the LCC and, some of them represent substantial cost item entries in the resources budget allocated to maintenance of the locomotives.

The company database contains reports relating to maintenance performed on the entire Traxx fleet. The analysis took into account 450 reports of 30 E.483 locomotives, operating in Italy in the fleets of Oceanogate, DB Schenker, GTS, RTC and the Port of Savona Authority, in the period between the end of 2013 and the first half of 2016.

The locomotives being studied perform cargo service on the RFI network on behalf of several operators on very heterogeneous routes, but these differences are "bland" due to measurement errors and fixed maintenance schedule operations (on average every 2 months the locomotive is in the workshop).

Filling in a table with the overall consumption of each locomotive over the three years monitored, considering an average travel distance of 400.000 km, the average consumptions of the materials listed in table 2 were highlighted.

A model was developed to determine the consumption trend of the pantograph shoe gears by introducing some ap-

TABELLA 2 – TABLE 2

Consumi medi di una generica locomotiva gruppo E.483
Average consumption of a group E.483 generic locomotive

LOCOMOTIVA E.483.000 E.483.000 LOCOMOTIVE		
Percorrenza considerata Travelled distance considered	400.000 km	
Consumi Consumption	Per 3 anni For 3 years	Per Mkm For Mkm
Coppia di striscianti Carbon strip	6	19
Pastiglie Pads	1	2
Olio per riduttori (kg) Oil for gear reducers (kg)	18	60
Acqua batterie (l) Battery water (l)	26	87
Sabbia (kg) Sand (kg)	4831	16 (kg/Tkm)
Grasso ungiobordo (kg) Wheel flange lubrication grease (kg)	78	237

(Fonte - Source: A. BARTOLINI, G. ANASTASI)

bale di tutti gli striscianti montati sui due pantografi e ciò si ottiene sommando i consumi, ovvero la differenza dello spessore (parametro Delta_H) misurato nella mezza degli striscianti dei due pantografi, attraverso la differenza tra due misurazioni consecutive effettuate in occasione di ogni intervento in officina e riportate nelle note dei report di manutenzione.

Si verifica il consumo delle pastiglie dei freni considerando la differenza di chilometraggio tra una sostituzione e l'altra.

Si procede in modo analogo anche per le altre grandezze, riportando le quantità di materiale di consumo raddoppiato o rinnovato ad ogni intervento di manutenzione.

Va poi calcolata la percorrenza (o parametro Delta_km) attraverso la differenza tra i chilometraggi della locomotiva riportati in due interventi di manutenzione consecutivi.

Si associa a ciascun intervallo di percorrenza il consumo dei vari materiali e si può calcolare una grandezza chiamata *Rateo di consumo*, sulla quale si effettuerà l'analisi statistica.

La grandezza *Rateo di consumo*, esprimibile in [mm/km] o [kg/km], indica quanti millimetri di strisciante oppure quanti chilogrammi di materiale si consumano per ogni chilometro percorso dalla locomotiva; tale valore viene scalato a 10.000 km (1.000 km nel caso della sabbia) per avere le cifre più significative nella porzione intera del numero. Questi valori rappresentano i campioni di dati che possono essere analizzati tramite la distribuzione di Weibull dei dati raccolti, con lo scopo di trovare i valori di consumo che hanno la maggiore probabilità di verificarsi.

Infatti, interpolando i dati con la distribuzione di Weibull è possibile individuare una funzione rappresentativa dell'andamento del consumo.

La distribuzione di Weibull è una distribuzione di probabilità continua definita sui numeri reali positivi e descritta da due parametri α (parametro di scala) e β (parametro di forma) e la sua funzione di densità di probabilità cumulata è (1):

$$f(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^\beta\right] \text{ with } 0 \leq x \quad (1)$$

Attraverso il valore dei parametri alfa e beta, inoltre può essere adattata anche a distribuzioni di valori asimmetriche.

È da notare l'importanza che riveste l'affidabilità dei dati. Infatti, è stato creato un algoritmo per filtrare, dal totale dei campioni, quelli in cui è presente un errore di misura evidente oppure quelli in cui è mancante la misura (cosa frequente nel caso di sostituzione degli striscianti per i quali manca la misura a fine vita); così facendo si ottiene un campione di dati "pulito" di circa 300 valori, rispetto ai 421 iniziali, libero dagli errori e dalle approssi-

proximations. First, it is assumed that the locomotive has always only one pantograph constantly engaged with a false double thickness carbon strips, 90 mm, compared to reality: this simplification is necessary because we must consider the global consumption of all carbon strips mounted on two pantographs and this is achieved by summing consumption, which is the difference of the thickness (parameter Delta_H) measured at the centre line of the two pantograph carbon strips, through the difference between two consecutive measurements taken at the time of each intervention in the workshop and reported in the notes of the maintenance report.

Brake pad wear is verified considering the difference in mileage between one replacement and the other.

This is also the case for the other sizes, by reporting the amount of consumable material that has been refilled or renovated at every maintenance operation.

The distance (or Delta_km parameter) is then calculated through the difference between the mileage of the locomotive reported in two consecutive maintenance operations.

The consumption of the various materials is associated with each travel interval and a magnitude called Consumption rate can then be calculated, on which statistical analysis will be performed.

The Consumption rate magnitude, expressed in [mm/km] or [kg/km], indicates how many millimetres of shoe gear or how many kilograms of material consumed per kilometre travelled by the locomotive; this value is scaled to 10.000 km (1,000 km in the case of sand) to have the most significant figures in the whole portion of the number. These values represent data samples that can be analysed through the Weibull distribution of the collected data, in order to find the consumption values that are most likely to occur.

In fact, by interpolating the data with the Weibull distribution, a representative function of the consumption trend can be identified.

The Weibull distribution is a continuous probability distribution defined on positive real numbers and described by two parameters α (scale parameter) and β (shape parameter) and its function of cumulated probability density is (1):

$$f(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^\beta\right] \text{ with } 0 \leq x \quad (1)$$

Through the value of alpha and beta parameters, it can also be adapted to distributions of asymmetric values.

The importance of data reliability is worth noting. In fact, an algorithm was created to filter, from the total of the samples, those with a clear measurement error or those in which the measurement is missing (which is common in the case of replacement of the shoe gears for which the measurement is missing at the end life); doing so a "clean" data sample of about 300 values, compared to the initial 421, is obtained free of errors and rougher approximations. A threshold value was also introduced on the travelled distances to eliminate values related to maintenance opera-

mazioni più grossolane. Inoltre è stato introdotto un valore di soglia sulle percorrenze per eliminare i valori collegati a interventi manutentivi troppo ravvicinati che possono determinare dei valori di rateo di consumo dispersi.

Per calcolare una distribuzione di Weibull che approssimi la distribuzione dei campioni bisogna assegnare un valore a due parametri: α (parametro di scala) e β (parametro di forma), dai quali dipende la forma, il picco e l'ampiezza della curva, in maniera che lo scarto tra i dati della misura e la curva sia il minimo possibile. Utilizzando una funzione del foglio di calcolo che assegna una matrice di valori ad α e β è possibile trovare una coppia di valori in grado di minimizzare lo scarto.

Tramite un istogramma si visualizza la percentuale di probabilità associata a ciascun campione e sopra di essi si traccia la curva che ne approssima l'andamento probabilistico.

La validità delle curve è stata poi verificata tramite il "test del χ quadro", che attraverso il raffronto tra i dati ottenuti, suddivisi in undici intervalli equiprobabili, e quelli attesi permette di verificare se la distribuzione di Weibull possa essere rappresentativa.

Nella tabella 3 sono stati riportati i valori del rateo di consumo che attraverso i calcoli sono risultati avere la maggiore probabilità di verificarsi. Tramite questi valori è possibile elaborare una stima dei materiali necessari durante un normale intervento di manutenzione, come riportato nella colonna a destra.

4.1. Consumo degli striscianti dei pantografi

Le locomotive E.483 sono dotate di due pantografi monobraccio Schunk WBL85 ciascuno dei quali è dotato di una coppia di striscianti in grafite omologati per l'impiego sulle linee italiane.

La vita media degli striscianti dei pantografi si attesta su 100.000 km, però con notevoli differenze tra una locomotiva e l'altra e una notevole dispersione dei dati. Alcune cause legate ai consumi anomali possono essere ricercate nelle diverse velocità medie che ciascun pantografo si trova ad avere, nella diversa pressione di contatto esercitata sulla linea aerea (ci può essere una cattiva taratura nell'impianto pneumatico che regola la spinta contro il filo di contatto), nello stato di manutenzione della linea aerea e nelle condizioni di assorbimento della corrente.

Lo strisciante di grafite di ogni pantografo da nuovo misura 45 mm di spessore compreso di porta strisciante. Quando in officina viene rilevato uno spessore minore o uguale a 32 mm lo strisciante viene sostituito in quanto le probabilità che raggiunga lo spessore massimo di usura prima del successivo intervento programmato sono considerevoli; infatti se il materiale dello strisciante si assottiglia troppo, di solito intorno ai 29 mm, si verifica l'intervento di un sistema di emergenza (ADD) che provoca l'abbassamento rapido del pantografo rendendolo inutilizzabile. Di

tions too close together that can determine dispersed consumption rate values.

To calculate a Weibull distribution which approximates the distribution of samples a two-parameter value must be assigned: α (scale parameter) and β (shape parameter), on which the shape, the peak and the amplitude of the curve depend, so that the difference between the measurement data and the curve is as little as possible. Through the use of a spread-sheet numerical function that assigns a values matrix to α and β , a pair of values can be found able to minimise the deviation.

Using a histogram the percentage of probability associated with each sample is shown and the curve that approximates probabilistic trends is outlined above them.

The validity of the curves was then verified using the " χ squared test", which through the comparison between the data obtained, divided into eleven equally probable intervals, and those expected allows verifying if the Weibull distribution can be representative.

Table 3 reports the consumption rate values that through the calculations were found to have the greatest probability of occurrence. Through these values an estimate of the necessary materials during routine maintenance can be elaborated, as listed in the column to the right.

4.1. Consumption of the pantograph strips

E.483 locomotives are equipped with two single-arm Schunk WBL85 pantographs, each of which is equipped with a pair of graphite shoe gears approved for use on the Italian lines.

The average life of carbon strips is about 100.000 km, but with notable differences between a locomotive and an-

TABELLA 3 – TABLE 3

Risultati dell'analisi dei consumi e stima dei materiali necessari durante un normale intervento di manutenzione
Results of the consumption analysis and estimate of the materials necessary during routine maintenance

	Rateo di consumo più probabile Most probable consumption rate	Consumo ogni 30.000 km Consumption every 30.000 km
Striscianti Carbon strips	2.40 mm/10k km	7.2 mm
Olio riduttori Gear reducers oil	0.7 kg/10k km	2.1 kg
Acqua distillata batterie Distilled water for batteries	0.3 l/10k km	0.9 l
Sabbia Sand	16 kg/1k km	480 kg
Grasso ungiobordo Wheel flange lubrication system	2.63 kg/10k km	7.9 kg

conseguenza lo spessore utile dello strisciante è limitato (16 mm), per cui si pone l'obiettivo di costruire una funzione che indichi, con ragionevole precisione, quanti millimetri di spessore dello strisciante si consumano ogni diecimila chilometri di percorrenza della locomotiva.

Il risultato dei calcoli indica che il rateo di consumo con la maggior probabilità si concentra nella fascia tra 1 e 2,9 mm/10.000 km, con un picco di campioni in corrispondenza di 1,9 mm ogni 10.000 km come riportato in fig. 4.

Considerando il valore medio globale il rateo di consumo si attesta su 2,40 mm ogni 10.000 km, a cui corrisponde una percorrenza di circa 110.000 km relativa al consumo totale del cosiddetto strisciante fittizio che è stato definito prima. Considerando il consumo di una sola delle coppie di striscianti di cui è dotata ogni locomotiva la percorrenza media è di circa 54.000 km, quindi ampiamente compresa tra due interventi manutentivi.

Si nota come la media globale dei consumi sia sensibilmente superiore al valore del rateo di consumo che presenta la maggiore probabilità di verificarsi, questo è dovuto alla presenza significativa di valori di consumo superiori ai margini prima individuati dovuti a casi particolari in cui il rateo di consumo ha presentato valore pari o superiore a 4 mm ogni 10.000 km.

Svolgendo il "test del χ quadro" suddividendo il campione in 11 intervalli equiprobabili si ottiene un valore di distribuzione di χ^2 che corrisponde a una buona probabilità di approssimazione (>40%) della Weibull avente $\alpha=1,79$ e $\beta=2,58$.

other and a significant dispersion of the data. Some causes related to abnormal consumption can be searched in the different average speeds that each pantograph is found to have, in different contact pressure exerted on the airline (there may be a bad calibration in the pneumatic system that adjusts the thrust against the contact wire) in the airline's maintenance condition and in the current absorption conditions.

The carbon strip of every new pantograph is 45 mm thick including the carbon strip holder. When a thickness less than or equal to 32 mm is found in the workshop, the carbon strip is replaced as the odds it reaches maximum thickness of wear before the next planned intervention are considerable; in fact if the carbon strip becomes too thin, usually around 29 mm, there is the intervention of an emergency system (ADD) that causes rapid lowering of the pantograph making it unserviceable. Consequently, the useful thickness of the carbon strip is limited (16 mm), there is therefore an objective to create a function indicating, with reasonable accuracy, how many millimetres of carbon strip thickness are consumed every ten thousand kilometres of travelled distance of the locomotive.

The result of calculations indicates that the rate of consumption with greater likelihood focuses in the range between 1 and 2.9 mm/10.000 km, with a peak of samples at 1.9 mm every 10.000 km as shown in fig. 4.

Considering the global average value, the consumption rate amounts to 2.40 mm every 10.000 km, which corresponds to a travelled distance of about 110.000 km on the total consumption of so-called false carbon strip that was

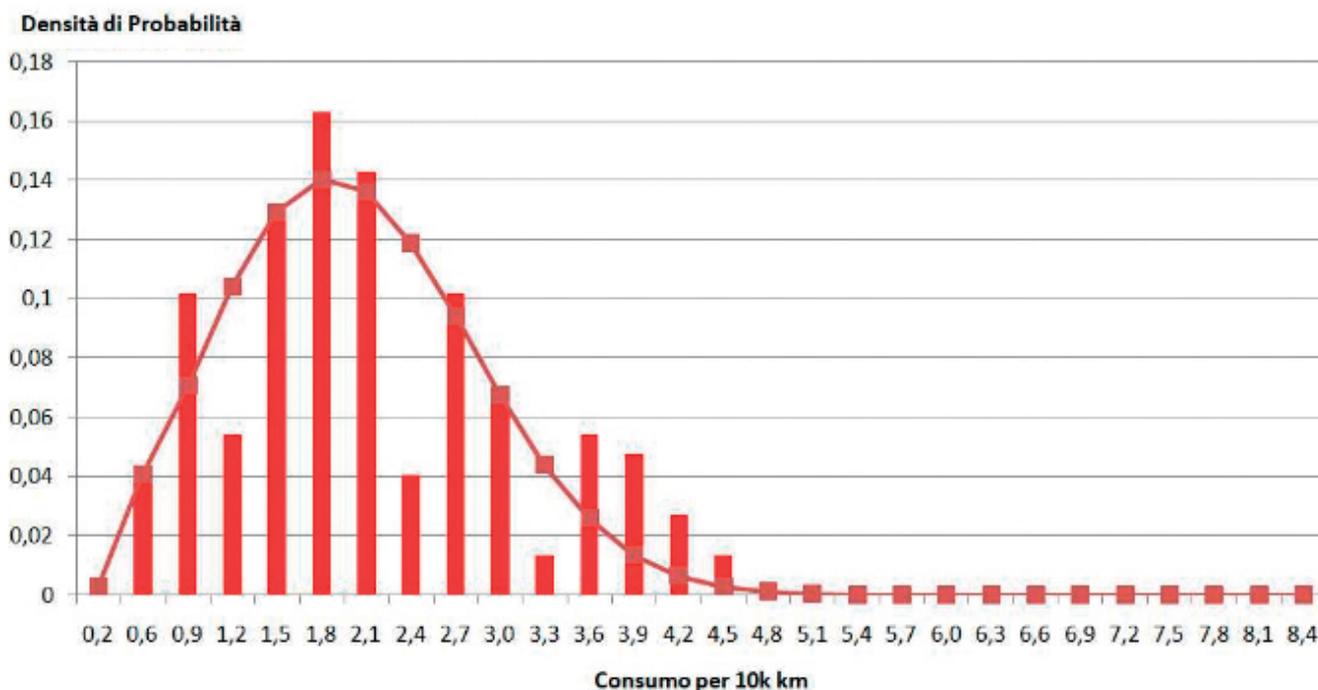


Fig. 4 - Probabilità del rateo di consumo degli striscianti.
Fig. 4 - Consumption rate probability of the shoegears.

4.2. Consumo delle pastiglie freno

In 400'000 km di percorrenza media le locomotive hanno necessitato, mediamente, di un solo cambio di pastiglie freno, questo rivela la buona durata delle stesse e la scarsa incidenza di costo tale da non giustificare un'analisi CBM. Si noti che i dati analizzati sono riferiti a locomotive per treni merci il cui profilo di missione tipico prevede una velocità di 90-100 km/h e poche fermate; diverso sarebbe il discorso per treni passeggeri ad alta velocità dove le frenate sono molto più frequenti e le condizioni di esercizio dell'impianto frenante sono molto più gravose.

Inoltre un importante ausilio all'impianto frenante pneumatico è rappresentato dalla frenatura elettrica reostatica di cui sono dotate le E483.

4.3. Consumo di olio per riduttori

Le locomotive in esame sono dotate di un riduttore che collega ciascun motore all'assile sottostante, in totale ci sono 4 riduttori. Ogni riduttore ha il compito di trasmettere la coppia motrice alle ruote adeguando il regime di rotazione del motore a quello della sala. Il riduttore è costituito da una coppia di ingranaggi sempre in presa, lubrificati mediante olio contenuto in un'apposita coppa. Ogni coppa ha la capacità di 4 kg di olio, per un totale di 16 kg di olio per locomotiva.

Sul carter di ogni riduttore è presente una specola trasparente che permette di vedere il livello dell'olio, questo controllo è previsto per ogni 30.000 km. Sul piano di manutenzione è previsto che, dopo un periodo di rodaggio di 20.000 km venga effettuato un cambio completo di olio. Successivi rabbocchi sono previsti in base al livello indicato dalla specola. Ricambi completi dell'olio sono previsti ogni 300.000 km. Infatti, esaminando i rapporti di manutenzione, il maggior numero di interventi non riporta il rabbocco dell'olio dei riduttori, a parte alcuni casi sporadici in cui si sono verificati frequenti trafileamenti di olio probabilmente dovuti a difetti nelle guarnizioni.

In occasione del cambio di olio un campione d'olio di 100 ml, prelevato da ciascun riduttore, viene inviato ad un laboratorio di analisi che analizza il contenuto in metallo. Contenuti eccessivi possono essere sintomo di un degrado del rotismo e dei suoi cuscinetti.

Si effettua lo stesso tipo di analisi prima descritta per gli striscianti e si trova il valore del rateo di consumo dell'olio espresso in chilogrammi per diecimila chilometri avente la maggiore probabilità.

Il rateo di consumo più probabile dell'olio si attesta ad un valore molto basso, come è giusto che sia, pari a 0,7 kg ogni 10.000 km.

In occasione dei normali interventi di manutenzione, svolti ogni 30.000 km, è frequente il rabbocco di 2 kg di olio, ovvero 0,5 kg per riduttore; tale valore risulta essere in linea con il consumo rilevato sperimentalmente.

defined above. Considering the consumption of a single carbon strip pair that every locomotive is equipped with, the average distance travelled is about 54.000 km, hence broadly between two maintenance interventions.

It should be noted that the average global consumption is significantly higher than the value of the consumption ratio with greater probability of occurrence; this is due to the significant presence of consumption values higher than the margins previously identified due to particular cases where the consumption rate has returned a value equal to or higher than 4 mm every 10.000 km.

Running the "χ squared test" by splitting the sample into 11 equally probable ranges, a distribution value of χ^2 is obtained which corresponds to a good chance of approximation (>40%) of the Weibull with $\alpha = 1.79$ and $\beta = 2.58$.

4.2. Brake pads consumption

Over 400.000 km of average distance travelled, locomotives required, on average, just one change of brake pads, this shows the good duration of the same and the scarce cost incidence to the extent that a CBM analysis is not justified. Note that the data analysed refer to locomotives for freight trains whose typical mission profile provides a speed of 90-100 km/h and a few stops; that would not be the case for high-speed passenger trains where braking occurs much more frequently and the operating conditions of the braking system are much more burdensome.

Moreover, an important aid to the pneumatic braking system is represented by the rheostatic electric braking system that E.483s are fitted with.

4.3. Consumption of oil for gear reducer

The locomotives under study are equipped with a gear reducer that connects each engine to the underlying axle, there are a total of 4 speed reducers. Each speed reducer has the task of transmitting the engine torque to the wheels adapting the rotation regime to that of the wheel set. The speed reducer consists of a pair of gears that are always engaged, lubricated with oil contained in a specific sump. Each sump has a 4 kg oil capacity, for a total of 16 kg of oil per locomotive.

On each gear reducer casing there is a transparent sight glass that allows seeing the oil level, this control is scheduled every 30.000 km. The maintenance plan provides a complete change of oil after a 20.000 km run-in period. Subsequent top-ups are scheduled according to the level indicated by the sight glass. Complete oil changes are planned every 300.000 km. In fact, examining the maintenance reports, most interventions do not report oil top-ups of the reducers, apart from some sporadic cases in which frequent oil leakage occurred probably due to defects in the seals.

At the change of oil, a 100 ml oil sample taken from each reducer, is sent to a laboratory that analyses the metal

Volendo prendere un intervallo di rilevamento più ampio si trova che il consumo medio di olio si attesta su 60 kg per un milione di chilometri, ma tale dato contiene anche i valori anomali che si sono riscontrati su alcune locomotive con difetti nella tenuta delle guarnizioni.

4.4. Consumo di acqua distillata per batterie

Le locomotive E.483 sono dotate di una batteria da 110 V per l'alimentazione dei servizi ausiliari, come luci, centraline di diagnostica e sistema di comunicazione. Le batterie impiegate sono del tipo piombo-acido, comunemente montate a bordo dei veicoli, e sono formate da più celle connesse in serie. Ogni cella è costituita da anodo e catodo in piombo immersi in una soluzione elettrolitica acquosa contenente acido solforico.

La manutenzione delle batterie è prevista ogni 30.000 km oppure ogni sei mesi e prevede l'ispezione visiva, la pulizia, la misura della tensione di celle campione e il controllo del livello di liquido elettrolitico per ogni cella. In occasione di interventi manutentivi svolti ogni quattro anni è previsto il controllo della capacità della batteria e la sua sostituzione qualora non rispondesse ai requisiti richiesti.

Il rabbocco del livello di liquido elettrolitico è molto importante in quanto l'elettrolita deve sempre coprire le piastre, altrimenti se le piastre rimanessero scoperte nella parte superiore ci sarebbe un'ossidazione causata dall'ossigeno dell'aria. Inoltre, poiché l'abbassamento del livello di elettrolita è dovuto all'evaporazione dell'acqua, la parte inferiore delle piastre si troverebbe a contatto con un liquido molto più acido che causerebbe lo sfaldamento delle piastre. Tale sfaldamento può determinare la caduta, sul fondo della batteria, di materiale conduttivo che può arrivare a cortocircuitare l'elemento stesso della batteria rendendolo inutilizzabile. Per il rabbocco bisogna utilizzare solo acqua distillata, senza mai aggiungere acido.

La quantità di acqua distillata che richiede la batteria installata sulle TRAXX E.483 è pari a 12 litri per un cambio completo.

Svolgendo la stessa analisi dei consumi illustrata in precedenza si ricava il consumo medio che si attesta su meno di 0,3 litri ogni 10.000 km.

Solitamente durante gli interventi di manutenzione si rabboccano circa 2 litri di acqua distillata ogni 60.000 km. È da notare che per una batteria in buone condizioni e non soggetta a forti stress termici non si dovrebbe manifestare la necessità di un rabbocco.

4.5. Consumo di sabbia

A bordo dei mezzi di trazione su rotaia sia ferroviari che tranviari viene impiegata sabbia per aumentare l'aderenza delle ruote sui binari durante l'avviamento soprattutto quando la superficie di rotolamento è umida. La sabbia viene contenuta in contenitori, detti sabbiere, posti nel sottocassa o sui carrelli. Apposite tubazioni

content. Excessive content can be a symptom of degradation of the gearing and its bearings.

The same analysis as described above is performed for the carbon strip and the oil consumption ratio value is found expressed in kilograms for ten thousand kilometres with greater likelihood.

The most likely oil consumption ratio amounts to a very low value, equal to 0.7 kg every 10.000 km.

During the normal maintenance performed every 30.000 km, topping up with 2 kg of oil, or 0.5 kg per reducer is frequent; this value is in line with the consumption detected experimentally.

Wanting to take a larger detection range it is found that the average consumption of oil is about 60 kg per one million kilometres, but this figure also contains the abnormal values that were found on some locomotives with faults in tightness of the gaskets.

4.4. Consumption of distilled water for batteries

E.483 locomotives are fitted with a 110 V battery to power auxiliary services, such as lights, diagnostic and communications system. Batteries used are the lead-acid type, commonly fitted on board vehicles, and are formed by a number of cells connected in series. Each cell consists of anode and cathode immersed in an aqueous electrolytic solution containing sulphuric acid.

