



**Costruzioni
Linee
Ferroviarie**
S.p.A.



SITEC
INFRASTRUTTURE



**il futuro viaggia su
binari sicuri...**

dal 1945

CLF con le società controllate Sifel, Sitec e Tes ha raggiunto, in oltre 70 anni di storia, un elevato grado di specializzazione nella progettazione, manutenzione e realizzazione di linee ferroviarie, tranviarie e metropolitane in Italia e all'estero. La conoscenza di tutto il processo nel campo dell'Infrastruttura e degli impianti, la propria storia, il continuo aggiornamento tecnologico e la professionalità dei propri tecnici sono la migliore garanzia per i propri Committenti.



 **Strukton**
Rail





La marca 400 UHC® HSH® corrisponde alla qualità d'acciaio R400HT secondo l'EURONORM ed è certificata TSI.



Proponiamo il miglior prodotto per assicurare ai nostri clienti la leadership del ciclo di vita della rotaia.

400 UHC® HSH® Adesso anche per il traffico misto europeo con doppia performance in linea.

A differenza dei comuni acciai trattati termicamente, l'acciaio 400 UHC® HSH® si caratterizza per l'elevato tenore di carbonio, denominato "UHC" (Ultra-High-Carbon). La microstruttura di questo acciaio bassoalegato rimane al 100 % perlitica, nel rispetto dell'ambiente, e consente facile saldabilità. Il risultato è: resistenza ad oggi ineguagliata nel traffico misto europeo all'usura, ad ondulazione ed a "RCF" (fatica da contatto di rotolamento).

400 UHC® HSH® – una rotaia con comprovato record in linea, immediata disponibilità di consegna, economicamente vantaggiosa grazie a un superiore ciclo di vita.

I SOCI COLLETTIVI DEL COLLEGIO INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI

ABB S.p.A. – SESTO S GIOVANNI (MI)	KIEPE ELECTRIC S.p.A. – CERNUSCO SUL NAVIGLIO (MI)
AFERPI – ACCIAIERIE E FERRIERE DI PIOMBINO S.p.A. – PIOMBINO (LI)	KNORR-BREMSE RAIL SYSTEMS ITALIA S.r.l. – FIRENZE
AGENZIA REGIONALE PER LA MOBILITÀ NELLA REGIONE PUGLIA – AREM – BARI	JAMPEL S.r.l. – BOLOGNA
ALPIQ ENERSTRANS S.p.A. – MILANO	IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A. – PONTE TARO (PR)
ALSTOM FERROVIARIA S.p.A. – SAVIGLIANO (CN)	IMPRESA SILVIO PIERBON SAS – BELLUNO
ALSTOM SIGNALLING SOLUTIONS S.r.l. – FIRENZE	IMPRESA SIMEON & FIGLI S.r.l. – NAPOLI
ANIAF – ROMA	INTECS S.p.A. – ROMA
A.N.M. S.p.A. - AZIENDA NAPOLETANA MOBILITÀ – NAPOLI	IRCA S.p.A. – DIVISIONE RICA – VITTORIO VENETO (TV)
ANSALDOBREDA S.p.A. – NAPOLI	ISTITUTO ITALIANO PER IL CALCESTRUZZO – RENATE (MB)
ANSALDO S.T.S. S.p.A. – GENOVA	ITALFERR S.p.A. – ROMA
ANSF - AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DELLE FERROVIE - FIRENZE	ITT CANNON VEAM ITALIA S.r.l. - CAINATE (MI)
ARMAFER S.r.l. – CAMPOBASSO	IVECOS S.p.A. – VITTORIO VENETO (TV)
ARST S.p.A. – CAGLIARI	LEICA GEOSYSTEM S.p.A. – CORNAGLIANO LAUDENSE (LO)
ASSIFER – ASS. INDUSTRIE FERR. ELETTR. – MILANO	LOTTRAS S.r.l. – FOGGIA
ASSOFER – ASSOCIAZIONE OPERATORI FERROVIARI E INTERMODALI – ROMA	LUCCHINI RS S.p.A. - LOVERE (BG)
ASS.TRA – ASSOCIAZIONE TRASPORTI – ROMA	MARGARITELLI FERROVIARIA S.p.A. – PONTE S. GIOVANNI (PG)
A.T.A.C. S.p.A. – AGENZIA PER I TRASPORTI AUTOFERROTRANVIARI – COMUNE DI ROMA	MATISA S.p.A. – S. PALOMBA (ROMA)
AVANTGARDE S.r.l. – BARI	MER MEC S.p.A. – MONOPOLI (BA)
B.&C. PROJECT S.r.l. – S. DONATO MILANESE (MI)	MM S.p.A. – METROPOLITANA MILANESE – MILANO
BASF CONSTRUCTION CHEMICALS ITALIA S.p.A. – TREVISO	MICOS S.p.A. – ROMA
BOMBARDIER TRANSPORTATION ITALY S.p.A. – VADO LIGURE (SV)	MONT-ELE S.r.l. – GIUSSANO (MI)
BONOMI EUGENIO S.p.A. – MONTICHIARI (BS)	NATIONAL INSTRUMENTS ITALY S.r.l. – ASSAGO (MI)
BRESCIA INFRASTRUTTURE S.r.l. – BRESCIA	NET ENGINEERING S.p.A. – MONSELICE (PD)
BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. – GENOVA	NORD COSTRUZIONI GENERALI S.r.l. – BARI
CARLO GAVAZZI AUTOMATION S.p.A. – TURATE (CO)	ORA ELETTRICA S.r.l. – SAN PIETRO ALL'OLMO – CORNAREDO (MI)
CARROZZERIA NUOVA S. LEONARDO S.r.l. – SALERNO	PFISTERER S.r.l. – PASSIRANA DI RHO (MI)
C.L.F. – COSTRUZIONI LINEE FERR. S.p.A. – BOLOGNA	PLASSER ITALIANA S.r.l. – VELLETRI (ROMA)
C.I.M. S.p.A. – CENTRO INTERPORTALE MERCI – NOVARA	PROGRESS RAIL INSPECTION & INFORMATION SYSTEMS S.r.l. – FIRENZE
CEMBRE S.p.A. – BRESCIA	PROJECT AUTOMATION S.p.A. – MONZA (MI)
CEMES – S.p.A. – PISA	QSD SISTEMI S.r.l. – PESSANO CON BORNAGO (MI)
COET-COSTRUZIONI ELETTROTEC. – SAN DONATO M.SE (MI)	RAILTECH – PANDROL ITALIA S.r.l. – S. ATTO (TE)
COMESVIL S.p.A. – VILLARICCA (NA)	RETE FERROVIARIA TOSCANA S.p.A. – AREZZO
COMMEL S.r.l. – ROMA	R.F.I. S.p.A. – RETE FERROVIARIA ITALIANA – DIREZ. TECNICA ENERGIA E TRAZ. ELETTR. – ROMA
CONSORZIO SATURNO – ROMA	RINA SERVICES S.P.A. RAILWAY DEPARTMENT - GENOVA
CONSULTSISTEM S.r.l. – ROMA	RITTAL S.p.A. – VIGNATE (MI)
CZ LOKO a.s. – NYMBUOK – REPUBBLICA CECA	SCALA VIRGILIO & FIGLIO S.p.A. – MONTEVARCHI (AR)
D'ADIUTORIO APPALTI E COSTRUZIONI S.r.l. – MONTORIO AL VOMANO (TE)	SCHWEIZER ELECTRONIC S.r.l. – MILANO
DB CARGO ITALIA S.r.l. – NOVATE MILANESE (MI)	SHRAIL S.r.l. – MILANO
DERI S.r.l. – GRUGLIASCO (TO)	SICE S.n.c. – CHIUSI SCALO (SI)
DYNASTES S.r.l. – ROMA	SICURFER S.r.l. – CASORIA (NA)
DUCATI ENERGIA S.p.A. – BOLOGNA	SIEMENS S.p.A. – SETTORE TRASPORTI – MILANO
ECM S.p.A. – SERRAVALLE PISTOIESE (PT)	SIMPRO S.p.A. – BRANDIZZO (TO)
ELETECH S.r.l. – BITONTO (BA)	SINECO S.p.A. – MILANO
ENTE AUTONOMO VOLTURNO S.r.l. – NAPOLI	SIRTI S.p.A. – MILANO
EREDI GIUSEPPE MERCURI S.p.A. – NAPOLI	S.P.I.I. S.p.A. – SARONNO (VA)
ESIM S.r.l. – BARI	SPITEK S.r.l. – PRATO
ESPERIA S.r.l. – PAOLA (CS)	SO.CO.FER S.r.l. - SOCIETÀ COSTRUZIONI FERROVIARIE - GALLESE (VT)
E.T.A. S.p.A. – CANZO (CO)	SCHAEFFLER ITALIA S.r.l. – MOMO (NO)
ETS S.r.l. – SOCIETÀ DI INGEGNERIA – LATINA	SNCF VOYAGES ITALIA S.r.l. - MILANO
EULEGO S.r.l. – TORINO	STADLER RAIL AG – BUSSNANG (CH)
FAIVELEY TRANSPORT PIOSSASCO S.p.A. – PIOSSASCO (TO)	SVECO S.p.A. – BORGO PIAVE (LT)
FASE S.a.s. DI EUGENIO DI GENNARO & C. – SENAGO (MI)	SYSCO S.p.A. – ROMA
FER S.r.l. – FERROVIE EMILIA ROMAGNA – FERRARA	SYSNET TELEMATICA S.r.l. – MILANO
FERONE PIETRO & C. S.r.l. – NAPOLI	SYSTRA-SOTECNI S.p.A. – ROMA
FERROTRAMVIARIA S.p.A. – FERROVIE DEL NORD BARESE – ROMA	TECNIMONT CIVIL CONSTRUCTION S.p.A. - MILANO
FERROVIE APPULO LUCANE S.r.l. – BARI	T.M.C. TRANSPORTATION MANAGEMENT CONSULTANT S.r.l. – POMPEI (NA)
FERROVIE DEL SUD EST E SERVIZI AUTOMOBILISTICI S.r.l. – BARI	TEKFER S.r.l. – ORBASSANO (TO)
FERROVIE NORD MILANO S.p.A. – MILANO	THALES ITALIA S.p.A. – SESTO FIORENTINO (FI)
FERSALENTO S.r.l. – COSTRUZIONI EDILI FERROVIARIE – LECCE	THERMIT ITALIANA S.r.l. – RHO (MI)
FERSERVICE S.r.l. – BAGHERIA (PA)	TELEFIN S.p.A. – VERONA
FONDAZIONE FS ITALIANE - ROMA	TE.SI.FER. S.r.l. – FIRENZE
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO – BBT SE – BOLZANO	TRENITALIA S.p.A. – ROMA
GENERALE COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A. – ROMA	TRENORD S.r.l. – MILANO
GRUPPO LOCCIONI GENERALI IMPIANTI S.r.l. – MAIOLATI SPONTINI (AN)	TRENTINO TRASPORTI S.p.A. - TRENTO
GRUPPO TRASPORTI TORINESI S.p.A. – TORINO	TUA – SOCIETÀ UNICA ABRUZZESE S.p.A. – DIV. FERROVIARIA – LANCIANO (CH)
KRAIBURG ELASTICK GmbH – STRAIL – TITTMONING – GERMANIA	TUV ITALIA S.r.l. – SCARMAGNO (TO)
H.T.C. S.r.l. – LEINI (TO)	VIANINI INDUSTRIA S.p.A. GRUPPO CALTAGIRONE – ROMA
HUPAC S.p.A. – MILANO	VOESTALPINE VAE ITALIA S.r.l. – GRUPPO CALTAGIRONE – ROMA
	VOITH TURBO S.r.l. - REGGIO NELL'EMILIA (RE)
	VOSSLOH SISTEM S.r.l. – SARSINA (FC)

INDICE ALFABETICO DEGLI ANNUNZI PUBBLICITARI

AMRA S.p.A. – Macherio (MI)	pagina 383
ANSALDO STS – Genova	pagina 384
CLF – Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. – Bologna	II copertina
ECM S.p.A. di Cappellini - Serravalle Pistoiese (PT)	IV copertina
ISOIL S.p.A. - Cinisello Balsamo (MI)	pagina 400
MATISA S.p.A. – Santa Palomba – Pomezia (RM)	I copertina
NORD-LOCK S.r.l. – Torino	pagina 400
PANTECNICA S.p.A. - Rho (MI)	pagina 441
PLASSER Italiana S.r.l. - Velletri (RM)	III copertina
VOESTALPINE SCHIENEN GmbH - Leoben	pagina 381
VOESTALPINE VAE Italia S.r.l. - Roma	pagina 399

RELE' SERIE FERROVIA



Telefono +39 039.245.75.45
WWW.AMRA-CHAUVIN-ARNOUX.IT

 **AMRA**
CHAUVIN ARNOUX GROUP

PER IMPIANTI FISSI E ROTABILI

OMOLOGATI RFI
RFI DPRIM STF
IFS TE 143

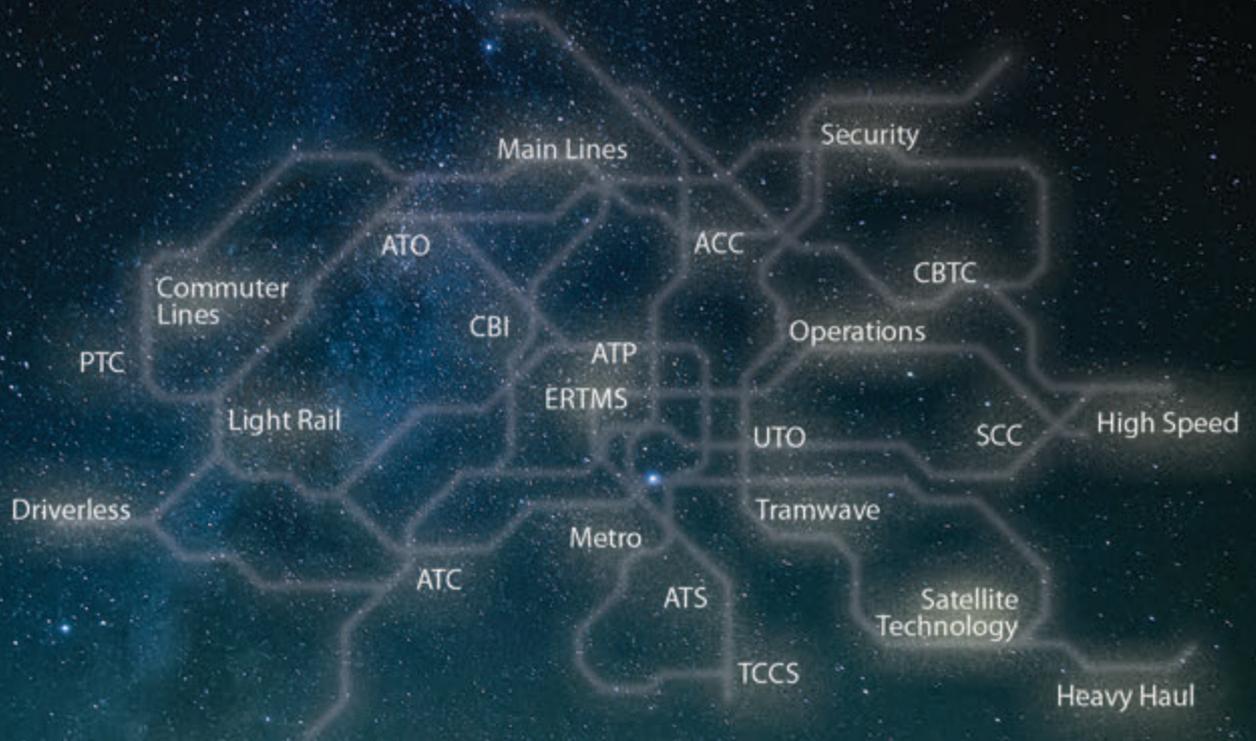
ACCORDING TO:
EN60077, EN50155,
EN61373, EN45545-2,
UNI CEI 11170-3

Monostabili istantanei e temporizzati, bistabili,
a soglia minima e massima di tensione,
passo-passo, veloci e a guida forzata



Sarà presente a: **RailExpo 2016** Teheran (Iran) 15 - 18 Maggio

MetroRail 2016 Londra (UK) 26 - 27 Maggio



Illuminating your dreams

Pubblicazione mensile

Contatti

Tel. 06.4827116

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

Servizio Pubblicità

Roma: 06.47307819 – redazioneif@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. Giovanni BONORA
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
Prof. Ing. Franco DE FALCO
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 IWNICKI
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. Vito RIZZO
Dott. Ing. Stefano ROSSI
Dott. Ing. Francesco VITRANO

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. 06.4882129 – 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

**ETR1000 – SIMULATORE “SOFT TRAIN”
PROVARE E VALIDARE IL ROTABILE
PRIMA DELLA COSTRUZIONE**
*ETR1000 – “SOFT TRAIN” SIMULATOR TESTING
AND VALIDATING THE ROLLING STOCK
BEFORE ASSEMBLING*

Dott. Ing. Christian BRIGNONE

Dott. Ing. Dimitrios MARINIS

Dott. Ing. Paolo SALA

387**Condizioni di Abbonamento a IF -Ingegneria Ferroviaria****398**

**COSTRUZIONI METALLICHE E
INGEGNERIA STRUTTURALE**
*METAL CONSTRUCTIONS AND
STRUCTURAL ENGINEERING*

Prof. Ing. Alfredo SOLLAZZO

401**Condizioni di Associazione al CIFI****440****Notizie dall'interno****443****Notizie dall'estero***News from foreign countries***451****IF Biblio****461****Elenco di tutte le Pubblicazioni CIFI****466****Elenco Fornitori di prodotti e servizi****469**

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: +39.06.4827116 – 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: +39.06.4827116 – Fax: +39.06.4742987 – e-mail: redazioneif@cifi.it



ETR1000 - Simulatore “Soft Train” Provare e validare il rotabile prima della costruzione

ETR1000 - “Soft Train” Simulator Testing and validating the rolling stock before assembling

Dott. Ing. Christian BRIGNONE^(*)
Dott. Ing. Dimitrios MARINIS^(**)
Dott. Ing. Paolo SALA^(***)

1. Introduzione

Grazie all'esperienza maturata negli anni nell'ambito dei Sistemi di Simulazione di rotabili ferroviari e dai numerosi successi maturati in questo ambito, Bombardier Transportation di Vado Ligure ha scelto di prendere in carico, anche per il progetto ETR1000, la realizzazione di un simulatore del Sistema di Comando e Controllo del treno e la responsabilità di tutte le attività di verifica delle funzionalità del treno (dette attività di Vehicle Testing).

Con il nome di “Soft Train” si intende quindi un ambiente di simulazione modulare dotato di un sofisticato motore software ed una complessa architettura hardware, in grado di riprodurre nel modo più fedele possibile il funzionamento di due treni ETR1000, anche accoppiabili tra loro per un totale di 16 carrozze, in tutte le configurazioni di funzionamento possibili.

Il simulatore è stato utilizzato durante tutto il ciclo di vita del progetto: dalla progettazione, durante i test preliminari, fino ai test finali di validazione ed alla fase di messa in servizio e accettazione, in accordo con il diagramma a V del ciclo di vita del software (come definito nella normativa EN50128).

Per accogliere il Soft Train è stata costruita nel 2011 una nuova area di circa 50 m² nei pressi del Laboratorio Tecnologico della Seconda Sezione dello stabilimento di Vado Ligure (fig. 1).

2. Il sistema di comando e controllo del treno ETR1000

Il sistema di comando e controllo del treno ETR1000 (fig. 2) può essere rappresentato come l'insieme di tre principali sottosistemi, interagenti tra di loro:

^(*) Head of TCMS Application Italy, Engineering.
^(**) Head of Process & Tools office, Engineering.
^(***) Software Engineer, TCMS Application Italy, Engineering.

1. Introduction

With the experience gained over the years within the Simulation Systems of railway vehicles and the numerous successes accrued in this area, Bombardier Transportation of Vado Ligure has chosen to take on the responsibility of the construction of a simulator of the Command and Control System of the train, even for the ETR1000 project, and the responsibility for all the verification activities of the train features (called Vehicle Testing activities).

Therefore, a modular simulation environment is intended with the name “Soft Train”, equipped with a sophisticated software engine and a complex hardware architecture, capable of reproducing the operation of two ETR1000 trains in the most faithful way possible, also coupled together for a total of 16 coaches, in all possible operating configurations.

The simulator was used throughout the project life cycle: from the design, during preliminary testing, up to the final validation tests and to the commissioning and acceptance stage, in accordance with the V diagram of the software life cycle (as defined in the EN50128 standard).

To accommodate the Soft Train a new area of about 50 m² was built in 2011 near the Technological Laboratory of the Second Section of the Vado Ligure plant (fig. 1).

2. Command and control system of the ETR1000 train

The ETR1000 train command and control system (fig. 2) can be represented as the set of three major subsystems, interacting between them:

- *Train Control and Monitoring System (TCMS): set of hardware units, with installed software and communi-*

^(*) Head of TCMS Application Italy, Engineering.
^(**) Head of Process & Tools office, Engineering.
^(***) Software Engineer, TCMS Application Italy, Engineering.



Fig. 1 - Postazione di controllo del Soft Train.
Fig. 1 - Soft Train control station.

- Train Control and Monitoring System (TCMS): insieme di centraline hardware, con software installato e reti di comunicazione che realizzano la supervisione ed il comando del treno;
- Ordinary Train Control (OTC): insieme di circuiti e componenti elettrici (relè, contattori, interruttori, ecc.) che realizzano le logiche cablate di funzionamento in sicurezza del treno;
- Centraline Terze Parti: centraline di controllo dei principali sottosistemi elettromeccanici e pneumatici del treno (come ad esempio Freno, Porte, Pantografo, Carrello, ecc.) di responsabilità di fornitori esterni, interfacciati al TCMS tramite bus di comunicazione Ethernet IP ed MVB (Multifunction Vehicle Bus).

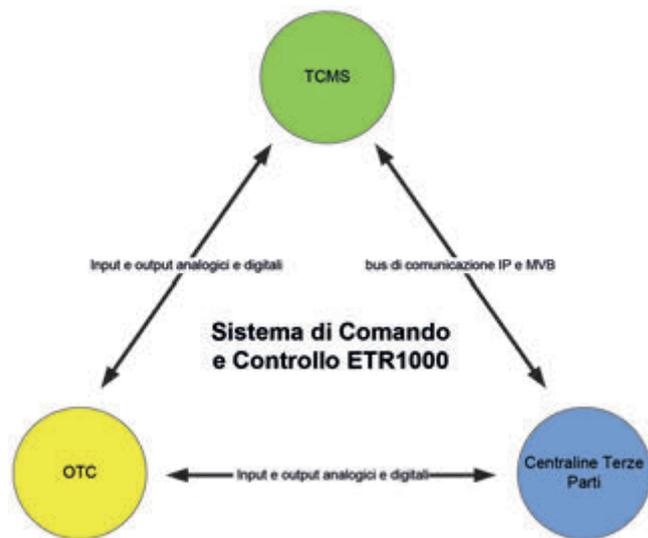


Fig. 2 - Schema di principio del Sistema di Comando e Controllo del treno ETR1000.

communication networks that perform the supervision and control of the train;

- Ordinary Train Control (OTC): a collection of circuits and electrical components (relays, contactors, switches, etc.) that perform the wired logics of safe operation of the train;
- Third Party Units: control units of the main electro-mechanical and pneumatic train subsystems (such as Brake, Doors, Pantograph, Bogie, etc.) that are the responsibility of external suppliers, interfacing with the TCMS via the communication bus Ethernet IP and MVB (Multifunction Vehicle Bus).

3. Architecture of the Soft Train

The idea behind the Soft Train is to interface a software simulation system with the Command and Control of the train capable of replicating the behaviour of the train and of its electromechanical and pneumatic systems.

The VCS (Vehicle Control Simulator) represents the simulation centre, a rack designed together with colleagues from Bombardier in Sweden (fig. 3) containing:

- a PC containing the software management and control of simulation of the electromechanical and pneumatic systems of the train, written in Labview language;
- a second PC containing a Bombardier proprietary tool that is used to verify and test the behaviour of the TCMS components software;
- modules and MVB and IP communication adapters to interface the VCS with the TCMS.

The hardware architecture of the Command and Control System of the two trains includes all real devices of the TCMS on board the ETR1000:

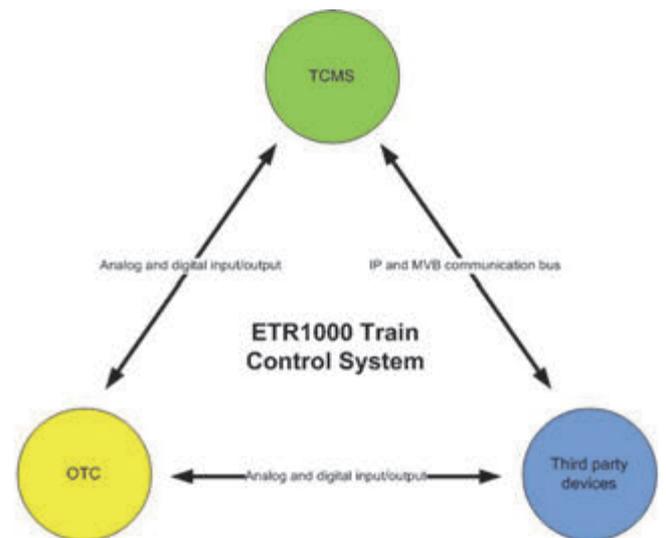


Fig. 2 - Schematic diagram of the ETR1000 Train Command and Control System.

3. L'architettura del Soft Train

L'idea alla base del Soft Train è quella di interfacciare al Sistema di Comando e Controllo del treno una simulazione software in grado di replicare il comportamento del treno e dei suoi sistemi elettromeccanici e pneumatici.

Il cuore della simulazione è rappresentato dalla VCS (Vehicle Control Simulator), un rack progettato insieme ai colleghi di Bombardier in Svezia (fig. 3) contenente:

- un PC contenente il software di gestione e controllo della simulazione dei sistemi elettromeccanici e pneumatici del treno, scritto in linguaggio Labview;
- un secondo PC contenente un tool di proprietà Bombardier, utilizzato per verificare e testare il comportamento del software dei componenti TCMS;
- moduli e schede di comunicazione MVB e IP per interfacciare la VCS al TCMS.

L'architettura hardware del Sistema di Comando e Controllo dei due treni comprende tutti i dispositivi reali del TCMS presenti a bordo dell'ETR1000:

- centraline di controllo con software installato: logiche di veicolo, centraline diagnostiche e per la comunicazione terra-treno, ecc. Tutte queste centraline sono equipaggiate con le medesime versioni software installate a bordo treno;
- moduli di input/output digitale e analogico, utilizzati dal TCMS per l'acquisizione di sensori, il controllo di attuatori e l'interfacciamento verso i circuiti OTC (Ordinary Train Control);
- dispositivi per la realizzazione delle reti di comunicazione: switch ethernet, accoppiatori bus MVB, ecc.;
- bus di comunicazione Ethernet IP, MVB (Multifunction Vehicle Bus) e WTB (Wire Train Bus);
- monitor di banco, utilizzati dal personale di bordo (Macchinista e Capotreno) per la visualizzazione ed il comando del treno.

I Sistemi di Comando e Controllo dei due singoli treni sono collegati tra loro tramite i bus IP e WTB, così come avviene tra i due ETR1000 reali. Ciò consente di poter eseguire anche prove in configurazione multipla con due treni accoppiati (per un totale di $8+8=16$ carrozze).

Tutti i dispositivi TCMS sono stati installati all'interno di rack dedicati. Per progettare la disposizione, l'installazione meccanica e l'integrazione elettrica di tutti questi componenti all'interno dei rack, il team di ingegneria si è servito di CATIA Dassault Systèmes, un software di modellazione 3D utilizzato anche per la progettazione dei treni reali. In fig. 4 sono rappresentate alcune immagini dei modelli 3D dei rack contenenti i dispositivi TCMS. La fig. 5 mostra una foto dei reali rack del Soft Train dopo l'assemblaggio.

L'architettura del Soft Train consente, inoltre, tramite un rack dedicato (fig. 6), di ospitare ed interfacciare al



Fig. 3 - Vehicle Control Simulator.
Fig. 3 - Vehicle Control Simulator.

- control units with installed software: vehicle logics, diagnostic units and train-to-wayside communication devices, etc. All these units are equipped with the same software versions installed on board the train;
- digital and analogue input/output modules, used by the TCMS for the acquisition of sensors, the control of actuators and interfacing towards the OTC circuits (Ordinary Train Control);
- devices for the creation of communication networks: ethernet switches, MVB bus couplers, etc.;
- IP Ethernet communication bus, MVB (Multifunction Vehicle Bus) and WTB (Wire Train Bus);
- human machine interfaces of driver desk used by on board staff (Driver and Crew) for train supervision and control.

The Command and Control Systems of the two individual trains are connected to each other through the IP and WTB bus, as happens between the two real ETR1000. This also allows performing tests in multiple configuration with two coupled trains (for a total of $8+8 = 16$ coaches).

All TCMS devices have been installed in dedicated racks. To design the layout, the mechanical installation and electrical integration of all these components within the rack, the engineering team used CATIA Dassault Systèmes, a 3D modelling software also used for the design of real trains. Fig. 4 shows some images of the 3D models of the racks

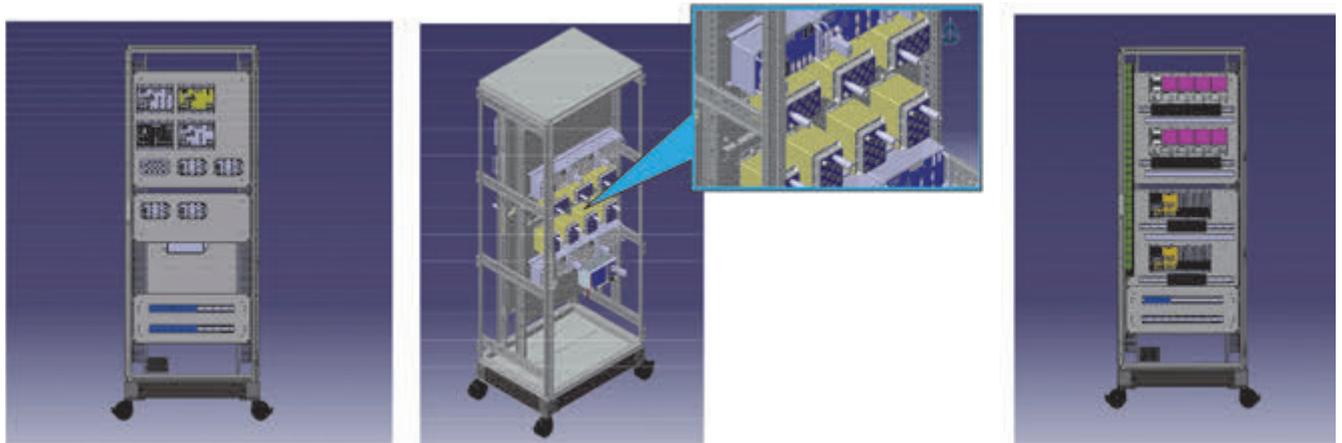


Fig. 4 - Modelli 3D dei rack e dei dispositivi TCMS.
 Fig. 4 - 3D models of racks and of TCMS devices.

TCMS le centraline Terze Parti, ovvero le centraline di controllo dei principali sottosistemi elettromeccanici e pneumatici del treno (come ad esempio Freno, Porte, Pantografo, Carrello, ecc.): è stato possibile quindi coinvolgere i fornitori dei sistemi del treno per eseguire test di comunicazione e test funzionali tra le loro centraline ed il TCMS nel laboratorio di Vado Ligure, evitando prove a bordo treno.

Un ulteriore valore aggiunto del Soft Train è rappresentato dal cosiddetto rack OTC (fig. 7), un armadio contenente gli stessi circuiti e componenti elettrici (relè, interruttori magnetotermici, contattori, ecc.) installati a bordo treno, che realizzano le logiche cablate di funzionamento in sicurezza.

L'insieme di tutti questi componenti ha consentito di effettuare test completi di integrazione hardware e software tra TCMS, circuiti OTC e centraline Terze Parti. La compresenza di una simulazione software avanzata e

containing the TCMS devices. Fig. 5 shows a photo of the actual racks of the Soft Train after assembly.

The architecture of the Soft Train also enables hosting and interfacing Third Parties units with the TCMS through a dedicated rack (fig. 6), or the control units of the main electromechanical and pneumatic subsystems of the train (such as for example Brake, Doors, Pantograph, Bogie, etc.): it was therefore possible to involve suppliers of train systems to perform communication tests and functional tests between their units and the TCMS in the laboratory of Vado Ligure, avoiding tests on board the train.

Another Soft Train added value is represented by the so-called OTC rack (fig. 7), a cabinet containing the same circuits and electrical components (relays, thermal-magnetic circuit breakers, contactors, etc.) installed on board the train, that perform wired logic safe operation.

The combination of all these components has allowed carrying out comprehensive hardware and software integration tests of the TCMS, OTC circuits and Third Party control units. The presence of an advanced simulation software and hardware architecture virtually identical to that of the real train has raised the confidence level of these tests.



Fig. 5 - Rack con installati i dispositivi del TCMS.
 Fig. 5 - Rack with the TCMS devices installed.

4. Software and simulation Interface

The VCS is the heart of the ETR1000 train simulation. As mentioned, there is a PC inside that runs the software that manages and controls the simulation of electro-mechanical and pneumatic systems on the train.

The simulation models consist of state machines representative of the various train systems, developed on the basis of the functional requirements. The simulation controls the machine statuses: the VCS sends and receives interface signals to the TCMS for each status of the system, using the corresponding communication bus.

The user can access all the controls and indicators of

di un'architettura hardware praticamente identica a quella del treno reale ha innalzato il livello di confidenza di questi test.

4. Il software e l'interfaccia di simulazione

La VCS è il cuore della simulazione del treno ETR1000. Come detto, al suo interno è presente un PC sul quale viene eseguito il software che gestisce e controlla la simulazione dei sistemi elettromeccanici e pneumatici presenti sul treno.

I modelli di simulazione consistono in macchine a stati rappresentative dei vari sistemi del treno, sviluppate sulla base dei requisiti funzionali. La simulazione controlla la macchina a stati: per ogni stato del sistema la VCS invia e riceve i segnali di interfaccia verso il TCMS, tramite i relativi bus di comunicazione.

L'utente, attraverso delle interfacce grafiche dedicate, può accedere a tutti i controlli ed indicatori del treno così come visibili al personale di bordo. In fig. 8 è mostrato il pannello contenente tutti i pulsanti, le leve e le spie presenti sul reale banco di manovra del treno ETR1000. In questo modo è possibile effettuare le medesime manovre che il Macchinista può compiere a bordo treno.

Le interfacce grafiche consentono inoltre di visualizzare lo stato della simulazione di tutti i sistemi del treno e controllarne il comportamento. La fig. 9, ad esempio, mostra il pannello di controllo della simulazione del sistema Freno, attraverso il quale l'utente può:

- visualizzare lo stato di tutti componenti del sistema freno (pressioni dei cilindri, stato dei freni a molla, antipattinante, supervisione degli assi bloccati, stato di funzionamento delle centraline di controllo, ecc.);
- effettuare azioni come rilasciare un freno, isolare un carrello o tirare una maniglia di emergenza passeggeri;
- effettuare forzature, come ad esempio modificare una pressione o simulare un guasto di un componente o di una funzione.

Tra le interfacce disponibili sono anche presenti dei pannelli che rappresentano in tempo reale lo stato dei circuiti dell'armadio OTC. La fig. 10 mostra, ad esempio, il pannello di controllo del circuito che comanda la frenatura d'emergenza del treno. L'utente in questo caso può:

- visualizzare lo stato di alimentazione dei diversi rami del circuito;
- verificare lo stato dei diversi componenti elettrici, come ad esempio l'energizzazione di un relè o la chiusura di un contattore;



Fig. 6 - Rack per ospitare le centraline Terze Parti.

Fig. 6 - Rack per ospitare le centraline Terze Parti.

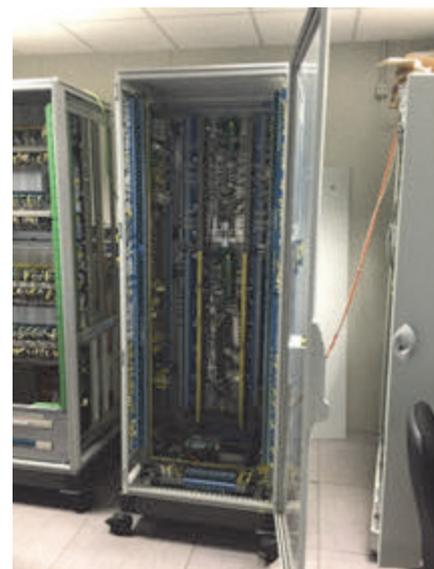


Fig. 7 - Rack con circuiti e componenti OTC.

Fig. 7 - Rack with OTC circuits and components.

the train as visible to the staff on board, through the dedicated graphical interfaces. Fig. 8 shows the panel containing all the buttons, levers and the lights on the real driver desk of the ETR1000 train. In this way it is possible to perform the same actions that the Driver can perform on board the real train.

Graphic interfaces also allow viewing the status of the simulation of all train systems and control its behaviour. Fig. 9, for example, shows the control panel of the Brake system simulation, through which the user can:

- view the status of all components of the brake system



Fig. 8 - Interfaccia grafica della VCS con i comandi del banco di manovra.

Fig. 8 - Graphic interface of the VCS with the manoeuvre desk controls.

- effettuare forzature all'interno del circuito, come ad esempio l'intervento di un interruttore magnetotermico o la rottura di un contatto, per analizzare il comportamento del treno in caso di particolari guasti.

La postazione di controllo del Soft Train comprende anche tutti e tre i monitor presenti sul treno riservati al personale di bordo (fig. 11): sono infatti presenti i monitor di banco delle due carrozze di testa utilizzati dal Macchinista ed il monitor situato nella carrozza intermedia utilizzato dal Capotreno. In questo modo l'utente può controllare la reazione del treno alle azioni eseguite tramite la simulazione e verificare che il comportamento sia quello atteso.

Il secondo PC della VCS consente contemporaneamente di verificare e testare il comportamento del software presente sulle centraline del TCMS per verificare che il treno risponda agli stimoli impartiti dalla simulazione secondo il comportamento atteso. In questo modo l'utente può eseguire delle procedure di test manualmente ed ottenere files di log con i risultati del test (nella fig. 12 è mostrato un grafico con l'andamento di alcuni segnali del software della logica di veicolo del TCMS).

(cylinder pressures, condition of the spring brakes, slip-slide protection system, supervision of non-rotating axles, operating status of the control units, etc.);

- perform actions such as releasing a brake, isolating a bogie or pulling a passenger emergency handle;
- force a pressure value, or simulate a failure of a component or function.

Panels that represent the real-time status of the OTC cabinet circuits are also present among the available interfaces.