Battery maintenance is scheduled every 30.000 km or every six months and involves visual inspection, cleaning, sample cell voltage measurement and the electrolyte liquid level control for each cell. On the occasion of maintenance performed every four years, control of the capacity of the battery is scheduled and replacement if it does not meet the requirements.

Topping up of the electrolyte liquid level is very important as the electrolyte should always cover the plates, otherwise if the plates were uncovered at the top there would be an oxidation caused by oxygen in the air. Furthermore, because the lowering of the level of electrolyte is due to evaporation of water, the bottom of the plates would be placed in contact with a much more acidic liquid and cause the exfoliation of the plates. Exfoliation can cause conductive material to fall on the bottom of the battery that can short-circuit the battery element itself making it unserviceable. Only distilled water must be used for topping up, never add acid.

The amount of distilled water that the battery installed on the TRAXX E.483 requires is 12 litres for a complete change.

The average consumption is obtained performing the same consumption analysis as above that amounts to less than 0.3 litres every 10.000 km.

2 litres of distilled water every 60.000 km are usually used to top up during routine maintenance. It should be

terminanti con ugelli sagomati provvedono a distribuire la sabbia per gravità o mediante spinta pneumatica sulla superficie della rotaia immediatamente davanti alla ruota.

Sulle Traxx sono presenti otto sabbiere, una per ogni ruota, contenenti complessivamente 800 kg di sabbia che deve essere rabboccata periodicamente. Il piano di manutenzione prevede il controllo e il rabbocco delle sabbiere ogni 30.000 km.

Mediamente il valore del rateo di consumo della sabbia più probabile, ricavato dalle checklist di manutenzione, è compreso tra 13 e 22 kg ogni 1.000 km. Il valore medio è compreso tra 13,27 e 17,70 kg/1000km, come si può vedere dalla fig. 5.

Durante i normali interventi di manutenzione, ovvero per percorrenze di almeno 30.000 km, viene usualmente rabboccata una quantità di sabbia compresa tra 200 e 500 kg.

4.6. Consumo di grasso ungebordo

L'impianto ungebordo ha la funzione di spruzzare un velo di grasso lubrificante sul bordino della ruota ferroviaria, lubrificandone la superficie che sfrega contro la rotaia, allo scopo di ridurre l'usura, la produzione di calore e il rumore dovuto al contatto tra le due superfici in acciaio.

Le locomotive TRAXX sono dotate di un impianto ungebordo sviluppato dalla ditta DELIMON che è costituito da due pompe dosatrici pneumatiche che pressurizzano il fluido e lo inviano, tramite un sistema di tubi, fino agli ugelli che spruzzano il grasso sul bordino della ruota. L'impianto regola il numero delle spruzzate in base al numero di giri delle ruote.

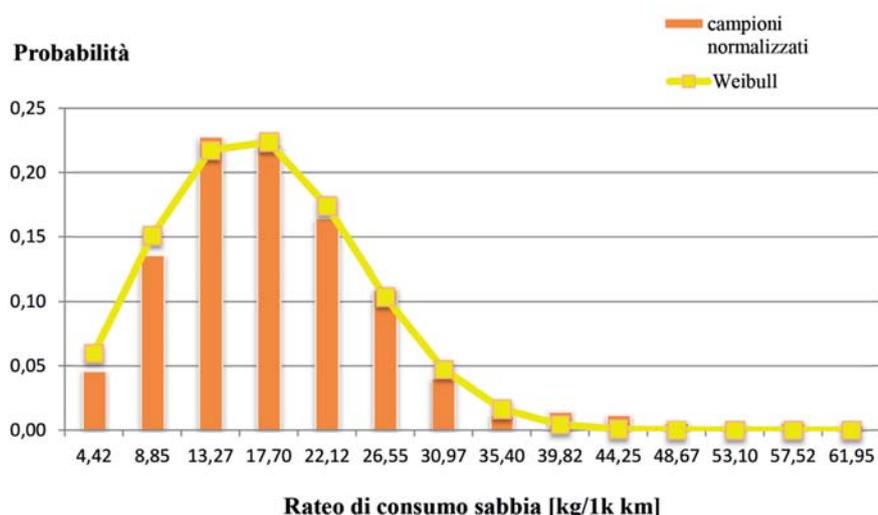


Fig. 5 - Distribuzione di probabilità del consumo di sabbia.
Fig. 5 - Distribution of sand consumption probability.

noted that for a battery in good condition and not subject to strong thermal stress there should be no need for topping up.

4.5. Sand consumption

Sand is used on board both railway and tram traction vehicles to increase the grip of the wheels on the tracks during the engine start, especially when the rolling surface is moist. The sand is contained in containers, called sandboxes, placed in the underbody or on bogies. Special pipes terminating in shaped nozzles distribute the sand by gravity or by pneumatic thrust on the rail surface immediately in front of the wheel.

The Traxx has eight sandboxes, one for each wheel, containing a total of 800 kg of sand that needs to be topped up periodically. The maintenance plans provides for the verification and topping up of sandboxes every 30.000 km.

On average the most likely sand consumption rate value, inferred from the maintenance checklists, is between 13 and 22 kg every 1.000 km. The average value is between 13.27 and 17.70 kg/1000, as can be seen in fig. 5.

During normal maintenance operations, that is to say, travelled distances of at least 30.000 km, an amount of sand ranging between 200 and 500 kg is usually topped up.

4.6. Wheel flange lubrication consumption

The wheel flange lubrication system's function is to spray a thin layer of grease on the railway wheel trim, lubricating the surface thereof that rubs against the track, in order to reduce wear, heat and noise due to the contact between the two steel surfaces.

TRAXX locomotives are equipped with a wheel flange lubrication system developed by the company DELIMON that consists of two pneumatic metering pumps that pressurise the fluid and send it through a piping system, up to the nozzles that spray the grease on the wheel flange. The system adjusts the number of spurts depending on the speed of the wheels.

On the occasion of preventative maintenance, the maintenance plan requires:

- replenishment of the lubricant as necessary, at each intervention;
- verification every 30.000 km that the nozzles are tight and there is no damage and checking the spray form, the frame above the nozzles of the wheel flange lubrication system, tubing, the bogie frame and the brake steering should also be inspected to make sure there are no grease deposits;

In occasione degli interventi di manutenzione preventiva il piano di manutenzione prescrive di:

- rabboccare il lubrificante se necessario, a ogni intervento;
- ogni 30.000 chilometri verificare che gli ugelli siano ben saldi e non ci siano danni e verificare la forma dello spruzzo, inoltre bisogna ispezionare il telaio sopra gli ugelli dell'impianto ungitordo, le tubazioni, il telaio del carrello e la timoneria del freno per controllare che non ci siano depositi di grasso;
- con periodicità semestrale si devono ispezionare i serbatoi di lubrificante per verificare se presentano danni o perdite di grasso e se sono stabilmente fissati;
- ogni anno va verificato il funzionamento del rubinetto di chiusura;
- ogni anno si controlla la tenuta dei tubi flessibili;
- ogni quattro anni si puliscono le pompe di dosaggio;
- ogni otto anni si sostituiscono le pompe di dosaggio, le elettrovalvole, le scatole dei conduttori, i distributori e ugelli con componenti nuovi o revisionati;
- infine quando viene eseguita una riprofilatura delle ruote bisogna regolare gli ugelli e verificare la forma dello spruzzo.

Dal numero di interventi elencato e dalla loro frequenza si nota l'importanza che assume la funzionalità dell'impianto e le complicazioni che presenta la sua corretta manutenzione.

Dai dati ricavati dalle checklist di manutenzione il consumo di grasso ungitordo si attesta mediamente su 2,63 kg per diecimila chilometri, infatti i valori del rateo di consumo con la maggiore probabilità sono vicini a 2,5 kg/10k km.

Nei normali intervalli di manutenzione, che sono pari a 30.000 km, è frequente il rabbocco di una quantità di grasso compresa tra 3 e 5 kg, in linea con il consumo medio rilevato.

5. Ottimizzazione dei costi di manutenzione

Attraverso il calcolo del rateo di consumo dei più importanti materiali usurabili è possibile effettuare una prima correzione della stima dei costi di manutenzione che aiuta a quantificare con maggior attendibilità i costi di manutenzione nella preparazione di offerte.

Infatti, il costo della manutenzione viene, solitamente, preventivato in fase di offerta basandosi sul piano di manutenzione del veicolo e su assunzioni da verificare attraverso l'analisi dei dati rilevati sul campo. In fig. 6 è mostrato lo schema a blocchi del processo volto a determinare il costo della manutenzione preventiva che in genere viene proposto ai clienti con tariffe espresse in Euro al chilometro.

Lo strumento impiegato per definire i costi di manu-

- *biannual inspection of the lubricant tanks to see if there is damage or loss of grease and if they are firmly fixed;*
- *the annual check of the stopcock operation;*
- *the annual check of the flexible tubes tightness;*
- *cleaning of the dosing pumps every four years;*
- *replacement of the dosing pumps, solenoid valves, conduit boxes, distributors and nozzles every eight years with new or reconditioned components;*
- *finally when a re-profiling the wheels, the nozzles must be adjusted and the spray pattern must be checked.*

The importance of system functionality and the complications that it its proper maintenance shows can be noted from the number of interventions listed and their frequency.

From the data obtained from the maintenance checklists, the wheel flange lubrication grease consumption amounted on average to 2.63 kg per ten thousand kilometres; in fact the values of the most likely consumption rate are close to 2.5 kg/10k km.

In regular maintenance intervals, which are 30.000 km, topping up of grease between 3 and 5 kg is frequent, in line with the average consumption detected.

5. Optimisation of maintenance costs

By calculating the consumption rate of the most important consumable materials, a first maintenance cost estimate correction can be made that helps estimating the maintenance costs more reliably in the preparation of quotations.

In fact, the cost of maintenance is usually budgeted at the time of the offer based on the vehicle maintenance plan and assumptions to be verified by analysing field data. Fig. 6 shows the block diagram of the process designed to determine the cost of preventive maintenance that is generally offered to customers with rates expressed in Euro per kilometre.

The tool used to define maintenance costs is the Maintenance Cost Model, which is a detailed numeric model that contains all the activities provided by the Maintenance Plan; each activity is associated with a consumable material with the relative cost, periodicity with which it must be



Fig. 6 - Schema a blocchi riportante la procedura per la definizione dei costi di manutenzione preventiva.

Fig. 6 - Block diagram showing the procedure for defining preventive maintenance costs.

tenzione è il Modello del Costo di Manutenzione che è un modello numerico dettagliato contenente tutte le attività previste dal Piano di Manutenzione; ad ogni attività è associato un materiale di consumo con il relativo costo, la periodicità con la quale deve essere rabboccato o rinnovato, la quantità media presente a bordo e la durata attesa del contratto di manutenzione.

Le attività vengono raggruppate in interventi a cui è associato un costo di manodopera.

L'applicazione delle tecniche CBM permette di incrociare i dati sui consumi, ottenuti dai rapporti degli interventi di manutenzione, con i dati contenuti nei report KPI elaborati dal monitoraggio giornaliero. In questo modo si possono sfruttare i contatori per individuare la vita residua dei componenti direttamente influenzati dall'usura dei materiali sopra analizzati.

Attualmente i report KPI sono stati costruiti per acquisire dalla locomotiva un'ampia gamma di grandezze relative alla cinematica del veicolo e dei pantografi, sull'utilizzo dell'impianto pneumatico di frenatura e degli impianti ausiliari e dati sul consumo energetico.

Si prevede implementazioni anche di contatori relativi ad altre grandezze già presenti nella logica del veicolo, tramite una nuova versione del software di monitoraggio, e, anche, di rivedere la sensoristica di bordo per rendere possibile il monitoraggio di apparecchiature che attualmente ne sono prive.

Tramite le tecniche di CBM, operanti in sinergia con il monitoraggio continuo dei parametri di interesse, è possibile massimizzare la resa di ogni singola unità di materiale di consumo. Inoltre la consapevolezza delle condizioni di usura reali comporta una maggiore efficienza nella manutenzione, che si può concentrare su interventi mirati, e offre un considerevole vantaggio rispetto ad altri competitor che si affacciano sul mercato.

Infatti l'adozione di tecniche innovative come quelle presentate permette di:

- revisionare i costi di manutenzione;
- affiancare i nuovi strumenti al piano di manutenzione (fig. 7) per adeguare gli interventi al reale stato di salute degli asset, ovvero di quei componenti critici di elevato costo che dispongono di un'identificazione univoca tramite un numero seriale.

Appare evidente come la notevole quantità di dati raccolti e il coinvolgimento del personale nella gestione della manutenzione su condizione, portino ad un significativo aumento delle conoscenze sulle caratteristiche della propria componentistica e dei propri macchinari garantendo una solida base in grado di rendere la funzione di manutenzione più efficiente.

Vengono citati due esempi applicativi di queste tecniche.

Nel primo caso la variante della piattaforma TRAXX omologata per la velocità di 160 km/h è dotata di accele-

refilled or renewed, the average quantity on board and the expected duration of the maintenance contract.

Activities are grouped into interventions that are associated with labour costs.

The application of CBM techniques allows crossing the data on consumptions, obtained from maintenance service reports, with the data contained in KPI reports processed by day-to-day monitoring. This way, the counters to find the residual life of the components directly affected by the wear of the materials analysed above can be exploited.

Currently KPI reports have been built to acquire a wide range of magnitudes relating to vehicle and pantograph kinematics sizes, on the use of the pneumatic braking system and auxiliary systems and energy consumption data from the locomotive.

It is also planned to implement counters for other magnitudes already present in the vehicle logic, through a new version of the monitoring software, and also to review the on-board sensor to allow the monitoring of equipment that is currently lacking the same.

The yield of each single unit of consumable material can be maximised, using the CBM techniques working in synergy with continuous monitoring of the parameters of interest. In addition, awareness of real wear conditions entails increased maintenance efficiency, which can focus on targeted interventions, and offers a significant advantage over other competitors that are appearing on the market.

In fact, the adoption of innovative techniques such as those presented allows:

- reviewing maintenance costs;
- placing new tools side by side the maintenance plan (fig. 7) to adapt interventions to the real health conditions of assets, or those expensive critical components that have an unambiguous identification through a serial number.



Fig. 7 - Attraverso il ritorno di esperienza dal campo si correggono le assunzioni presenti nel Modello del Costo della Manutenzione e si applica la revisione del Piano di manutenzione per adeguare gli interventi al reale stato degli asset.

Fig. 7 - Through feedback from the field, the assumptions in the Maintenance Cost Model are corrected and the revision of the Maintenance Plan is revised to adjust interventions to the actual conditions of the assets.

rometri posizionati sui carrelli aventi la funzione di monitorarne il centraggio durante la marcia. Attraverso i rilevamenti di questi sensori è possibile avere informazioni sullo stato del rodiggio, in quanto un eventuale usura comporta anomalie nelle letture, è stato così possibile diradare il controllo e la misura delle ruote dagli interventi di manutenzione programmata. Tuttavia si nota che l'aggiunta dei sensori sui carrelli ha reso necessario includere anche un controllo periodico di integrità degli stessi.

Un'altra implementazione recente riguarda la torre di raffreddamento delle ultime varianti della TRAXX nella quale sono stati posizionati dei pressostati aggiuntivi per monitorare e misurare lo stato dei ventilatori che presentano criticità soprattutto sull'usura dei cuscinetti. In questo modo è possibile diradare i controlli in occasione degli interventi manutentivi mantenendo comunque sotto controllo un componente critico della catena di trazione.

6. Conclusioni

In questo articolo sono state presentate alcune caratteristiche dell'implementazione di un approccio innovativo alla gestione della manutenzione come il monitoraggio più fitto dei componenti delle locomotive, gli studi per elaborare opportuni contatori, valori di soglia e sistemi di monitoraggio e l'analisi dei consumi di materiali usurabili per prevederne la durata e le necessità di rabbocchi o sostituzioni.

Si sottolinea come lo sforzo ingegneristico richiesto per l'adozione di queste innovazioni comporta benefici sia per l'azienda responsabile della manutenzione sia per il cliente (acquirente del veicolo).

L'azienda responsabile della manutenzione beneficia delle maggiori conoscenze acquisite sul prodotto che, rimanendo entro il perimetro aziendale, costituiranno un vantaggio competitivo importante e di un miglioramento dei ricavi attraverso l'aggiornamento dei costi di manutenzione alle reali necessità operative. Inoltre, adeguando gli interventi manutentivi allo stato degli asset, è possibile variare la trama manutentiva originale.

Per il cliente (acquirente del veicolo) le ricadute economiche sono molteplici: per prima cosa un veicolo tenuto in piena efficienza in tutte le sue parti presenta ridotti rischi di fermate in linea dovute ad avarie (ricordiamo che tali fermate sono sanzionabili dal gestore della rete); inoltre la riduzione degli interventi di manutenzione correttiva aumenta la disponibilità del veicolo i cui fermi manutentivi possono essere programmati; infine il valore residuo del bene costituito dal veicolo degrada molto più lentamente se viene correttamente mantenuto.

In conclusione è possibile affermare che investimenti nella direzione della Condition Based Maintenance e del monitoraggio continuo dei più importanti parametri operativi, vanno aumentando in più realtà industriali in

It is evident that the vast amount of data collected and the involvement of personnel in condition-based maintenance management lead to a significant increase in knowledge on the characteristics of their components and machinery, ensuring a solid foundation that can make the maintenance function more efficient.

Two application examples of these techniques are quoted.

In the first case, the variant of the TRAXX platform approved for 160 km/h speed is equipped with accelerometers positioned on the bogies with the function of monitoring centring during running. Through the detections of these sensors it is possible to obtain information about the status of the wheel arrangement, as possible wear involves anomalies in the readings; it was thus possible to space out the control and measurement of the wheels by scheduled maintenance. However, it is noteworthy that the addition of the sensors on the bogies also required a periodic check of their integrity.

Another recent implementation concerns the cooling tower of the latest variants of the TRAXX in which additional pressure switches have been placed to monitor and measure the conditions of fans that are critical especially on the wear of bearings. In this way, controls during the maintenance work can be reduced while still maintaining a critical component of the traction chain under control.

6. Conclusions

This article presents some features of the implementation of an innovative approach to maintenance management such as more intense monitoring of locomotive components, studies for processing appropriate counters, threshold values and monitoring systems, and analysis of consumption of consumable materials to anticipate the duration thereof and the need for top ups or replacements.

It should be noted how the engineering effort required to adopt these innovations entails benefits both for the maintenance company and for the customer (vehicle purchaser).

The maintenance company benefits from the increased knowledge of the product that, remaining within the business scope, will be an important competitive advantage and revenue improvement through the upgrade of maintenance costs to real operating requirements. Additionally, by adjusting the maintenance interventions to the condition of the assets, the original maintenance scheme can be modified.

For the customer (purchaser of the vehicle), there are many economic relapses: firstly, a fully maintained vehicle in all its parts has reduced risk of online stops due to failures (remember that such stops are sanctioned by the network operator); moreover, the reduction of corrective maintenance work increases the availability of the vehicle whose maintenance downtime can be programmed; finally, the residual value of the vehicle asset degrades much more slowly if it is properly maintained.

In conclusion, it can be affirmed that investments in the direction of Condition Based Maintenance and the con-

quanto le ricadute a medio e a lungo termine possono dare degli importanti ritorni economici.

Ulteriore aspettativa si ripone nell'adozione generalizzata di queste tecniche e nella crescita della consapevolezza, ottenuta dal ritorno delle informazioni dal campo, sul comportamento e le prestazioni dei singoli componenti. Continuando gli studi in questo campo sarà possibile rivedere i fondi posti a copertura di eventi inattesi, cioè quelli destinati a gestire e mitigare il rischio, con lo scopo di ridurre la consistenza e garantire, comunque, la massima sicurezza e la piena disponibilità dei veicoli.

tinuous monitoring of the most important operational parameters are increasing in several industrial realities, as the medium and long-term effects can yield significant economic returns.

Further expectations lie in the general adoption of these techniques and in the growth of awareness, obtained from feedback from the field, on the behaviour and performance of the individual components. Continuing studies in this area, will allow reviewing the funds covering unexpected events, i.e. those designed to manage and mitigate the risk, with the aim of reducing consistency and however ensuring maximum safety and full availability of vehicles.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] UNI EN 13306, "Manutenzione - Terminologia di manutenzione", Agosto 2010.
- [2] MARTIN A., "CBM, la manutenzione che predice il futuro", Automazione e Strumentazione. 11-10-2012, 44-47.
- [3] A. K.S. JARDINE, D. LIN, D. BANJEVIC, "A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance", Mechanical Systems and Signal Processing, Volume 20, Issue 7, October 2006, 1483-1510.
- [4] Decreto ANSF n. 4/2012 del 09 Agosto 2012 - Emanazione delle "Attribuzioni in materia di sicurezza della circolazione ferroviaria".
- [5] ANSF, "Linee guida inerenti la documentazione relativa alla manutenzione dei veicoli", Rev.A, 23-06-2015.
- [6] CORFIATI M., DALLA CHIARA B., GALFRÈ M., "Linee evolutive nella manutenzione dei rotabili ferroviari Evolutionlines in the maintenance of rolling stock", 2011 Ingegneria Ferroviaria, 66(9),751-772.
- [7] AHMAD R., KAMARUDDIN S., "An overview of time-based and condition-based maintenance in industrial application", Computer & Industrial Engineering, 2012, 63, 135-149.
- [8] CAVIGLIA A., CASARZA MAGRO M., PINCETI P., ANTONELLI M., DE PAOLA E., MARINO E., "Methods, techniques and algorithms for condition based maintenance of railway vehicles", 14th IMEKO TC10 Workshop Technical Diagnostics, 2016, Milan (I).
- [9] LEE K.K.H., KONG W.D., "Condition based monitoring in railway", Journal of International Council on Electrical Engineering (2012), 2, 99-103.
- [10] DINMOHAMMADI F., ALKALI B., SHAFIEE M., BÉRENGUER C., LABIB A., "Risk Evaluation of Railway Rolling Stock Failure Using FMECA Technique: A Case of Study of Passenger Door System", Urban Rail Transit, 9-17-2016.
- [11] AGNOLI A., DEL GOBBO G., ROMANO F., ZAVARELLA M., "The benefits of using Trenitalia's Tele-diagnostic system while operating and during maintenance of the E464 fleet", 2014, IngegneriaFerroviaria, 5 (69), 461-471.
- [12] DEL GOBBO G., GIOVANNUZZI M., ROMAIRONE M., MASINI P., RIZZO S., ROMANO F., ROMEO M., "Il sistema di Telediagnostica per le flotte E464 ed E405 di Trenitalia", 2012, Ingegneria Ferroviaria, 2,137-160.

STILL MOVING
WITH OUR
SOLUTIONS
FOR MOBILITY

EXPO FERROVIARIA 2017
3 - 5 OCTOBER 2017, MILAN
STAND 674



- Power Semiconductor Protection Fuses
- Power Transfer for Rail Vehicles
- Overcurrent Protective Devices for DC Lines
 - Fuses & Fusegear
- Laminated Bus Bars
- Surge Protection
- Cooling Devices

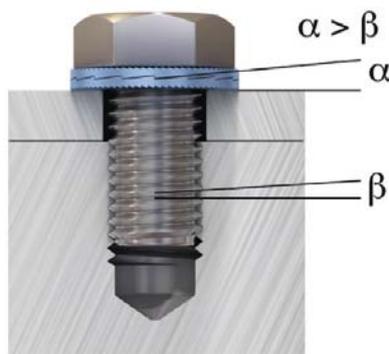
EP-MERSEN.COM

MERSEN
Expertise, our source of energy

NORD-LOCK®

Bolt securing systems

- Previene lo svitamento causato da vibrazioni e carichi dinamici
- La funzione bloccante non è influenzata dalla lubrificazione
- Non necessita di utensili speciali
- Riutilizzabile



Dato che l'angolo delle camme 'α' è maggiore rispetto all'angolo del passo del filetto 'β', la coppia di rondelle, espandendosi di più rispetto al passo del filetto, aumenta la tensione prevenendo lo svitamento.



Nord-Lock S.r.l.

Tel: +39 011 34 99 668 • Fax: +39 011 34 99 543

Email: info@nord-lock.it • Web: www.nord-lock.it

L. Franceschini, A. Garofalo, R. Marini e V. Rizzo
ELEMENTI GENERALI DELL'ESERCIZIO FERROVIARIO
Tradizione, evoluzione, sviluppi
Seconda edizione

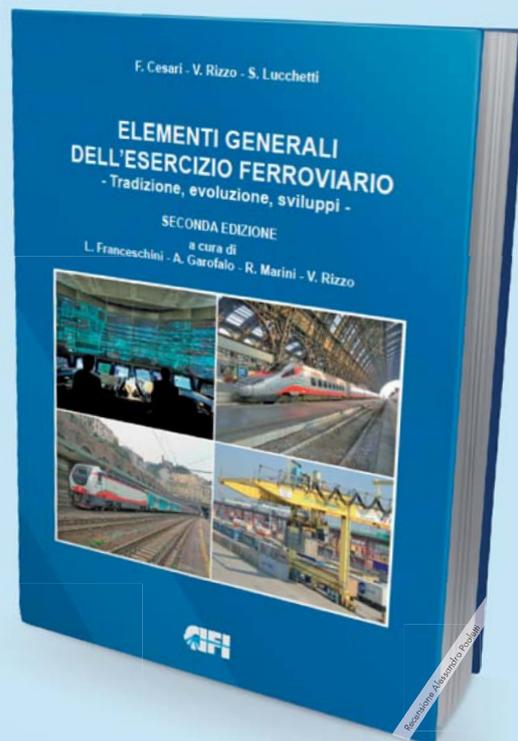
Il CIFI ha pubblicato la seconda edizione del libro "Elementi generali dell'esercizio ferroviario". La prima edizione era stata data alle stampe nel 1999. Andata esaurita anche la ristampa, il CIFI ha giustamente ritenuto opportuno, anziché procedere ad un'ulteriore ristampa, di pubblicare una nuova edizione, aggiornando ed integrando i contenuti del testo originario, in base agli sviluppi intervenuti nel frattempo. In effetti gli ultimi quindici anni hanno visto realizzarsi tali e tanti cambiamenti nell'organizzazione, nelle infrastrutture, nelle tecnologie ferroviarie che una semplice rilettura non era sufficiente.