Fig. 10 shows, for example, the circuit of the control panel that commands the emergency braking of the train. The user can in this case:

- view the voltage of the different branches of the circuit;
- check the status of the various electrical components, such as the energisation of a relay or the closing of a contactor;
- force within the circuit, for example the intervention of a magnetic circuit breaker or the breaking of a contact,

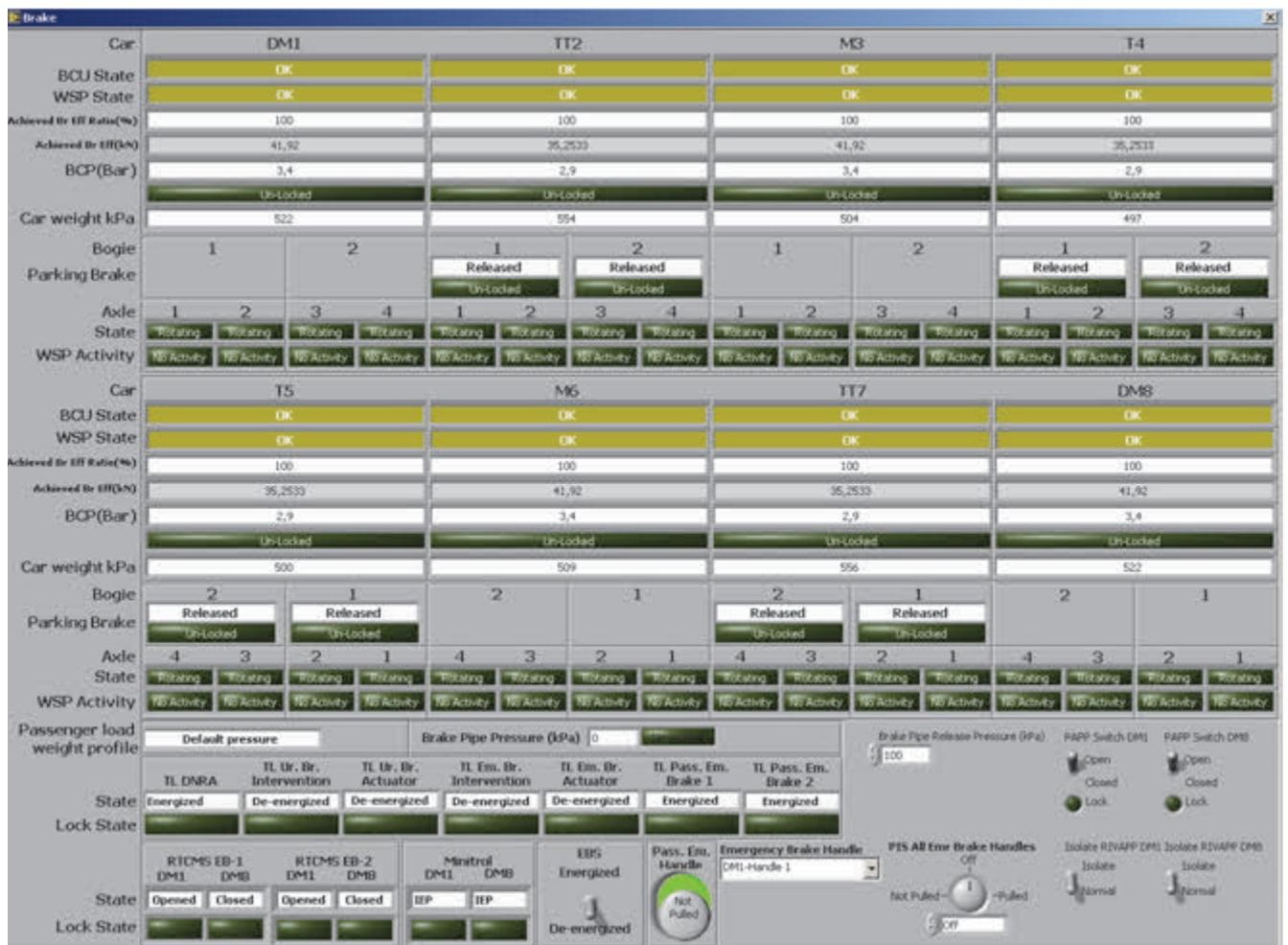


Fig. 9 - Interfaccia grafica di controllo della simulazione del sistema freno.

Fig. 9 - Control graphical interface of the brake system simulation.

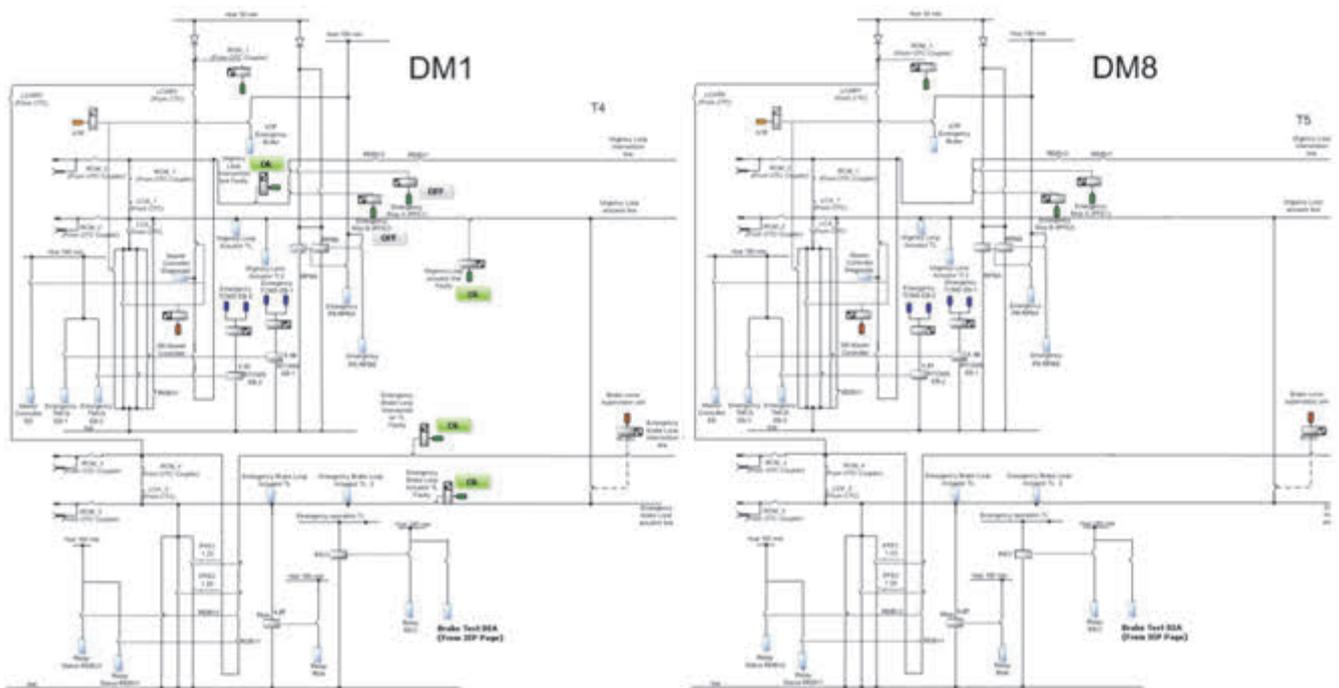


Fig. 10 - Interfaccia grafica della VCS per la visualizzazione ed il controllo del circuito per la frenatura d'emergenza.
 Fig. 10 - Graphical interface of the VCS for the visualisation and control of the circuit for emergency braking.

Il software di simulazione permette inoltre di scrivere sequenze di test automatiche in linguaggio formale. Ciò consente di velocizzare ed automatizzare (non è necessaria la presenza continuativa dell'utente) la verifica della conformità ai requisiti funzionali del treno e l'esecuzione test di non regressione ad ogni emissione di una nuova versione del software del TCMS. Al termine dell'esecuzione della procedura automatica il software genera automaticamente un report.

to analyse the behaviour of the train in the event of particular faults.

The Soft Train control station also comprises all three monitors present on the train reserved to staff on board (fig. 11): there are the human machine interfaces installed on the driver desk and used by the Driver, and the one installed in the intermediate coach and used by the Crew.

In this way the user can control the reaction of the train to the actions performed by the simulation and can verify that the behaviour is as expected.

The second VCS PC simultaneously allows checking and testing the behaviour of the software available on the TCMS units to verify that the train react to the simulation as expected.

In this way the user can perform the testing procedures manually and obtain the log files with the test results (fig. 12 shows a graph with the trend of some signals of the TCMS vehicle logic software).

The simulation software also allows writing automated test sequences in formal language. This allows speeding up and automating (the continuous presence of the user is not required) verification of compliance with the functional requirements of the train and the non-regression testing for each release of a new version of the TCMS software. On completion of the automatic procedure, the software automatically generates a report.

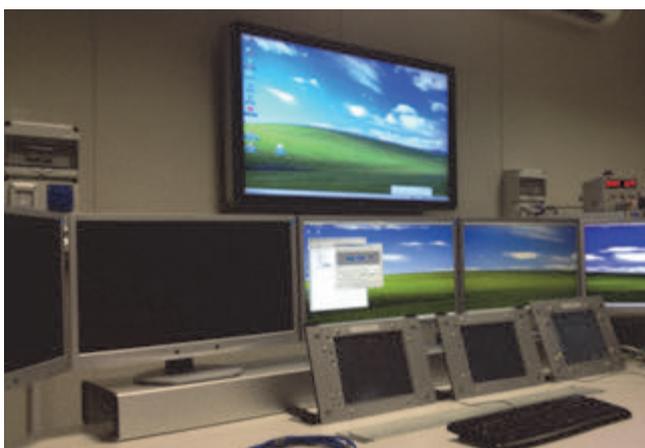


Fig. 11 - Postazione con monitor di controllo della simulazione e monitor di banco del treno.

Fig. 11 - Station with simulation control monitor and train desk monitor.

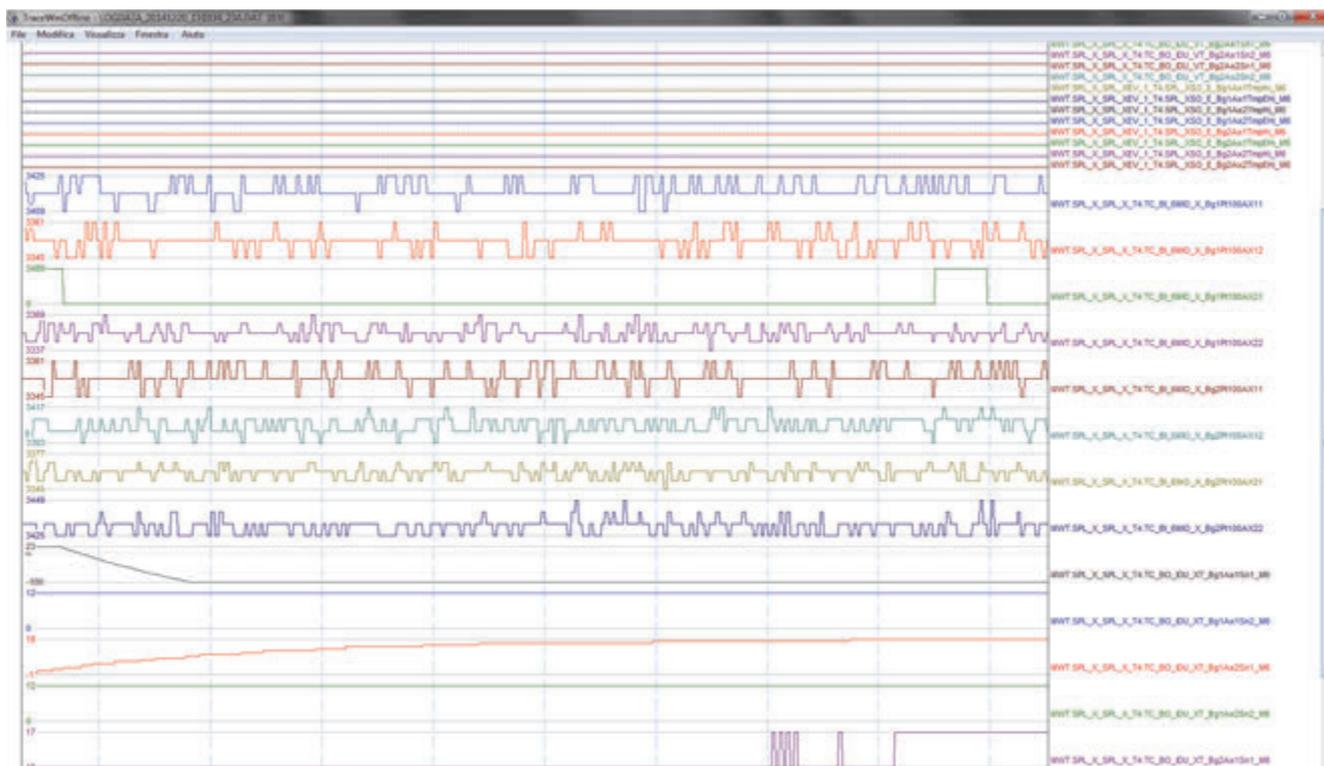


Fig. 12 - Test dei segnali interni delle centraline del TCMS.
 Fig. 12 - Testing of internal signals of the TCMS units.

5. Diagnostica e telediagnostica (fig. 13)

Il treno ETR1000 si contraddistingue per delle avanzate tecniche di diagnostica correttiva e predittiva (Condition Based Maintenance - CBM), capaci di rilevare la maggior parte dei modi di guasto, di capire lo stato di salute dei componenti e di predirne eventuali guasti o malfunzionamenti.

L'architettura del Soft Train comprende i dispositivi di bordo della diagnostica e della telediagnostica, il sistema di Bombardier di trasmissione a terra dei dati diagnostici di bordo. Ciò ha quindi consentito di testare l'intero processo di rilevazione e gestione di guasti o malfunzionamenti:

- simulazione di guasti o malfunzionamenti a bordo treno tramite il software della VCS;
- verifica degli algoritmi di diagnostica correttiva e predittiva di bordo, ovvero della capacità del software TCMS di rilevare il guasto o malfunzionamento prodotto;
- verifica della avvenuta memorizzazione delle informazioni diagnostiche nelle centraline TCMS di bordo treno;
- verifica della corretta visualizzazione del guasto sui monitor di banco del Macchinista e del Capotreno, con le relative informazioni ed azioni di depannage necessarie;
- test della capacità di invio dei dati diagnostici a terra,

5. Diagnostic and Remote diagnostic (fig. 13)

The ETR1000 train is characterised by the advanced corrective and predictive diagnostic techniques (Condition Based Maintenance - CBM), capable of detecting most of the failure modes, of understanding the health status of the components and predicting possible failures or malfunctions.

The Soft Train architecture includes the on-board diagnostic and the remote diagnostic, a train-to-wayside communication system developed by Bombardier. This has therefore made it possible to test the entire process of detection and management of faults or malfunctions:

- simulation of failures or malfunctions on board the train through the VCS software;
- verification of corrective and predictive diagnostic algorithms on board, or the TCMS software's ability to detect the failure or malfunction of the product;
- verification of successful storage of diagnostic information in the TCMS train control units on board;
- verification of the correct display of the failures on the desk monitor of the Driver and Crew, with the relevant information and necessary depannage instructions;
- testing of the transmission of diagnostic information from the train to the ground server through GSM-

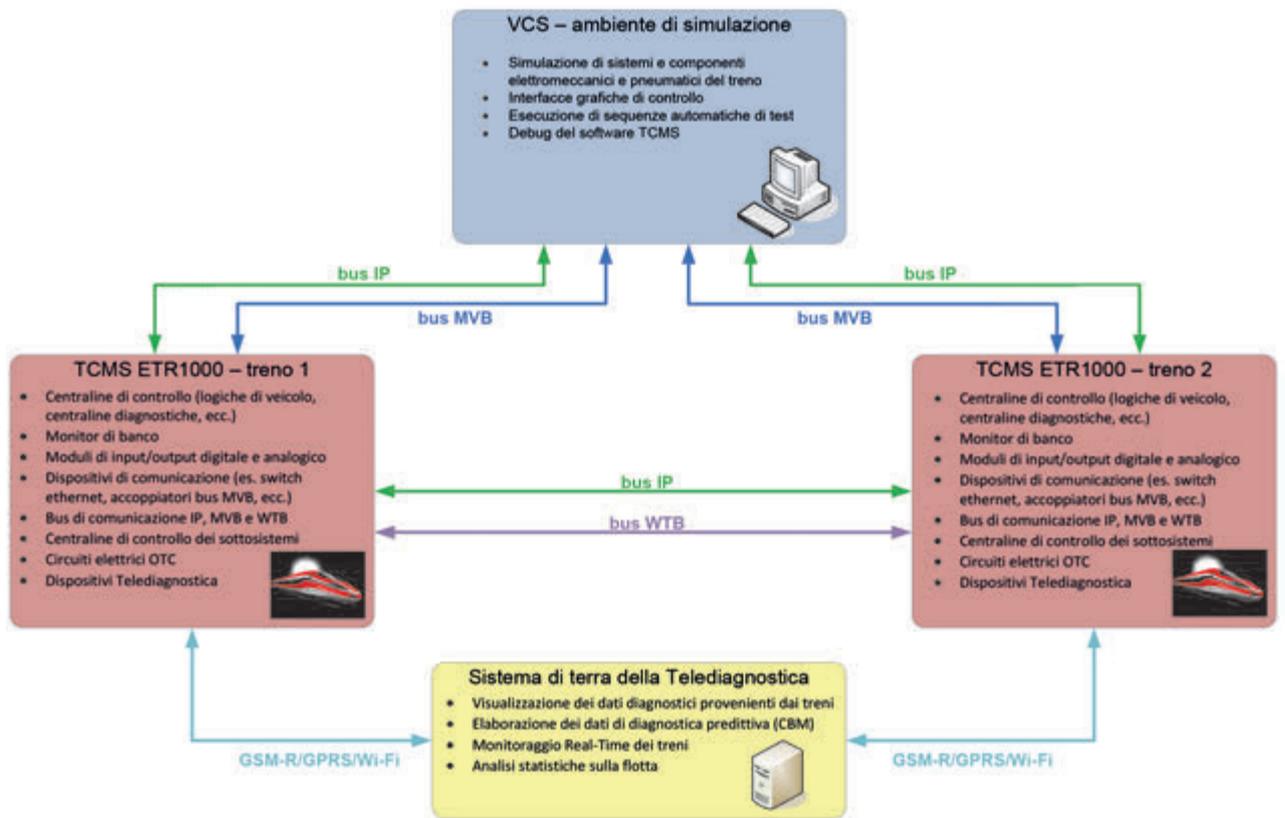


Fig. 13 - Schema di principio del Soft Train.

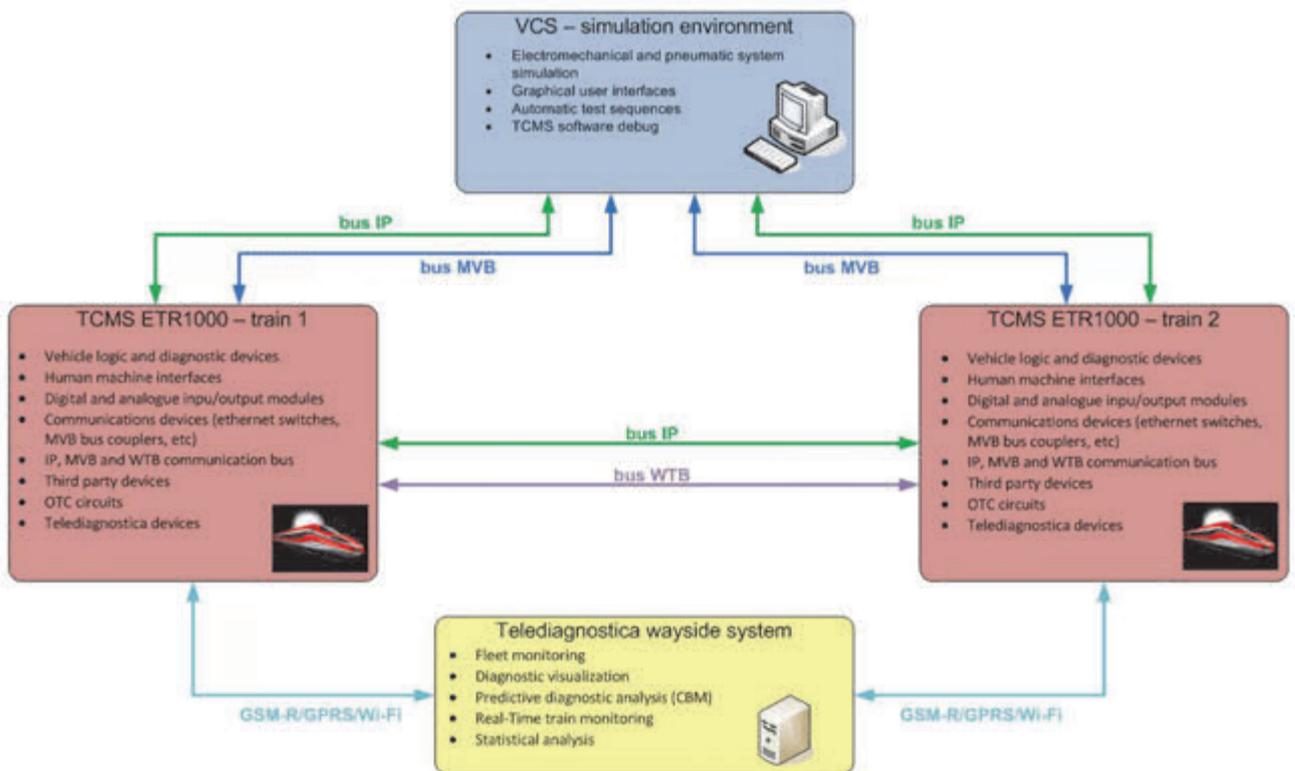


Fig. 13 - Schematic diagram of the Soft Train.

ovvero della comunicazione GSM-R/GPRS/Wi-Fi tra i dispositivi di bordo ed il server di terra della telediagnostica, installato anch'esso presso il Laboratorio dello stabilimento;

- verifica della corretta visualizzazione dei dati diagnostici e della capacità di monitoraggio del treno in Real-Time tramite il sito web della telediagnostica.

6. Esecuzione dei test

La disponibilità, sin dalle prime fasi del progetto, di un sistema di simulazione così avanzato e complesso ha permesso di cominciare ad eseguire i test molto tempo prima che il primo treno fosse assemblato, consentendo di raggiungere un ottimo livello di maturità del Sistema di Comando e Controllo una volta entrati nella fase di messa in servizio.

Il Soft Train è stato dunque utilizzato in tutte le fasi del progetto:

- durante la fase preliminare di Design del treno, nella quale il simulatore è stato utilizzato per effettuare verifiche sull'hardware del TCMS e testare le prime implementazioni del relativo software. Inoltre il coinvolgimento dei fornitori ha permesso di validare la comunicazione e l'integrazione tra le centraline Terze Parti ed il TCMS. Il Soft Train, in questa fase, ha inoltre rappresentato un utile strumento di training per il team della Product Introduction, permettendogli di raggiungere la fase di messa in servizio con una migliore conoscenza del treno;
- durante la fase di messa in servizio del treno, con una serie di campagne di prova che hanno visto il Soft Train affiancare e supportare in modo significativo i primi cinque treni. In questa fase sono state eseguite tutte le attività di Vehicle Testing, ovvero di verifica di tutte le funzionalità del treno, di conformità a tutti i requisiti richiesti nel Capitolato di gara e a tutti i requisiti presenti nelle norme e negli standard ferroviari. In questa fase, inoltre, il Soft Train si è dimostrato particolarmente utile per testare e validare le nuove funzionalità man mano aggiunte al software TCMS ed eseguire test di non regressione prima dell'installazione finale a bordo treno. La disponibilità di un simulatore in un ambiente controllato e sicuro ha consentito di riprodurre, analizzare, identificare e risolvere problemi che altrimenti sarebbero sorti in momenti più critici del progetto;
- durante la fase di esercizio commerciale del treno, in cui il Soft Train è tuttora utilizzato per riprodurre ed analizzare in un ambiente sicuro e controllato particolari condizioni verificatesi a bordo treno e supportare la manutenzione, consentendo di simulare particolari guasti o malfunzionamenti.

7. Vantaggi e benefici

Ciò che ha spinto Bombardier ad investire in una

R/GPRS/Wi-Fi communication, which is also installed at the Laboratory of the plant;

- *verification of the correct display of diagnostic data and real-time fleet monitoring via the remote diagnostics website.*

6. Test execution

The availability of an advanced and complex simulation system from the first phase of the project allowed to anticipate and start the testing activities before the first train was assembled resulting in the achievement of an excellent level of maturity of the Command and Control System once the commissioning phase had begun.

The Soft Train was therefore used in all phases of the project:

- *during the preliminary phase of Design of the train, in which the simulator was used to perform TCMS hardware checks and test the first implementations of the related software. Moreover, the involvement of suppliers allowed validating communication and integration between Third Party control units and the TCMS. The Soft Train, in this phase, also represented a useful training tool for the Product Introduction team, allowing it to reach the commissioning stage with a better knowledge of the train;*
- *during the commissioning phase of the train, with a series of test campaigns that saw the Soft Train assist and support the first five trains significantly. At this stage all the Vehicle Testing activities were performed, that is checking all the functionalities of the train, compliance with all the requirements in the Tender documents and with all the requirements of the railway regulations and standards. In this phase, furthermore, the Soft Train has proven to be particularly useful for testing and validating the new features gradually added to the TCMS software and for running non-regression testing before final installation on board the train. The availability of a simulator in a controlled, secure environment made it possible to reproduce, analyse, identify and solve problems that otherwise would have arisen in the most critical moments of the project;*
- *during the commercial operation phase of the train, in which the Soft Train is still used to reproduce and analyse particular conditions occurring on board the train in a safe and controlled environment support maintenance activities, allowing the simulation of specific failures or malfunctions.*

7. Advantages and benefits

What prompted Bombardier to invest in such an advanced simulation platform is to be able to test the behaviour of the train:

piattaforma di simulazione così avanzata è il poter testare il comportamento del treno:

- in un ambiente di Laboratorio sicuro e controllato, che ha consentito di effettuare prove difficilmente eseguibili a bordo treno;
- con largo anticipo rispetto all'assemblaggio del primo treno, così da giungere alla messa in servizio del treno con un sistema molto maturo, affidabile e collaudato;
- con condizioni al contorno note e molto simili a quelle reali, grazie ad un'avanzata piattaforma di simulazione e ad un'architettura hardware praticamente identica a quella del treno reale;
- con una vasta gamma di test (test del software, test di comunicazione hardware, test funzionali, test statici e dinamici, ecc.), che ha reso il simulatore uno strumento versatile e di supporto a diverse attività e team del progetto;
- tramite test ripetibili e riproducibili, grazie a sequenze di test automatiche che hanno permesso di velocizzare ed automatizzare i test di non regressione necessari ad ogni emissione di una nuova versione software del TCMS. Ciò ha permesso, inoltre, di ridurre drasticamente i tempi necessari per l'omologazione e la messa in servizio del treno;
- riducendo le attività a bordo treno, con conseguente risparmio di tempo e costi.

Rispetto ai simulatori realizzati per altri progetti, il Soft Train si distingue per diversi aspetti innovativi:

- la presenza di tutti i reali dispositivi e cablaggi del TCMS presenti a bordo treno, che consente di ampliare la gamma dei test effettuabili (come ad esempio lo spegnimento di un dispositivo, un cablaggio difettoso, una configurazione di un dispositivo errata, ecc.);
- modelli di simulazione dei sistemi dettagliati e completi, che permettono di riprodurre qualsiasi situazione;
- la flessibilità e configurabilità dell'intero sistema, con possibilità spegnere alcune simulazione ed integrare le reali centraline terze parti, coinvolgendo così i fornitori nei test di comunicazione, integrazione e funzionalità dei loro sistemi;
- la presenza dell'armadio OTC, che ha permesso di effettuare test sulle logiche cablate e simulare guasti a componenti elettrici.

- *in a safe and controlled Laboratory environment, that made it possible to perform tests hardly executable on board the train;*
- *well in advance of the assembly of the first train, so as to arrive at the start of the train commercial service with a very mature, reliable and proven system;*
- *with boundary conditions similar to the real ones, thanks to an advanced simulation platform and hardware architecture practically identical to that of the real train;*
- *with a wide range of tests (software tests, hardware communication tests, functional tests, static and dynamic tests, etc.), which made the simulator a flexible system to support different activities and teams;*
- *through repeatable and reproducible tests, using automatic test sequences that allowed speeding up and automating non-regression tests required at each delivery of a new TCMS software version. This allowed, furthermore, to dramatically reduce the time required for approval and commissioning of the train;*
- *reducing activities on board the train, resulting in time and cost saving.*

Compared to simulators made for other projects, the Soft Train is distinguished by several innovative aspects:

- *the presence of all TCMS real devices and wiring on board the train, allowing to expand the range of feasible tests (such as the shutdown of a device, faulty wiring, wrong configuration of a device, etc.);*
- *simulation models of detailed and complete systems, which allow reproducing any situation;*
- *the flexibility and configurability of the system, with the option to turn off some simulations and integrate the real third-party units, thus involving suppliers in the communication, integration and functionality tests of their systems;*
- *the presence of the OTC cabinet that allowed running tests on wired logics and simulating faults in electrical components.*

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO A IF - INGEGNERIA FERROVIARIA ANNO 2016

(Dal 2016 gli Abbonati possono decidere di ricevere *IF - Ingegneria Ferroviaria* online)

Prezzi IVA inclusa [€/anno]	Cartaceo	Online
- Ordinari	60,00	50,00
- Per il personale non ingegnere del Ministero delle Infrastrutture, e dei Trasporti, delle Ferrovie e Tranvie in concessione e Pensionati FS	45,00	35,00
- Studenti (allegare certificato di frequenza Università) ^(*)	25,00	20,00
- Eestero	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. 06.4827116 –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**; *Eestero* € **20,00**.

Estratto di un singolo articolo apparso su un numero arretrato (fornito in fotocopia) € **9,50**.

I versamenti, anticipati, potranno essere eseguiti nelle medesime modalità previste per gli abbonamenti.

TERMS OF SUBSCRIPTION TO IF - INGEGNERIA FERROVIARIA YEAR 2016

(From 2016 the subscriber 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: +39.06.4827116 – 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 (hard copy) € **9.50**.

The payment, anticipated, may be performed according to the same procedures applied for subscriptions.



NOI SVILUPPIAMO MOBILITA' URBANA

Il gruppo voestalpine VAE, filiale al 100% della voestalpine AG, è leader a livello mondiale per sistemi di scambi ferro-tranviari.

Sistemi innovativi di manovra, di rilevamento, di fermascambiatura, dispositivi di monitoraggio per materiale rotabile, enti di campo nonché un gran numero di servizi correlati, completano la gamma dei nostri prodotti.

La nostra missione è ottimizzare il sistema ferroviario ed offrire soluzioni alle complesse esigenze per il trasporto del futuro.

Pertanto, tutte le nostre attività e tutti i nostri sviluppi perseguono un unico obiettivo: sviluppare prodotti e servizi innovativi ed intelligenti per trasformare le visioni di oggi in realtà di domani.

voestalpine VAE GmbH
www.voestalpine.com/vae

voestalpine
ONE STEP AHEAD.

ISOTRACK, la divisione trasporti di **Isol Industri S.p.A.** dispone di una vasta gamma di strumentazione per risolvere qualsiasi problema di misura e controllo.



La nostra gamma di prodotti per il settore ferroviario comprende:

- Pick up
- Generatori e Sensori di velocità
- Sensori Radar
- Indicatori di velocità
- Registratori Statici d'Eventi (Scatola Nera)
- Display Multifunzione
- Sistemi di Videosorveglianza sui veicoli
- Misuratori di pressione, temperatura, portate e livello
- Barriere e Sensori ad infrarosso per la chiusura automatica delle porte

genetix.media.com

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

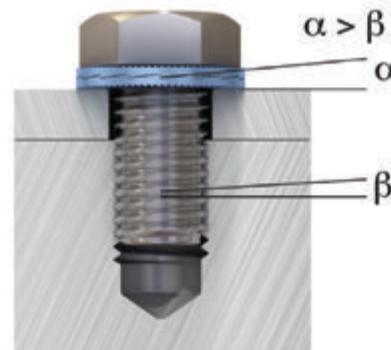
Cinisello B. - MI (Italy)
tel. +39 0266027.1
www.isoil.com
isotrack@isoil.it

ISOIL
INDUSTRI

Le soluzioni che contano

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



Costruzioni metalliche e ingegneria strutturale

Metal constructions and structural engineering

Prof. Ing. Alfredo SOLLAZZO^(*)

1. Premessa

La *Rivoluzione industriale*, sviluppatasi nel corso del XIX Secolo, promosse lo sviluppo dell'*industria siderurgica* cui conseguì la diffusione delle *costruzioni metalliche* e, in particolare, dei *ponti* posti a servizio delle linee ferroviarie in Europa e negli Stati Uniti d'America. Le esigenze progettuali che così si determinarono fecero sì che, dai principi della Scienza del costruire già affermatasi nei primi decenni dell'Ottocento, fossero dedotti i concetti, i procedimenti, i metodi di calcolo che dettero luogo alla moderna *Ingegneria strutturale*. Nel suo ambito ebbero grande rilievo, fino a tutta la prima metà del Novecento, i metodi *grafici* di calcolo, impiegati da diverse generazioni di tecnici e ancor oggi dotati, in qualche caso, di una certa validità e utilità.

2. Considerazioni introduttive

In uno scritto [24] di qualche anno fa si è trattato del cammino che l'*Arte del costruire* ha idealmente percorso nel trasformarsi in una moderna disciplina matematica, rilevando come l'evoluzione sia passata attraverso tre periodi di lunghezza peraltro molto diversi tra loro. Il *primo*, esteso dalle origini della civiltà alla fine del XV Secolo, fu caratterizzato dall'assenza di conoscenze scientifiche specifiche relative alla *Resistenza dei materiali* come oggi intesa, e nel suo corso, pur in presenza di molte felici intuizioni, le costruzioni furono realizzate sostanzialmente sulla base delle esperienze gradualmente acquisite e della pratica di cantiere. Nel *secondo*, comprendente i Secoli XVI, XVII e XVIII, a seguito dello sviluppo della Matematica e della Fisica, fu possibile ottenere su basi razionali la soluzione di singoli problemi connessi con la statica delle costruzioni. Il *terzo*, infine, esteso dall'inizio del XIX Secolo ai nostri giorni, comincia nel decennio 1820/30, quando fu ideato il *modello matematico* su cui venne fondata la moderna *Scienza del costruire* che riunifica in una teoria unitaria vecchi e nuovi risultati di rilevanza ingegneristica, da convalidare sperimentalmente e da mettere alla prova nella pratica costruttiva.

1. Introduction

The Industrial Revolution, developed during the nineteenth century, promoted the development of the steel industry that was followed by the spread of metal constructions and, in particular, of bridges placed at the service of railway lines in Europe and the United States. The design requirements thus determined made it so that the concepts, processes, methods of calculation that gave rise to modern structural engineering were inferred from the principles of Science of building already established in the first decades of the nineteenth century. The graphic calculation methods employed by several generations of technicians and provided even today with certain validity and utility, in some cases had great importance in the field, until the entire first half of the twentieth century.

2. Introductory remarks

In a paper [24] a few years ago, the path that the Art of building has ideally run was dealt with turning into a modern mathematical discipline, noting how evolution has passed through three periods with a very different length from each other. The first, extended from the origins of civilisation in the late fifteenth century, was characterised by the absence of specific scientific knowledge about the Strength of materials as now understood, and in its course, despite the many happy intuitions, buildings were built essentially on the basis of experience gradually acquired and construction practice. In the second, including the XVI, XVII and XVIII Centuries, following the development of Mathematics and Physics, it was possible to obtain the solution of individual problems associated with construction statics on a rational basis. Finally, the third, that extended from the beginning of the nineteenth century to the present day, begins in the 1820/30 decade, when the mathematical model was created on which the modern Science of building was built that unifies old and new results of engineering importance in a single theory, to be validated experimentally and to test in construction practice.

^(*) Professore emerito del Politecnico di Bari.

^(*) Professor emeritus, Politecnico di Bari.

Il presente lavoro ha lo scopo di approfondire quanto avvenne nel *terzo* dei periodi appena ricordati e in particolare nel segmento temporale esteso alla seconda metà dell'Ottocento, quando si sviluppò nei paesi più progrediti l'*Ingegneria strutturale*. Questa disciplina ebbe la funzione di adattare alle esigenze dei tecnici i risultati teorici prodotti da matematici e accademici e di avviare così a soluzione i problemi sempre più complessi che lo sviluppo della società andava ponendo ai costruttori in quegli anni di grande progresso economico e sociale. Con essa il costruire assunse la dignità di una scienza che si sarebbe affermata ed evoluta nel corso del Novecento fino ai nostri tempi.

Tutto ciò fu possibile per effetto della *Rivoluzione industriale* che si ebbe in Europa, e più precisamente in Inghilterra, già negli ultimi decenni del XVIII Secolo per poi diffondersi nelle regioni più evolute del Continente, specialmente nella seconda metà del XIX. Tra l'altro essa comportò lo sviluppo dell'*industria siderurgica* da cui derivò l'impiego dei metalli nelle costruzioni. L'affermazione delle strutture metalliche pose ai tecnici problemi assolutamente nuovi e richiese l'elaborazione di metodi di calcolo innovativi, sconosciuti ai realizzatori delle costruzioni in muratura, fino ad allora pressoché egemoni nell'ambito dell'ingegneria civile. Nacque così la nuova scienza che sviluppò tra l'altro i metodi della *Statica grafica*, molto usati dai progettisti dell'Ottocento e ancor oggi significativi, talvolta utili in un mondo ormai prepotentemente dominato dal calcolo automatico; essi costituiscono un bagaglio culturale importante nella storia del costruire sulla cui rilevanza può ancora essere opportuno riflettere.

3. Rivoluzione industriale e industria siderurgica

La *Rivoluzione industriale* si determinò, a partire dagli ultimi decenni del XVIII Secolo, per effetto della trasformazione delle strutture produttive ed industriali delle regioni europee più evolute a seguito dell'affermarsi di nuove tecnologie. È consuetudine distinguere una *prima rivoluzione*, nata appunto e sviluppatasi nel Settecento in Inghilterra, che interessò in una certa misura anche il Belgio e parti della Francia e della Germania; ed una *seconda rivoluzione*, che, dopo circa un secolo, nella seconda metà dell'Ottocento, si estese a diversi altri Paesi europei e agli Stati Uniti d'America [17], [18].

Il fenomeno ebbe inizio con le importanti invenzioni che si ebbero appunto tra il 1770 e il 1780 e provocarono un vero e proprio salto di qualità per le tecnologie industriali. Uno dei settori trainanti fu certamente quello delle industrie tessili che si giovarono tra l'altro del miglioramento delle macchine filatrici e dell'impiego dei telai meccanici. Ma fu fondamentale soprattutto la macchina a vapore che consentì progressi nei settori produttivi più svariati, dall'agricoltura all'industria, ai trasporti. Nel secondo decennio dell'Ottocento si ebbe la prima nave a vapore, cui seguirono la prima locomotiva e le

This paper aims to investigate what happened in the third of the periods just mentioned and in particular in the time segment extended to the second half of the nineteenth century, when Structural Engineering developed in the more advanced countries. This discipline had the function of adapting theoretical results produced by mathematicians and academics to the needs of technicians and to start solving the increasingly complex problems that the development of society was posing to manufacturers in those years of great economic and social progress. With it, construction took on the dignity of a science that would be established and developed in the twentieth century to the present day.

All this was possible due to the Industrial Revolution that took place in Europe, and more specifically in England, already in the last decades of the eighteenth century that then spread in the most advanced regions of the continent, especially in the second half of the nineteenth century. Among other things it entailed the development of the steel industry from which the use of metals in construction derived. The success of metal structures posed absolutely new problems to technicians and required the development of innovative methods of calculation, unknown to makers of masonry construction, hitherto almost hegemonic in civil engineering. Thus the new Graphic statics science that developed among other methods was born, which are widely used by designers of the nineteenth century and are important even today, sometimes useful in a world now overwhelmingly dominated by automatic calculation; they are an important cultural heritage in the history of construction on the importance of which it can still be useful to ponder.

3. Industrial Revolution and steel industry

The Industrial Revolution was determined, since the last decades of the eighteenth century, due to the transformation of the productive and industrial structures of the most advanced European regions following the emergence of new technologies. It is customary to distinguish a first revolution, in fact born and developed in the eighteenth century in England, which affected to a certain extent Belgium and parts of France and Germany; and a second revolution, that after almost a century, spread to several other European countries and the United States, in the second half of the nineteenth century [17], [18].