Partendo da tali considerazioni, gli autori di questa seconda edizione, una squadra affiatata ed eterogenea di tre generazioni di ferrovieri, lasciando traccia dell'evoluzione storica, hanno svolto un completo lavoro di revisione ed aggiornamento ma anche di integrazione ed aggiunta di nuove parti. Nella prima edizione il sistema ad Alta Velocità era in fase di progetto, ora è in fase di consolidato esercizio. Il modello di esercizio prevalente era quello in cui le stazioni erano affidate ai "dirigenti movimento", ora sono ampiamente diffusi evoluti sistemi di comando e controllo delle linee che interessano nodi ferroviari e direttrici di traffico.

Per quanto riguarda il materiale rotabile, l'elettronica di potenza e di comando ha definitivamente sostituito la regolazione reostatica e consentito l'adozione generalizzata di motori asincroni trifasi. I sistemi per la ripetizione dei segnali in macchina erano facoltativi, ora i sistemi per la protezione della marcia dei treni sono obbligatori. Inoltre, le Ferrovie italiane si stanno proiettando sempre di più all'estero e non mancano riferimenti e confronti con le ferrovie straniere. Infine l'interoperabilità è anch'essa nel pieno della applicazione pratica, mentre era prima solo accennata come intenzione.

Il volume espone quindi in un quadro ordinato e logicamente articolato gli elementi essenziali, i concetti e le informazioni di base dell'esercizio ferroviario considerato nel suo complesso e nei diversi settori in cui si differenzia.

Nel volume sono inserite, quando opportune, notizie storiche e di costume dell'esercizio ferroviario. Questo consente al lettore di comprendere il perché di certe scelte tecnologiche e normative, quasi sempre dettate dalla necessità di risolvere problematiche magari oggi considerate banali,



ma all'epoca di elevato spessore e sfidanti per coloro che le hanno dovute affrontare e risolvere.

Il volume ha intenti formativi e si indirizza ad una estesa platea di lettori: operatori dell'esercizio ferroviario, professionisti, tecnici, studenti e cultori della materia, rappresentando un'introduzione di base al sistema ferroviario. Il testo comprende tutte le diverse discipline della ferrovia, riportando l'evoluzione e la descrizione degli attuali sviluppi relativi all'infrastruttura, alle tecnologie, al materiale rotabile ed alla normativa.

Il volume costituisce un "classico" del CIFI, in edizione completamente aggiornata e rinnovata, indispensabile per ogni percorso di inquadramento e aggiornamento della materia.

Formato 17x24 cm, 640 pagine, 157 figure in bianco e nero, 120 figure a colori, 42 tabelle.
Prezzo di copertina Euro 40,00 (Sconto del 20% ai Soci CIFI).

Notizie dall'interno

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Puglia: prosegue il piano ammodernamento rete e flotta FSE

Prosegue il piano di ammodernamento 2017-2019 di Ferrovie del Sud Est per il potenziamento infrastrutturale e tecnologico della rete e il rinnovo della flotta (treni e autobus).

• Rete

In programma numerosi interventi di potenziamento infrastrutturale e tecnologico a cominciare dall'installazione del Sistema di Controllo Marcia del Treno (SCMT) per il distanziamento in sicurezza dei treni e il rinnovo e potenziamento dei binari sulla linea Bari - Taranto e l'elettificazione della linea Bari - Taranto.

I lavori di rinnovo dei binari sulla linea Bari - Taranto saranno suddivisi in quattro fasi:

- fine agosto: inizio lavori sulla linea a doppio binario fra la fermata di Bari FSE e Mungivacca; termine lavori ottobre 2017;
- settembre: partiranno i cantieri sulla linea Mungivacca - Putignano, via Casamassima; termine lavori dicembre 2017. Per accelerare l'esecuzione dei lavori i cantieri saranno operativi nelle 24 ore, a partire dunque dall'11 settembre, sarà interrotto il servizio ferroviario e tutte le 31 corse giornaliere saranno sostituite da bus;
- fase tre: partirà a fine anno: riguarderà la linea Mungivacca - Putignano, via Conversano. I lavori si concluderanno a maggio 2018. La quasi totalità dei collegamenti avverrà con i treni poiché i cantieri saranno attivi prevalentemente nelle ore notturne.

- fase quattro: interesserà la linea Putignano - Taranto. I lavori inizieranno a maggio 2018 e si concluderanno a dicembre 2018.

Inoltre, entro il 2018 sarà completata l'elettificazione della linea Martina Franca - Taranto.

• Flotta treni

È stato predisposto, durante il periodo estivo, un piano di manutenzione straordinaria per l'intera flotta dei treni. Entro il 2018 è prevista l'entrata in servizio dei primi cinque treni elettrici Newag sulla linea Bari - Taranto. Inoltre, è previsto l'acquisto di ulteriori sei treni elettrici da mettere in circolazione nel 2019.

• Flotta bus

Novità anche per quanto riguarda la flotta dei bus. Entro settembre 2017 un quinto della flotta gommata (70 bus su 330) sarà rinnovata con mezzi EURO 5 ed EURO 6 per il servizio pubblico sulle linee extraurbane.

Gli autobus, attrezzati con aria condizionata e ad accesso facilitato, sono omologati per trasportare fino a 80 passeggeri. Entro il 2018, saranno acquistati altri 68 bus nuovi, riducendo, in meno di un anno, l'età media dell'intera flotta da sedici a sette anni.

Il piano di reintegro è accompagnato da un serrato piano manutentivo estivo per la riqualificazione della restante flotta FSE: quasi 150 autobus sono in officina per interventi manutentivi di revisione sia meccanica che interna, volti a migliorare comfort e qualità del servizio.

• Stazioni

Proseguono gli interventi programmati per la riqualificazione de-

gli ambienti nelle stazioni della rete regionale. Sono stati effettuati interventi di tinteggiatura, pulizia e sistemazione arredi (sedute e panchine) nelle sale d'aspetto della linea Novoli - Gagliano, nelle stazioni di Novoli, Nardò Centrale, Galatone e Seclì; della linea Bari - Taranto, nelle stazioni di Rutigliano,

Conversano, Castellana Grotte e Putignano e della linea Mungivacca - Putignano, nelle stazioni di Valenzano e Turi.

Con i lavori per il ripristino del decoro, e con interventi di pulizie accurate, si restituiscono ai viaggiatori ambienti più confortevoli e accoglienti, con l'auspicio che gli sforzi per riqualificare un bene comune non siano vanificati da comportamenti poco civili o da veri e propri atti di vandalismo (*Comunicato stampa FSE, Gruppo FSI, 03 agosto 2017*).

Veneto: RFI e Regione, accordo per eliminare 84 passaggi a livello

Eliminare 84 passaggi a livello nell'ambito della Regione Veneto, con un investimento di oltre 117 milioni, di cui 72 a carico di RFI.

È questo il contenuto del protocollo firmato da M. GENTILE, AD e DG di Rete Ferroviaria Italiana, e L. ZAIA, Presidente della Regione Veneto.

RFI, in particolare, provvederà all'affidamento in appalto di tutte le opere contenute nel protocollo e all'espletamento di tutte le procedure tecnico-amministrative connesse. Si occuperà infine della direzione dei lavori e del collaudo dei lavori appaltati.

Il protocollo firmato con la Regione Veneto - ha dichiarato M. GENTILE, AD e DG RFI - aggiunge un nuovo tassello al vasto programma di interventi per l'eliminazione dei passaggi a livello che stiamo portando avanti con convinzione. Già tutte le nuove linee sono realizzate senza PL. Inoltre nel 2016 Rete Ferroviaria Italiana ha soppresso su tutto il terri-

torio nazionale 168 incroci fra strada e ferrovia, mentre per il 2017 sono previste 120 soppressioni. L'obiettivo è eliminare tali punti critici per ridurre le interferenze tra il sistema stradale e quello ferroviario, con benefici in termini di sicurezza e di regolarità per entrambe le tipologie di traffico (*Comunicato stampa RFI - Regione Veneto*, 1 agosto 2017).

TRASPORTI URBANI

Nazionale: ANFIA, risultati del primo semestre

A giugno 2017, sono stati rilasciati 2.047 libretti di circolazione di nuovi autocarri (+4,2% rispetto a giugno 2016) e 1.137 libretti di circolazione di nuovi rimorchi e semirimorchi pesanti, ovvero con ptt superiore a 3.500 kg (+4,6%), suddivisi in 166 rimorchi (+39,5%) e 971 semirimorchi (+0,3%).

Nel primo semestre 2017 (fig. 1), sono stati rilasciati circa 12.279 libretti di circolazione di nuovi autocarri, il 21,5% in più dell'analogo periodo del 2016, e 8.891 libretti di circolazione di nuovi rimorchi e semirimorchi pesanti (+22,5% su gennaio-giugno 2016), così ripartiti: 815 rimorchi (+39,6%) e 8.076 semirimorchi (+21%).

Il risultato del mercato autocarri nel primo semestre 2017 è il frutto di un primo trimestre in crescita a doppia cifra (+42% a gennaio-marzo) e di un secondo semestre dalla crescita più contenuta (+5% ad aprile-giugno).

Secondo la ripartizione per peso, risultano 2.420 autocarri medi (+16%) e 9.859 autocarri pesanti (+23%). Secondo la categoria del veicolo, sono stati venduti 5.764 autocarri rigidi (+18%) e 6.515 trattori stradali (+24%). Gli autocarri adibiti ai cantieri stradali, appena il 5% del mercato, registrano un aumento del 18%, confermato dall'eccezionale aumento degli autocarri allestiti betoniere/pompe per calcestruzzo (allestiti per il 50% su telai Iveco), che registrano, nel semestre un rialzo

Autocarri con ptt >3500 kg secondo le classi di peso						
	giugno 2017	giugno 2016	var. %	gen-giu 2017	gen-giu 2016	var. %
autocarri medi >3500<16000 kg	438	389	12,6	2.420	2.089	15,8
autocarri pesanti >=16000 kg	1.609	1.575	2,2	9.859	8.017	23,0
Totale Autocarri con ptt >3500 kg	2.047	1.964	4,2	12.279	10.106	21,5

secondo il tipo						
	giugno 2017	giugno 2016	var. %	gen-giu 2017	gen-giu 2016	var. %
autocarri rigidi	1.055	913	15,6	5.764	4.869	18,4
trattori stradali	992	1.051	-5,6	6.515	5.237	24,4
Totale Autocarri con ptt >3500 kg	2.047	1.964	4,2	12.279	10.106	21,5

Rimorchi e semirimorchi con ptt >3500 kg secondo il tipo						
	giugno 2017	giugno 2016	var. %	gen-giu 2017	gen-giu 2016	var. %
rimorchi	166	119	39,5	815	584	39,6
semirimorchi	971	968	0,3	8.076	6.672	21,0
Totale R & S ptt >3500 kg	1.137	1.087	4,6	8.891	7.256	22,5

(Fonte: ANFIA)

Fig. 1 - Il dettaglio in cifre del comparto merci.

dell'80%. Tra gli allestimenti, si segnala il comparto dei furgoni isotermici in aumento del 24% e allestiti per il 58% da Iveco.

Secondo la ripartizione geografica, il mercato risulta così ripartito: per il 27% nell'area Nord-Ovest, per il 28% nell'area Nord-Est, per il 19% nel Centro e per il 27% nel Sud e Isole. In particolare nelle regioni meridionali si è registrato un incremento medio superiore al 26%. Iveco è leader di mercato con il 37% di quota.

Ricordiamo che i programmi europei per lo sviluppo della mobilità sostenibile e l'evoluzione della regolamentazione che li accompagna, impattano anche sul settore dei veicoli pesanti (trasporto merci e passeggeri su strada). Il pacchetto di misure regolamentari e di sostegno "L'Europa in movimento", presentato dalla Commissione Europea al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni il 31 maggio scorso, in linea con la proposta di risoluzione del Parlamento europeo sul trasporto stradale nell'Unione europea, prevede, infatti, una serie di interventi anche su questo specifico comparto. Gli interventi principali riguarderanno la certificazione dei consumi di carburanti e le emissioni di carbonio; i pesi e le dimensioni dei veicoli pesanti; l'adeguamento del quadro normativo per il pedaggio stradale sulla base del principio "chi inquina paga"; la revisione delle norme sull'accesso al mercato del tra-

sporto merci su strada e sui veicoli noleggiati – per garantire condizioni eque di concorrenza tra gli operatori di trasporto; – il miglioramento del quadro sociale e delle condizioni di lavoro – per garantire l'efficace funzionamento del mercato interno, oggi alterato dalle società di comodo e dal cabotaggio illegale; – la promozione di soluzioni digitali per migliorare il rispetto delle regole (dal tachigrafo digitale al sistema europeo di pedaggio elettronico); il sostegno a progetti di sistemi di trasporto intelligenti cooperativi e prove transfrontaliere di guida interconnessa e automatizzata e la revisione dei requisiti generali di sicurezza degli autoveicoli, inclusi i mezzi pesanti e gli autobus.

Il mercato degli autobus (fig. 2) con ptt superiore a 3.500 kg registra nel mese di giugno 273 nuove registrazioni (+57,8%). Migliorano i comparti degli autobus urbani e interurbani, così come midibus e scuolabus, con un piccolo rialzo anche per i minibus (+3,2%), mentre gli autobus turistici presentano una flessione del 15,2%.

Nei primi sei mesi del 2017 sono stati rilasciati 1.859 libretti contro i 1.243 rilasciati nell'analogo periodo del 2016 (+49,6). Tutti i comparti chiudono con il segno positivo nel semestre, con incrementi rilevanti per gli autobus specifici interurbani (+280,2%) e per i midibus (+153%) (*Comunicato stampa ANFIA*, 13 luglio 2017).

Comparto Trasporto Passeggeri

Autobus con ptt >3500 kg						
secondo il tipo	giugno 2017	giugno 2016	var. %	gen-giu 2017	gen-giu 2016	var. %
autobus specifici urbani	23	10	130,0	287	165	73,9
autobus specifici interurbani	65	7	828,6	422	111	280,2
autobus specifici turistici	67	79	-15,2	533	461	15,6
midibus	25	3	733,3	109	43	153,5
minibus	64	62	3,2	326	305	6,9
scuolabus	29	12	141,7	182	158	15,2
Totale Autobus con ptt >3500 kg	273	173	57,8	1.859	1.243	49,6

(Fonte: ANFIA)

Fig. 2 - Il dettaglio in cifre del comparto passeggeri.

TRASPORTI INTERMODALI

Puglia: GTS holding pubblica il bilancio 2016, gli utili volano a +55%

Il Gruppo GTS ha pubblicato il bilancio 2016 che riporta risultati positivi per l'azienda impegnata nel trasporto intermodale.

L'Assemblea degli azionisti della GTS Holding, gruppo Europeo nel Trasporto Merci Intermodale, ha approvato il Bilancio di esercizio al 31 dicembre 2016. I positivi risultati ottenuti mostrano il continuo percorso di crescita del gruppo posseduto della famiglia MUCIACCIA. Risultati questi che rappresentano l'apprezzamento del mercato e un percorso di crescita guidato da principi di trasparenza e sostenibilità.

Il fatturato consolidato, uno dei principali risultati riportati nel Bilancio consolidato pubblicato sul sito del Gruppo, ha registrato un aumento dell'6,5% rispetto all'esercizio precedente attestandosi a 85,3 milioni di euro. L'EBITDA consolidato ha raggiunto 10,1 milioni di euro, in aumento del 28% attestandosi al 12% del valore della produzione. Si conferma in crescita anche il risultato ante imposte con un incremento del 55% e un valore complessivo di 4,8 milioni di euro.

Si evolve in positivo anche la struttura organizzativa del gruppo barese che arriva ad accogliere 152 risorse con un aumento, rispetto al precedente anno, del 15%.

Per quanto attiene alla gestione operativa, il numero di treni completati realizzati nel 2016 sale a oltre

3500 per 82 mila spedizioni in tutta Europa.

Nel corso del 2016 il gruppo è stato insignito, tra oltre 1000 realtà aziendali italiane e internazionali, del premio Oscar di Bilancio Ferpi; premio, quest'ultimo, che valorizza le politiche aziendali in tema di comunicazione finanziaria e transparent accounting. Degno di nota, inoltre, è l'ottenimento della prestigiosa Certificazione Elite di Borsa Italiana ottenuta durante il primo trimestre dell'anno. Tale Certificazione rappresenta il primo importante passo verso la quotazione di GTS Holding presso Borsa Italiana.

GTS conferma quindi la sua solidità e la sua importante posizione nel mondo della logistica intermodale come Gruppo capace offrendo una gamma completa di servizi, tra i quali spiccano:

1. Forwarder intermodale, con i suoi servizi Door to Door intraeuropei.
2. MTO, per la vendita di slot a bordo del network dei propri servizi ferroviari con la formula del Terminal to Terminal.
3. Operatore Ferroviario, per il trasporto merci.

Tali servizi vengono realizzati dal Gruppo barese nel pieno rispetto dell'ambiente. Infatti, la scelta di trasportare merci privilegiando il trasporto ferroviario a quello tradizionale stradale ha consentito di non immettere in atmosfera oltre 100 milioni di kg di CO₂ solo nell'ultimo esercizio appena concluso.

Gli obiettivi 2017 di GTS Holding sono molto ambiziosi ed il primo trimestre 2017 ha fatto registrare un ulteriore incremento su base annua.

L'obiettivo che il Gruppo si è dato in termini di fatturato per il 2017 è di ben 100 milioni di euro.

A. MUCIACCIA CEO di GTS Holding ha commentato "Siamo davvero orgogliosi dei risultati raggiunti nel corso del 2016 a conferma dell'orientamento del gruppo verso i temi della sostenibilità e dell'innovazione, in un mondo, quello della logistica, in un profondo e rapido mutamento. Siamo molto soddisfatti, inoltre, dei prestigiosi riconoscimenti ottenuti che vanno a premiare la costanza e la passione di un intero gruppo e che aprono le porte a nuove sfide, una su tutte la quotazione presso Borsa Italiana." (Comunicato stampa Gruppo GTS, 20 luglio 2017).

INDUSTRIA

Nazionale: Rapporto OICE/CER 2017 sulle società di ingegneria italiane

Aumento dell'il% della produzione nel 2016; occupati in crescita per oltre il 2%; produzione all'estero oltre il 35% con un incremento del 22% sull'anno precedente; la committenza privata è al 45%

SCICOLONE, OICE: "Le società di ingegneria hanno saputo riposizionarsi sul mercato estero e cogliere le opportunità del mercato domestico seguite al codice appalti e alla confermata rilevanza del mercato privato; importanti anche gli sforzi fatti nella digitalizzazione e nell'innovazione".

Sono netti i segnali di ripresa per le società di ingegneria italiane rappresentate dall'OICE, l'Associazione aderente a Confindustria che ha presentato a Roma i risultati della 33esima edizione della Rilevazione annuale sulle società di ingegneria italiane, predisposta in collaborazione con il CER-Centro Europa Ricerche, alla presenza della Dott.ssa M.M. MIGLIACCIO del Mit; dell'Ing. A. BERTELLI, Esperto del Commissario Errani; dell'Ing. P. GALLIANI, dell'Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo e del Dott. P. PINTO,

dell'Agenzia ICE che hanno commentato i dati.

I dati del 2016 evidenziano una forte inversione del trend dello scorso anno quando si registrò un calo del 10,6% del valore della produzione 2015 rispetto al 2014. Quest'anno, come ampiamente previsto nella precedente Rilevazione, è stato del tutto recuperato il calo patito nel 2015 ed infatti il valore della produzione è passato dai 1.850 milioni del 2015 ai 2.050 del 2016, con un aumento dell'11%. Il 2017, poi dovrebbe dare risultati ancora più confortanti per il comparto considerando che la stima per l'anno in corso dovrebbe registrare aumenti fino ai 2.341 milioni, cioè un +14% sul 2016.

Il favorevole andamento del valore della produzione si è tradotto in un aumento degli addetti delle imprese OICE nel 2016 che hanno raggiunto le 14.333 unità (+2%) dalle 14.053 unità del 2015. Molto positivi i dati sul versante estero (che nel 2015 era in calo e si attestava sul 30,6% del valore della produzione degli associati OICE): emerge infatti una crescita da 601 milioni a 734 pari ad una quota intorno al 35% sul totale della produzione 2016 (+22% sull'anno precedente), ma con stime di crescita nel 2017 del 23,4% rispetto a quest'anno, che dovrebbero portare ad una quota, sul totale della produzione, del 38,7%). L'aumento della produzione all'estero si concentra su tre principali aree di riferimento per le imprese OICE: l'Unione Europea, i Paesi europei al di fuori dell'Unione Europea e la Penisola Arabica e conferma il deciso riposizionamento della produzione all'estero delle società OICE, in risposta al mutamento della domanda internazionale.

Per il Presidente OICE, G. SCICOLONE: "Il cambio sostanziale delle "regole del gioco" nel mercato interno è stato un fattore positivo; certo, ora che le regole sono quelle giuste, si auspica che il Paese risponda con un piano di investimenti che riesca a fare da traino all'economia in generale. Ripartenza dall'interno per potere raggiungere i mercati interna-

zionali più robusti, è il primo "must"; poi rilancio degli investimenti in innovazione per essere al passo con i concorrenti stranieri, a partire dal BIM, tema sentito come centrale dalle nostre società e dall'Associazione che continuerà a supportarle anche in questo campo. I dati di quest'anno confermano il forte dinamismo delle nostre società che sanno adattarsi al mutare delle dinamiche dei mercati e sanno cogliere le opportunità che offrono". Anche la produzione interna aumenta nel 2016 rispetto all'anno precedente passando dai 1.249 dei 2015 ai 1.316 milioni del 2016 (+5%). Meglio ancora dovrebbe andare nel 2017 anno in cui è attesa un'ulteriore crescita a 1.435 milioni di euro (+9%). Sempre molto rilevante la fetta di attività degli associati OICE derivante dalla committenza privata: ribaltando il trend negativo del 2015, si registra quest'anno un cospicuo balzo in avanti (931 milioni, un aumento di oltre il 20% sul 2015) che sembra confermato anche per il 2017 in cui si prevede di raggiungere i 1.159 milioni di euro. Secondo S. FANTACONE, direttore della ricerca: "All'interno di un quadro congiunturale in generale in miglioramento, la 33° Indagine OICE segnala andamenti positivi per il settore. Nel complesso, il valore della produzione è stimato in aumento sia nel 2016, sia nel 2017. Rispetto al 2015, l'incremento cumulato potrebbe risultare superiore al 25%. Sempre a fine 2017, il numero di occupati avvicinerrebbe le 16 mila unità (14 mila nel 2015). Questi andamenti positivi riflettono una crescente polarizzazione delle imprese aderenti all'OICE, con una produzione che a fine periodo proverrebbe per l'81,5% da aziende con più di 50 addetti e per il 67,5% dal mercato estero. Un livello di domanda ancora inadeguato, tempi di pagamento non sufficientemente accorciati e il permanere di un'alta complessità normativa sono i fattori che più di altri ostacolano l'espansione delle imprese OICE" (*Comunicato stampa OICE*, 18 luglio 2017).

VARIE

Lazio: il CIFI di Roma rievoca la più grande tragedia ferroviaria italiana

Si è tenuto il 24 maggio 2017 un convegno che, partendo dalla rievocazione storica della strage di Balvano avvenuta il 3 marzo 1944, ha fatto il punto sulla sicurezza nelle gallerie ferroviarie. Il nostro Paese, per la sua orografia, presenta un notevole sviluppo di gallerie ferroviarie, la cui lunghezza complessiva ammonta a circa 1.481 km, realizzate in diversi momenti a partire dalla nascita delle ferrovie sino alle recenti realizzazioni delle linee AV/AC. Ancora oggi sono in fase di progettazione e costruzione nuove gallerie per facilitare i collegamenti interoperabili tra l'Italia e le nazioni confinanti. Il convegno dal titolo "La strage di Balvano 1944 e la sicurezza nelle gallerie ferroviarie" è stato organizzato dal CIFI (Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani) nella propria sede di Roma al cospetto di ingegneri, ferrovieri, studenti e appassionati di trasporti. L'evento mirava a ricordare le vittime e i tragici momenti di quella notte, chiarire le cause e le responsabilità, avere una panoramica sulle infrastrutture ferroviarie dell'epoca e approfondire il tema dell'evoluzione della sicurezza in galleria con i relativi provvedimenti tecnici e normativi.