The phenomenon began with the important inventions that occurred precisely between 1770 and 1780 and caused a real quantum leap for industrial technology. One of the leading sectors was certainly that of the textile industries that profited among other of the improvement of spinning machines and the use of mechanical looms. But the steam machine was especially crucial that allowed progress in various productive sectors, from agriculture to industry, to transport. In the second decade of the nineteenth century there was the first steamship, which was followed by the first locomotive and the first railway lines, first in England (1825) and then throughout Europe, including Italy

prime linee ferroviarie, dapprima in Inghilterra (1825) e poi in tutt'Europa, Italia compresa (1839). Importanza fondamentale per l'ingegneria delle costruzioni ebbe l'*industria siderurgica*, il cui sviluppo, a partire dagli inizi del Settecento, fu essenziale per la produzione dei materiali metallici da usare nelle nuove tipologie strutturali [12].

Come ben noto il ferro allo stato puro è termicamente instabile e non ha applicazioni nella tecnica costruttiva; è molto diffuso sotto forma di minerali come ossidi (Ematite, Limonite, Magnetite), solfuri (Pirite), carbonati (Siderite), ed è utilizzato sotto forma di leghe, le più importanti delle quali sono quelle ferro-carbonio con modeste quantità di altri elementi. È il carbonio perciò che influenza in modo essenziale le caratteristiche dei prodotti al variare della percentuale con cui è presente nella lega.

Sin dai tempi più antichi l'uomo produceva materiali ferrosi partendo dai minerali. L'elemento riducente, e cioè il carbonio, era fornito probabilmente dal carbone di legna ed è pensabile che in origine, sul fondo dei primitivi forni, cosiddetti a *basso fuoco*, si raccogliesse il minerale di ferro, che, mediante violenta battitura, veniva poi liberato dalle scorie. Questa operazione, eseguita con martelli rudimentali, si perfezionò durante il Medioevo in quanto fu sostituita da un'azione meccanica prodotta da magli azionati da ruote idrauliche. Il prodotto (*ferro fucinato o forgiato*) veniva usato generalmente per la produzione di armi, di attrezzi agricoli, di utensili domestici, e, in tempi più evoluti, anche per la realizzazione di ferri battuti artistici aventi funzione di abbellimento. Qualche volta si usavano elementi in ferro all'interno delle murature per dotare queste di un minimo di duttilità; oppure per realizzare piccoli elementi resistenti presenti nei manufatti, quali tiranti, catene, cravatte, ecc., quasi sempre in associazione con il legno.

All'inizio del XVIII Secolo i primi altiforni vennero utilizzati per passare dai minerali alla *ghisa*, peraltro già nota da tempo, in quanto prodotta, con sistemi primitivi, sin dal 1300. Fu usata dapprima come materiale da costruzione essa stessa, successivamente come materia prima per la produzione del ferro e dell'acciaio. Quest'operazione si eseguiva procedendo all'affinazione attraverso la sottrazione degli elementi non desiderati usando come combustibile ancora il carbone di legna, con la conseguenza, mano a mano che le necessità si accrescevano, di produrre una forte riduzione del patrimonio boschivo dei paesi a maggiore sviluppo industriale. Un salto di qualità per l'industria siderurgica si ebbe ad opera di Abraham DARBY che, intorno al 1730, ricavò per distillazione dal carbon fossile (litantrace), molto abbondante in Inghilterra, il coke, ottimo sostituto del precedente combustibile. La ghisa, caratterizzata da un elevato tenore di carbonio, oscillante all'incirca tra l'2% e il 6%, non è né malleabile, né fucinabile, presentando, tra i materiali ferrosi, la più bassa temperatura di fusione (1600-1700°C). Dotata di una resistenza a trazione assai minore che a compressione, fu il primo materiale metallico ad essere impiegato nelle costruzioni, anche

(1839). *The steel industry was of fundamental importance for construction engineering the development of which, since the beginning of the eighteenth century, was essential for the production of metal materials for use in new structural types [12].*

As is well-known pure iron is thermally unstable and has no application in construction technique; it is very widespread in the form of minerals such as oxides (Hematite, Limonite, Magnetite), sulphides (Pyrite), carbonates (Siderite), and is used in the form of alloys, the most important of which are iron-carbon with small amounts of other elements. Therefore carbon influences to a very great extent the characteristics of the products as the percentage with which it is present in the alloy varies.

Since ancient times, man was producing ferrous materials starting from minerals. The reducing element, namely carbon, was probably provided by charcoal and it is thinkable that originally, on the bottom of the so-called low heat primitive furnaces, iron ore gathered, which, by means of violent beating, was then freed from the dross. This operation, carried out with rudimentary hammers, was perfected during the Middle Ages as it was replaced by a mechanical action produced by hammers driven by water wheels. The product (forged iron) was generally used for the production of arms, of agricultural tools, household utensils, and, in more advanced times, also for the production of artistic wrought irons having an embellishment function. Sometimes iron elements were used inside masonry to equip these with minimum ductility; or to create small resistant elements in the manufactured articles, such as tie rods, chains, ties, etc., almost always in combination with wood.

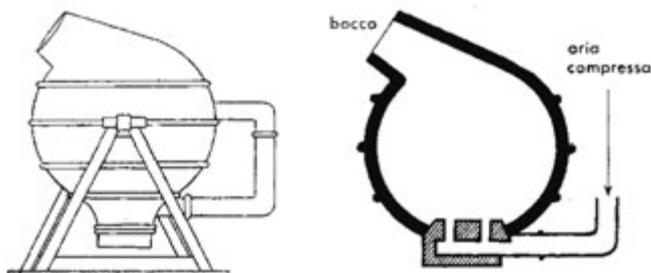
At the beginning of the eighteenth century the first blast furnaces were used passing from minerals to cast iron, which was already known for some time, as it was produced with primitive systems since 1300. It was first used as construction material itself, subsequently as raw material for the production of iron and steel. This operation was performed by refining through the removal of unwanted items still using charcoal as fuel, with the result, as needs increased, of producing a sharp reduction in the forests of countries with fastest industrial development. A quantum leap for the steel industry came at the hands of Abraham DARBY who, around 1730, obtained coke, by distillation from coal (bituminous coal), very abundant in England, an excellent substitute of the previous fuel. Cast iron, characterised by high carbon content, oscillating roughly between 2% and 6%, is neither malleable nor forgeable, with the lowest melting temperature (1600-1700° C) among ferrous materials. With a much lower resistance to traction than compression, it was the first metallic material to be used in construction, although with many limitations, because poorly suited to achieve inter alia inflected tie rods and beams.

Cast iron passed to forged iron operating decarburisation still using low heat flame, fuelled with blown air on coal embers. But around 1784 a new process was developed that was later perfected so as to derive the so-called puddled or

se con molte limitazioni, in quanto poco adatta a realizzarle tra l'altro tiranti e travi inflesse.

Dalla ghisa si passò al ferro forgiato operando la decarburazione ancora con impiego della fiamma al basso fuoco, alimentata con aria soffiata su braci di carbone. Ma intorno al 1784 fu ideato un nuovo procedimento che si andò successivamente perfezionando sì da ricavare il cosiddetto *ferro puddellato* o *agglomerato* o *saldato*. La ghisa veniva fusa in forni a riverbero con suola di ematite, rimescolando continuamente il bagno con spranghe metalliche (*puddellaggio*) fino a trasformarlo in una pasta e poi in un materiale solido. Formatisi così dei blocchi spugnosi, questi venivano ripetutamente foggiate sotto il maglio e passati al laminatoio fino ad eliminare le scorie liquide rimaste. Questo materiale fu molto migliorato nelle sue qualità e ampiamente utilizzato nelle costruzioni dell'Ottocento; era di uso comune ancora all'inizio del Novecento quando era ammesso il suo impiego anche per i tondini di armatura del cemento armato. Presentava una bassa percentuale di carbonio (0,05%-0,16%) ed era perfettamente lavorabile sì da poter essere largamente usato nella carpenteria metallica. Per buona parte del XIX Secolo coesisterono comunque, specie nei paesi industrialmente meno evoluti, sia i *bassi fuochi*, sia gli *altiforni per ghisa*, sia i *forni di puddellaggio*.

Un salto di qualità si determinò nella siderurgia quando, ottenute temperature negli altiforni molto più elevate, si potette procedere all'affinazione della ghisa liquida producendo il *ferro colato* o *acciaio*. Ciò avvenne negli anni 1854/56 con l'ideazione del convertitore (fig. 1) che consentì la produzione dell'acciaio detto *Bessemer* dal nome del suo inventore. La ghisa fusa veniva versata in un apposito recipiente a forma di pera, girevole intorno al proprio asse, rivestito internamente di refrattari, generalmente di natura silicica; dal basso, nel recipiente posto dapprima in posizione orizzontale e poi via via portato in posizione verticale, veniva soffiata nella massa una forte corrente di aria calda in pressione. Le scorie di elementi combustibili contenuti nella ghisa, quali il silicio e il carbonio, bruciavano mantenendo la massa in fusione: inoltre, galleggiando, esse potevano essere eliminate. Il ferro così ottenuto allo stato fluido, colato in recipienti di forma prismatica, dava luogo ai cosiddetti *lingotti* da avviare ai laminatoi.



(Fonte - Source: C. GIZZI, "Chimica e mineralogia", Ed. La Scuola, Brescia, 1976, pagg. 339 e 340).

Fig. 1 - Convertitore Bessemer a forma di pera.
Fig. 1 - Bessemer pear shaped converter.

agglomerate or welded iron. Cast iron was melted in reverberatory furnaces with hematite sole, stirring the bath constantly with metal bars (puddling) until turning it into a paste and then in solid material. Once spongy blocks formed, these were repeatedly moulded under the hammer, and milled to eliminate the remaining liquid waste. This material was much improved in its quality and widely used in nineteenth century buildings; it was of common use even at the beginning of the twentieth century when its use was permitted also for reinforced concrete reinforcing rods. It had low carbon content (0.05%-0.16%) and was perfectly workable so as to be widely used in steel structure work. For much of the nineteenth century however, especially in the industrially less developed countries, both low fires, and blast furnaces for cast iron, and puddling furnaces coexisted.

A quantum leap in the steel industry was determined when refining of hot metal could be performed producing cast iron or steel, after obtaining much higher temperatures in the blast furnaces. This took place in the years 1854/56 with the design of the converter (fig. 1) that allowed the production of steel called Bessemer named after its inventor. The molten iron was poured into a suitable pear-shaped container, rotatable around its axis, internally lined with refractory material, generally of silicic nature; from below, in the container placed first in a horizontal position and then gradually brought to the upright position, a strong current of hot air under pressure was blown into the mass. The waste of fuel elements contained in the cast iron, such as silicon and carbon, burned while keeping the mass in fusion: moreover, floating, they could be eliminated. The iron thus obtained in the fluid status, cast in the prism shaped containers, gave rise to the so-called ingots to be sent to the rolling mills.

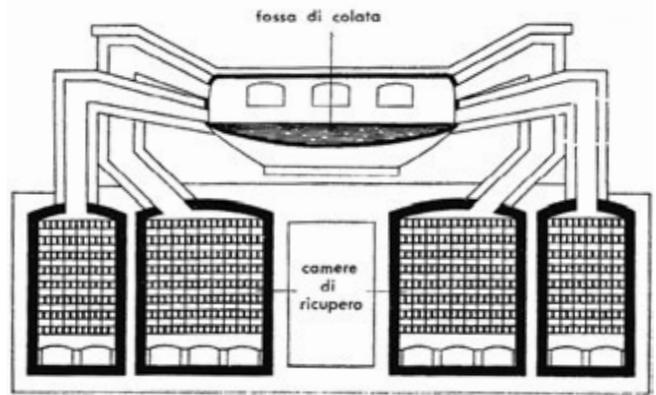
The process devised by S. G. THOMAS, introduced towards the late 70s, was preferred compared to the previous one in that, while being very similar to it, it was characterised by the change of the converter lining with the use of basic materials (calcined dolomite). This way full dephosphorisation of the cast iron was reached and good quality iron was obtained even in the presence of strongly phosphorous cast irons. In these processes, the reactions that were determined in the converters were very rapid and it was not possible to make sufficient samples during the processing of cast iron, with the result that the castings were not always homogeneous.

The Martin-Siemens process also linked to the names of its inventors (fig. 2), also in the second half of the nineteenth century, determined the most marked progress in improving the product, making the recovery of scrap also possible. The furnace, built with refractory bricks, with reverberatory operation, was provided with a tank in which cast iron and iron ore scrap were introduced, with an inner acid or basic lining, depending on the lesser or greater phosphorus content of cast iron. Heating performed through a particularly efficient process with a temperature of around 1800° C, took place in several hours during which it was possible to control the process with adequate samples, even

Il processo ideato da S.G. THOMAS, introdotto verso gli ultimi anni '70, fu preferito rispetto al precedente in quanto, pur essendo assai simile ad esso, era caratterizzato dal cambiamento del rivestimento del convertitore con l'uso di materiali basici (dolomite calcinata). In tal modo si raggiungeva la defosforazione completa della ghisa e si otteneva un ferro di buona qualità pur in presenza di ghise fortemente fosforose. In questi processi le reazioni che si determinavano nei convertitori erano molto rapide e non era possibile fare sufficienti assaggi durante la trasformazione della ghisa in ferro, con la conseguenza che non sempre le colate risultavano omogenee.

Il processo *Martin-Siemens* legato anch'esso ai nomi dei suoi inventori (fig. 2), sempre nella seconda metà del XIX Secolo, determinò il progresso più marcato ai fini del miglioramento del prodotto, rendendo possibile anche il recupero dei rottami. Il forno, costruito con mattoni refrattari, funzionava a riverbero, Esso era provvisto di una vasca in cui si introduceva la ghisa insieme a rottami e minerali di ferro, dotata di un rivestimento interno acido o basico a seconda del minore o maggiore contenuto di fosforo della ghisa. Il riscaldamento eseguito attraverso un processo particolarmente efficiente con temperatura intorno ai 1800 °C, avveniva nello spazio di diverse ore nel corso delle quali era possibile controllare il processo con opportuni prelievi, giovandosi anche di sistemi di recupero del calore. L'eliminazione delle scorie consentiva di ricavare un ferro di notevole purezza cui si aggiungeva in un secondo tempo la quantità di carbonio necessaria per ottenere le varie qualità di acciai.

Le caratteristiche dell'acciaio si dimostrarono subito molto superiori di quelle degli altri materiali ferrosi ai fini strutturali, anche per la sua proprietà di essere sottoponibile a tempera. Dopo una piuttosto lunga coesistenza con il ferro puddellato, l'acciaio divenne perciò il solo ad essere impiegato nelle costruzioni ed ebbe caratteristiche diverse a seconda del tenore di carbonio con cui fu prodotto. Quello con un più basso tenore di carbonio, paragonabile a tal riguardo al ferro puddellato, fu per molto tempo chiamato *ferro dolce* anziché *acciaio dolce*, come sarebbe stato più corretto. Denominazioni varie furono assunte dagli acciai a più elevato tenore, detti *extradolci*, *dolci*, *semiduri*, *duri*, ecc. nei quali, al crescere del tenore di carbonio (il cui limite superiore è pari al 2% ma generalmente non supera lo 0,8%), si eleva la resistenza ma si riducono la saldabilità e la duttilità. Il forte incremento della produzione del ferro e dell'acciaio fece sì che si sviluppasse notevolmente le tecniche di lavorazione. Nel corso dell'Ottocento cominciò la produzione delle lamiere, delle rotaie ferroviarie, dei profili a doppio T, che divennero ben presto essenziali ai fini dello sviluppo della carpenteria metallica in quanto particolarmente adatti a sopportare le sollecitazioni di flessione e taglio. Poi gradualmente furono immessi sul mercato elementi monodimensionali aventi la sezione trasversale delle forme geometriche più varie, come quelle a T semplice, ad L a lati uguali o diseguali, a Z, ecc., in modo da soddisfare le più



(Fonte - Source: C. GIZZI, "Chimica e mineralogia", Ed. La Scuola, Brescia, 1976, pagg. 339 e 340).

Fig. 2 - Schema di forno a riverbero usato nel processo Martin-Siemens.

Fig. 2 - Diagram of a reverberatory furnace used in the Martin-Siemens process.

with the help of the heat recovery systems. The elimination of waste allowed obtaining a remarkable purity iron to which the amount of carbon required to achieve the different qualities of steel was added at a later time.

The steel characteristics for structural purposes proved to be much higher now than other ferrous materials, even for its amenable hardening property. After a rather long coexistence with puddled iron, steel therefore became the only one to be used in constructions and had different characteristics depending on the carbon content with which it was produced. The one with lower carbon content, comparable in this respect to puddled iron, was for a long time called soft iron rather than mild steel, as it would have been more correct. Steel with higher standards took various denominations, namely extra soft, soft, semi-hard, hard, etc. in which, as the carbon content increases (whose upper limit is equal to 2% but generally does not exceed 0.8%), the resistance increases but solderability and ductility decrease. The sharp increase in the production of iron and steel made processing techniques develop considerably. During the nineteenth century the production of sheet metal, railway rails, dual T profiles began, that soon became essential for the development of metal structures as they are particularly suited to withstand bending and shear stresses. Gradually one-dimensional elements were placed on the market with cross section of the most different geometric shapes, such as simple T, L shaped ones with equal or unequal sides, Z shaped ones, etc., in order to satisfy the most varied requirements arising from the stress conditions resulting from more and more daring realisations.

4. Metal constructions in the nineteenth century

The first use of metals in construction occurred in England in the last years of the eighteenth century; the true affirmation and diffusion of this constructive system however was determined, as already said, in the following century

svariate esigenze derivanti dagli stati di sollecitazione conseguenti a realizzazioni sempre più ardite.

4. Le costruzioni metalliche nel XIX Secolo

I primi impieghi dei materiali metallici nelle costruzioni si ebbero in Inghilterra già negli ultimi anni del XVIII Secolo; la vera affermazione e diffusione di questo sistema costruttivo si determinò tuttavia, come già detto, nel secolo successivo e particolarmente nella seconda metà di esso per diretta conseguenza degli sviluppi dell'industria siderurgica. In una prima fase fu impiegata la ghisa; seguì il ferro puddellato al quale si andò via via sostituendo l'acciaio con il risultato che le costruzioni metalliche alla fine dell'Ottocento avevano raggiunto un grado di perfezione tale da renderle assai simili per concezione ed aspetto a quelle odierne.

La prosperità che si ebbe nell'Ottocento in diversi paesi europei, e l'orgoglio per le scoperte tecnologiche che andavano trasformando la società, portò al moltiplicarsi delle esposizioni universali e quindi alla realizzazione di grandi edifici aventi la funzione di celebrare il progresso; ma sorsero anche strutture di impiego più usuale, di dimensioni molto maggiori che in passato, quali tettoie per mercati coperti e per spazi espositivi, capannoni industriali, grandi stazioni ferroviarie, gallerie cittadine, ed, infine, edifici multipiano per l'edilizia civile. Nei fabbricati in muratura, inoltre, le volte e i solai in legno cominciarono ad essere sostituiti dagli orizzontamenti in ferro; le scale in muratura da scale in ferro e via di seguito. Decisiva ai fini della diffusione delle costruzioni metalliche fu poi il tumultuoso estendersi in Europa e in America delle ferrovie che coprirono con una fitta rete i territori dei principali stati: esse richiesero innumerevoli opere d'arte tra le quali ebbero preminenza i ponti, di luci anche rilevanti, realizzati per superare fiumi, avvallamenti, gole montane; la loro costruzione pose i progettisti di fronte ai problemi strutturali più svariati, sicché può tranquillamente affermarsi che furono essi, i ponti ferroviari appunto, i maggiori protagonisti del progresso delle costruzioni e del nascere della moderna ingegneria strutturale.

Un'idea del grado di sviluppo che la costruzione metallica aveva raggiunto anche in Italia alla fine dell'Ottocento può aversi consultando i manuali ad essa dedicati editi all'inizio del Novecento, quando il cemento armato aveva appena mosso i primi passi e l'acciaio dominava incontrastato l'ingegneria delle strutture. Il manuale Hoepli [3], ad esempio, edito a Milano nel 1910 dall'Ing. G. PIZZAMIGLIO intitolato appunto *Costruzioni Metalliche*, sviluppa esaurientemente l'argomento nelle cinque parti, ciascuna comprendente vari capitoli, in cui è suddiviso dopo l'Introduzione. Esso tratta della *Resistenza dei Materiali*, dei *Metalli adoperati nelle costruzioni civili*. *Loro proprietà e collegamenti*, delle *Costruzioni metalliche*, delle *Fondazioni pneumatiche* e del *Lavoro di deformazione applicato ai sistemi elastici*. Dedicato dall'autore al Prof.

and especially in the second half of it as direct consequence of steel industry developments. In a first stage cast iron was used; it was followed by puddled iron which was gradually replaced by steel with the result that metal constructions in the late nineteenth century had reached a degree of perfection such that they were very similar in design and appearance to those of today.

Prosperity in the nineteenth century in several European countries, and pride in the technological discoveries that were transforming society, led to the multiplication of world fairs and therefore to the construction of large buildings whose function was to celebrate progress; but more customary use structures also arose, far bigger than in the past, such as roofing for indoor markets and exhibition spaces, industrial warehouses, large railway stations, city galleries, and, lastly, multi-storey buildings for civil constructions. Furthermore in masonry buildings, vaults and wooden floors began to be replaced by horizontal structures in iron; masonry stairs by iron stairs, and so forth. The tumultuous spread of railways in Europe and America was decisive for the diffusion of metal structures that covered territories of major countries with a dense network: they demanded countless works of art among which bridges were leaders, also with important spans, made to overcome rivers, valleys, gorges; their construction posed the most diverse structural problems to designers, so it can safely be said that the same railway bridges were in fact the major protagonists of the progress of construction and the birth of modern structural engineering.

*An idea of the degree of development that the steel construction had reached in Italy also in the late nineteenth century can be had by consulting the manual dedicated to it published at the beginning of the twentieth century, when concrete had just taken the first steps and steel ruled unchallenged the engineering of structures. The Hoepli manual [3], for example, published in Milan in 1910 by Eng. G. PIZZAMIGLIO appropriately called *Metal Constructions*, fully develops the topic in five parts, each comprising various chapters into which the Introduction is later divided. It deals with the Strength of Materials, of Metals used in civil construction. Their properties and links, of Metal Constructions, pneumatic foundations and deformation work applied to elastic systems. Dedicated by the author to Prof. Paolo BOUBÉE who, "the first in Italy, had dictated the main knowledge on metal constructions, from the chair of the R. Politecnico of Naples", the manual can be considered the summary of all existing technical and theoretical knowledge on the subject at the time, worthy progenitor of the known handbooks that would see the light in our country during the twentieth century. With regards to Prof. BOUBÉE just recalled, it may be interesting to note that he, together with Eng. Alfredo COTTREAU, was one of the pioneers of metal construction in Italy: both were Neapolitans with a French name. The first is known among other things for having designed the roofing of the Galleria Umberto I in Naples.*

Retracing even quickly the evolution of metallic construction in the nineteenth century arouses a deep emotion

Paolo BOUBÉE, che, “primo in Italia, aveva dettato, dalla cattedra del R. Politecnico di Napoli, le principali cognizioni sulle costruzioni metalliche”, il manuale si può ritenere riassuntivo di tutte le conoscenze teoriche e tecniche esistenti all'epoca sull'argomento, degno progenitore dei noti manuali che avrebbero visto la luce nel nostro Paese nel corso del Novecento. In merito al Prof. BOUBÉE appena ricordato, può essere interessante osservare che egli, insieme all'Ing. Alfredo COTTREAU, fu uno dei pionieri della costruzione metallica in Italia: entrambi erano napoletani dal nome francese. Il primo è noto tra l'altro per aver progettato la copertura della Galleria Umberto I di Napoli.

Il ripercorrere anche velocemente l'evolversi della costruzione metallica nel corso del XIX Secolo suscita una profonda emozione e fa concretamente comprendere l'importanza che, anche nel campo della tecnica, l'Ottocento ha rappresentato per l'umanità. Nel suo corso si andò coagulando, come si è già accennato, quella che sarebbe divenuta l'ingegneria moderna, e si andarono delineando in maniera precisa le regole necessarie per conferire ai manufatti i requisiti di sicurezza che possono derivare solo dalla razionale applicazione delle regole fondamentali della scienza del costruire. L'Ingegnere moderno deve essere conoscitore dei principi scientifici e dei metodi su cui si fonda la sicurezza delle costruzioni; ma contemporaneamente deve possedere quel senso pratico, quella capacità di vedere i problemi prima di risolverli, che ne caratterizza la personalità, rendendola diversa da quella degli altri uomini di cultura che operano nella società. Si realizza in un certo senso quanto Leonardo DA VINCI aveva detto con lungimiranza sin dalla fine del XV Secolo, quando affermava che il valore della scienza non ha senso se non produce risultati confermati dall'esperienza. Coloro che si innamorano viceversa della pratica senza scienza sono come i nocchieri che entrano in un naviglio senza timone e bussola e non hanno perciò certezza di dove vanno.

Le prime applicazioni del ferro nell'edilizia si ebbero, intorno al 1780, con la realizzazione delle colonne di ghisa poste a sostegno dei tetti delle filande inglesi. L'incremento dell'industria tessile e l'aumento dimensionale delle macchine filatrici rendeva necessari negli stabilimenti spazi coperti sempre più ampi; questo risultato si ottenne adoperando un materiale, la ghisa appunto, che aveva una ragguardevole resistenza a compressione e consentiva perciò di aumentare la luce delle campate rispetto a quella conseguibile in precedenza usando ritti di legno.

Alle colonne, che inizialmente avevano sezione quadrata, seguirono dapprima quelle a croce e poi quelle a sezione circolare cava, il cui impiego si protrasse per molti anni. Le travi di ghisa comparvero un po' più tardi ed ebbero sezione a *T* rovescia in accordo con la circostanza che, avendo il materiale una resistenza a trazione piuttosto modesta, era necessario aumentare l'area resistente inferiore, soggetta alle tensioni positive dovute alla flessione.

and makes us understand concretely the importance that the nineteenth century represented for humanity also in the field of technology. In its course, as already mentioned, what would become modern engineering was brought together, and the rules necessary to confer the security requirements to the artefacts, that can only be derived from the rational application of the basic rules of the science of building, were gradually and precisely outlined. A modern engineer must be an expert of the scientific principles and methods on which construction safety is founded; but at the same time it should have the common sense, the ability to see problems before solving them, which characterises the personality thereof, making it different from that of other men of culture that operate in society. In a sense what Leonardo DA VINCI had said with foresight since the end of the fifteenth century is realised, when he said that the value of science is meaningless if it does not produce results confirmed by experience. Those who fall in love conversely of practice without theory, are like helmsmen who enter a ship without a helm and compass and therefore have no assurance of where they go.

The first applications of iron in construction were around 1780, with the construction of cast-iron columns placed in support of the roofs of the English spinning mills. The textile industry increased and the increase in size of spinning machines required increasingly wider covered spaces in the establishments; this result was obtained using a material, cast iron, which had considerable resistance to compression and therefore allowed increasing the light of the spans compared to the one previously achievable using wooden uprights.

Columns, which were initially square, were followed first by cross-shaped ones and then by circular hollow section ones, the use of which lasted for many years. Cast-iron beams appeared a little later and had an upside-down T shape section in agreement with the fact that, having the material a rather modest tensile strength, it was necessary to increase the lower resistant area, subject to positive strains due to bending.

Around 1830 double T sections appeared with the lower wing larger than the upper one (fig. 3a); and an interesting variant followed later when, in 1847, P.W. BARLOW thought of introducing an iron area in the cast iron of the lower wing, thus creating an armed heterogeneous section, which exploited the principle on which reinforced concrete would be based fifty years later (fig. 3b) [11]. One of the most famous among the first industrial buildings was that of the Philip & Lee workshop built in 1801 in Manchester: 42 m long and 14 m wide it had seven stories in height and used cast iron coupled to the bricks.

Cast iron was used for the construction of the first metal bridges, which will be explained in a later chapter specifically dedicated to these important structures. It replaced columns and the stone architraves of almost all industrial buildings at the beginning of the nineteenth century; in them the beam-column connection was such that the two elements mutually transmitted only vertical actions as fully

Intorno al 1830 comparve la sezione a doppio T con l'ala inferiore di dimensioni maggiori di quella superiore (fig. 3a); e un'interessante variante si ebbe successivamente quando, nel 1847, P.W. BARLOW pensò di inserire un'area di ferro nella ghisa dell'ala inferiore, realizzando così una sezione eterogenea armata, che sfruttava il principio su cui cinquanta anni dopo si sarebbe basato il cemento armato (fig. 3b) [11]. Uno dei più celebri tra i primi edifici industriali fu quello dell'*officina Philip & Lee* costruita nel 1801 a Manchester: lungo 42 m e largo 14 m esso presentava sette piani in altezza ed impiegava la ghisa accoppiata ai mattoni.

La ghisa ebbe impiego nella realizzazione dei primi ponti metallici, dei quali si dirà in un successivo capitolo dedicato espressamente a queste importanti strutture. Si sostituì all'inizio dell'Ottocento alle colonne e agli architravi in pietra di quasi tutti gli edifici industriali; in essi il collegamento trave-colonna era tale che i due elementi si trasmettevano solo azioni verticali in quanto completamente immersi nella compagine muraria che fungeva da controventamento. Un criterio costruttivo di tal genere fu adottato per il *Padiglione reale di Brighton* in cui la ghisa ebbe anche funzioni decorative. Il *Crystal Palace* (fig. 4), costruito a Londra in occasione dell'Esposizione Universale del 1851, si può considerare il primo edificio metallico realizzato secondo lo schema delle strutture intelaiate, in cui i vari elementi portanti non sono indipendenti uno dall'altro ma sono collegati in modo da costituire un unico complesso resistente. Gli elementi verticali sono rappresentati da colonne di ghisa cave, di sezione a spessore variabile, proporzionate in base al carico da sopportare; le travi di collegamento sono dei tralicci alti un metro, collegati alle colonne mediante un particolare elemento di ghisa, coassiale ad esse e munito lateralmente di appendici atte ad immorsare le travi. Si realizzarono così dei veri e propri nodi-incastro irrigiditi da controventi ai quali era affidato il comportamento statico dell'intero imponente edificio, lungo oltre 600 m, la cui elevazione avvenne montando i vari elementi arrivati dalla fabbrica a piè d'opera. In queste realizzazioni è sempre la colonna di ghisa l'elemento più interessante: essa è molto snella rispetto agli elementi verticali portanti tradizionali, possiede certamente un grande significato simbolico e continua, in genere, ad essere caratterizzata da decorazioni di tipo tradizionale come i capitelli degli stili più vari, le basi e il fusto scanalato [9].

L'uso del ferro puddellato e successivamente dell'acciaio fece fare un decisivo passo avanti alle costruzioni metalliche non fosse altro che per la maggiore facilità con cui si potevano realizzare i collegamenti. Tra le grandi coperture che videro la luce negli anni 1850/70 si ricordano quelle delle stazioni di *Birmingham* e di *Paddington* a Londra; e poi ancora il *Palazzo dell'Industria* dell'Esposizione parigina del 1855 in cui venne ancor parzialmente utilizzata la ghisa e la *Sala fornì* della Società del Gas di Berlino del 1863 in cui fu impiegato, quale struttura portante, l'arco a tre cerniere. Fu comunque in occasione dell'Espo-

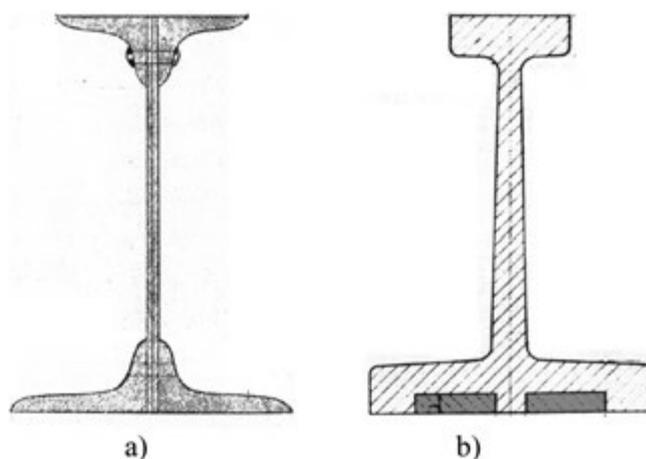


Fig. 3 - Sezioni di travi di ghisa: a) a doppio T; b) a doppio T armata (da [11], pag. 18).

Fig. 3 - Sections of cast iron beams: a) double-T; b) armed double-T (from [11], page 18).

immersed in the masonry structure which served as bracing. A construction criterion of this kind was adopted for the Royal Brighton Pavilion in which cast iron also had decorative functions. Crystal Palace (fig. 4), built in London for the Universal Exhibition of 1851, can be considered the first metal building designed according to the scheme of framed structures, in which the various bearing elements are not independent of each other but are connected to form a single resistant complex.

The vertical elements are represented by hollow cast iron columns, of variable thickness section, proportionate according to the load to bear; the connecting beams are one metre high pylons, connected to the columns by means of a special cast iron element, coaxial thereto and provided laterally with tailpieces designed to clamp the beams. Real-interlocking connections stiffened by braces were made which was entrusted with the static behaviour of the whole impressive building, over 600 metres long, whose elevation was performed by mounting the various elements arrived from the factory to the construction site. The cast iron column is always the most interesting element in these realisations: it is very slim compared to traditional vertical bearing elements, it certainly has a great symbolic meaning and in general, it continues to be characterised by traditional decorations such as capitals of various styles, bases and fluted shaft [9].

The use of puddled iron and subsequently steel allowed metal constructions to take a decisive step forward if only for the ease with which connections could be made. Among the large roofing that emerged in the years 1850/70 the stations of Birmingham and Paddington in London can be recalled; and then again the Industry Palace of the 1855 Paris Exhibition in which iron was still partially used and Furnace room of the Berlin Gas Company of 1863 where a three-hinged arch was employed as supporting structure. However, on the occasion of the 1889 Universal Exhibition,

sizione universale del 1889, celebrativa del centenario della presa della Bastiglia, che furono realizzati nella Capitale francese edifici famosi come la *Galerie des Machines* (fig. 5) e la *Tour Eiffel*, da ritenere tra le più impegnative opere in ferro mai edificate in precedenza, di grande rilievo sia sul piano strutturale che architettonico. La prima (poi demolita) consisteva in un ambiente di dimensioni 115 per 420 m, sostenuto da archi a tre cerniere; la seconda, opera notissima, è divenuta addirittura uno dei simboli di Parigi. Per la sua realizzazione furono impiegati 4800 t di ferro; la base quadrata ha 115 m di lato, l'altezza è di 300 m. È costituita da quattro piloni di angolo a sezione quadrata a profilo diritto secondo gli spigoli di un tronco di piramide fino al primo piano e a profilo curvo per il resto. Ciascun pilone è ancorato a una fondazione fatta con un blocco di muratura di pietra alto 6 m, sovrastante a un blocco di calcestruzzo di 4 m di altezza e 81 m² di superficie. Tre piani si trovano rispettivamente a 57,63 m, 115,63 m e 276,13 m dal suolo. In alto l'opera è completata da un faro sostenuto da archi ellittici [9].

Un po' più in ritardo si andarono affermando gli edifici in acciaio a scheletro indipendente a destinazione abitativa o a quest'ultima assimilabile. Il nuovo sistema costruttivo si era diffuso, fino al 1870 circa, nell'ambito delle costruzioni industriali oltre che dei ponti, delle grandi coperture e degli edifici da esposizione. Mancavano all'appello gli edifici tradizionali che continuavano ad essere realizzati per lo più in muratura. Questa circostanza può essere spiegata osservando che l'edilizia abitativa è sempre stata conservatrice e poco incline alle radicali innovazioni. Le costruzioni metalliche erano divenute il campo di attività degli ingegneri data la prevalenza che nella loro ideazione avevano gli aspetti tecnici e data la notevole complessità dei problemi statici che esse mettevano in evidenza. L'edilizia abitativa continuava invece ad essere appannaggio degli architetti, i quali, poco propensi a adeguare la propria preparazione a quella fisico-matematica richiesta dall'arditezza delle nuove opere, continuavano a fare riferimento al sistema costruttivo tradizionale. Il primo edificio rilevante totalmente in carpenteria in acciaio fu la *Ciocolateria Menier* a Noisel-sur-Marne presso Parigi del 1872. Successivamente edifici di grande rilievo si andarono diffondendo in Europa e negli Stati Uniti. Ci si limita a ricordare tra gli altri il *Monadnock Building* di sedici piani, con pareti portanti trasversali in opera muraria nelle quali erano inseriti telai metallici (fig. 6) e il *Reliance Building* (fig. 7), previsto dapprima di soli cinque piani e successivamente sopraelevato di altri dieci. Entrambi furono edificati a Chicago nell'ultimo decennio del XIX Secolo.

Ai fini di tracciare un quadro completo della diffusione del ferro nelle costruzioni nel corso della seconda metà dell'Ottocento, non può farsi a meno di ricordare, come già accennato in precedenza, che esso, non diversamente da quanto sarebbe successo nel Novecento per il cemento armato, fu ampiamente usato per realizzare alcuni elementi strutturali nell'ambito degli organismi mu-



Fig. 4 - Il Crystal Palace, Londra, 1851 (da [9], pag. 45).
Fig. 4 - *Crystal Palace, London, 1851 (from [9], page 45).*

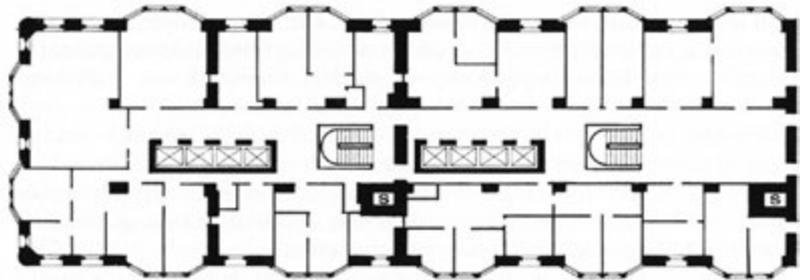
celebrating the centenary of the storming of the Bastille, famous buildings were built in the French capital like the Galerie des Machines (fig. 5) and the Tour Eiffel, to be considered among the most challenging iron works ever built before, very important both structurally and architecturally.

The first (later demolished) consisted of a 115 to 420 m in size environment, supported by three-hinged arches; the second, well-known work, has become even one of the symbols of Paris. 4800 t of iron were used for its construction; the side of the square base is 115 m, and it is 300 m high. It consists of four angle pylons with a square section straight profile according to the edges of a pyramid trunk up to the first floor and with a curved profile from thereon. Each pylon is anchored to a foundation made with a 6 m high block of masonry stone, overlying a concrete block of 4 m in height and 81 square metre surface. Three floors are at 57.63 m, 115.63 m and 276.13 m respectively, above the ground. At the top, a light supported by elliptical arches completes the work [9].



Fig. 5 - La Galerie des Machines, Parigi, 1889 (da [9], pag. 50).

Fig. 5 - *The Galerie des Machines, Paris, 1889 (from [9], page 50).*



(Fonte - Source: G. PIZZETTI - A.M. ZORGNO TRISCIUOGGIO, "Principi statici e forme strutturali", UTET, Torino, 1880, pag. 687).

Fig. 6 - Il Monadnock Building, Chicago, 1891.
 Fig. 6 - The Monadnock Building, Chicago, 1891.



(Fonte - Source: F. HART, "Le strutture in acciaio e l'architettura", in "Architettura acciaio. Edifici civili", di F. HART, W. HENN, H. SONTAG, Edizione Italsider in lingua italiana, 1979, pag. 12).

Fig. 7 - Il Reliance Building, Chicago, 1894.
 Fig. 7 - The Reliance Building, Chicago, 1894.