Tra gli intervenuti (fig. 3), l'avv. G. BARNESCHI, autore dei libri "Balvano 1944. Indagine su un disastro rimosso" e "Balvano 1944. I segreti di un disastro ferroviario ignorato"; l'Ing. A. GARGIULO, Direttore dell'Ansf; l'Ing. F. CROCCOLO, Dirigente Generale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, incaricato delle indagini a seguito degli incidenti ferroviari e marittimi; il prof. Ing. G. MALAVASI, docente presso l'Università La Sapienza di Roma facoltà di Ingegneria ed esperto di sicurezza in galleria; l'Ing. A. PRANNO, della Direzione Tecnica di RFI; l'Ing. L. CARUSO con l'Arch. T. TRAINA, della Direzione Tecnica di Trenitalia.

Nella prima parte dell'incontro è



(Fonte: ANSF Newsletter)

Fig. 3 - I relatori della prima parte del convegno di Roma, da sinistra Dott. Ing. F. CROCCOLO, Dott. Ing. A. GARGIULO, Dott. Ing. D. CARILLO, Dott. BARNESCHI, M. BARILE.

stato ripercorso il viaggio del treno 8017 anche grazie all'ausilio di video e interviste dei sopravvissuti e parenti delle vittime. Si sono inoltre approfondite le peculiarità morfologiche della tratta.

Il treno 8017 era un treno merci che partì da Napoli con trazione elettrica il 2 marzo 1944 con destinazione Potenza-Taranto. In tempi di guerra c'erano pochissimi treni passeggeri a settimana che percorrevano la tratta: alcune ore prima era partito il treno passeggeri 8015 già completamente pieno. Dunque i treni merci erano assaliti ad ogni stazione dalla gente affamata che dalla città si spostava verso la Basilicata per effettuare provviste alimentari. Il treno merci 8017 arrivò alla stazione di Battipaglia (SA) intorno alle 19 dove i militari americani cercarono invano di far scendere dal convoglio i passeggeri. Inoltre vennero annessi al treno altri 24 carri merci. La lunghezza totale raggiunse quasi i 500 metri! La trazione era condotta da 2 loco motive a vapore poste in testa in quanto la linea elettrica si esauriva a Salerno. Dopo la mezzanotte l'8017 raggiunse la stazione di Balvano e poco dopo ripartì. La notte era fredda, nevischiava. Dopo poco il treno giunse alla Galleria delle Armi (1968 metri)

che attraversa il monte Armi e conduce alla "piana" di Bella-Muro. La galleria era già invasa dai fumi provocati da una locomotiva che era transitata pochi minuti prima.

Non appena il treno entrò cominciò a rallentare fino a fermarsi lasciando soltanto un paio di vagoni all'esterno. Molto probabilmente l'intenzione del capo macchinista, E. SENATORE, era quella di retrocedere, ma purtroppo non funzionò l'intesa con l'altro macchinista e con il frenatore che, avvertendo la retrocessione, serrò i freni. In pochissimi minuti più di 600 persone morirono a causa delle esalazioni provocate dai fumi. Il procuratore di Potenza attribuì le cause della tragedia alla scarsa qualità del carbone, forse perché era l'unico modo per non dichiarare colpevoli umani. Ma in effetti contribuirono alla strage anche le posizioni delle locomotive, l'eccessiva lunghezza e il peso del convoglio, le indecisioni dei macchinisti. Inoltre i passeggeri vennero dichiarati clandestini perché occupanti un treno merci, ma in realtà molti di loro avevano acquistato un titolo di viaggio che simboleggiò le incongruità della vicenda. Alcune indagini vennero svolte dagli Alleati, ma in poco tempo la vicenda venne messa a tacere. In realtà si era appe-

na consumata la più grande catastrofe ferroviaria della storia in Italia.

Nella seconda parte dell'incontro si è discusso dell'evoluzione delle gallerie e delle procedure di investigazione a seguito di incidenti simili. Sono stati evidenziati i numeri dei disastri ferroviari. Successivamente si è parlato anche delle misure di sicurezza da adottare e, nello specifico, delle procedure in caso di incendio all'interno di gallerie (di D. CARILLO Segr. Gen. CIFI, da ANSF Newsletter, Luglio 2017)

Sicilia: il treno storico di Fondazione FS partirà anche da Messina

L'offerta turistico-ferroviaria in Sicilia proposta dalla Fondazione FS per questo 2017 è ancora più ricca e per la prima volta farà tappa a Messina (fig. 4).

Infatti, alle iniziative ormai consolidate dei Treni del Barocco e del Treno dei Templi, di cui abbiamo dato notizia sul Forum e sulla pagina Facebook, quest'anno si affiancano altre 2 offerte in programma per il 3 e il 17 settembre, entrambe con partenza da Messina Centrale: la prima, il 3 settembre, con destinazione Milo, in provincia di Catania, in occasione di "ViniMilo 2017 37^a edizione"; la seconda, il 17 settembre, partirà alla volta di Santa Venerina, in occasione di "EnoEtna".

Il treno è composto dalla locomotiva E.646.196 e da carrozze d'epoca tipo 1959 serie 45000, tra le quali una postale-bagagliaio. Per l'acquisto dei titoli di viaggio è necessario fare riferimento ai canali di vendita di Trenitalia.

L'Associazione, con il supporto degli amici dell'Associazione Ferrovia Valle Alcantara, sta proficuamente dialogando con la Fondazione FS per arricchire la proposta di viaggio ed offrire ai viaggiatori la possibilità di visitare una piccola mostra tematica (oggetto in corso di definizione) allestita all'interno del bagagliaio.

Inoltre, si sta programmando la sosta dei convogli anche presso la



(Fonte: Associazione Ferrovie Siciliane)

Fig. 4 - Il treno storico siciliano in stazionamento in una delle località oggetto del tour ferroviario.

stazione di Tremestieri, sede operativa della nostra Associazione. La Fondazione FS, quindi, con il suo Treno Storico, sia pur simbolicamente, sarà la madrina del nuovo corso della piccola stazione di Tremestieri. È un riconoscimento di cui siamo orgogliosi nella consapevolezza di aver in tutti questi anni portato avanti un progetto culturale integrato che abbraccia la passione per la ferrovia e le navi traghetto ferroviarie (reali e in miniatura) e la cultura dei trasporti in generale.

Di ciò, ovviamente, non possiamo non esprimere grandissima gratitudine alla Fondazione FS, al suo Direttore, ing. L.F. CANTAMESSA, ed a tutto il suo preziosissimo e preparatissimo staff (*Associazione Ferrovie Siciliane, Newsletter*, agosto 2017).

**In Biblioteca:
Collana Egaf, Ingegneria
dei sistemi ferroviari,
“Tecnologie di base,
metodi ed applicazioni”**

• *Generalità*

Egaf entra nel mondo universitario in punta di piedi, una quindicina di anni fa, grazie a una collaborazione con l'Università di Brescia, Facoltà di Ingegneria, per un corso an-

nuale sulle tematiche delle strade e dei trasporti di cui viene parallelamente edito un volume con i contributi dei vari relatori. Questo rapporto, molto stimolante anche dal punto di vista umano, grazie alle squisite persone di riferimento, ha consentito a Egaf di conoscere e farsi conoscere da numerosi docenti del settore delle principali università italiane.

Da questa conoscenza, e stima reciproca, ha origine il salto di qualità costituito dal progetto della collana Ingegneria dei trasporti, per disegnare un quadro aggiornato su sviluppi tecnologici, possibilità applicative, sistemi organizzativi e gestionali, interventi infrastrutturali e criteri di verifica nell'ampio e differenziato settore dei trasporti.

La collana ha lo scopo di saldare le conoscenze scientifiche, proprie dell'ambito universitario, con le esigenze di approfondimento del mondo imprenditoriale e di management del settore, sia privato sia pubblico e in ciò risiede il senso del coinvolgimento di Egaf, che storicamente si rivolge al mondo professionale.

Questo secondo volume della collana, Ingegneria dei Sistemi Ferroviari, si presenta nuovo nell'ambito dell'esperienza editoriale di Egaf e

innovativo nel panorama dei testi aventi a oggetto l'ingegneria dei sistemi di trasporto ferroviario.

Il testo si propone, infatti, di fornire in prevalenza contenuti consolidati nel corso del primo decennio degli anni 2000 come risultati della ricerca e ora maturi per far parte delle competenze dell'ingegnere che si occupa ad alto livello di progettazione o gestione di sistemi di trasporto ferroviari e, più in generale, a densità controllata.

Gli argomenti propri dell'ingegneria dei sistemi ferroviari sono di particolare attualità in un periodo in cui si combinano le innovazioni tecniche, operative e normative, rese necessarie dalla liberalizzazione avviata nel settore dall'Unione europea, dal ruolo che i sistemi a guida vincolata sono chiamati a svolgere in un'ottica di sostenibilità dello sviluppo e dalle sempre più stringenti esigenze di un utilizzo intensivo delle risorse esistenti.

Si ritiene, pertanto, che il testo (fig. 5) possa essere utile sia in ambito di formazione universitaria, per studi a livello di lauree magistrali, master e dottorati, sia a livello professionale, come ausilio per affrontare numerosi problemi nell'ambito dell'ingegneria ferroviaria.

Gli argomenti descritti nel volume seguono il naturale iter conoscitivo del neofita che vuole apprendere i concetti di base ed ampliarli, grazie alla ricca bibliografia che viene presentata a completamento di ogni parte.

• *Struttura del volume*

Parte A ELEMENTI DI BASE E FONDAMENTI TEORICI

- A1 Fondamenti storici e basi teoriche dell'ingegneria ferroviaria
- A2 Dimensioni del sistema ferroviario: reti, flotte e traffico
- A3 Evoluzioni operative e tecnologiche per i sistemi guidati tradizionali
- A4 Evoluzioni operative e tecnologiche per i sistemi guidati non convenzionali



(Fonte: Associazione Ferrovie Siciliane)

Fig. 5 - La copertina del volume Ingegneria dei sistemi ferroviari, “Tecnologie, metodi ed applicazioni”.

	A5	Scenari tecnologici per sistemi di trasporto con consumi energetici minimali	bordo e ottimizzazione dei consumi
Parte B	IMPIANTI FISSI		
	B1	Geometria e tracciati delle linee	
	B2	Componenti e dinamica della sovrastruttura	
	B3	Interazione fra veicolo e sovrastruttura	
	B4	Concetti, metodologie, standard e requisiti per la manutenzione	
	B5	Impianti per l'alimentazione elettrica delle linee	
	B6	Standard e prestazioni dei sistemi di sicurezza e segnalamento di linea	
	B7	Standard e prestazioni dei sistemi di sicurezza e segnalamento di stazione	
	B8	Sistemi per la gestione in sicurezza dei passaggi a livello	
Parte C	VEICOLI		
	C1	Sicurezza e progettazione strutturale del veicolo	
	C2	Requisiti e prestazioni dei sistemi di trazione	
	C3	Gestione dell'energia a	
	Parte D	ESERCIZIO E SICUREZZA	
	D1	Principi e vincoli della programmazione dell'esercizio	
	D2	Controllo e gestione della circolazione	
	D3	Calcolo della potenzialità delle linee	
	D4	Capacità dei nodi	
	D5	Standard e prestazioni dei sistemi di automazione parziale e totale	
	Parte E	IMPATTI OPERATIVI SUL SISTEMA AMBIENTALE ED ECONOMICO	
	E1	Fondamenti teorici economici e ambientali	
	E2	Trasferimento dei costi fra gestori dell'infrastruttura, gestori dei servizi e utenti finali	
	E3	Costi del sistema ferroviario a confronto con i sistemi concorrenziali	
	E4	Stima e gestione degli effetti del rumore	
	E5	Stima e gestione degli effetti dell'inquinamento chimico dell'aria	

- **COMITATO SCIENTIFICO COLLANA “IT”**
Il Comitato scientifico della collana “Ingegneria dei trasporti” è composto dai seguenti professori:
- **A. CAPPELLI** - Professore ordinario di Trasporti presso il Dipartimento di Culture del Progetto (DCP), IUAV di Venezia;
- **G. CORONA** - Già Professore Ordinario di Trasporti, Università degli Studi di Cagliari, Presidente della società di trasporto pubblico locale di Cagliari (CTM S.p.A.);
- **G. MALAVASI** - Professore ordinario di Trasporti, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (DICEA), Università degli Studi di Roma “La Sapienza”;
- **S. RICCI** - Professore associato di Trasporti, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (DICEA), Università degli Studi di Roma “La Sapienza”;

Alla stesura degli argomenti hanno collaborato, con il coordinamento del prof. ing. S. RICCI, come autori dei singoli capitoli (in ordine quantitativo di contributi): ing. F.M.D. ACCATTATIS, ing. M. ANTOGNOLI, ing. A. BALDASSARRA, ing. M. BRUNER, prof. ing. A. CAPPELLI, ing. E. COSCIOTTI, prof. ing. G. D’OVIDIO, arch. A. LIBARDO, prof. ing. G. MALAVASI, prof. ing. S. RICCI, ing. A. TIERI (*Estratto della documentazione descrittiva del Volume, Egaf Edizione: 1° - Dicembre 2013 ISBN: 978-88-8482-545-2, Pagine: 544, Formato: 16.7 x 24.5*).

Università: Master di II livello in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi Ferroviari
Innovazione per la mobilità integrata

A.A. 2017/2018

Sono aperte le iscrizioni al Master di secondo livello in Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi Ferroviari, giunto ormai alla sua quattordicesima edizione.

Il Corso, promosso dall’Università di Roma “La Sapienza”, in collaborazione con il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, Bombardier, Alstom,

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

MASTER UNIVERSITARIO DI II LIVELLO IN INGEGNERIA DELLE INFRASTRUTTURE E DEI SISTEMI FERROVIARI
innovazione per la mobilità integrata

Sapienza Università di Roma promuove la quattordicesima edizione del Master insieme al Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, Bombardier, Alstom, Siemens, Hitachi Rail Italy, Ansaldo STS, Ferrotramviaria Engineering, Almaviva, Roma Metropolitane e Lucchini RS.

SVILUPPIAMO IL TUO TALENTO PER LA MOBILITÀ DEL FUTURO
A.A. 2017/2018

PRESENTAZIONE DOMANDE:
Scadenza **giovedì 23 Novembre 2017** entro le ore 17:00
Per partecipare consulta il bando integrale sul sito:
<https://web.uniroma1.it/masteriisf/>

PER INFORMAZIONI:
master_iisf@uniroma1.it

FINALITÀ:
Formare, attraverso un percorso multidisciplinare d'eccellenza, **professionisti** di alto livello con una **visione sistemica** dei trasporti e della mobilità.

DESTINATARI:
Giovani laureati di II livello in Ingegneria (nelle classi riportate nel Bando) con titolo preferenziale per le competenze nell'ingegneria elettrica, elettronica, meccanica e trasporti.

ORGANIZZAZIONE:
Corso di studi di **60 crediti** articolato in:
- 12 moduli didattici: 480 ore tra lezioni, seminari, project work e visite a cantieri e impianti.
Le lezioni sono tenute da docenti dell'Università e manager delle aziende partner;
- 150 ore di stage presso le aziende partner;
- elaborazione e discussione finale di un progetto.

MODALITÀ DI AMMISSIONE:
I candidati parteciperanno ad una selezione basata su titoli, conoscenze tecniche e linguistiche (inglese), capacità psico - attitudinali. Saranno ammessi al Master solo i **primi 35 classificati**.

COSTI E BORSE DI STUDIO:
La quota di iscrizione è di 3.000,00 €. Il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, Bombardier, Ferrotramviaria Engineering, Alstom, Siemens e Lucchini RS mettono a disposizione, sulla base della graduatoria di ammissione al Master:
- **20 borse di studio da 1.700,00 €**, di cui **5 riservate alle prime 5 donne** classificate e **10 riservate ai primi 10** classificati in possesso di un **titolo preferenziale**.
- **1.600,00 €** in aggiunta per **15 residenti fuori dalla regione Lazio** (da almeno sei mesi): **5 per i residenti nelle regioni del Nord**, **5 per i residenti nelle regioni del Centro**, **5 per i residenti nelle regioni del Sud e Isole** (secondo quanto riportato nel bando).

SEDE E DURATA:
Roma, da **gennaio a luglio 2018** con discussione del progetto a settembre

SIEMENS Almaviva **BOMBARDIER** **ALSTOM** **FERROVIE ITALIANE** Ansaldo STS **HITACHI** **LUCCHINI RS**

(Fonte: Segreteria Master)

Fig. 6 - La locandina di annuncio per le prove di ammissione al Master IISF 2017-2018 ed applicazioni".

Siemens, Hitachi Rail Italy, Ansaldo STS, Ferrotramviaria Engineering, Almaviva, Roma Metropolitane e Lucchini RS, si propone di realizzare un percorso formativo finalizzato ad un perfezionamento scientifico multidisciplinare nel campo dei trasporti

ferroviari e dell'intera mobilità, con l'obiettivo di preparare tecnici di alto livello in grado di soddisfare le esigenze delle società ferroviarie e di ingegneria, dei centri di ricerca e delle imprese e industrie che operano nel settore.

Il Master (fig. 6) è destinato ai laureati di secondo livello in Ingegneria, nelle classi di laurea riportate nel Bando, con titolo preferenziale per le competenze nell'ingegneria elettrica, elettronica, meccanica e trasporti.

La selezione per l'ammissione al Master avverrà sulla base della valutazione dei titoli dei candidati e di una prova di accesso, volta a verificare le loro conoscenze tecniche, linguistiche (inglese) e capacità psico-attitudinali. Saranno ammessi al Master i primi 35 classificati.

Il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, Bombardier, Alstom, Siemens, Ferrotramviaria Engineering e Lucchini RS mettono a disposizione dei più meritevoli e dei residenti al di fuori della Regione Lazio finanziamenti per complessivi 58.000 euro, riservandone 5 alle prime donne classificate nella graduatoria di ammissione e 10 ai primi 10 classificati in possesso di un titolo preferenziale.

Il Master richiede un impegno a tempo pieno per 7 mesi, da gennaio a maggio 2018 per lezioni, lavori di gruppo e visite didattiche, nei mesi di giugno e luglio per l'attività di stage in Azienda; mentre la prova finale, con discussione del progetto elaborato durante il periodo di stage, è prevista nel mese di settembre 2018.

Le domande di ammissione dovranno essere presentate entro le ore 17:00 del 23 novembre 2017, esclusivamente online alla pagina web: <https://web.uniroma1.it/masteriisf/domanda-di-ammissione/domanda-di-ammissione>

Per ulteriori informazioni è possibile consultare il Bando sul sito web del Master (web.uniroma1.it/masteriisf/), sul sito della Sapienza (www.uniroma1.it), nella sezione "didattica > offerta formativa > master", e sui siti delle Aziende partner. (Comunicazione Segreteria Master IISF Sapienza, 15 agosto 2017)

Notizie dall'estero News from foreign countries

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA RAILWAY TRANSPORTATION

Iran: ingegneri Iranian ad Italferr per studiare l'alta velocità ferroviaria

Tour di studi e di incontri con il management di Italferr (Gruppo FS Italiane) per una delegazione di ingegneri delle Ferrovie iraniane (RAI).

L'obiettivo, apprendere conoscenze specialistiche sulle caratteristiche strutturali e tecnologiche del sistema Alta Velocità/Alta Capacità italiano, uno dei migliori al mondo.

Gli ingegneri di Italferr hanno illustrato ai colleghi iraniani le best practices impiegate in Italia nella progettazione e costruzione degli oltre 1.000 km di linee veloci.

“Queste occasioni di cooperazione e collaborazione – sottolinea C. CARGANICO, Amministratore Delegato e Direttore Generale di Italferr – hanno l'obiettivo di rafforzare il già profondo rapporto di fiducia reciproca con imprese che operano nel settore ferroviario della Repubblica islamica dell'Iran”. “Italferr sta definendo progetti strategici per lo sviluppo del sistema infrastrutturale di questa importante economia. I piani di sviluppo del traffico ferroviario iraniano prevedono infatti, nel periodo 2005-2025, un incremento di passeggeri da 25 a 65 milioni all'anno”, ha concluso CARGANICO.

Il viaggio studi della delegazione iraniana è avvenuto a valle della recente visita a Teheran di R. MAZZONCINI, Amministratore Delegato e Direttore Generale di FS Italiane. A Teheran il Gruppo FS Italiane ha firmato un accordo trilaterale per tra-

ning ai tecnici ferroviari di RAI in collaborazione con l'Università delle Scienze e Industria di Teheran.

L'accordo rientra nell'ambito del contratto quadro stipulato fra FS Italiane e RAI nel 2016, per lo sviluppo della rete alta velocità ferroviaria dell'Iran sulle linee Qom - Arak, per cui si sta lavorando per chiudere un contratto da 1,2 miliardi di euro, e Teheran - Hamedan.

FS Italiane, in qualità di General Contractor, provvederà alla progettazione, alla realizzazione, ai test e alla messa in servizio delle linee veloci Qom - Arak e Teheran - Hamedan.

Italferr è attualmente presente in Iran in joint venture con Iran Oston, società locale d'ingegneria. Il contratto prevede servizi di Project Management Consultancy per la gestione e supervisione delle attività svolte dal Contractor cinese CREC. Attività che riguardano progettazione e realizzazione della prima linea ad alta velocità in Iran (Tehran - Qom - Isfahan), il cui tracciato avrà una lunghezza di 415 km con una velocità prevista non inferiore a 250 km/h (*Comunicato stampa Italferr*, 04 agosto 2017).

Iran: Iranian engineers at Italferr to study high-speed rail

Tour of studies and meetings with the management of Italferr (Italian FS Group) for a delegation of Iranian Railway Engineers (RAI).

The objective is to learn about the structural and technological characteristics of the Italian High Speed/High Capacity system, one of the best in the world.

Italferr's engineers have shown to Iranian colleagues the best practices employed in Italy in the design and construction of over 1,000 kilometers of fast lines.

“These opportunities for cooperation and collaboration - emphasize C. CARGANICO, Managing Director and CEO of Italferr - are aimed at reinforcing the already deep mutual trust relationship with companies operating in the rail sector of the Islamic Republic of Iran.” “Italferr is defining strategic projects for the development of the infrastructure system of this important economy. The Iranian rail traffic development plans foresee, in the period 2005-2025, an increase of passengers from 25 to 65 million per year, “concluded CARGANICO.

The Iranian delegation's travel studies took place after the recent visit to Tehran by R. MAZZONCINI, Chief Executive Officer and General Manager of Italian FS. In Teheran, the FS Italiane Group has signed a trilateral agreement for training RAI rail technicians in collaboration with Teheran University of Science and Industry.

The agreement is part of the framework agreement signed between FS Italiane and RAI in 2016 for the development of Iran's high-speed rail network on Qom-Arak lines, and is working to close a 1.2 billion Of euros, and Tehran - Hamedan.

FS Italiane, as General Contractor, will arrange, execute, test and commission the fast lines Qom - Arak and Tehran - Hamedan.

Italferr is currently present in Iran in a joint venture with Iran's Oston, a local engineering company. The contract includes Project Management Consultancy services for the management and supervision of the CREC Contractor's activities. Activities related to the design and construction of the first high-speed line in Iran (Tehran - Qom - Isfahan), whose track will be 415 km long with a running speed not less than 250 km / h (Italferr Press Release, 04th August 2017).

**TRASPORTI URBANI
URBAN TRANSPORTATION**

Regno Unito: Trenitalia conferma uscita da gara franchise South East

Trenitalia UK ha confermato il suo ritiro dalla gara in corso per il franchise della rete ferroviaria del South East in Gran Bretagna.

La decisione è stata presa dalla società tenendo conto della recente acquisizione di c2c e del successo registrato in altre due gare: la partnership per il franchise ferroviario della West Coast inglese e il franchise della rete ferroviaria delle East Midlands.

La decisione di Trenitalia UK segue la recente conferma di una significativa sovrapposizione tra l'offerta per il franchise ferroviario del South East e la partnership nella competizione per il franchise ferroviario della West Coast inglese, considerata primo obiettivo di Trenitalia UK fin dall'inizio della sua impresa nel Regno Unito.

“Questo è stato un anno di grande successo per il business – sottolinea E. SICILIA, Presidente e Amministratore Delegato di Trenitalia UK – e siamo assolutamente impegnati a far crescere la nostra presenza nel mercato ferroviario britannico attraverso una strategia che abbia al centro i nostri clienti. Nel 2017 – prosegue Sicilia – abbiamo finora ottenuto un franchise e siamo stati selezionati per tutte e tre le gare per le quali abbiamo espresso interesse. Il nostro servizio c2c continua a rafforzarsi, come testimoniato dall'ultimo sondaggio NRPS condotto in modo indipendente tra i passeggeri. Siamo convinti – conclude E. SICILIA – che le nostre competenze e risorse ci rendano un candidato forte per entrambe le gare di franchise, sia per la partnership per la West Coast britannica che per le East Midlands insieme al nostro partner First Group” (*Comunicato stampa Trenitalia*, 10 agosto 2017).

UK: Trenitalia confirms withdrawal from South Eastern Franchise competition

Trenitalia UK has confirmed it is withdrawing from the current South Eastern franchise competition process.

The company has regretfully taken the decision, taking into account its recent acquisition of c2c and its success in being shortlisted for two other bids: the West Coast Partnership franchise, and the East Midlands franchise.

Trenitalia UK's decision follows the recent confirmation there will be a significant overlap between the South Eastern bid and the West Coast Partnership franchise competition, which Trenitalia UK has considered its primary target since the start of his venture into the UK.

E. SICILIA, Chairman and Managing Director for Trenitalia UK, said: "This has already been an extremely successful year for the business and we remain absolutely committed to increasing our presence in the UK rail market with a strategy based on our customer-centric approach.

"So far in 2017 we have acquired one franchise and been shortlisted for all three franchise competitions we expressed an interest in. Our c2c service continues to go from strength to strength as witnessed by the latest independent NRPS passenger survey, and we believe our skills and resources make us a strong joint-bidder for both the West Coast Partnership and East Midlands franchise competitions with our partners at First Group." (Trenitalia Press Release, August 10th, 2017).

**TRASPORTI INTERMODALI
INTERMODAL TRANSPORTATION**

Svizzera: Hupac e lo sviluppo del traffico nel primo semestre 2017

Nel primo semestre 2017 Hupac ha registrato un incremento del traffico dell'8,3% rispetto al 2016. Dal mese di giugno il traffico è ostacola-

to da numerosi cantieri; questi comportano un peggioramento della qualità dell'offerta e frenano lo sviluppo del trasferimento su rotaia. Hupac accoglie con favore il masterplan "Trasporto ferroviario merci" del Ministero tedesco dei trasporti e sottolinea la necessità di un'integrazione internazionale.

- *Crescita soddisfacente nei primi mesi dell'anno*

L'operatore svizzero del traffico combinato Hupac ha chiuso il primo semestre 2017 (fig. 1) con una crescita dei trasporti dell'8,3%. Complessivamente sono state trasportate 30.000 spedizioni stradali in più rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente. Tuttavia, dal mese di giugno il traffico è perturbato da numerosi cantieri. "La carente coordinazione internazionale e le risorse insufficienti a disposizione delle imprese ferroviarie stanno mettendo in difficoltà il traffico combinato", avverte B. KUNZ, CEO di Hupac.

- *Mancato coordinamento dei cantieri*

A metà giugno la linea di Luino è stata chiusa per un periodo di sei mesi per consentire l'ampliamento di questa importante tratta di accesso alla galleria di base del Gottardo. Le deviazioni via Domodossola e Chiasso sono tuttavia molto precarie a causa dell'elevato numero di cantieri sull'intero corridoio nord-sud. Una situazione che mette a dura prova tutti i partner della catena logistica: autotrasportatori, operatori intermodali, terminali e ferrovie stanno subendo le inefficienze e compiono sforzi enormi per mantenere in funzione il sistema del trasporto intermodale.

Per normalizzare la situazione Hupac sta elaborando una serie di misure in collaborazione con i partner ferroviari e i gestori dell'infrastruttura. Tra le iniziative a breve termine figurano la messa a disposizione di locomotori e macchinisti addizionali per la riduzione mirata dei ritardi e il differimento di alcuni lavori di manutenzione. A lungo termine si

dovrà rivedere e ottimizzare il processo di pianificazione dei cantieri a livello di corridoio, tra l'altro attraverso la revisione della relativa regolamentazione UE (allegato VII della direttiva 2012/34). Tra le misure volte ad aumentare la qualità figurano anche l'impiego di locomotive interoperabili e il miglioramento della pianificazione a tutti i livelli.

Resta aperta la questione politica su chi dovrà assumersi in futuro i sovraccosti causati dai lavori di costruzione, dato che le deviazioni, le riduzioni della capacità e il prolungamento dei tempi di viaggio gravano sull'economicità dei trasporti. Alcuni paesi europei come la Gran Bretagna sono riusciti a trovare soluzioni sostenibili per mantenere un'offerta valida malgrado i necessari lavori di costruzione.

- *Soluzioni durature a favore della qualità e della crescita del mercato*
 "L'attuale situazione mostra ancora una volta che il mercato reagisce in modo molto sensibile al deterioramento della qualità", sottolinea KUNZ. "Stiamo sensibilizzando le ferrovie e i gestori dell'infrastruttura sulle esigenze del mercato e sollecitiamo soluzioni durature". Tra i provvedimenti figura il potenziamento di risorse ferroviarie quali locomotori e macchinisti per creare riserve a garanzia della qualità, una misura che comporta spese, ma che dovrebbe ridurre i costi dovuti alla mancanza di qualità e contrastare il rischio di un nuovo trasferimento dei trasporti alla strada.

È inoltre indispensabile mettere a disposizione al più presto le risorse necessarie per far soddisfare la domanda legata all'attuale crescita congiunturale. Se il sistema ferroviario vuole beneficiare dell'attuale trend positivo della domanda, si deve investire in risorse aggiuntive quali locomotori e macchinisti. Hupac è pronta con una flotta carri di dimensioni sufficienti. "Vogliamo approfittare della crescita dei trasporti", afferma KUNZ.

Hupac accoglie con favore il masterplan "Trasporto ferroviario mer-

Sviluppo del traffico nel 1° semestre 2017	gennaio-giugno 2017	gennaio-giugno 2016	in %
Numero di spedizioni stradali			
Transalpino via CH	254.229	231.793	9,7
Transalpino via A	18.798	18.458	1,8
Transalpino via F	1.912	1.628	17,4
Non transalpino	132.986	124.640	6,7
Totale	407.925	376.519	8,3

(Fonte - Source: Hupac)

Fig. 1 - I dati sul trasporto intermodale.
 Fig. 1 - Intermodal transportation data base.

ci" e sollecita un'ottica internazionale. Rafforzare il traffico merci ferroviario e renderlo economicamente più attraente: questo è l'obiettivo del masterplan "Trasporto ferroviario merci" della Germania. Il piano presentato alla fine di giugno include vari elementi positivi, come ad esempio il dimezzamento dei prezzi di traccia per stimolare la domanda, la rapida attuazione di una rete capillare di linee adeguate ai treni da 740 metri, l'ampliamento dei grandi nodi ferroviari e un programma per incentivare l'equipaggiamento del sistema ETCS sulle locomotive.

"Sosteniamo gli indirizzi del masterplan che attribuiscono una chiara priorità al trasporto merci su rotaia e stimolano gli investimenti necessari", afferma KUNZ. L'attuazione verrà avviata in autunno, dopo le elezioni federali tedesche. Tuttavia, l'attuale versione del masterplan non tiene sufficientemente conto delle esigenze del traffico transfrontaliero. "Il 90% del nostro traffico tocca la Germania", constata KUNZ. "Cooperazione internazionale, pianificazione integrata, interoperabilità ed armonizzazione su scala europea: questi concetti vanno ancora approfonditi".

Un'evoluzione positiva si constata anche sul mercato italiano. A seguito del potenziamento delle infrastrutture e della politica di incentivazione del trasporto ferroviario è stata riscontrata una crescita del traffico. "La vicinanza al mercato di RFI Rete Ferroviaria Italiana è un elemento importante per il nostro settore", dice KUNZ. Dopo l'ammodernamento delle tratte di accesso al tunnel del Gottardo via Chiasso e Luino e il

completamento dei terminal di Milano, Piacenza e Brescia, Hupac potrà contare in Italia su condizioni di produzione ottimali (*Comunicato stampa Hupac*, 27 luglio 2017).

Switzerland: Hupac and the traffic development in first semester 2017

During the first half of 2017 Hupac increased its transport volume by 8.3% compared to 2016. Transports have been hampered by substantial construction works since June leading to a decline in the quality of services and restricting the development of modal shift. Hupac welcomes the rail freight master plan of the German Ministry of Transportation, but suggests that action is required in international integration.

- Satisfying growth in the first months of the year

The Swiss combined transport operator Hupac ended the first six months of 2017 (fig. 1) with an 8.3% increase in transports. In total, road shipments rose by approximately 30,000 over those transported during the same period a year ago. However, since June transportation has been challenged by numerous construction sites. "Inadequate international coordination of construction works combined with insufficient resources of the railways present a risk for combined transport", according to Hupac CEO B. KUNZ.

- Uncoordinated construction works are obstructing transportation

In mid-June the Luino line was closed down for a period of six months to upgrade this important ac-

cess route to the Gotthard base tunnel. The detours via Domodossola and Chiasso are vulnerable because of a high number of construction sites on the entire north-south corridor. A situation that puts pressure on all partners in the logistics chain: transportation companies, combined transport operators, terminals and railways suffering from inefficiencies, while making every effort to sustain the inter-modal transport system.

To normalise traffic conditions, Hupac is elaborating a number of steps together with the railway partners and infrastructure managers. In the short term, the focus is to provide additional locomotives and drivers with the aim of reducing delays and to reschedule some maintenance activities. In the long term, the corridor-wide planning process of construction sites must be revised and optimised, e.g. by modifying the relevant EU regulation (annex VII of Directive 2012/34). Other quality-enhancing measures include the increased use of interoperable locomotives and the improvement of planning at all levels.

Finally, the political question of who in future will pay the additional costs caused by construction works remains open. Rerouting, capacity reductions and longer travel times are a burden on the efficiency of transports. In some European countries, such as the UK, viable solutions have been created to keep services marketable while carrying out the necessary works.

- Sustainable solutions for quality and market growth

"Once again, the current difficult situation demonstrates the immediate response of the market to a loss in quality", KUNZ emphasises. "Our discussions with the railways and the infrastructure managers are intended to strengthen the understanding of the requirements of our common market and to improve the situation in the long term." This includes the increase of railway resources, such as locomotives and drivers, as a provision that assures quality. It involves investments, but it mitigates the consequential costs caused by the lack of quality

and counteracts the risk of shifting transports back to the road.

The necessary resources for the currently growing economy also have to be provided promptly. If the railway system expects to gain from the rising demand for freight transports, investments in additional resources such as locomotives and drivers are essential. Hupac is ready with a sufficiently sized wagon fleet. "We want to benefit from the growth in transportation", says KUNZ.

Hupac welcomes the rail freight master plan and demands an international viewpoint

Strengthening the rail freight services and making them economically more attractive – this is the goal of the rail freight master plan of the Federal Republic of Germany. The plan, which was presented in late June, contains many positive elements, such as cutting track prices in half to boost demand, the speedy completion of an extensive 740-meter network, the expansion of large rail hubs and a development plan to retrofit locomotives with ETCS. "We welcome the direction of the master plan. It gives high priority to rail freight and encourages related investments", according to KUNZ. The execution is scheduled to begin this autumn, following the federal elections in Germany. However, the requirements of cross-border transportation are under-represented in the current version of the master plan. "Ninety percent of our transports involve Germany", KUNZ said. "We are missing key words in the master plan such as international cooperation, integrated planning, interoperability and harmonisation across Europe."

The Italian market is also showing positive developments. Expansions of the infrastructure and a rail-friendly transport policy have resulted in an increase in rail freight. The closeness to the market of the Italian infrastructure manager RFI is a positive element for our sector", says KUNZ. Once the access routes via Chiasso and Luino have been upgraded and the terminals in Milan, Piacenza and Brescia are completed, Hupac will have optimal production conditions in

Italy. (Hupac Press Release, July 27th, 2017)

INDUSTRIA MANUFACTURES

USA: metropolitana HRI Ansaldo con Baltimore Rail Partners, LLC

Hitachi Ansaldo Baltimore Rail Partners LLC, società costituita da Hitachi Rail Italy SpA e Ansaldo STS USA, Inc. (la controllata statunitense di Ansaldo STS SpA) si aggiudica un contratto del valore di 400,5 milioni di dollari per la metropolitana di Baltimora da Maryland Transit Administration (MTA) per la fornitura di nuovi treni e del sistema di Comunicazione e Controllo (Communication Based Train Control – CBTC) per la Baltimore Metro Subway Link.

Il progetto prevede la fornitura di 78 carrozze Hitachi Rail di ultima generazione e la sostituzione del sistema di segnalamento già esistente con la soluzione innovativa di CBTC di Ansaldo STS.

La nuova metropolitana di Baltimora è stata progettata per essere molto innovativa dal punto di vista della sicurezza, del confort al passeggero e del design e con una vita utile di 30 anni, per una percorrenza media di 80.000 miglia/anno.

Ogni veicolo, bidirezionale, avrà una composizione minima di due casse identiche in acciaio inossidabile, "married pair", con la possibilità di ottenere composizioni multiple. Ciascuna cassa è equipaggiata con 76 sedili ed ha una capacità totale di 196 passeggeri. La struttura del pavimento garantisce una resistenza al fuoco per almeno 30 minuti, in accordo alle richieste della normativa NFPA (National Fire Protection Association) 130. Ogni carrozza è completamente motorizzata con un inverter IGBT per ciascun carrello motore.

Tutti gli interni, i lay out dei sedili, la disposizione degli accessori e i sistemi di riscaldamento e illuminazione sono progettati per fornire il

massimo confort ai passeggeri e per rispondere ai requisiti previsti dall'ADA (American with Disabilities Act) in termini di accesso, viaggio e spostamento all'interno del treno. Il convoglio è dotato di un impianto di comunicazione terra/treno, un moderno sistema di informazione al passeggero e di connessione WiFi oltre ad un sistema diagnostico integrato all'avanguardia nella cabina di guida.

Particolare attenzione nella progettazione è stata posta alla scelta dei materiali finalizzata alla riduzione del peso, e quindi al consumo energetico, al rispetto delle normative in materia di resistenza al fuoco ed emissioni fumi, nonché alla manutenzione dei nuovi convogli. La testata sarà realizzata in fibra di vetro e promette un design moderno e innovativo anche grazie alla presenza di led sagomati.

La metropolitana di Baltimora sarà assemblata presso lo stabilimento in Florida dove Hitachi Rail sta attualmente realizzando i veicoli per la contea di Miami Dade. Il primo treno per Baltimora è previsto in servizio entro il 2021.

“Con la metro di Baltimora – commenta M. MANFELLOTTI, CEO di Hitachi Rail Italy – confermiamo il nostro impegno e la nostra presenza nell'importante mercato americano. Hitachi offrirà non solo i veicoli ma anche la parte di segnalamento e questo ci consente di contribuire in modo completo allo sviluppo della mobilità negli USA. Puntiamo a soddisfare le aspettative dei nostri clienti e ad offrire prodotti innovativi dal punto di vista della sicurezza, della tecnologia e della sostenibilità”.

L'aggiudicazione del progetto di Baltimora, principale successo di Ansaldo STS nel Nord America, segna una milestone cruciale nella riconoscibilità dell'Azienda come fornitore leader di sistemi CBTC nel nord America. L'Azienda ha già consegnato con successo – altri sono in via di consegna – progetti CBTC di calibro analogo, in Nord America e nel mondo. Ansaldo STS integrerà l'infrastruttura esistente (15,5 miglia) di MTA, con il nuovo sistema CBTC.

“È un contratto di riferimento ottenuto grazie alla forte presenza di Ansaldo STS in Nord America – riferisce A. BARR, CEO e General Manager di Ansaldo STS – e rappresenta il nostro contributo al miglioramento del sistema di transito di MTA. Questo è un esempio indicativo, e ne sono lieto, dei vantaggi offerti dalla partnership con Hitachi, volta a fornire un sistema ferroviario nuovo e di elevato standard qualitativo” (Comunicato stampa Ansaldo STS HRI Group, 26 Luglio 2017)

USA: Metropolitan Hitachi Ansaldo with Baltimore Rail Partners, LLC

Metro partners Hitachi Ansaldo and Baltimore Rail Partners, LLC, a company established between Hitachi Rail Italy SpA and Ansaldo STS USA, Inc. (the US subsidiary of Ansaldo STS SpA), has been awarded a \$400.5 million contract from Maryland Transit Administration (MTA) to provide a new metro fleet of railcars and a Communication Based Train Control (CBTC) system for the Baltimore Metro Subway Link.

The project features 78 state-of-the-art Hitachi railcars and the replacement of the existing signaling system with an advanced CBTC system by Ansaldo STS.

The new Baltimore metro has been designed to be highly innovative in terms of safety, passenger comfort and design, with a 30-year life-cycle capable of providing an average journey of 80,000 miles per year.

Each bi-directional vehicle will have a minimum composition of two identical stainless steel cars, “married pair”, with the ability for multiple compositions. Each car has 76 seats and a total capacity of 196 passengers. The floor structure guarantees fire resistance for at least 30 minutes, in compliance with the NFPA (National Fire Protection Association) 130 requirements. Each car is fully-motorized, with an IGBT inverter per each motor bogie.

All interiors, seat layouts, arrangement of accessories, and heating and

lighting systems are designed to provide maximum comfort to passengers and to meet the requirements for access, travel and movement under the American with Disabilities Act (ADA). The vehicle is equipped with a ground / train communication system, a modern passenger information system and WiFi connection as well as a state-of-the-art integrated diagnostic system in the driver's cab.

Particular care during the vehicle's design has been given to the choice of materials able to reduce the weight and therefore energy use, in compliance with fire and smoke emission regulations, as well as to the maintenance of the new metro trains. The car head will be made of fiberglass and, combined with the presence of shaped LEDs, will deliver a modern and innovative design.

The Baltimore metro will be assembled at Hitachi Rail's facility in Miami, Florida where metros for Miami Dade County are currently being manufactured. The first trainset for Baltimore Metro will enter into revenue service in 2021.

“With the Baltimore metro,” said M. MANFELLOTTI, CEO of Hitachi Rail Italy, “Hitachi is confirming its commitment and presence in the important U.S market. Not only will Hitachi provide new rail vehicles for the project but also the signaling, allowing our business to fully contribute to the development of passenger mobility for the US. Our goal is to always to satisfy the requirements of our customers and to provide innovative products which meet the needs of security, technology and sustainability.”

The award of the Baltimore project marks Ansaldo STS's largest win in North America and represents a significant milestone in the company's recognition as a major North American CBTC provider. The company has already successfully delivered and is delivering CBTC projects of similar caliber both in North America and globally. Ansaldo STS will integrate a new CBTC system into the existing 15.5 miles of MTA infrastructure.

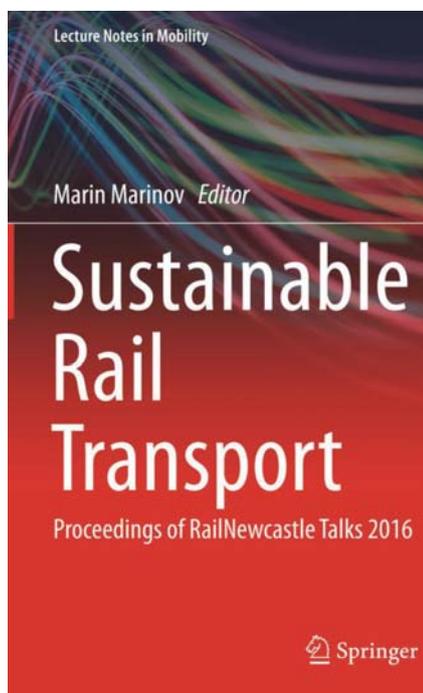
“This landmark contract builds

on the strong presence Ansaldo STS has in North America and represents our commitment to the improvement of MTA's transit system. I am pleased that this is a strong example of the benefits of working in partnership with Hitachi to deliver this new high quality railway" said A. BARR, CEO and General Manager of Ansaldo STS (Ansaldo STS HRI Group Press Release, July 26th, 2017).

VARIE OTHERS

In Biblioteca: Edizioni Springer, "Sustainable Rail Transport"

È disponibile il testo "Trasporti ferroviari sostenibili" (fig. 2), pubblicato da Springer e scritto da molti dei membri del RailUniNet (Global Network of Railway Universities, supportati da UIC). La monografia presentata presenta i documenti selezionati da RailNewcastle Talks 2016,



(Fonte - Source: Springer)

Fig. 2 - La copertina del volume "Sustainable Rail Transport" edito da Springer.
Fig. 2 - "Sustainable Rail Transport" Front cover from Springer.

che si è tenuta a Newcastle nel Regno Unito nel giugno 2016. Nel complesso, il libro comprende 14 capitoli, che si concentrano su un ampio spettro di ricerca ferroviaria, tra cui argomenti quali le operazioni ferroviarie, le tariffe di accesso, Il design, la movimentazione dei bagagli, il trasporto ferroviario, il trasporto multimodale, ITS, il trasporto ferroviario e altro ancora. Il libro è rivolto ai ricercatori ferroviari, ma potrebbe essere di interesse anche per gli studenti laureati.

Il libro è pubblicato in una serie di "Note di Lezione sulla mobilità" di Springer, curata da G. MEYER, sotto il titolo: "Trasporto ferroviario sostenibile. Proceedings of RailNewcastle Talks 2016" a cura di M. MARINOV. Per ulteriori informazioni, visitare il sito web di Springer: <http://www.springer.com/gp/book/9783319586427>.

L'elenco completo dei capitoli comprende:

- Capitolo 1: Trasporto ferroviario sostenibile. M. MARINOV.
- Capitolo 2: Operazioni ferroviarie e gestione dell'energia. M. LEHNERT e S. RICCI.
- Capitolo 3: Ottimizzazione dei processi e servizi aziendali nel mercato dei trasporti ferroviari da due punti di vista: Efficienza economica e gestione. A. DOLINAYOVA.
- Capitolo 4: Spese di accesso all'infrastruttura. Borna Abramovic.
- Capitolo 5: Progettazione treni interni dei treni dei passeggeri: posti a sedere e considerazione per persone con ridotta mobilità. E. MATSIKA.
- Capitolo 6: Applicazioni ferroviarie per sistemi di monitoraggio e monitoraggio. C. ULIANOV, P. HYDE e R. SHALTOU.
- Capitolo 7: Gestione dei bagagli. R. RUEGER.
- Capitolo 8: Aspetti della progettazione dell'infrastruttura ferroviaria. A. SLADKOWSKI e K. BIZON.

- Capitolo 9: Migliorare la pianificazione integrata di viaggio migliorando il modello di pianificazione di viaggio con i dati della stazione ferroviaria. J. SCHLINGENSIEPEN, E. NAROSKA e F.C. NEMTANU.
- Capitolo 10: Innovazione nel trasporto ferroviario e negli scambi (o come fermare il trasporto ferroviario che colpisce i buffer). P.H. MORTIMER e R. KLING-DAVID.
- Capitolo 11: Multimodale, Intermodale e Terminali. G. PACE e S. RICCI.
- Capitolo 12: Marketing ferroviario, lavoro e impegno pubblico. A. FRASZCZYK, N. AMIRALTY e M. MARINOV.
- Capitolo 13: Nuove tecnologie e ITS per la guida. F.C. NEMTANU e J. SCHLINGENSIEPEN (*Comunicato stampa Ed. Springer, ISBN 978-3-319-58643-4, 1° ed. 2018, X, 247 p. 145 illus., 139 illus. In color., 01 luglio 2017*).

In the library: "Sustainable Rail Transport"

A book on 'Sustainable Rail Transport', published by Springer (fig. 2) and written by many of the RailUniNet (Global Network of Railway Universities supported by UIC) members, is now available. This edited monograph presents the selected papers from RailNewcastle Talks 2016, held in Newcastle UK, June 2016. Overall the book includes 14 chapters, which focus on a wide spectrum of railway research, including topics such as rail operations, access charges, interior train design, baggage handling, rail freight, multimodal transport, ITS, rail marketing and more. The book is addressed to rail researchers, but might be of interest to graduate students, too.

The book is published in a Springer's series of 'Lecture Notes on Mobility' edited by G. MEYER under the title: "Sustainable Rail Transport. Proceedings of RailNewcastle Talks 2016" edited by M. MARINOV. To find out more visit Springer's website:

<http://www.springer.com/gp/book/9783319586427>

Full list of chapters includes:

- *Chapter 1: Sustainable Rail Transport.* M. MARINOV.
- *Chapter 2: Rail Operations and Energy Management.* M. LEHNERT and S. RICCI.
- *Chapter 3: Optimisation of Business Processes and Services in the Rail Transport Market from Two Points of View: Economic Efficiency and Management.* A. DOLINAYOVA.
- *Chapter 4: Infrastructure Access Charges.* B. ABRAMOVIC.
- *Chapter 5: Interior Train Design of Commuter Trains: Standing Seats, and Consideration for Persons with Reduced Mobility.* E. MATSIKA.
- *Chapter 6: Railway Applications for Monitoring and Tracking Systems.* C. ULIANOV, P. HYDE and R. SHALTOU.
- *Chapter 7: Baggage Handling.* R. RUEGER.
- *Chapter 8: Aspects of Rail Infrastructure Design.* A. SLADKOWSKI and K. BIZON.
- *Chapter 9: Improving Integrated Travel Planning by Enhancing Travel Planning Model with Rail Station Data.* J. SCHLINGENSIEPEN, E. NAROSKA and F.C. NEMTANU.
- *Chapter 10: Innovation in Rail Freight and Interchanges (or How to Stop Rail Freight Hitting the Buffers).* P.N. MORTIMER and R. KLING-DAVID.
- *Chapter 11: Multimodal, Intermodal and Terminals.* G. PACE and S. RICCI.
- *Chapter 12: Rail Marketing, Jobs and Public Engagement.* A. FRASZCZYK, N. AMIRAULT and M. MARINOV.
- *Chapter 13: New Technologies and ITS for Rail.* F.C. NEMTANU and J. SCHLINGENSIEPEN (Springer press release, July 1st, 2017).

Internazionale: Conference on Reliability, Safety and Security of Railway Systems-Modelling, Analysis, Verification and Certification (RSSR2017)

Pistoia ospiterà dal 14 al 16 novembre la seconda edizione della Conference on Reliability, Safety and Security of Railway Systems: Modelling, Analysis, Verification and Certification (RSSR2017)

La conferenza mira ad affrontare i problemi critici che la ferrovia del domani si troverà davanti: come offrire un servizio affidabile ai passeggeri e agli operatori del trasporto merci, pur mantenendo livelli elevati di sicurezza. In realtà il settore ferroviario ha affrontato questi problemi già da quasi 200 anni, ma ora nuovi elementi e nuove tendenze emergenti richiedono soluzioni innovative.