A little later independent-frame steel buildings for housing or assimilated to the latter affirmed themselves. Up to about 1870, the new construction system had spread, within industrial buildings as well as bridges, large roofs and exhibition buildings. Traditional buildings that continued to be built for the most part in masonry were missing. This may be explained by noting that residential construction has always been conservative and not inclined to radical innovations. Metal buildings had become the field of engineering activities given the prevalence that the technical aspects had in their conception and, given the considerable complexity of the structural problems that they highlighted. Residential housing instead continued to be the prerogative of architects, who continued to refer to the traditional construction system, unwilling to adapt their preparation to the physical-mathematical one required by the hardihood of the new works. The first significant building totally in steel was the Chocolate Menier in Noisel-sur-Marne near Paris in 1872. Later major buildings spread in Europe and the United States. We will simply point out, among others, the sixteen-storey Monadnock Building, with transverse load-bearing masonry walls in which metal frames were inserted (fig. 6) and the Reliance Building (fig. 7), provided first with only five floors and subsequently raised to another ten floors. Both were built in Chicago in the last decade of the nineteenth century.

In order to draw a complete picture of the spread of iron in construction during the second half of the nineteenth century, we cannot but remember, as already mentioned earlier, that, not unlike what would have happened in the twentieth century for reinforced concrete, it was widely used to build some structural elements in the context of traditional masonry bodies. First of all reference is made to

rari tradizionali. Ci si riferisce innanzi tutto agli orizzontamenti per i quali si andarono diffondendo i *solai* costituiti da voltine in laterizio sostenute da travi in ferro, con impiego dapprima di mattoni pieni, poi, sempre più frequentemente, di forati. Questa tipologia strutturale fu usata con successo in sostituzione delle volte in muratura e dei solai in legno che si erano impiegati nei secoli precedenti. Nei confronti delle prime presentavano il vantaggio di richiedere un'altezza minore e di utilizzare perciò meglio la dimensione verticale disponibile del fabbricato; ed inoltre di non esercitare azioni spingenti sulle murature d'ambito. Nei confronti dei secondi essi consentivano, a parità di spessore, il superamento di luci più rilevanti e, se ben realizzati, di essere meno sensibili a fenomeni di deterioramento. Le travi erano rappresentate da poutrelles con sezione a doppio T, ma talvolta si usavano anche rotaie ferroviarie di scarto. Successivamente si passò dalle voltine alle volterrane, costituite da elementi di laterizio che funzionavano come conci di una struttura spingente poggiante sugli elementi portanti in acciaio, in modo da realizzare un intradosso piano, esteticamente più soddisfacente (fig. 8).

Anche le *scale* in ferro a servizio di edifici in muratura portante ebbero una notevole diffusione in quello stesso periodo, trattandosi spesso di strutture in cui gli scalini, in pietra da taglio, erano incastrati ad un'estremità nella muratura d'ambito mentre dall'altra poggiavano su una trave metallica. Essi avevano sezione a forma di triangolo rettangolo la cui ipotenusa aveva la stessa inclinazione della trave porta rampa; questa era costituita in genere da vari pezzi collegati, laddove le rampe si incontravano, mediante coprighiunti chiodati. Ma esistevano anche schemi più complessi in cui scalini e pianerottoli erano portati da volte impostate su travi in ferro a doppio T; ed altri in cui si utilizzavano colonne verticali di ghisa il cui impiego richiedeva l'ideazione di sofisticati sistemi di collegamento (fig. 9).

Grande diffusione ebbero in quegli anni le coperture di edifici, anche di piccole dimensioni, realizzate con impiego di *capriate* o *incavallature* in ferro, derivate dalle strutture in legno aventi il medesimo schema statico, già usate ben prima che si diffondesse la costruzione metallica. Di origine incerta, le capriate lignee avevano avuto una notevole diffusione quali coperture delle chiese paleocristiane. Frequenti durante il Medioevo, furono impiegate anche durante il Rinascimento e disegnate in maniera razionale da Andrea PALLADIO nel corso del Cinquecento. Nel XIX Secolo si diffusero incavallature in ferro a una falda nel caso di piccole costruzioni, a due falde per coperture di maggior rilievo, o, ancora, a centina curva, tal-

the horizontal elements for which floors constituted by vaults in brick supported by iron girders started spreading, first using solid bricks, then, more and more frequently, perforated ones. This type of structure was used successfully in place of masonry vaults and wooden floors that were used in previous centuries. In respect of the first, they had the advantage of requiring a lower height and therefore making better use of the available vertical size of the building; and also of not exercising pushing action on the walls. Towards the latter they allowed, for the same thickness, the overcoming of the most important spans and, if well implemented, being less sensitive to deterioration phenomena. The beams were represented by double T-section joists but scrap railway rails were sometimes also used. Subsequently vaults were replaced by filler blocks, consisting of brick elements which functioned as ashlar of a pushing structure resting on the supporting steel elements, so as to create a more aesthetically satisfactory flat intrados (fig. 8).

Iron stairs also serving load-bearing masonry buildings had a remarkable expansion in the same period, being these often structures where the steps, in stone cutting, were wedged at one end of the masonry while they rested on a masonry metal beam on the other. They had a right-angled triangle section whose hypotenuse had the same inclination of the ramp-bearing beam; this generally consisted of several pieces connected, where the ramps met, by means of studded joint covers. But there were also more complex schemes in which steps and landings were borne by vaults set on double T iron beams; and others in which vertical cast iron columns were employed the use of which required the creation of sophisticated connection systems (fig. 9).

In those years the roofs of buildings, also of small dimensions were widespread, implemented using trusses or

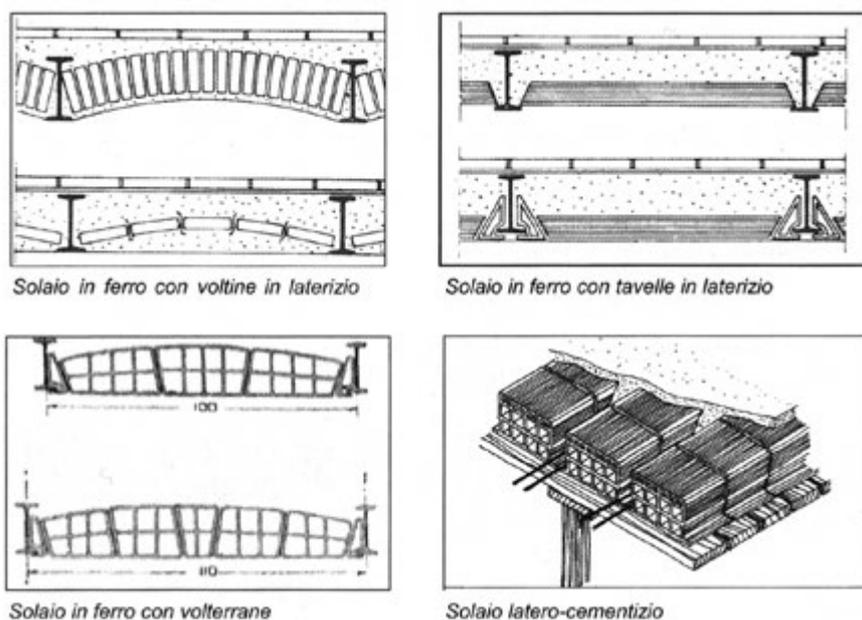


Fig. 8 - Sezioni di solai in ferro (da [21], pag.109).
Fig. 8 - Sections of iron slabs (from [21], page 109).

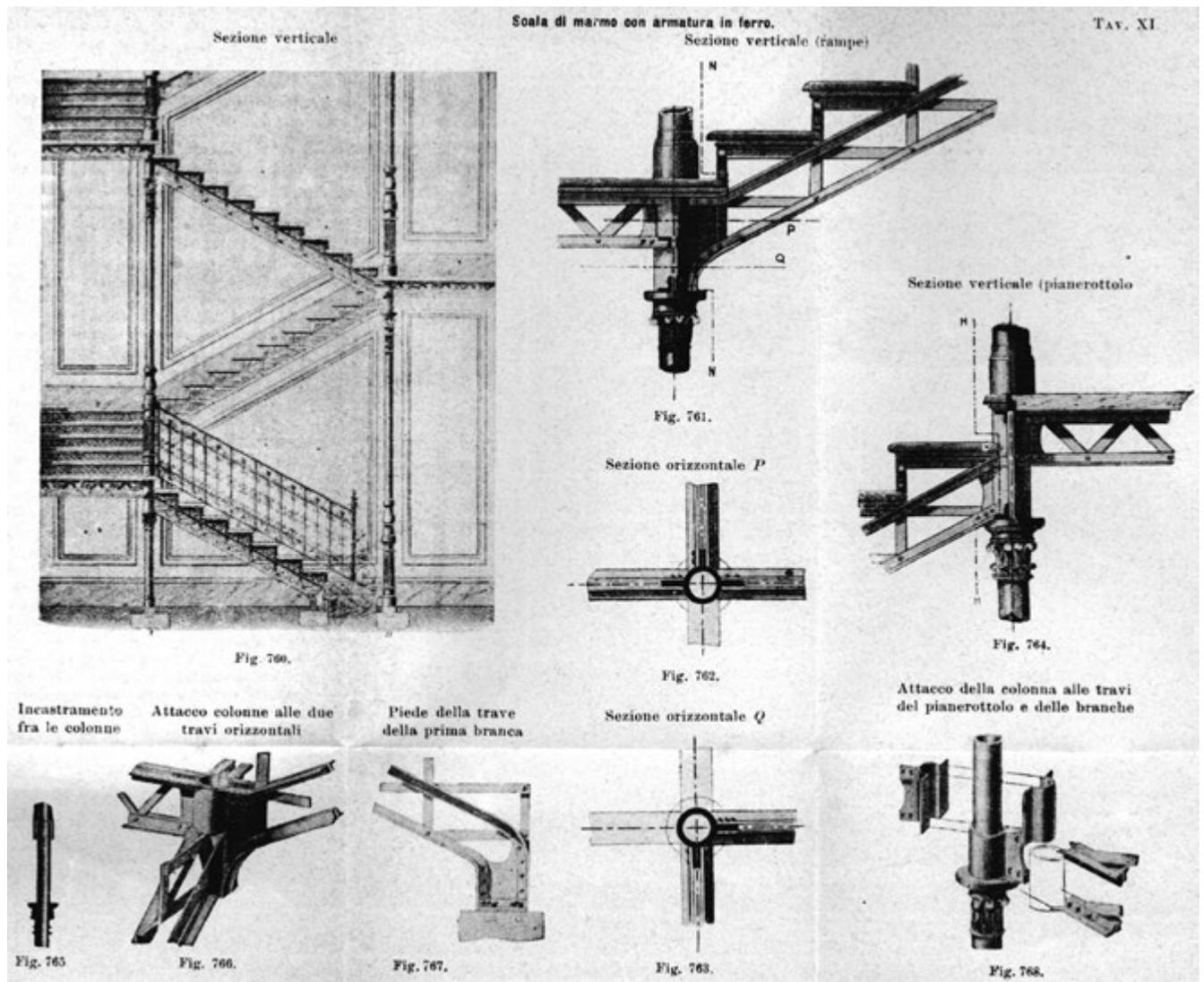


Fig. 9 - Scala metallica con colonne di ghisa (da [3], tav. XI).
 Fig. 9 - Metal ladder with cast iron columns (from [3], table XI).

volta con impiego misto di ferro e legno. Queste tipologie strutturali, che hanno d'altronde continuato ad essere usate fino ai nostri giorni, venivano accuratamente studiate riponendo particolare cura alla scelta dei profilati da impiegare per i vari tipi di aste e, soprattutto, alle modalità con cui realizzare i collegamenti ai quali si richiedeva che le rette di azione degli sforzi trasmessi dalle aste convergenti nei nodi passassero per un punto, in modo da assicurare che le membrature fossero tese (tiranti) o compresse (puntoni) e risultassero nulle le sollecitazioni flettenti.

5. I ponti

Si è già accennato, parlando della Rivoluzione industriale, all'importanza che, nei paesi più avanzati, in Europa e in America, ebbero le ferrovie, la cui rete si estese,

iron triangulated beams, derived from wood structures having the same static scheme, already in use well before metal construction spread. Of uncertain origin, the wooden trusses had had a remarkable expansion as roofing of the early Christian churches. Frequent during the Middle Ages, they were also used during the Renaissance and rationally designed by Andrea Palladio during the sixteenth century. In the nineteenth century iron triangulated pitched roof beams spread in the case of small buildings, with two pitches for more important roofs, or even with a curved rib, sometimes with mixed use of iron and wood. These structural types, which have indeed continued to be used until the present day, were carefully studied placing particular attention to the choice of the profiles to be used for different types of beams and, above all, to the way connections were to be made for which it was required that the lines of action of the forces transmitted by the rods converging in the

nella seconda metà del XIX Secolo, in maniera capillare. Il rivoluzionario sistema di trasporto, consentendo una velocità di spostamento agli uomini e alle merci fino ad allora assolutamente inimmaginabile, ebbe un'influenza fondamentale sullo sviluppo della società e dell'economia e fu celebrato da scrittori e poeti. L'industria siderurgica dovette far fronte alla richiesta del ferro e dell'acciaio necessari per realizzare migliaia di chilometri di rotaie, cui si aggiunse l'ingente richiesta di traversine in legno che provocò estesi disboscamenti. I limiti di pendenza e di curvatura imposti nel tracciamento delle linee, aggiunti alla necessità di superare vallate, fiumi, torrenti, di attraversare in galleria zone montuose, spesso caratterizzate dalla presenza di terreni difficili, e di servire, senza eccessivi aumenti di percorso, i principali centri abitati, richiesero l'edificazione di molteplici opere d'arte e produssero un'evoluzione molto rapida delle tecniche costruttive, contribuendo in maniera decisiva allo sviluppo dell'Ingegneria strutturale.

Un ruolo fondamentale ebbero in questo scenario i ponti e i viadotti [2]: un gran numero di essi furono costruiti in muratura, realizzando talvolta, per superare valli profonde, scenografici sistemi di archi sovrapposti. Ma la vera novità fu rappresentata dalla comparsa dei ponti metallici, propiziati dai progressi della siderurgia che, con l'avvento del ferro e ancor più dell'acciaio, produsse lamiera e una gamma di profilati molto estesa, che era possibile collegare utilizzando chiodatrici automatiche e macchine per il taglio e la foratura [12].

I primi ponti, ancora non ferroviari, furono, a partire dal 1776/79, in ghisa e di luci relativamente modeste. Ma opere più rilevanti furono realizzate in conci prodotti in stabilimento e montate in sito anche in zone lontane dalle fonderie: la prima opera di questo tipo fu il ponte di *Sunderland* in Inghilterra sul fiume Wear, avente 72 m di luce, degli anni 1793/96, composto da sei archi tra loro affiancati. L'uso della ghisa, che si protrasse anche nel secolo successivo, spesso in associazione con il ferro, si andò progressivamente riducendo, anche per effetto del verificarsi di alcuni disastri, fino a praticamente scomparire intorno agli anni Quaranta.

Tra i numerosi manufatti della metà del XIX Secolo, notevole e famoso fu il ponte *Britannia* realizzato nel 1850 da STEPHENSON ed altri nel Galles con l'impiego di laminati e profilati in ferro puddellato. Di quattro luci, di cui le due laterali di 71,80 m e le due centrali di 141,73 m, esso consistette in una grande trave continua tubolare, al cui interno passava la linea, su cinque appoggi, realizzati mediante torri in muratura (fig. 10).

L'impiego dei ponti a parete piena fu interrotto, nella seconda metà del Secolo, dall'avvento dei ponti reticolari che erano molto più leggeri e si prestavano meglio alla lavorazione dei materiali in officina e al loro trasporto a piè d'opera. La loro origine si legava a schemi strutturali ben noti da tempo: essi furono impiegati nei primi attraversamenti ferroviari negli Stati Uniti, usando il legno, talvolta in associazione con il ferro. Erano perfetti sotto il



(Fonte – Source: Wikipedia).

Fig. 10 - Il Ponte Britannia nel Galles, 1850.
Fig. 10 - The Britannia Bridge in Wales, in 1850.

connections would pass through a point, so as to ensure that the frameworks were strained (tie-rods) or compressed (struts) and the bending stresses found to be zero.

5. Bridges

Speaking of the Industrial Revolution, we have already discussed about the importance that railways had, in the most advanced countries in Europe and America, whose network extended in an extensive manner in the second half of the nineteenth century. The revolutionary transportation system, allowing a speed of movement of men and goods hitherto unimaginable, had a fundamental influence on the development of society and economy, and was celebrated by writers and poets. The steel industry had to cope with the demand for iron and steel needed to build thousands of kilometres of track, to which the huge demand for wooden railroad ties was added, which caused extensive deforestation. The slope and curvature limits imposed in tracing the lines, added to the need to overcome valleys, rivers, streams, to cross mountainous areas with tunnels, often characterised by the presence of difficult terrain, and to serve major population centres, without excessive path increases, required the construction of several works of art and produced a very rapid evolution of construction techniques, decisively contributing to the development of structural Engineering.

Bridges and viaducts played a key role in this scenario [2]: a large number of them were built in masonry, sometimes creating scenographic overlapping arch systems to overcome deep valleys. But the real novelty was represented by the appearance of metal bridges, propitiated by the steel industry progress that, with the advent of iron and even more of steel, produced sheet metal and a very extensive range of profiles, that could be connected using automatic nailers and cutting and drilling machines [12].

Starting from 1776/79, the first bridges, still not rail, were of cast iron and with relatively small spans. But the most important works were implemented with ashlar produced in the plant and assembled on site even in areas far

profilo statico ed estetico, ma, adoperati per realizzare strutture da ponte, presentavano l'inconveniente di conferire a queste ultime un'elevata deformabilità dovuta al basso modulo elastico del legno e al tipo di giunzioni allora realizzabili. Si tentò quindi di aumentarne la rigidità incrementando fortemente il numero delle aste del reticolo, ottenendo un fitto graticcio diagonale incrociato (trave *Town* brevettata nel 1820) ad elevato grado di iperstaticità, il cui comportamento statico all'epoca non era stato peraltro ancora ben chiarito. Quando questi schemi vennero estesi alle travi reticolari in ferro si seguì inizialmente il medesimo criterio nelle travi a graticcio (fig. 11) che si diffusero un po' dovunque in Europa. Solo successivamente ci orientò verso schemi reticolari più semplici, isostatici o a bassa iperstaticità, di più agevole calcolo, più gradevoli sotto il profilo estetico [14].

Un'evoluzione ulteriore della costruzione dei ponti metallici si ebbe con l'impiego delle pile reticolari (fig. 12) che furono adottate per attraversamenti di gole montane e di grandi incisioni del terreno; spesso la loro altezza veniva ridotta usando delle robuste basi in muratura. Il loro impiego portò ad opere di grande arditezza e spettacolarità, specialmente notevoli quando furono impiegate in accoppiamento, per il superamento di grandi luci, a strutture ad arco reticolare. È appena il caso di ricordare le realizzazioni di G. EIFFEL cui sono dovuti il ponte sul Dourò del 1887 e, soprattutto il grande viadotto ad arco di Garabit sul fiume Truyère, realizzato in Francia tra il 1880 e il 1884.

Una tipologia, usata lungo tutto l'Ottocento e oltre, fu quella dei ponti sospesi, largamente utilizzati per superare forti luci e destinati ad attraversamenti stradali e ferroviari. Già comparsi all'inizio del XIX Secolo, essi si andarono gradualmente perfezionando e divennero numerosi intorno agli anni Quaranta e Cinquanta, sia in Europa che in America. L'impalcato di questi ponti, essendo so-



Fig. 11 - Il Ponte ferroviario a graticcio sul fiume Tronto in Italia, 1873 (da [22], pag. 101).

Fig. 11 - The lattice railway bridge on the river Tronto in Italy, 1873 (from [22], page 101).

from the foundries: the first work of this kind in the years 1793/96, was the Sunderland bridge in England over the River Wear, with a 72 m span, composed of six side by side arches. The use of cast iron, which lasted well into the next century, often in combination with iron, progressively reduced, partly due to the occurrence of some disasters, up to virtually disappearing around the forties.

Among the many artefacts of the mid-nineteenth century, the Britannia bridge built in 1850 by STEPHENSON was notable and famous and others in Wales with the use of metal sheets and puddled iron profiles. Of four spans, of which the two side ones measuring 71.80 m and the two central ones measuring 141.73 m, it consisted of a large continuous tubular beam, inside which the line passed, on five bearings, built by means of masonry towers (fig. 10).