Una delle più grandi sfide deriva dall'impiego sempre crescente dell'automazione e dell'elettronica, per rispondere agli altrettanto crescenti requisiti di capacità e di efficienza, che vengono ulteriormente aggravati dall'aumento dell'integrazione della rete ferroviaria con altri sistemi di trasporto. Il risultato è una crescente complessità nell'adozione di sistemi digitali di controllo e gestione. Ciò, insieme all'apertura al mercato e ai requisiti di interoperabilità, richiede un'efficace sicurezza informatica, che protegga il sistema ferroviario da minacce dannose che potrebbero comprometterne sia la sicurezza che le prestazioni operative.

Devono quindi essere sviluppate tecniche e strumenti innovativi per la modellazione, l'analisi, la verifica e la convalida che siano in grado di essere applicate ai nuovi sistemi, sempre più complessi.

La conferenza RSSR 2017 vuole riunire ingegneri, professionisti e ricercatori interessati a costruire applicazioni e sistemi ferroviari avanzati, e vuole essere un forum in cui le ricerche più avanzate a questo riguardo saranno discusse e valutate da ricercatori e da ingegneri, concentrandosi sul loro potenziale di dispiegamento in ambito industriale.

Per ogni informazione, fare riferimento al sito: <http://conferences.ncl.ac.uk/rssrail/>. (Comunicato stampa Comitato Organizzatore Conferenza, 20 luglio 2017)

International: Conference on Reliability, Safety and Security of Railway Systems-Modelling, Analysis, Verification and Certification (RSSR2017)

Pistoia will host from 14 to 16 November the second edition of the International Conference on Reliability, Safety and Security of Railway Systems: Modelling, Analysis, Verification and Certification (RSSR2017)

The conference aims to address critical problems faced by the modern railway – how to deliver reliable service to passengers and to freight operators, while maintaining very high levels of safety. While the railway sector has faced these problems for almost 200 years, new factors and new trends demand new solutions.

One of the biggest challenges stems from ever increasing automation, driven by requirements for increased capacity and greater efficiency that are further compounded by increased integration of the railway network with other transport systems. The outcome is the incorporation of ever more digital systems, with increasing complexity. This, together with the increased openness and interconnection of the railway systems, brings an ever greater need for effective cyber security, guarding against malicious threats that could compromise both safety and operational performance.

Innovative techniques and tools are needed for modelling, analysis, verification and validation that can cope with the new more complex systems.

The RSSR 2017 conference aims to bring together engineers, practitioners and researchers who are interested in building critical advanced railway applications and systems: a working conference in which research advances will be discussed and evaluated by both researchers and engineers, focusing on their potential to be deployed in industrial settings.

For all information, please refer to <http://conferences.ncl.ac.uk/rssrail/>. (Press Release Conference Organizing Committee, July 20th, 2017).

Internazionale: XIII Edizione di Formula Sae Italy & Formula Electric Italy

Si è conclusa con la closing ceremony delle 20.30 e il successivo Final Party & Dj Set, la XIII edizione di Formula SAE Italy & Formula Electric Italy, la competizione internazionale organizzata da ANFIA in partnership con SAE International e con l'Autodromo "R. Paletti" di Varano de' Melegari e con la main sponsorship di FCA, presente con il marchio Abarth, e di Dallara. L'evento ha visto la partecipazione di oltre 2.600 studenti provenienti da 23 Paesi (India e Messico i più lontani) e da oltre 70 diversi atenei.

Complessivamente sono stati 80 i team in gara, di cui 60 europei, con 18 italiani, provenienti da 16 atenei.

Sul podio della Classe 1C (vetture a combustione interna), al primo posto PWR Racing Team, della Wrocław University of Science and Technology (Breslavia), studenti che hanno visto premiata la costanza dei loro risultati ad alto livello in tutte le prove, contrapposta alle prestazioni altalenanti dei molti top team presenti. Il secondo classificato è il team Dynamis PRC del Politecnico di Milano e il terzo l'Università di Kassel, con l'Herkules Racing Team.

Nella Classe 1E (vetture elettriche), trionfa il DHBW Engineering Stuttgart Team di Stoccarda, mentre si aggiudica il secondo posto il Global Formula Racing Team dell'Università DHBW Ravensburg e conquista la terza posizione la Squadra corse del Politecnico di Torino.

Nella Classe 3 (presentazione del solo progetto della vettura), il podio è tutto tricolore, con il team Race UP Electric dell'Università di Padova a condurre la classifica, seguito dal Firenze Race Team dell'Università di Firenze e, in terza posizione, dal Po-

limarce Racing Team dell'Università Politecnica delle Marche.

“L'esperienza di ANFIA, al debutto come organizzatore di Formula SAE Italy & Formula Electric Italy è stata all'insegna della passione e dell'entusiasmo trasmesso dai giovani concorrenti, coinvolti in un evento formativo-didattico più che competitivo in cui hanno la possibilità di confrontarsi con professionisti di spicco delle aziende della filiera automotive e del mondo del motorsport – ha commentato G. GIORDA, Direttore di ANFIA. L'intento dell'Associazione è di far crescere ulteriormente la manifestazione nel panorama internazionale, allargando ulteriormente la partecipazione delle aziende tra gli sponsor e le giurie e valorizzando al meglio le opportunità di dialogo e confronto tra aziende e mondo accademico, che rappresenta un altro punto di forza dell'evento”.

Durante il penultimo giorno, si è svolta in pista la prova di Endurance (275 punti sui 1.000 complessivi), che mira a valutare le performance complessive delle singole vetture in gara e rappresenta uno degli eventi principali della competizione. Si svolge lungo un tracciato totale di 22 km. Ai componenti del team non è permesso di intervenire sul veicolo durante lo svolgimento della prova, mentre è previsto un cambio di pilota a metà prova. L'ordine con cui i singoli team scendono in pista viene stilato in base ai risultati della prova di Autocross, lasciando per ultimi i team più veloci. Il tempo complessivo dell'endurance è dato dalla somma dei tempi di ciascun pilota, cui vanno a sommarsi le eventuali penalità, comparato con quello del team più rapido in pista. In questa specialità, si sono distinti per le ottime performance i top team della Classe 1E e anche nella Classe 1C i primi classificati hanno garantito lo spettacolo in pista, nonostante la Formula SAE Italy & Formula Electric Italy si svolga a inizio stagione. Nella Classe 1C, l'Italia si è aggiudicata il primo posto, con il team Dynamis PRC del Politecnico di Milano, che ha completato la gara senza penalità, vin-

cendo il premio messo in palio da Abarth, seguita dal PWR Racing Team polacco e dall'Università di Kassel, con l'Herkules Racing Team.

Nella Classe 1E ha vinto l'Endurance il Team DHBW Engineering Stuttgart, che si è aggiudicato il relativo premio Abarth, seguito dal Global Formula Racing Team dell'Università DHBW Ravensburg, mentre al terzo posto troviamo la Squadra Corse del Politecnico di Torino.

Al termine dell'Endurance, a garantire lo show in pista sono state, come special guest, la Ferrari 126 C4 del 1984 di M. ALBORETO, per un assaggio di Formula 1, e la Ferrari 599 Drift Project elaborata da FFF Drifting, dipartimento specializzato nei traversi che fa capo a F. SCERIFFO – entrambi molto apprezzati dagli studenti.

Durante la cerimonia di premiazione sono stati assegnati anche i premi relativi agli eventi statici (Business Presentation Event, Design Event e Cost event), i premi speciali e i premi istituiti dagli sponsor.

Oltre ai già citati premi Abarth, sono stati consegnati il premio Lamborghini “Most innovative aerodynamic concept”, andato al DHBW Ravensburg “Global Formula Racing” Team; il premio Dallara “Award for the best Car/Resources balance”, al DHBW Engineering Stuttgart Team; il premio “Teoresi Group Vehicle telemetry solution award”, conferito all'E-Agle Trento Racing Team dell'Università di Trento; il premio ZF “Driving Safety to Safely Drive”, assegnato al Blue Flash Mobility Concepts Team dell'Università di HAWK Goettingen (*Comunicato Stampa ANFIA*, 24 luglio 2017).

International: XIII Edition of Formula Sae Italy & Formula Electric Italy

The closing ceremony was held at 20.30 and the next Final Party & Dj Set, the 13th edition of Formula SAE Italy & Formula Electric Italy, the international competition organized by ANFIA in partnership with SAE Inter-

national and with the "R. Paletti" by Varano de 'Melegari and with the main sponsorship of FCA, present with the brand Abarth, and Dallara. The event was attended by more than 2,600 students from 23 countries (India and Mexico the farthest) and over 70 different universities.

Overall, there were 80 teams in the race, including 60 Europeans, with 18 Italians, from 16 universities.

On the podium of Class 1C (internal combustion engines), PWR Racing Team's first place at Wroclaw University of Science and Technology (Wroclaw), students who have rewarded the consistency of their high-level results in all trials, as opposed to Swing performance of the many top teams present. The second ranked is the Dynamis PRC team of the Politecnico di Milano and the third the Kassel University, with the Herkules Racing Team.

In Class 1E (electric cars), DHBW Engineering Stuttgart Team triumphs in Stuttgart, winning second place at the Global Formula Racing Team at the DHBW Ravensburg University and winning the third position in the Turin Politecnico Team.

In the Class 3 (presentation of the car's only project), the podium is all tricolor, with Race UP Electric team at Padova University to lead the standings, followed by the Florence Race Team of the University of Florence and third, From the Polimarche Racing Team of the Polytechnic University of Marche.

"ANFIA's experience at Formula One's debut as Formula SAE Italy & Formula Italia was inspired by the

passion and enthusiasm of young competitors involved in a more than competitive training and educational event To confront with prominent professionals from the automotive and motorsport world companies - commented G. GIORDA, ANFIA's Director. The aim of the Association is to further increase the event on the international scene, further expanding the participation of companies among sponsors and juries, and enhancing the opportunities for dialogue and comparison between companies and the academic world, which represents another point Of the strength of the event ".

During the penultimate day, Endurance test (275 points out of 1,000 overall) was held on the track, which aims to evaluate the overall performance of individual racing cars and is one of the main events of the competition. It runs along a total track of 22 km. Team members are not allowed to intervene on the vehicle while the test is being carried out, with a mid-test pilot change. The order in which individual teams go down the track is drawn on the basis of the Autocross test results, leaving the teams fastest. The total time of the endurance is given by the sum of the times of each rider, which adds to any penalties, compared with that of the fastest team in the track. In this specialty, they were distinguished for the excellent performance of the top teams of the Class 1E and also in the Class 1C the first classifieds guaranteed the show on the run despite the Formula SAE Italy & Formula Electric Italy taking place at the beginning of the season. In Class 1C, Italy won first place with the Dynamis PRC team at Politecnico di Mi-

lano, who completed the race without penalty, winning the prize wagered by Abarth, followed by the Polish PWR Racing Team and the " University of Kassel, with the Herkules Racing Team.

In Class 1E he won the DHBW Engineering Stuttgart Team Endurance, which won the Abarth Award, followed by the Global Formula Racing Team at the DHBW Ravensburg University, while third place is the Corse Team of the Politecnico di Torino.

At the end of the Endurance, the Ferrari 126 C4 of 1984 by M. ALBERTO, for a Formula 1 tug, and the Ferrari 599 Drift Project, developed by FFF Drifting, a specialized department in Transversals headed by F. SCERIFFO - both highly appreciated by students.

During the awards ceremony, the prizes for static events (Business Presentation Event, Design Event and Cost event), special prizes and sponsors' awards were also awarded.

In addition to the aforementioned Abarth prizes, the Lamborghini Award "Most Innovative Aerodynamic Concept" was delivered to DHBW Ravensburg "Global Formula Racing Team"; The Dallara Award for the Best Car / Resources Balance at the DHBW Engineering Stuttgart Team; The "Teoresi Group Vehicle Telemetry Solution Award" award, awarded to the E-Agle Trento Racing Team at the University of Trento; The ZF "Driving Safety to Safe Drive" award, awarded to the Blue Flash Mobility Concepts Team at HAWK Goettingen University (ANFIA Press Release, July 24th, 2017).

Massimo Gerlini, Paolo Mori e Raffaello Paiella

**ARCHITETTURA E PROGETTI DELLE STAZIONI ITALIANE
... DALL'OTTOCENTO ALL'ALTA VELOCITÀ**

Il volume condensa, in 675 pagine, 175 anni di storia delle stazioni ferroviarie italiane, in particolare dei Fabbricati Viaggiatori, raccontandone l'evoluzione e lo sviluppo dal 1830 ad oggi.

Gli autori, architetti che hanno operato a lungo nella struttura erede dello storico Ufficio Architettura e Fabbricati di Ferrovie dello Stato Italiane, dopo aver illustrato sinteticamente questo lungo percorso, anche attraverso esempi internazionali, scandito nei vari passaggi evolutivi in termini tipologici e architettonici (dai semplici imbarcaderi del primo periodo ai magnificenti edifici di fine '800, dagli esempi ispirati al movimento moderno e al pragmatismo della ricostruzione sino agli attuali poli d'interscambio e centralità urbana), ne condensano in 135 schede alcuni significativi esempi, selezionati tra le circa 2.200 stazioni che caratterizzano il panorama nazionale, rivisitati dalle fasi progettuali iniziali alle loro attuali configurazioni.

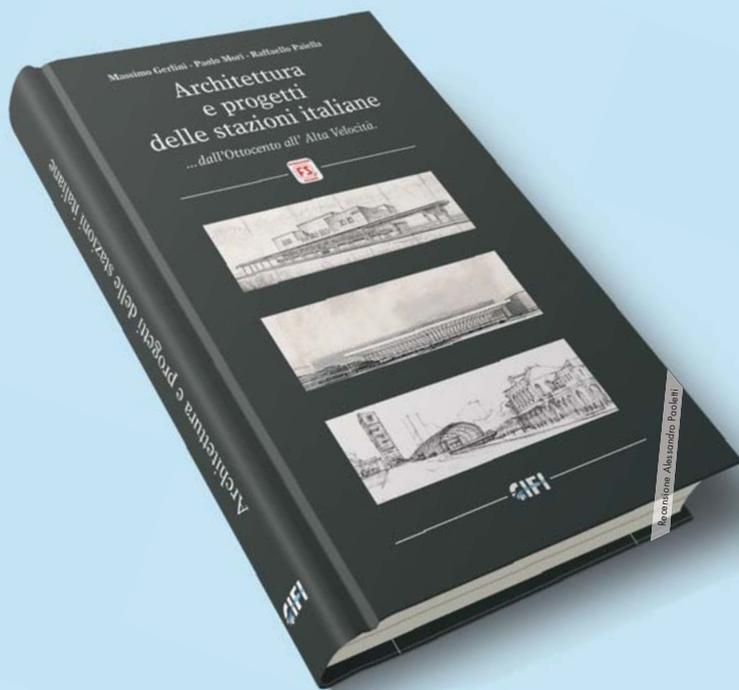
Dalla stazione di Lucca, del 1848, fino a quella di Vesuvio Est per l'Alta Velocità, in fase di progettazione, le schede, presentate in ordine cronologico, contrassegnano i Fabbricati Viaggiatori in base al prevalente interesse culturale, architettonico, funzionale e/o territoriale.

Per ciascuna stazione sono esposti sinteticamente i dati territoriali, tipologici e di progetto dell'impianto, illustrandone poi i cenni storici e le caratteristiche architettoniche salienti con numerose fotografie e la riproduzione di elaborati progettuali in larga parte inediti, resa possibile da un lungo lavoro di ricerca, svolto anche nella cura e nella organizzazione dell'Archivio Architettura che gli autori hanno contribuito a costituire negli anni recenti, presso la Fondazione delle Ferrovie dello Stato Italiane.

Il lavoro risultante, oltre che colmare una lacuna editoriale in questo campo, pur oggetto di tante pubblicazioni, ha il merito di costituire il primo compendio di "oggetti



**Esempio dei contenuti del volume:
Stazione ferroviaria di Albenga - 1937: progetto
Arch. Roberto Narducci (FS)**



architettonici" che sarà particolarmente utile a studiosi, ricercatori e cultori oltre che a tutti gli appassionati dell'affascinante mondo delle ferrovie.

"La rassegna cronologicamente ordinata delle architetture e dei progetti di stazioni ferroviarie - scrive la Prof. Arch. Elisabetta Collenza nella presentazione del volume - ritenute maggiormente significative a livello storico, tipologico, architettonico e urbano aderisce alla logica del "manuale" tesa a raccogliere e organizzare il "materiale" prodotto sino ad oggi sul tema per permetterne un'agevole conoscenza soprattutto nella formazione scientifica e professionale dello studente e per la formulazione di nuove proposte progettuali.

La stazione ferroviaria appartiene a quella categoria di edifici che rivestono un ruolo istituzionale nella società e che attraverso l'evolversi dei fattori storici, culturali, funzionali, sintetizzati nel "tipo edilizio", sono nella costante ricerca di un'identità consona al contesto storico e territoriale in continua trasformazione. È per questo un tema "aperto" a nuovi approfondimenti: lo dimostrano, infatti, le numerose pubblicazioni su riviste di architettura, i libri e le ricerche condotte in ambito universitario che hanno svolto un'efficace azione divulgativa delle più interessanti opere di architettura ferroviaria realizzate dalla metà circa del XIX secolo sino ai nostri giorni.

IF Biblio

Dott. Arch. Maria Vittoria CORAZZA

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, 48 - 00185 ROMA. Prezzo forfettario delle riproduzioni: - € 6,00 fino a quattro facciate e € 0,50 per facciata in più, oltre le spese postali ed IVA. Spedizione in porto assegnato. Si eseguono ricerche bibliografiche su argomenti a richiesta, al prezzo di € 6,00 per un articolo segnalato e € 2,00 per ogni copia in più dello stesso articolo, oltre le spese postali ed IVA.

Tutte le riviste citate in questa rubrica sono consultabili presso la Biblioteca del CIFI - Via Giolitti, 48 - 00185 ROMA - Tel. 0647306454; FS (970) 66454 - Segreteria: Tel. 064882129.

Anche il primo quinquennio degli anni 2000 è stato per INGEGNERIA FERROVIARIA particolarmente ricco di memorie e numeri speciali caratterizzati da elevato contenuto tecnico e scientifico. È quindi con piacere che la Rivista presenta ai suoi lettori la ormai tradizionale selezione di monografie sui principali argomenti di tecnica ferroviaria trattati in questo periodo.

La Rivista si augura in tal modo di venire incontro, come per il passato, alle esigenze di un'utenza attenta e qualificata, composta da studiosi e professionisti, da uffici e centri studi dell'industria, delle imprese costruttrici, delle amministrazioni ferroviarie e dei trasporti di massa.

Per ogni argomento sono riportati i nomi degli Autori che vi hanno contribuito, elencati in ordine alfabetico.

Condizioni di pagamento: Versamento in c.c.p. N. 31569007 intestato a "Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani" – Via Giolitti, 48 – 00185 ROMA, indicando il titolo delle monografie. Ai Soci CIFI ed ai dipendenti dei Soci Collettivi viene praticato lo sconto del 20% sui prezzi appresso indicati, che sono comprensivi dell'IVA. Le stesse condizioni sono riservate agli studenti universitari, di facoltà tecniche ed economiche, previa presentazione di un certificato di iscrizione all'anno accademico in corso.

Le monografie vengono fornite in estratto originale e, ad esaurimento di questi, in fotocopia.

00.1.1) ARMAMENTO

n. 14 memorie – Autori: Acquati, Bocciolone, Bugarin, Catalini, Cavagna, Cioffi, Collina, Corazza, Crispino, Di Ilario, Diana, Garzia Diaz-de-Villegas, Hifumi, Jovanovic, Kajon, Katsutoshi, Korpánek, Lanni, Monaco, Natoni, Pacciani, Pagliari, Pezzoli, Pisu, Viganò € 35

00.1.2) CORPO STRADALE

n. 11 Memorie – Autori: Burchi, Cheli, Chiorboli, Cicognani, Daghini, De Gregorio, Della Vedova, Di Nuzzo, Evangelista, Garassino, Giuliani, Gizzi, Impellizzeri, Isi, Maraschin, Miazzon, Migliacci, Montepara, Morano, Petrangeli, Pezzati, Polastri, Tomaselli € 30

00.1.3) DINAMICA DELLA LOCOMOZIONE

n. 18 Memorie - Autori: Belfiore, Benigni, Bianchi, Bonadero, Borrelli, Bracciali, Braghin, Bruni, Cantini, Cascini, Castellazzi, Cervello, Cigada, D'Aprile, Diana, Falessi, Ghidini, Lezzerini, Licciardello, Malvezzi, Panella, Pau, Pieralli, Presciani, Pugi, Resta, Rinchi, Salvini, Scepi, Toni, Vivio, Vullo € 40

00.1.4) FABBRICATI VIAGGIATORI

n. 6 Memorie - Autori: Albero, Antonilli, Chillemi, D'Amico, D'Angelo, Lenzi, Martini, Marzilli, Rota, Scarselli, Zallocco € 15

00.1.5) METROPOLITANE E SUBURBANE

n. 9 Memorie - Autori: Arcangeli, Averardi, Bocchetti, Bugarin, Calamani, Cantamessa, Cesetti, Coero Borga, Corsi, D'armini, Esposito, Fagiolini, Fusco, Garetto, Giovanetti, Martinetto, Martinez, Morassutti, Musso, Novales, Orso, Palin, Panaro, Piccioni, Sasso, Torassa, Villa, Vinci € 30

00.1.6) PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI

n. 5 Memorie - Autori: Cesetti, Lupi, Mantecchini, Panagin F., Panagin R., Rupi, Salerno, De Luca € 15

00.1.8) PROBLEMI DELLE GRANDI STAZIONI

n. 11 Memorie - Autori: Antognoli, Antonilli, Bardelli, Buonanno, Chioldi, Corazza, Cosulich, De Benedictis, Delfino, De Vita, Di Marco, Franceschini, Galaverna, Giovine, Guida, Losa, Malavasi, Murrini, Pezzati, Ricci, Tramonti € 35

00.1.9) PROGETTAZIONE DEI ROTABILI

n. 14 Memorie – Autori: Bandelloni, Cantini, Cau, De Carlo, De Curtis, Dilani, Falco, Ghidini, Gori, Maluta, Michelagnoli, Milani, Moro, Oddo, Panagin F. Panagin R., Piro, Poggesi, Raspini, Silva € 40

00.1.10) PROGETTI E REALIZZAZIONI FERROVIARIE IN ITALIA

n. 7 Memorie - Autori: Abruzzo, Alei, Benigni, Bernardi, Cassino, Cingano, Ciochetta, De Falco, Fabbri, Facchin, Iacono, Kure, Mantegazza, Orlandi D., Orlandi P., Rocca, Segrini, Skiller, Ventre € 20

00.1.11) PROGETTI E REALIZZAZIONI FERROVIARIE ALL'ESTERO

n. 5 Memorie – Autori: Barron de Angotti, Buri, Diana, Estradè Panadès, Guglielmetti, Lopez Pita, Marini € 15

00.1.12) SEGNALAMENTO E SICUREZZA

n. 18 Memorie – Autori: Amendola, Angeloni, Antonelli, Bianchi, Brignolo, Frugo, Cannavacciuolo, Capocchi, Cardanico, Caroli, Costa, Dall'Orto, De Vita, Di Marco, Di Martire, Farneschi, Fauda, Ferrando, Finocchiaro, Fois, Giovine, Girelli, Leone, Maisto, Malesi, Mantovani, Marengo, Martinelli, Martorella, Milani, Montaldo, Paccapelo, Pasqualis, Pezzati, Pinnasco, Pizzella, Ricci, Roselli, Saulino, Scarpuzzi, Sestini, Talerico, Tartaglia, Torielli, Valfrè, Vezzani, Vivaldi € 50

00.1.13) TELECOMUNICAZIONI

n. 6 Memorie - Autori: Coraiola, Di Maio, Di Mario, Iacomino, Lucca, Senatore, Simeoni, Zucchelli € 15

00.1.14) TRAM E FILOBUS

n. 8 Memorie – Autori: Bonuglia, Caccia, Campisano, Cerquetani, Cheli, Corradi, Diana, Emili, Lionetti, Lopes, Manigrasso, Molinari, Pendenza, Pyrgidis, Riccini, Rossetti, Spadaccino € 18

00.1.16) TRAZIONE ELETTRICA

a) Impianti

n. 12 Memorie – Autori: Accattatis, Benato, Castagna, Cattani, Cazzani, Contini, Corazza, Fazio, Fellin, Fumi, Guidi Buffarini Giuseppe, Guidi Buffarini Guido, Luzi, Martinetto, Mauro, Morassutti, Palazzini, Paolucci, Piro, Pisano, Raspini, Ricciardella, Spagnoletti, Torassa, Villa € 35

b) Materiale rotabile

n. 3 Memorie – Autori: Bruno, Carillo, Landi, Mantero, Mingozi, Papi, Sani, Stabile, Violi € 10

00.1.17) ESERCIZIO FERROVIARIO – CIRCOLAZIONE – NORMATIVE

n. 13 Memorie – Autori: Campisano, Caruso, Colombi, D'Elia, Delfino, Ferretti, Focacci, Follasa, Galatola, Galaverna, Martini, Migliorini, Pellandini, Petriccione, Ragazzoni, Sacchi, Troiano, Vernazza € 40

00.1.18) IMPATTO AMBIENTALE

n. 2 Memorie – Autori: Centazzo, Gentile, Rendina, Ricci, Volpe € 10

00.1.19) STORIA DELLE FERROVIE

n. 4 Memorie – Autori: Chillemi, Crisafulli, Galli, Guidi Buffarini Giuseppe, Pavone € 10

00.1.25) TRASPORTI NON CONVENZIONALI

n. 4 Memorie – Autori: Chiricozzi, Crisi, Delle Site, Di Majo, D'Ovidio, Lanzara, Navarra, Pelino, Saini, Taglieri, Villani € 10

	IF Biblio	<i>Circolazione dei treni</i>	20
	<p>204 Sistema di alimentazione di aria compressa basato sulla ridondanza per tram e mezzi suburbani (IWAINSKY – BECK – JULIAN) <i>Redundante Druckluftversorgung für Straßenbahnen und Triebwagen</i> <i>ZEVrail</i>, gennaio-febbraio 2016, pagg. 28-34, figg. 10. Biblio 5 titoli.</p>	<p>209 Algoritmi orientati verso l'esigenza di una distribuzione delle tracce efficace e rispondente alle esigenze del mercato (STREITZIG - OETLING - MARTIN - NACHTIGALL) <i>Anwendungsgerechte Algorithmen zur effizienten märkt geeigneten Tastenbelegung</i> <i>ETR</i>, luglio-agosto 2016, pagg. 24-29, figg. 6. Biblio 14 titoli. Ampia presentazione del programma informatico europeo ATRAMS.</p>	
	<p>205 La marcia automatica. La ferrovia può apprendere qualcosa dalla strada? Un confronto tecnico ed operativo (JÄSSER – MAYER – HORSTE – HESSE – KOSTER) <i>Automatisiertes Fahren. Kann die Schiene von der Strasse lernen? Ein technisch -betrieblicher Vergleich</i> <i>ZEVrail</i>, ottobre 2016, pagg. 417-423. Ragioni che spingono verso l'automazione, caratteristiche rilevanti della strada e della ferrovia, caratteristiche del traffico nei due casi, strategie per l'introduzione dell'automazione.</p>	<p>210 Sistemi avanzati di controllo del traffico migliorano l'efficienza dell'esercizio (LAUBE) <i>Advanced TMS improve operating efficiency</i> <i>Railway Gazette</i>, dicembre 2016, pagg. 35-37, figg. 5.</p>	
	<p>206 Metodologia per la sperimentazione di un sistema GPS per la localizzazione del treno (ANDÒ – CIAFFI – EMMANUELE – PISTORIO – SENESI) <i>Methodology for the experiment of GPS system for train positioning</i> <i>Ingegneria Ferroviaria</i>, novembre 2016, pagg. 823-835, figg. 10, tab. 1. Biblio 14 titoli. L'obiettivo è stato quello di esaminare e valutare le osservazioni satellitari di un GPS a basso costo e confrontarle con i dati del ricevitore RTK ottenuti dai progetti 3inSat ed ERSAT.</p>	<p>211 Pieno controllo della marcia dei treni alla base dei progetti di ferrovie urbane (SURAKUSUMAH) <i>Train control supports urban rail projects</i> <i>Railway Gazette</i>, ottobre 2016, pagg. 48-49, figg. 2.</p> <p>212 La fabbrica delle strisce spazio-tempo per il traffico merci ovvero l'arte (delicata) di conciliare le attese commerciali e le esigenze di produzione industriale (MORVANT) <i>La fabrique des sillons fret ou l'art (délicat) de combiner attente commerciale et exigences de production industrielle.</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, gennaio 2017, pagg. 52-59, figg. 10. Biblio 4 titoli.</p>	
	<p>207 PIC – Piattaforma Integrata Circolazione (IENUSO) <i>La Tecnica Professionale</i>, dicembre 2016, pagg. 24-33, figg. 11.</p>	<p>213 Dove va a finire l'ottimizzazione dell'orario cadenzato nel trasporto ferroviario? (LIEBCHEN) <i>Quo vadis Taktfahrplanoptimierung im Eisenbahnverkehr?</i> <i>ETR</i>, gennaio-febbraio 2017, pagg. 31-35, fig. 1. Biblio 10 titoli.</p>	
	<p>208 EISENBAHN-CERT, l'organo preposto agli accertamenti di interoperabilità nell'ambito dell'Agenzia Federale per le Ferrovie in Germania (POTRAFKE – SEEMANN) <i>EISENBAHN-CERT, Die Benannte Stelle Interoperabilität beim Eisenbahn-Bundesamt</i> <i>ZEVrail</i>, novembre-dicembre 2016, pagg. 481-489, figg. 11.</p>	<p>214 Metodo approssimato per l'aggiunta di tracce orarie extra ad un orario esistente per linee AV (TAN – XU – JIANG – SUN) <i>An high adjustment method based on associated trains for scheduling extra trains in high speed railway lines</i></p>	

IF Biblio	<i>Circolazione dei treni</i>	20
<p>ZEVrail, gennaio-febbraio 2017, pagg. 47-57, figg. 10. Biblio 21 titoli.</p> <p>Importante lavoro sulla capacità delle linee. <i>Testo in inglese.</i></p>	<p><i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, febbraio 2017, pagg. 22-35, figg. 121. Biblio 60 titoli.</p> <p>Approfondita analisi quantitativa dei parametri influenzanti la sosta, siano essi dipendenti dalle caratteristiche del materiale rotabile, dalla stazione e le sue infrastrutture, sia dal comportamento degli utenti. La ricca bibliografia e i contenuti su accennati rendono questo articolo di importanza fondamentale in relazione sia alla circolazione dei treni che alla scelta modale dell'utenza.</p>	
<p>215 La semplificazione della documentazione relativa alle attività della circolazione. Il Programma Prisme</p> <p>(ROYER – ROBERT – CAULEZ – GAUT)</p> <p><i>La simplification du métier circulation. Le programme PISME</i></p> <p><i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, febbraio 2017, pagg. 6-13, figg. 7.</p> <p>Semplificazione dei contenuti, dell'informatizzazione dei documenti utili alla circolazione.</p>	<p>217 La ricucitura dei processi circolazione e manovra</p> <p>(IENUSO)</p> <p><i>La Tecnica Professionale</i>, maggio 2017, pagg. 22-34, figg. 32. Biblio 3 titoli.</p> <p>In particolare, viene precisato, come la nuova funzionalità "Ultimo Miglio" consente la richiesta, disamina e relativa attribuzione dello slot spazio/temporale in impianto ai fini dell'espletamento dei servizi annessi alla traccia orario (sosta, attività di manovra, ecc.).</p>	
<p>216 Come padroneggiare e gestire il tempo di sosta nelle stazioni?</p> <p>(ELLEUCH – DONNET – BUENDIA – TUIS)</p> <p><i>Comment maitriser le tempe d'arrêt en gare?</i></p>		

INSERZIONI PUBBLICITARIE SU "INGEGNERIA FERROVIARIA"

- Materiale richiesto:** CD con prova colore, file in formato TIFF o PDF con risoluzione 300 DPI salvati in quadricromia (CMYK)
c/o CIFI – Via G. Giolitti 48 – 00185 Roma
Indirizzo e-mail: redazionetp@cifi.it
- Misure pagine:** I di Copertina mm 195 x 170 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)
1 pagina interna mm 210 x 297 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)
1/2 pagina interna mm 180 x 120 (+ 3 mm di smarginato per ogni lato)
- Consegna materiale:** almeno 40 giorni prima dell'uscita del fascicolo
- Variatione e modifiche:** modifiche e correzioni agli avvisi in corso di lavorazione potranno essere effettuati se giungeranno scritte entro 35 giorni dalla pubblicazione

"FORNITORI DEI PRODOTTI E SERVIZI"

A richiesta è possibile l'inserimento nei "Fornitori di prodotti e servizi" pubblicato mensilmente nella rivista.

Per informazioni:

C.I.F.I. – Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani – Via G. Giolitti,48 – 00185 Roma
Sig.ra MANNA Tel. 06.47307819 – Fax 06.4742987 – E-mail: redazionetp@cifi.it

C.I.F.I. – Sezione di Milano – P.za Luigi Di Savoia, 1 – 20214 Milano
Tel. 339-1220777 – 02.63712002 – Fax 02.63712538 – E-mail: segreteria@cifimilano.it

- 73 Integrazione dei collegamenti aeroportuali, del trasporto ferroviario a lunga distanza con gli spazi urbani
(SHI – MNICH)
Integration von Luftverkehr und Schienenfernverkehr mit Einbindung in den urbanen Raum
ETR, novembre 2015, pagg. 22-26, figg. 7. Biblio. 6.
-
- 74 Sviluppo e conformazione di un centro di comando HOLM per la regione di Francoforte sul Meno
(DAUBERTHÄUSER – KLUGER – STEINHORN)
Entwicklung und Gestaltung eines HOLM, Leitstandes für die Region Frankfurt Rhein Main
ETR, dicembre 2015, pagg. 14-17, figg. 6. Biblio 11 titoli.

Nota descrittiva del grande centro HOLM (House of Logistic and Mobility) per la più importante zona della Germania.
-
- 75 I livelli di servizio standard della RMV per il trasporto regionale
(BOSCH - BECKER)
Bedienungsstandards des RMV für Personennahverkehr
ETR, ottobre 2015, pagg. 14-18, figg. 8. Biblio 10 titoli.

Risultati esemplari conseguiti dalla RMV (Azienda Regionale per il trasporto locale nell'area Reno-Meno) nell'applicazione degli standard nazionali previsti per questo tipo di servizio.
-
- 76 Il nuovo modello organizzativo di produzione passeggeri regionale
(PICOTTI)
La Tecnica Professionale, febbraio 2016, pagg. 20-24, figg. 5.
-
- 77 Gli effetti dell'alta velocità ferroviaria sull'attrattiva turistica delle principali città italiane
(CARTENI – PARIOTA – HENKE)
The effects of High Speed Rail on the touristic attractiveness of the main Italian cities
Ingegneria Ferroviaria, marzo 2016, pagg. 229-245, figg. 6, tabb. 4. Biblio 29 titoli.
-
- 78 Il futuro del trasporto viaggiatori per ferrovia: quanto sarebbe resistente verso la concorrenza il sistema ferroviario tedesco, qualora cambiassero le condizioni di concorrenza?
(KRÄMER)
Zukunft Bahnpersonenverkehr: Wie wettbewerbsfähig ist das deutsche Bahnsystem unter veränderten Konkurrenzbedingungen?
ZEVrail, aprile 2016, pagg. 138-145, figg. 5. Biblio 18 titoli.
-
- 79 La mobilità vista dagli utenti: quale domanda e quale offerta nel 2050?
(FABRE – LANDY)
La mobilité vue des voyageurs: quelle demande pour quell offre en 2050?
Revue Générale des Chemins de Fer, ottobre 2016, pagg. 44-52, figg. 6.

Aumenti generalizzati del 30%.
-
- 80 Modello ponderale del rischio percepito dagli utenti ferroviari
(MIYACHI – OKADA)
Weighting model which reflects the risk cognition of railway users
Quarterly Report of RTRI, vol. 56, febbraio 2015, pagg. 59-65, figg. 2. Biblio 6 titoli.
-
- 81 Linea Chiasso-Milano
(MACELLO – CAVACCHIOLI – BAGNOLI – DOLCE)
La Tecnica Professionale, febbraio 2017, pagg. 20-26, figg. 16.
-
- 82 La segmentazione della clientela e l'analisi dell'infrastruttura nel trasporto viaggiatori a lunga distanza
(KRÄMER – BONGAERTS)
Kundensegmentierung und Infrastrukturanalyse für den Personenverkehr
ZEVrail, marzo 2017, pagg. 68-77, figg. 8. Biblio 26 titoli.
-
- 83 Accessibilità ferroviaria al nuovo stadio di Roma
(LOPRENCIPE – MORETTI M. – MORETTI L. – RICCI)
Rail accessibility to a planned new soccer stadium in Rome
Ingegneria Ferroviaria, aprile 2017, pagg. 287-305, figg. 9, tabb. 21. Biblio 24 titoli.

I risultati dello studio evidenziano che la soluzione più conservativa tra quelle proposte garantisce i migliori risultati sia tecnici sia economici. Infatti, con il minore tra gli investimenti stimati, si assicura un immediato miglioramento del servizio di trasporto e la possibilità di futura espansione dello stesso.

Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI

1 – TESTI SPECIFICI DI CULTURA PROFESSIONALE

1.1 – Cultura Professionale - Trazione Ferroviaria

1.1.2 E. PRINCIPE – “Impianti di climatizzazione delle carrozze FS”	€ 10,00
1.1.4 E. PRINCIPE – “Convertitori statici sulle carrozze FS” (ristampa).....	€ 15,00
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

1.3.2 V. FINZI-F. BRANCACCIO-E. ANTONELLI – “Apparati centrali a pulsanti di itinerario” (Quaderno 3).....	€ 8,00
1.3.4. P.E. DEBARBIERI - F. VALDAMBRINI - E. ANTONELLI - “A.C.E.I. telecomandati per linee a semplice binario” (Quaderno 12)	esaurito
1.3.5 V. FINZI – G. CERULLO - B. COSTA - E. ANTONELLI - N. FORMICOLA - “A.C.E.I. nuova serie” (Quaderno 13) ...	esaurito
1.3.6 V. FINZI – “I segnali luminosi”	esaurito
1.3.10 V. FINZI – “Impianti di sicurezza: Apparecchiature” (Vol. 4° - parte I)	esaurito
1.3.14 P. DE PALATIS-P. MARI-R. RICCIARDI – “Commento alla nuova istruzione del blocco elettrico automatico”	esaurito
1.3.15 E. DE BONI-E. TARTAGLIA – “Il Coordinamento dell’isolamento protezione contro sovratensioni”	esaurito
1.3.16 A. FUMI – “La gestione degli Impianti Elettrici Ferroviari”	€ 35,00
1.3.17 U. ZEPPA – “Impianti di Sicurezza - Gestione guasti e lavori di manutenzione”	€ 30,00
1.3.18 V. VALFRÈ – “Il segnalamento di manovra nella impiantistica FS”	€ 30,00

2 – TESTI GENERALI DI FORMAZIONE ED AGGIORNAMENTO

2.1 G. VICUNA – “Organizzazione e tecnica ferroviaria” ...	
2.2 L. MAYER – “Impianti ferroviari – Tecnica ed Esercizio” (Nuova edizione a cura di P.L. GUIDA-E. MIUZIA)	€ 50,00
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).....	esaurito
2.6 G. Bonora-L. FOCACCI – “Funzionalità e Progettazione degli Impianti Ferroviari”	€ 50,00

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. MIUZIA – “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

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 a cura del CIFI del Volume “La Stazione Centrale di Milano ed. 1931	€ 120,00
3.7 M. Gerlini – P. Mori – R. Paiella – “Architettura e progetti delle Stazioni Italiane... dall’Ottocento all’Alta Velocità”	€ 60,00

4 – ATTI CONVEGNI

4.2. BELGIRATE – “Ristorazione e servizi di bordo treno” (19-20 giugno 2003)	€ 20,00
4.3. TORINO – “Innovazione nei trasporti (3 giugno 2003)”	esaurito
4.4. ROMA – “Next Station”, bilingue italo inglese (3-4 febbraio 2005).....	€ 40,00
4.5. LECCE – “Ferrovie e Territorio in Puglia” (4 dicembre 2006).....	esaurito

4.8.	ROMA – “Stazioni ferroviarie italiane - qualità, funzionalità, architettura” (4 luglio 2007)	esaurito	6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a due piani”	€ 28,00
4.9.	BARI – DVD “Stato dell’arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese” (6 giugno 2008).....	€ 15,00	6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – “Treni italiani Eurostar City Italia”	€ 35,00
4.10.	BARI – 2 DVD Convegno “Il sistema integrato dei trasporti nell’area del mediterraneo” (18 giugno 2010)	€ 25,00	6.8.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani ETR 500 Frecciarossa”	€ 30,00
5 – ALTRO			6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – “I miei 50 anni in ferrovia”	€ 20,00
5.1.	Annuario Ferroviario 2017 (spese postali gratuite)	€ 20,00	6.62.	C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) “In treno sui luoghi della grande guerra”	€ 14,00
6 – TESTI ALTRI EDITORI			6.63.	PL. GUIDA (ed. Franco Angeli) “Il Project Management-secondo la Norma UNI ISO 21500”	€ 45,00
6.1.	V. FINZI (ed. Coedit) – “Impianti di sicurezza” parte II	esaurito	6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) “L’Italia in treno”	€ 29,00
6.2.	V. FINZI (ed. Coedit) – “Trazione elettrica. Le linee primarie e sottostazioni”	esaurito	6.65 A. CARPIGNANO “La Locomotiva a vapore (Viaggio tra tecnica e condotta di un Mezzo di ieri)”		
6.3.	V. FINZI (ed. Coedit) – “Trazione elettrica. Linee di contatto”	esaurito	2° Edizione – L’Artistica Editrice Savigliano (CN)	€ 70,00	
6.4.	C. ZENATO (ed. Etr) – “Segnali alti FS permanentemente luminosi”	€ 29,90	6.66 A. CARPIGNANO “Meccanica dei trasporti ferroviari e Tecnica delle Locomotive”		
6.5.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – “Treni italiani con carrozze a media distanza”	€ 28,00	3° Edizione	€ 60,00	
			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, 48 – 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, richiedere il catalogo dedicato
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, 48 - 00185 Roma - Tel. 06/4882129-06/4742986 - Fs 970/66825 - Fax 06/4742987 e-mail: cifi@mclink.it - biblioteca@cifi.it

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2017

(Gli Abbonati possono decidere di ricevere *IF - Ingegneria Ferroviaria* online)

Prezzi IVA inclusa [€/anno]	Cartaceo	Online
- Ordinari	60,00	50,00
- Per il personale <i>non ingegnere</i> 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) ^(*)	25,00	20,00
- Estero	180,00	50,00

^(*) *Gli Studenti, fino al compimento del 28° anno di età, possono iscriversi al CIFI quali Soci Juniores con una quota annua di € 17,00 che include l'invio gratuito della Rivista.*

I pagamenti possono essere effettuati (specificando la causale del versamento) tramite:

- CCP **31569007** intestato al CIFI – Via G. Giolitti, 48 – 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 – Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma. IBAN IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- pagamento online, collegandosi al sito www.cifi.it;
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

Il rinnovo degli abbonamenti dovrà essere effettuato entro e non oltre il 31 marzo dell'annata richiesta. Se entro suddetta data non sarà pervenuto l'ordine di rinnovo, l'abbonamento verrà sospeso.

Per gli abbonamenti sottoscritti dopo tale data, le spese postali per la spedizione dei numeri arretrati saranno a carico del richiedente.

Per ulteriori informazioni: Redazione Ingegneria Ferroviaria – tel. 06.4742987 –E mail: redazioneif@cifi.it

RICHIESTA FASCICOLI ARRETRATI ED ESTRATTI

Prezzi IVA inclusa

Un fascicolo € **8,00**; doppio o speciale € **16,00**; un fascicolo arretrato: *Italia* € **16,00**; *Estero* € **20,00**.

Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato € **9,50**.

I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.

TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2017

(The subscribers can decide to receive *IF - Ingegneria Ferroviaria* online)

Price including VAT [€/year]	Paper	Online
- Normal (Italy)	60.00	50.00
- Infrastructure and Transport Ministry staff, local railways staff, retired FS staff	45.00	35.00
- Students (University attesting documentation required) ^(*)	25.00	20.00
- Foreign countries	180.00	50.00

^(*) *Students younger than 28 can enroll as CIFI Junior Associates with a yearly rate of € 17.00, which includes the IF- Ingegneria Ferroviaria subscription.*

The payment can be performed (specifying the motivation) by:

- CCP **31569007** to CIFI – Via G. Giolitti, 48 – 00185 Roma;
- Bank transfer on account n. 000101180047 – UNICREDIT Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma. IBAN: IT29U0200805203000101180047 - BIC: UNCRITM1704;
- Online, on the website www.cifi.it;
- Cash or by Debit Card.

The renewal of the subscription must be performed within March 31st of the concerned year. In case of lack of renewal after this date, the subscription will be suspended.

For further information you can contact: Redazione Ingegneria Ferroviaria – Ph: +39.06.4742987 – E mail: redazioneif@cifi.it

PURCHASE OF OLD ISSUES AND ARTICLES

Price including VAT

Single Issue € **8.00**; Double or Special Issue € **16.00**; Old Issue: *Italy* € **16.00**; *Foreign Countries* € **20.00**.

Single article € **9.50**.

The payment, anticipated, may be performed according to the same procedures applied for subscriptions.

FORNITORI DI PRODOTTI E SERVIZI

Costruttori di materiale rotabile ed impianti ferroviari – Società di progettazione – Produttori di ricambi e prodotti vari per le ferrovie – Imprese appaltatrici di lavori di ogni genere per ferrovie nazionali, regionali, metropolitane e di trasporto pubblico urbano.

- A** Lavori ferroviari, edili e stradali – Impianti di riscaldamento e sanitari – Lavori vari
- B** Studi e indagini geologiche-palificazioni
- C** Attrezzature e materiali da costruzione
- D** Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici
- E** Impianti di aspirazione e di depurazione aria
- F** Prodotti chimici ed affini
- G** Articoli di gomma, plastica e vari
- H** Rilievi e progettazione opere pubbliche
- I** Trattamenti e depurazione delle acque
- L** Articoli e dispositivi per la sicurezza sul lavoro
- M** Tessuti, vestiario, copertoni impermeabili e manufatti vari
- N** Vetrofanie, targhette e decalcomanie
- O** Formazione
- P** Enti di certificazione
- Q** Società di progettazione e consulting
- R** Trasporto materiale ferroviario

D Meccanica, metallurgica, macchinari, materiali, impianti elettrici ed elettronici:

ALPIQ ENERTRANS S.p.A. – Via Lampedusa, 13/F – 20141 MILANO – Tel. 02/89536.100 – Fax 02/89536536 – e-mail: info.enertrans.it@alpiq.com – www.alpiq-enertrans.it – 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.

ARTHUR FLURY ITALIA S.r.l. – Via Dante, 68-70 – 20081 ABBIEGRASSO (MI) – Tel. 02/94966945 – Fax 02/94966531 – E-mail: info@afluryitalia.it – www.afluryitalia.it – Progettazione e costruzione di accessori per 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 – 25108 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).

BTICINO S.p.A. – Viale Borri, 231 – 21100 VARESE – Numero Verde 837035 – Tel. +39 0332.272111 – Sito internet: www.bticino.it – Specialista globale delle infrastrutture elettriche e digitali, progetta, produce o distribuisce i marchi BTicino, Legrand, Zucchini, Cablofil e IME – Principali merceologie: apparecchiature per la distribuzione dell'energia BT e MT, interruttori, sezionatori, complementi per guida Din35 sino a 125A, scatolati sino a 1.600A, aperti sino a 6.300A - Sistemi di misura e supervisione – Prese a spina industriali – Quadri, armadi e legggi, monoblocco e componibili, stagni e protetti sino a IP66 in tecnopolimero, poliestere rinforzato, acciaio, inox – Quadri di media tensione – Trasformatori di potenza in resina MT e BT anche per trazione elettrica, trasformatori e alimentatori per automazione – Sistemi

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.

di cablaggio – Condotti sbarre sino a 5.000A – Sistemi guidacavi in poliammide, PVC, metallo-plastici, sistemi ATEX e tubi rigidi, pressa cavi – Sistemi portacavi in lamiera e filo, in acciaio e inox, passerelle a traversini, sistemi di supporto, sistemi tagliafuoco – Sistemi di cablaggio strutturato e componenti per data center – TVCC e sistemi di controllo accessi – UPS modulari e convenzionali.

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).

CANAVERA & AUDI S.r.l. – 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 tranciacuni oleodinamici – Trapani adatti alla foratura di rotaie e di apparecchi del binario nelle applicazioni ferroviarie – Trapani per traverse in legno – Pandrolatrici – Avvitatori portatili – Troncatrici di rotaie.

CINEL OFFICINE MECCANICHE S.p.A. Via Sile, 29 – 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV) – Tel. 0423/490471 - fax 0423/498622 – E-mail: info@cinelspa.it – www.cinelspa.it – Stabilimenti: Via Sile, 29 - 31033 Castelfranco Veneto (TV) – Via Scalo Mercè, 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 deviatoio e accessori, tiranterie, zatteroni, traverse cave, fermascambi, immobilizzatori, dispositivi di bloccaggio, apparecchiature per segnalamento e sicurezza, passaggi a livello, materiali per rotabili.

COET COSTRUZIONI ELETTROTECNICHE S.r.l. – Via per Civesio, 12 – 20097 SAN DONATO MILANESE (MI) – Tel. 02/842934 - Fax 02/5279753 – E-mail: coet@coet.it – Sito internet: www.coet.it – Apparecchi di interruzione e sezionamento per interno ed esterno 750, 1500, 3000V cc – Ingegneria, quadri di alimentazione e sezionamento, limitatori tensione negativo, raddrizzatori normali e a diodi controllati – Energy recovery e Energy

storage, misura, protezione e controllo per DC power supply in S/S e lungo linea.

COMEP S.r.l. – Via Provinciale Pianura, 10 – Zona Industriale S. Martino – 80078 POZZUOLI (NA) – Tel./Fax 081/5266684 – E-mail: info@comepsrl.net – Sito www.comepsrl.net – Costruzione ed assemblaggio della quadristica, montaggio, integrazione dei sistemi di controllo, collaudo, messa in servizio e test finali nel settore del trasporto ferroviario – Taglio cavi con relativi sistemi di marcatura – Manutenzione e revisione di impianti elettrici ferroviari.

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.

ECM S.p.A. – Via IV Novembre, 29 – Loc. Cantagrillo – 51034 SERRAVALLE PISTOIESE (PT) – Tel. 0573/92981 – Fax 0573/526392-929880 – e-mail: commerciale@ecmre.com - www.ecmre.com – Progettazione, produzione, installazione di: Sistemi di alimentazione elettrica senza interruzioni - Segnali luminosi ferroviari innovativi - Registratori cronologici di eventi -Diagnostica ferroviaria per apparati ferroviari - Telecomandi e controlli – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Sistemi completi, terra bordo, di controllo automatico della marcia del treno - Controllo centralizzato del traffico ferroviario CTC - Conta- Assi.

ELPACK S.r.l. – Via Della Meccanica, 21 – 20026 NOVATE MILANESE (MI) – Tel. 02.6470712 – Fax 02.66.100114 – Rack e subrack 19” anche per uso ferroviario EN50155 – Custodie metalliche/schermate per connettori DIN41612 – Alimentatori modulari euro card – Dispositivi KVM per la gestione e controllo di server – Arredi tecnici per sale controllo – Cavi in rame e fibra ottica.

ERMES ELETTRONICA S.r.l. – Via Treviso, 36 – 31020 SAN VENDEMIANO (TV) – Tel. +39.0438.308470 – Fax +39.0438.492340 – E-mail: ermes@ermes-cctv.com – www.ermes.cctv.com – Sistemi audio/video innovativi operanti in LAN Ethernet (VoIP) – Sistemi telefonici-interfonici digitali punto-punto – Diffusione sonora, messaggi, P.A., Paging, operante in rete LAN – Sistema telefonico di emergenze e di diffusione sonora di galleria – Videocontrollo e comunicazione audio per passaggi a livello in tecnologia LAN – Videocomunicazioni per aree sensibili quali scale mobili ed ascensori – Help Point audio/video su reti LAN per biglietterie automatiche o zone non presidiate da operatori – Software di supervisione delle comunicazioni – Passengers Information System – Registratori video a bordo treno – Gateway di trasferimento e comunicazione audio video terra/bordo treno – Progettazione di apparati e sistemi TVCC Over IP o tradizionali.

ESIM S.r.l. – Via Degli Ebanisti, 1 – 70123 BARI - Tel. 080.5328425 – Fax +39.080.5368733 – E-mail: info@esimgroup.com – www.esimgroup.com – Sede di Roma: Via Sallustiana, 1/A – Tel. 06.4819671 – Fax: 06.48977008 –

Progettazione e messa in opera di impianti elettrici, di telecomunicazione, di segnalamento e di trazione elettrica – Realizzazione e installazione di sistemi di diagnostica ferroviaria.

E.T.A. S.p.A. – Via Monte Barbaghino, 6 – 22035 CANZO (CO) – Tel. +39 031.673611 – Fax +39 031.670525 – e-mail: infosed@eta.it – www.eta.it – *Carpenteria*: quadri elettrici non cablati – Armadi e contenitori elettrici per esterni – Armadi 19” – Quadri inox per gallerie – Cassette inox lungo linea – Saldatura al TIG certificata – Conformità alle specifiche RFI.

FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.p.A. – Via Volvera, 51 – 10045 PIOSSASCO (TO) – Tel. 011.9044.1 – Fax 011.9064394 – Sito internet: www.faiveley.com

Sistemi e prodotti a marchio SAB WABCO: Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici, elettromeccanici ed elettroidraulici, freni a pattino tradizionali e a magneti permanenti, per veicoli ferroviari, metropolitani e tramviari – 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 piattaforma – 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.

FLEXBALL ITALIANA S.r.l. – Str. San Luigi, 13/A – 10043 ORBASSANO (TO) – Tel. 011/9038900-965-975 – Telegrafo: FLEXBALLIT ORBASSANO – Telecomandi meccanici – Flessibili, scorrevoli su sfere per applicazioni meccaniche varie navali, automobilistiche, ferroviarie ed aeronautiche – Comando rubinetti freno – Comando regolatori motori Diesel – Comandi valvole ad areatori – Comandi sezionatori elettrici – Comandi scambi e segnalazione.

FRIEM S.p.A. – Via Edison, 1 – 20090 SEGRATE (Milano) – Tel. 02/2133341 – Telefax 02/26923036 – Raddrizzatori a diodi ed a tiristori – Impianti completi di Trasformazione e Conversione.

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.

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: kbirsitalia@knorr-bremse.it – Sito internet: www.knorr-bremse.it – Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici ed elettroidraulici per veicoli ferroviari, metropolitani e tramviari – 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.

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.

JAMPEL S.r.l. – Via Degli Stradelli Guelfi, 86/A - 40138 BOLOGNA – Tel. 051.452042 – Fax 051.455046 – E-mail: info@jampel.it – www.jampel.it – www.jampel-networking-industriale.it – Commercializzazione e supporto tecnico-applicativo di apparati e sistemi per la connettività industriale (wired & wireless), I/O remoto, l'embedded computing e la videosorveglianza – Idoneità ad applicazioni "Trackside" & "Rolling Stock" – Master distributor di Moxa Europe e distributore esclusivo per il mercato ferroviario di Pilz.

LA CELSIA SAS – Via A. Di Dio, 109 – 28877 ORNAVASSO (VB) – Tel. 0323.837368 – Fax 0323.836182 – Dal 1974 progettazione, produzione e vendita di contatti elettrici sinterizzati ed affini, materiali sinterizzati da metallurgia delle polveri, connessioni flessibili e particolari vari, annessi per interruttori, commutatori, sezionatori per tutte le apparecchiature elettromeccaniche di potenza e trasmissione dell'energia.

LUCCHINI RS S.p.A. – Via G. Paglia, 45 – 24065 LOVERE (BG) – Tel. 035/963562 – Fax 035/963552 – e-mail: rollingstock@lucchini.it – 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.r.l. – Via A. Chiarucci, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – e-mail: marini_impian...@hotmail.com – 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.

MER MEC S.p.A. – Via Oberdan, 70 – 70043 MONOPOLI (BA) – Tel. 080.9171 – Fax 080.9171112 – e-mail: marketing@mermecgroup.com - Sito web: www.mermecgroup.com – MERMEC è leader mondiale e innovatore di punta, specializzato nelle soluzioni integrate per la diagnostica, il segnalamento e la manutenzione predittiva di tutte le infrastrutture ferroviarie. Costituitasi come società per azioni nel 1988, MERMEC S.p.A. ha completato una serie di acquisizioni in Italia, Francia e Stati Uniti nella prima metà del 2008, dando vita ad un gruppo internazionale che conta più di 450 dipendenti altamente specializzati distribuiti in 16 sedi in Australia, Cina, Francia, Inghilterra, India, Italia, Macedonia, Marocco, Norvegia, Spagna, Stati Uniti, Turchia. Il quartier generale è a Monopoli (Bari). MERMEC investe il 15% del fatturato annuale in ricerca e sviluppo ed è oggi il più grande produttore di tecnologia per la sicurezza ferroviaria al mondo con clienti in 54 Paesi che gestiscono le più importanti linee ferroviarie del pianeta. Il suo portafoglio di prodotti e servizi è organizzato in 5 diverse aree strategiche di business: Diagnostica Ferroviaria, Sistemi di supporto alle decisioni, Servizi di Misura, Segnalamento Ferroviario e Diagnostica per la Siderurgia ed applicazioni industriali. MERMEC equipaggia ben 11 dei treni ad alta velocità attualmente in esercizio nel mondo. La MERMEC è dal 2010 “Associate Member” del consorzio UNISIG che definisce internazionalmente le specifiche tecniche dello standard ERTMS.

MERSEN ITALIA S.p.A. – Via dei Missaglia, 97/A2 – 20142 MILANO – Tel. 02/826813.1 – Fax 02/82681395 – E-mail: ep.italia@mersen.com – Sito internet: 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 Mersen (Ferraz Shawmut) – Dissipatori di calore vacuum brazed, heat pipes, aria per componenti IGBT e press-pack Mersen (Ferraz Shawmut) – Messa a terra di rotabili ferrotramviari – Prese di corrente per 3^a rotaia – Resistenze industriali “Silohm” (lineari), “Carbohm” (variabili con la tensione) – Spazzole e portaspazzole per macchine elettriche rotanti – Striscianti per pantografi, sminatrici e rettifiche per collettori – Grafiti per applicazioni meccaniche (guarnizioni, cuscinetti, ecc.) – Materiali compositi isolanti Colomix (Asbestos free) per caminetti spegni arco.

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 alimen-

tazione 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.

PISANI DI PISANI MATTEO – Via Vilfredo Pareto, 20 – 27058 VOGHERA (PV) – e-mail: giorgio@pisani.eu – Sistemi informatizzati, non invasivi di monitoraggio e certificazione dei processi di realizzazione e controllo in esercizio della lunga rotaia saldata e della posizione piano altimetrica del binario.

PLASSER ITALIANA S.r.l. – Via del Fontanaccio, 1 – 00049 VELLETRI (ROMA) – Tel. 06/9610111 – Fax 06/9626155 – e-mail info@plasser.it – www.plasser.it – Commercializzazione, riparazione e manutenzione di macchine per la costruzione e la manutenzione del binario ferroviario - Risanatrici, rinalzatrici, profilatrici, stabilizzatrici dinamiche, vetture di rilevamento e sistemi per la diagnostica del binario e della linea di contatto, saldatrici mobili per rotaie, autocarrelli con gru e piattaforme, autocarrelli per tesatura frenata linee di contatto, carrelli portabobine, dispositivi per video-ispezione linee ferroviarie e binario, rappresentanza attrezzature Robel.

POSEICO S.p.A. – Via Pillea, 42-44 – 16153 GENOVA – Tel. 010/8599400 – Fax 010/8682006-010/8681180 – E-mail: semicond@poseico.com – www.poseico.com – Dispositivi a semiconduttori di potenza (Diodi, Tiristori, GTO's, IGBT Press-pack, ecc.) – Dissipatori ad acqua per il raffreddamento di dispositivi di potenza sia press-pack che moduli – 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@qsdsistemi.it – www.qsdsistemi.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.

RAILTECH – PANDROL ITALIA S.r.l. – Via Facii – Zona Industriale S. ATTO – 64020 (TERAMO) – Tel. 0861/587149 – Fax 0861/588590, E-Mail info@pandrol.it – Sistemi di attacco ferroviari per traverse in calcestruzzo armato e precompresso.

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.

RITTAL S.p.A. – S.P. 14 Rivoltana – km 9,5 – 20060 VIGNATE (MI) – Tel. 0039/02959301 – Fax 0039/0295360209 – Armadi e contenitori elettrici per applicazioni ferroviarie fisse (segnalamento) – Rolling stocks (locomotori) – Esterno (bordo binari); scambiatori calore (carrozze-locomotori); terminali interattivi (stazioni); subracks 19" per elettronica omologati e testati (locomotori-segnalamento) – Servizi: progettazione secondo standard EN50155 / EMC50121 – Calcoli FEM – Saldatura secondo DIN6700 – Test – Protezione dal fuoco.

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 ITALIA S.r.l. – Via Novara, 10/D – 20013 MAGENTA (MI) – Tel. 02/972190-1 – Fax 02/97291467 – Spazzole, portaspazzole, pantografi, striscianti, dispositivi di messa a terra.

S.I.D.O.N.I.O. S.p.A. – Via IV Novembre, 51 – 27023 CASOLNOVO (PV) – Tel. 0381/92197 – Fax 0381/928414 – e-mail: sidonio@sidonio.it – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Impianti di elettrificazione ed illuminazione (linee BT/MT) – Opere stradali e ferroviarie – Scavi, demolizioni e costruzioni murarie – Impianti di telecomunicazione.

SIRTEL S.r.l. – Via Taranto 87A/10 – 74015 MARTINA FRANCA (TA) – Tel. 080/4834959 – Fax 080 4304011 – E-mail: info@sirtel.biz – Sito web: www.sirtel.biz – Lanterne portatili ricaricabili ad uso ferrotranviario con

luce principale alogena o LED e segnalazione (a 1/2 LED ad elevata luminosità) con possibilità di avere 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 – Teleruttori per c.a. e per c.c., per bassa ed alta tensione – Sezionatori – Motori e motoriduttori frazionari in c.c. – Connettori – Dispositivi di interblocco multiplo a chiave – Combinatori e manipolatori – Equipaggiamenti integrati completi per la trazione pesante e leggera.

SPITEK S.r.l. – Via Franco Vannetti Donnini, 80 – 59100 PRATO – Tel. 0574.593252 – Fax 0574.593251 – E-mail: info@spiteck.it – Posta Certificata: spiteksrl@pec.it – www.spitek.it – Progettazione e costruzione di ricambi elettromeccanici per apparecchiature di B.T., M.T. e A.T. – Costruzione e revisione di interruttori e contattori per corrente continua tipo IGL, GL, GR – Revisione e fornitura di ricambi per combinatori tipo KM49, 2CP100 e altri – Accoppiatori per circuiti elettrici in B.T. e A.T. secondo Specifiche Trenitalia.

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 Prima Strada, 2 – 10043 ORBASSANO (TO) – Tel. 011.0712426 – Fax 011.3975771 – 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.

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 Asses-

sment, 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 vaicar@vaiacar.it - Saldatrici mobili strada-rotaia per la saldatura elettrica a scintillio delle rotaie - Gru mobili/Escavatori strada-rotaia completi di accessori intercambiabili - Macchine operatrici mobili strada-rotaia con equipaggiamenti specifici - Macchine operatrici mobili ferroviarie e/o strada-rotaia per la manutenzione delle linee ferroviarie e delle linee elettriche aeree - Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi ferroviari, campate, traverse e rotaie - Attrezzature speciali per il sollevamento, la movimentazione, la posa e la sostituzione di scambi e campate 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 rinalzata del binario e di compattamento della massciata.

VOESTALPINE VAE ITALIA S.r.l. – Via Alessandria, 91 – 00198 ROMA – Tel. 06/84241106 – Fax 06/96037869 – E-mail vaeitalia@voestalpine.com – www.voestalpine.com/vae/en – Scambi ferroviari A.V. e standard, scambi tranviari, sistemi elettronici per monitoraggio scambi, cuscinetti autolubrificanti, casse di manovra per scambi ferroviari e tranviari - Rappresentanza Voestalpine Schienen GmbH per tutti i tipi di rotaie (vignole, a gola, barre per aghi) nonché servizi tecnici e logistici.

E Impianti di aspirazione e di depurazione aria:

F Prodotti chimici ed affini:

HENKEL ITALIA S.r.l. – Via Amoretti, 78 – 20157 MILANO – Tel. 334.6059593 – Sig. Claudio CROVIEZZILLI – E-mail: claudio.croviezzilli@henkel.com – www.loctite.it – Progettazione e assistenza tecnica gratuite – Adesivi anaerobici e istantanei - Adesivi strutturali certificati - Adesivi e sigillanti per la manutenzione ferroviaria - Prodotti per la riparazione di alberi e cuscinetti usurati, rimuovi graffiti - Rivestimenti protettivi anticorrosione, poliuretani e primer per vetri.

G Articoli di gomma, plastica e vari:

DERI S.r.l. – Via S. Paolo 54/58 – 10095 GRUGLIASCO (TO) – Tel. 011.7809801 – Fax 011.7809899 – e-mail: info@deri.it – www.deri.it – Distributore specializzato nella produzione custom di tubazioni in gomma per basse, medie ed altre pressioni – Distribuzione raccorderie varie, innesti rapidi, utensili elettrici e pneumatici, guaine protezione, cavi in poliammide e metalliche con relativa raccorderia a tenuta stagna, fascette nylon e metalliche, ampio magazzino.

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.savi@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.colbaccini@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 9001:2008 e AS/EN 9120:2010 – 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.

SOCHIMA S.p.A. – Corso Piemonte, 38 – Tel. 011/2236834 – 10099 S. MAURO TORINESE (TO) – Aquaplas – Schallschluck – Baryfol – Materiali coibenti ad alta efficienza – Antivibranti – Assorbenti – Fonoter-moisolanti – Fornitori FS.

SPITEK S.r.l. – Via Franco Vannetti Donnini, 80 – 59100 PRATO - Tel. 0574.593252 – Fax 0574.593251 - E-mail: info@spitek.it – Posta Certificata: spiteksrl@pec.it – www.spitek.it – Articoli stampati in materiali termoindurenti e termoplastici – Caminetti spegnaarco in Dearn 10 – Frutti isolanti in Decal per accoppiatori 13/18/78 e 92 poli – Corpi stampati per contattori a disegno Trenitalia, Ansaldo, Marelli, Tibb e Altri.

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.

SINECO – Direzione Affari Generali e Sicurezza – Viale Isonzo, 14/1 – 20135 MILANO – Tel. 02/5425901 – Fax. 02/54259023 - e-mail: sineco.co.it - www.sinecoing.it - Rilievi geometrico-topografici con strumentazioni laser scanner delle infrastrutture e del territorio circostante in modalità dinamica tramite veicoli completamente integrati - Rilievi fotografici, profilometrici e termografici delle gallerie finalizzati alle verifiche geometriche e diagnostiche dello stato conservativo del fornice - Servizi di supporto alla definizione dei piani manutentivi e di sicurezza - Sorveglianza ed ispezioni delle opere d'arte mediante tecnologie non distruttive - Verifiche ambientali - Laboratorio prove materiali accreditato UNI EN

ISO/IEC 17025:2005 - Ingegneria del ripristino conservativo delle opere.

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.pedrinazzi@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:

TACK SYSTEM S.r.l. – Via XXV Aprile, 50 D – 20040 CAMBIAGO (MI) – Tel. 02/9506901 – Fax 02/95069051 – e-mail: tack@tacksystem.it – www.tacksystem.it – Pellicole autoadesive colorate, fluorescenti, trasparenti, rifrangenti, antigraffiti e protettive – Etichette, pittogrammi e iscrizioni prespaziate per rotabili carri, carrozze, locomotori, ecc. – I succitati manufatti rispondono a Specifiche FS TRENITALIA.

O Formazione

SERFORM SAGL – Via Valdani, 1 – 6830 CHIASSO (SVIZZERA) – Tel. 0041\91682 – 4242 – E-mail: info@serform.eu – Sito internet: www.serform.eu – Centro di Formazione riconosciuto con Decreto ANSF n° 03/2013 in grado di offrire a Professionisti e Aziende presenti su tutto il territorio europeo una preparazione qualificata per le attività legate al trasporto ferroviario.

P Enti di certificazione

ISARail S.p.A. – Via Figliola, 89/c – 80040 S. SEBASTIANO AL VESUVIO (NA) – Tel. +39 081.0145370 – Fax +39 081.0145371 – E-mail: marketing@isarail.com – info@isa-

rail.com – www.isarail.com – Organismo di ispezione di tipo “A” ai sensi della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17020.2005 nel settore dei sottosistemi ferroviari e relativi componenti – Verificatore Indipendente di Sicurezza (VIS) per l’ANSF con decreti 9/2010, 1/2011 e 6/2011.

ITALCERTIFER S.p.A. – Largo F.lli Alinari, 4 – 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.

RINA SERVICES S.p.A. – Via Corsica 12 – 16128 GENOVA – Tel. +39 0105385791 – Fax +39 0105351237 – E-mail: railway@rina.org – www.rina.org. – Organismo Notificato per le Verifiche CE di Interoperabilità secondo la Direttiva per il sistema Alta Velocità Convenzionale 2008/57/CE – Valutatore indipendente di sicurezza per l’agenzia nazionale per la sicurezza delle ferrovie - Ispezioni e test.

Q Società di progettazione e consulting:

INTERLANGUAGE S.r.l. – Strada Scaglia Est 134 – 41126 MODENA - Tel. 059/344720 - Fax 059/344300 - E-mail: info@interlanguage.it – Sito internet: www.interlanguage.it – Traduzioni tecniche, giuridiche, finanziarie e pubblicitarie – Impaginazione grafica, localizzazione software e siti web. Qualificati nel settore ferroviario.

R Trasporto materiale ferroviario:

FERRENTINO S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV) – Tel. 019.2160203 – Cell. +39.3402736228 – Fax 019.2042708 - E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulship.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2017

- Soci Ordinari e Aggregati	€/anno	65,00
- Soci Ordinari e Aggregati abbonati anche a “ <i>La Tecnica Professionale</i> ”	€/anno	85,00
- Soci Ordinari e Aggregati fino a 35 anni	€/anno	35,00
- Soci Ordinari e Aggregati fino a 35 anni abbonati anche a “ <i>La Tecnica Professionale</i> ”	€/anno	55,00
- Soci Junior es (studenti fino a 28 anni)	€/anno	17,00
- Soci Junior es (studenti fino a 28 anni) abbonati anche a “ <i>La Tecnica Professionale</i> ”	€/anno	27,00
- Soci Collettivi	€/anno	550,00

La quota di Associazione, include l’invio gratuito della Rivista **Ingegneria Ferroviaria**.

Dal 2016 i Soci possono decidere di ricevere la rivista “*Ingegneria Ferroviaria*” online a pari quota annuale

Tutti i Soci hanno diritto ad avere uno sconto del 20% sulle pubblicazioni editate dal CIFI, ad usufruire di eventuali convenzioni con Enti esterni ed a partecipare alle varie manifestazioni, convegni e conferenze 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:

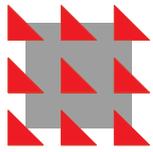
- c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti, 48 – 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 – Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma - IBAN IT29 U 02008 05203 000101180047 - BIC: UNCRITM 1704;
- pagamento online, collegandosi al sito www.cifi.it;
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

Per il personale FSI, RFI, TRENITALIA, FERSERVIZI e ITALFERR è possibile versare la quota annuale, valida solo per l’importo di € **65,00**, con trattenuta a ruolo compilando il modulo per la delega disponibile sul sito. Il versamento per l’abbonamento annuale alla rivista *La Tecnica Professionale* di € **20,00** dovrà essere effettuato sul c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti 48 – 00185 Roma.

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

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

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 Settembre 2017



ESSEN ITALIA

Sistemi integrati per il sostegno provvisorio del binario

Ponti ESSEN

Modularita' e Flessibilita'



ESSEN ITALIA promuove, sviluppa e impiega la tecnologia "Ponti ESSEN" per il sostegno provvisorio del binario in esercizio.

**Maggiore velocita'
in sicurezza**



Qualita' e Sicurezza

Utilizzare la tecnologia Essen significa orientarsi verso un prodotto che riduce i margini di incertezza operativa, migliora la sicurezza e la regolarità dell'esercizio ferroviario.

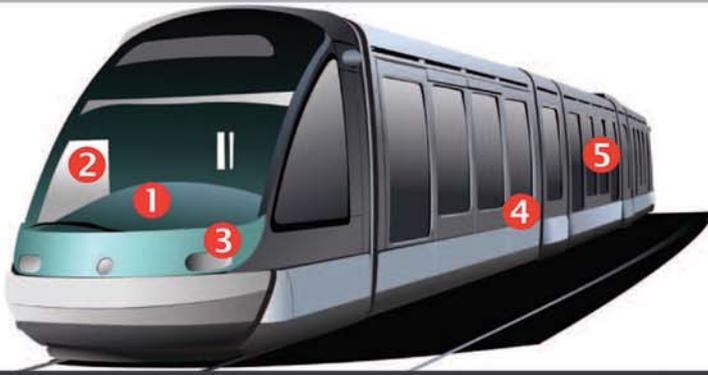


Soluzioni chiavi in mano



TecnelSystem S.p.A.

equipaggiamenti elettrici industriali



EXPO Ferroviaria 2017

Saremo presenti a Expoferroviaria 2017
Milano, 3-5 ottobre 2017
Pad. 2 - Stand 732



TECNEL SYSTEM S.p.A., presente nel settore dei trasporti da oltre 40 anni, offre soluzioni, anche personalizzate, che garantiscono assoluta affidabilità.

- 1 Segnalazione e Comando per Banche di Manovra, Pressacavi EN 45545
- 2 Pulsanti, Segnalatori, Lampade LED e Selettori in acciaio inox a chiave quadrata
- 3 Sirene Elettroniche, Campane e Buzzer
- 4 Pulsanti "Self" apertura porte, Avvisatori Acustici multi-tono e Indicatori di Stato TSI
- 5 sensori presenza e comando porte, Bordi sensibili ad onda d'aria serie DW, elettrici ESLE, Cavi EN



Bordi sensibili serie DW, ESLE



Cavi norme EN



Interruttori serie DW



Jumper



Pressacavi EN 45545



Pulsanti "Self" apertura porte serie 56



Selettori in acciaio inox a chiave quadra



Comando porte



Lampade e LED



Serie 57



Pulsanti luminosi dia 16, 22.5 e 30.5 mm

Tecnel System S.p.A.
20126 Milano
Via Brunico, 15
Tel. 02 2578803 (ric. aut.)
Telefax 02 27001038
Internet: www.tecnelsystem.it
E-mail: sales@tecnelsystem.it



CERT. Nr. 9101. TNLS
UNI EN ISO9001:2015

TecnelSystem S.p.A.
equipaggiamenti elettrici industriali