The use of solid-walled bridges was interrupted in the second half of the century, with the advent of truss bridges that were much lighter and lent themselves better to the processing of materials in the workshop and their transport to the construction site. Their origin is tied to structural schemes well-known for some time: they were used in the first rail crossings in the United States, using wood, sometimes in combination with iron. They were perfect under the static and aesthetic profile, but, used to build bridge structures, they had the disadvantage of conferring high deformability to the latter due to the low elastic modulus of the wood and the type of joints achievable at the time. An attempt was then made to increase its rigidity by greatly increasing the number of the lattice rods, obtaining a dense diagonal cross latticework (Town beam patented in 1820) with a high degree of hyperstability, whose static behaviour at the time had not, however, yet been well clarified. When these schemes were extended to iron trusses the same criterion was initially followed in the beam latticework (fig. 11) that spread a little everywhere in Europe. Only later one moved towards simpler latticework patterns, isostatic or with low hyperstability, easier to calculate and more agreeable from the aesthetic point of view [14].

A further development of the construction of metal bridges occurred with the use of lattice piers (fig. 12) that were adopted for crossings of gorges and large ground incisions; often their height was reduced using two thick masonry bases. Their use led to spectacular and great hardihood works, especially remarkable when they were used in combination with truss arch structures, for the overcoming of great spans. It is hardly necessary to recall the achievements of G. EIFFEL to whom we owe the Dourò bridge of 1887 and especially the large arched Garabit viaduct on the river Truyère, built in France between 1880 and 1884.

A type, used throughout the nineteenth century and beyond, was that of suspension bridges, widely used to overcome strong spans and intended for road and rail crossings. Appeared already in the early nineteenth century, they were gradually perfected and became numerous both in Europe and in America around the forties and fifties. The deck of these bridges, suspended with special bearing cables, transmitted traction and not pushing actions to the ground

speso ad appositi cavi portanti, trasmetteva al suolo azioni di trazione e non di spinta come nei ponti tradizionali, superando grandi luci con un'unica o più campate. Si diffusero molto negli Stati Uniti e poi in Inghilterra ed impiegati anche per spettacolari attraversamenti ferroviari. Il ponte sospeso sul *Niagara* ad esempio, che collegava le ferrovie degli Stati Uniti e del Canada, fu costruito negli anni 1851/55. Esso aveva una luce di ben 250 m. e seguì a ben due tentativi falliti relativi agli anni 1830 e 1840; rimase in esercizio per oltre 20 anni prima di essere sostituito. Nei primi tempi, quando non si disponeva di funi di acciaio sufficientemente lunghe ed affidabili, si procedette spesso ad appendere l'impalcato a coppie di catene: così avvenne per il celebre ponte di *Budapest sul Danubio* (fig. 13), costruito tra il 1839 e il 1849, dove le strutture portanti furono appunto realizzate mediante catene i cui anelli erano costituiti da coppie di piastre parallele di ferro unite tra loro all'estremità da un grosso perno. Lungo complessivamente 380 m., fu realizzato con una campata centrale di 202 m e due laterali. Rimase in esercizio fino alla seconda guerra mondiale, dopo la quale, essendo stato fatto saltare dai tedeschi, fu ricostruito identicamente nel 1949, a cento anni esatti dalla sua prima edificazione.

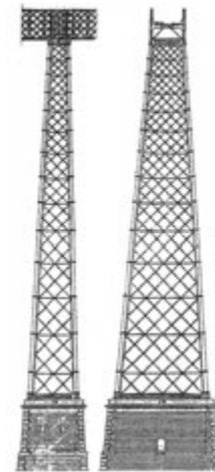


Fig. 12 - Pila reticolare (da [20], pag. 13).
 Fig. 12 - Lattice pier (from [20], page 13).

as in traditional bridges, overcoming great lights with one or more spans. They were widespread in the United States and later in England, and were also used for spectacular railway crossings. The bridge suspended over the Niagara



Fig. 1379.



Fig. 1382.

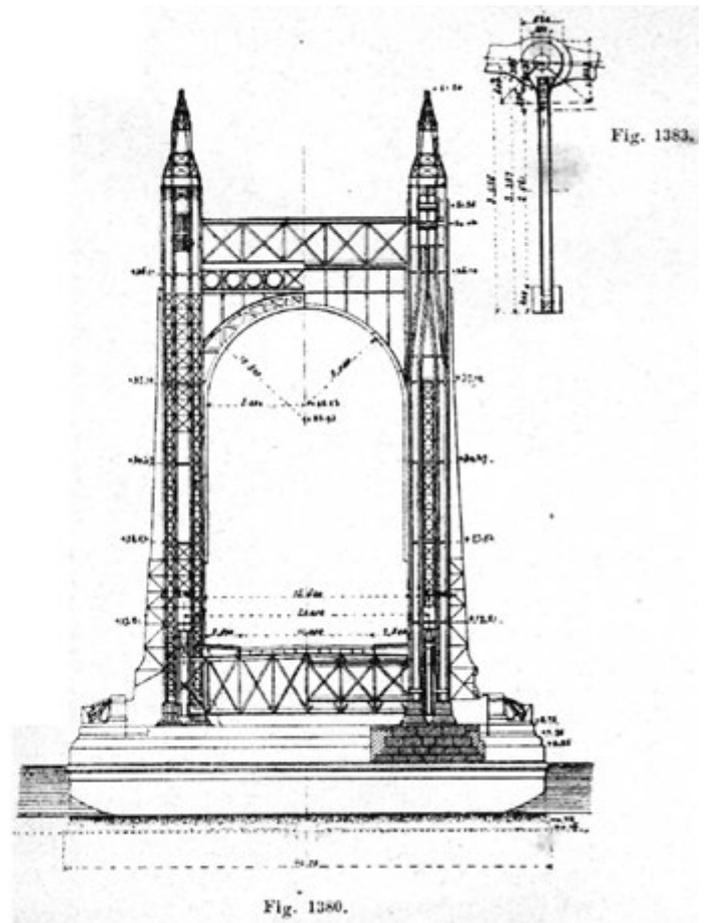


Fig. 1380.

Fig. 13 - Il Ponte sospeso sul Danubio a Budapest, 1839/49 (da [3], tav. XXXV).
 Fig. 13 - The Bridge suspended over the Danube in Budapest, 1839/49 (from [3], table XXXV).

Ponti per così dire *speciali* erano infine piuttosto consueti in quel periodo: si andava dai *ponti girevoli* ai *ponti scorrevoli*, dai *ponti levatoi* ai *ponti sollevabili*, da quelli *ad altalena* a quelli *trasbordatori* o *a navicella*: diffusi in molte regioni d'Europa, essi avevano la funzione di consentire l'attraversamento di canali o di fiumi senza impedire la navigazione. Tutte queste tipologie vengono trattate diffusamente nei manuali dell'epoca con indicazioni delle caratteristiche costruttive dei manufatti, dei metodi di calcolo consigliati, dei meccanismi necessari a produrre il movimento e quindi l'apertura o la chiusura a seconda delle necessità. Un discorso a parte, certamente non secondario, meritano i *ponti galleggianti* a barche di legno o metalliche, dotati di una o più parti mobili per consentire il transito dei battelli. Una particolare categoria dei ponti galleggianti è rappresentata dai *ponti militari*, variamente classificati a seconda della loro importanza, perfezionatisi in misura rilevante sin dai primi decenni dell'Ottocento.

6. I ponti in Italia

Anche l'Italia conobbe, nel corso dell'Ottocento, uno sviluppo notevole delle costruzioni metalliche che, ancor più che altrove, furono legate allo sviluppo delle ferrovie. All'atto dell'Unità esistevano infatti diverse reti ferroviarie interessanti i singoli stati della Penisola ma mancavano completamente i reciproci collegamenti. Il governo unitario si trovò perciò nella necessità di adeguare il Paese agli altri più progrediti realizzando un vasto programma di costruzione che ebbe, quale principale funzione, quella di unificare il territorio. Esso richiese uno sforzo assolutamente notevole, anche per la rapidità con cui fu realizzato e nonostante le grandi difficoltà economiche che inevitabilmente esso presentò. Le prime due tratte erano state la *Napoli-Portici* del 1839 e la *Milano-Monza* del 1840; ma il grosso delle rete fu costruito dopo l'unità. La linea *Ancona-Brindisi-Lecce* fu ad esempio completata in soli tre anni e terminata prima del dicembre 1865. Nel 1861 vi erano in Italia 2273 km di ferrovie, nel 1871 essi erano divenuti 6710, passati a 9506 nel 1881 a 13964 nel 1891, a 16451 nel 1901. L'opera fu tanto più meritoria in quanto, per portarla a termine, si rese necessario affrontare problemi tecnicamente assai rilevanti data la morfologia del nostro territorio e la presenza in molte zone accidentate, specie quelle appenniniche, di terreni assai difficili dal punto di vista ingegneristico [15].

Molti ponti e viadotti vennero costruiti usando la muratura ordinaria, ma altrettanto numerosi furono quelli metallici. Solo pochi di essi sono ancora in esercizio; gli altri sono stati nel corso degli anni demoliti e sostituiti o, in qualche caso, rinforzati e adeguati alle crescenti esigenze del trasporto ferroviario. Per fortuna non mancano documentazioni progettuali e fotografiche ad essi relative che consentono di ripercorrere la storia e l'evoluzione di queste tipologie. Una di queste, del massimo interesse, è per esempio contenuta nel volume [22] dedicato al cele-

for example, connecting the railways of the United States and Canada, was built in the years 1851/55. It had a span of 250 m and followed two failed attempts relating to the years 1830 and 1840; it remained in operation for over 20 years before being replaced. In the early days, when sufficiently long and reliable steel cables were available, the deck was often hung in pairs of chains: this is what happened for the famous bridge of Budapest on the Danube (fig. 13), built between 1839 and 1849, where the supporting structures were precisely achieved by means of chains whose rings consisted of pairs of iron parallel plates joined together at the end by a big pin. A total of 380 m long, it was built with a central span of 202 m and two lateral ones. It remained in operation until the Second World War, after which, having been blown up by the Germans, it was rebuilt identically in 1949, exactly one hundred years since it was first built.

So to speak special bridges were ultimately quite usual at that time: one ranged from swing bridges to sliding bridges, from drawbridges to lifting bridges, from swing ones to reloader ones or basket lifts: widespread in many European regions, they had the function of allowing the crossing of canals or rivers without impeding navigation. All these types are dealt with at length in the era manuals with indications of the constructive characteristics of the manufactured articles, the recommended methods of calculation, the mechanisms necessary to produce the movement and therefore the opening or closing depending on the need. Floating bridges in wooden boats or metal, equipped with one or more movable parts to allow the transit of vessels deserve another certainly not secondary exception. A particular category of floating bridges is represented by military bridges, variously classified according to their importance, that were significantly improved since the early decades of the nineteenth century.

6. Bridges in Italy

Italy also experienced a remarkable development of metal structures during the nineteenth century, which, even more than elsewhere, were linked to the development of railways. At the time of the Union there were in fact several railway networks involving the individual states of the Peninsula but the reciprocal links lacked completely. The unity government, therefore found it necessary to adapt the country to the other more advanced ones creating a vast building programme that had, as its main function, that of unifying the territory. It took an absolutely remarkable effort, also for the speed with which it was implemented and despite the great economic difficulties that it inevitably introduced. The first two sections were the Naples-Portici in 1839 and Milan-Monza in 1840; but most of the network was built after the union. The Ancona-Brindisi-Lecce line for example was completed in just three years and finished before December 1865. In 1861 there were 2273 km of railways in Italy, in 1871 they had become 6710, then 9506 in 1881 to 13964 in 1891, to 16451 in 1901. The work was all

bre fotografo Achille MAURI, pugliese di nascita, napoletano di adozione, in cui sono raccolte le foto, in gran parte conservate nel repertorio dei Fratelli ALINARI, di numerosi ponti e viadotti ripresi nel corso della loro costruzione: esse costituiscono una preziosa testimonianza per gli storici dell'Ingegneria strutturale.

Le prime costruzioni ferroviarie italiane furono affidate a imprese estere e presentarono caratteristiche analoghe a quelle adottate presso gli altri paesi europei. All'inizio i ponti metallici erano in ghisa; questo materiale fu poi sostituito parzialmente dal ferro puddellato per la realizzazione degli elementi soggetti a trazione. Successivamente, in concomitanza con lo sviluppo dell'industria italiana e l'affrancamento dall'estero, quest'ultimo divenne il materiale più usato in Italia per realizzare travate da ponte dapprima a parete piena e poi reticolari.

Tra gli altri merita di essere ricordato il ponte di *Camaioni* sull'Arno a via inferiore, costruito nel 1848 per le Ferrovie Leopoldine in Toscana, su progetto di R. STEPHENSON, realizzato con due travate paraboliche di ghisa ciascuna composta di 7 conci, per una lunghezza totale di 30 m circa, cui era sospeso l'impalcato. La particolarità più rilevante di quest'opera risiedeva nel fatto che le due travi portanti recavano inferiormente delle barre di ferro ancorate alle testate, composte ciascuna di quattro elementi collegati mediante giunti a cuneo. Esse servivano, mediante una forzatura dei cunei, a determinare una sorta di presollecitazione nelle travi di ghisa in modo da compensare la scarsa resistenza a trazione di quel materiale, spingendo molto in avanti sul piano tecnico il discorso, cui si è accennato in precedenza, di far collaborare ferro e ghisa ai fini di migliorare le prestazioni delle strutture. Precorrendo così in un certo senso quanto nel corso del XX Secolo sarebbe stato fatto con il cemento armato precompresso [15], [16].

Per quanto riguarda i ponti in ferro puddellato, è interessante sul piano storico, osservare che essi, numerosi nel corso dell'Ottocento lungo le linee ferroviarie della Penisola, rimasero a lungo in esercizio e dettero certamente risultati soddisfacenti. Durante il Novecento furono in gran parte sostituiti da nuove strutture, specialmente dopo la seconda guerra mondiale, a seguito di grave danneggiamento o addirittura di distruzione. In tali occasioni furono spesso svolte indagini circa le proprietà meccaniche del materiale a suo tempo adoperato. Il Prof. R. ZOJA, del Politecnico di Milano indagò ad esempio sulle travate di alcuni ponti della linea *Ivrea-Aosta*, che, realizzati prima del 1896, furono ricostruiti negli anni Sessanta del Novecento. L'ampia relazione contenuta in [8], fa rilevare come il ferro agglomerato sottoposto a prove risultasse piuttosto scadente, specie per quanto attiene alla resilienza. Avendo rilevato per contro che, durante gli oltre 70 anni di vita dei manufatti, questi non avevano mai presentato dissesti e non avevano mai dato luogo a preoccupazioni, il Prof. ZOJA si esprimeva dicendo che questa circostanza "costituisce un'evidente dimostrazione della difficoltà di esprimere un giudizio sui materiali del-

the more meritorious because, to complete it, it became necessary to deal with costly and important problems given the morphology of our territory and the presence of very difficult land from an engineering point [15] of view in many rough areas, especially those in the Apennines.

Many bridges and viaducts were built using ordinary masonry, but metal ones were just as many. Only a few of them are still in operation; others have been demolished and replaced over the years or, in some cases, reinforced and adapted to the growing needs of rail transport. Fortunately there is no shortage of design and photographic documentation relating to them that allows tracing the history and evolution of these typologies. One of these, of greatest interest, is for example contained in the book [22] dedicated to the famous photographer Achille MAURI, born in Puglia, of Neapolitan adoption, where images of numerous bridges and viaducts taken during their construction, largely preserved in the repertoire of the ALINARI Brothers are collected: they constitute a valuable record for historians of Structural Engineering.

The first Italian railway constructions were entrusted to foreign companies and had characteristics similar to those adopted in other European countries. At the beginning, metal bridges were made of cast iron; this material was then partially replaced by puddled iron for the realisation of the elements subject to traction. Subsequently, in conjunction with the Italian industrial development and the emancipation from abroad, the latter became the most widely used material in Italy to build first full wall and then lattice bridge girders.

Among others the Camaioni bridge on the lower Arno deserves to be remembered, built in 1848 for the Leopoldine Railways in Tuscany, based on the project by R. STEPHENSON, built with two parabolic girders of cast iron each consisting of 7 ashlar, for a total length of approximately 30 m, from which the deck was suspended. The most important peculiarity of this work lies in the fact that the two bearing beams bore iron bars anchored to the heads at the bottom, each composed of four elements connected by means of wedge joints. They were used, by means of forcing wedges, to determine a kind of pre-stress in the cast iron beams so as to compensate for the poor tensile strength of that material, pushing the argument of making iron and cast iron collaborate greatly forward in order to improve the performance of structures, the technical level. Thus anticipating in a certain sense what would have been done with pre-stressed concrete in the twentieth century [15], [16].

As for puddled iron bridges, it is historically interesting to observe that, along the Peninsula railway lines in the nineteenth century, many long remained in operation and certainly gave satisfactory results. During the twentieth century they were largely replaced by new structures, especially after the Second World War, as a result of severe damage or even destruction. On such occasions investigations were often carried out about the mechanical properties of the material used at the time. Professor R. ZOJA, of the Politecnico di Milano investigated for example on the girders of some

le prove meccaniche di collaudo ai fini dell'accettazione o del rifiuto del materiale". Migliori furono i risultati ottenuti, in merito alla qualità del ferro, dal Prof. E. LEPORATI del Politecnico di Torino, il quale, intorno al 1990, condusse anch'egli un'indagine [19] sulle proprietà meccaniche del ferro impiegato negli anni immediatamente successivi al 1897 per costruire il ponte sul fiume *Talvera* a Bolzano. Trattavasi di una travata continua (fig. 14) a cinque campate di luci pari a 24 m, 27 m, 30 m, 27 m e 24 m, costituita da tre strutture a traliccio con giunzioni chiodate realizzata dall'impresa Wagner-Birò di Graz, con impalcato in struttura mista di acciaio e voltine in cemento armato, realizzata nel rispetto della legislazione valida nell'Impero austro-ungarico entro i cui confini si trovava all'epoca l'opera. Anche in tal caso risulta comunque evidente l'accentuata eterogeneità del ferro agglomerato, caratterizzato da un basso tenore di carbonio.

Furono particolarmente i ponti sul Po, costruiti tra il 1860 e la fine del Secolo, a caratterizzare la tecnica italiana nell'ambito della carpenteria metallica. Vennero generalmente usate travi rettilinee reticolari, con traliccio a maglie più o meno fitte, a sezione tubolare di forma rettangolare, con pile in muratura e schema statico a trave continua. Alcuni ponti furono progettati da tecnici stranieri e realizzati da imprese estere; altri furono prodotti dall'industria nazionale e progettati da tecnici del nostro Paese. Si affermarono nella loro realizzazione la *Società Nazionale delle Officine di Savigliano* e l'*Impresa Industriale Italiana per le Costruzioni Metalliche*, diretta, la seconda, dall'Ing. A. COTTREAU di Napoli del quale si è già avuto modo di parlare per aver molto contribuito alla diffusione nella costruzione metallica in Italia. Nella fig. 15 è riprodotto il portale del *Ponte di Piacenza*, a graticcio fitto (1865).

Una delle più importanti opere metalliche realizzate in Italia negli anni 1887/89, è il ponte stradale e ferroviario sull'*Adda* a *Paterno*, detto anche ponte *San Michele*. Un'arcata, composta di quattro archi reticolari a due a due accoppiati, avente corda di 150 m e freccia di 37,5 m, fa da sostegno a un impalcato rettilineo di luce complessiva pari a 266 m. È tuttora in esercizio ed è un bene tutelato dalla Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici della Regione Lombardia [16].

Tra le opere ferroviarie costruite nel Mezzogiorno spiccano tre grandi viadotti realizzati in struttura reticolare in acciaio lungo la linea Bari-Taranto completata nel 1868, eseguiti anch'essi dall'Impresa Cottreau. Trattasi dei viadotti di *Santo Stefano*, di *Palagianello* e di *Castellana* (fig. 16) che attraversano profonde incisioni carsiche con luci ragguardevoli. Furono realizzati impiegando travi reticolari continue con pile, anch'esse reticolari, poggianti su basamenti in muratura. Del terzo di essi tratta

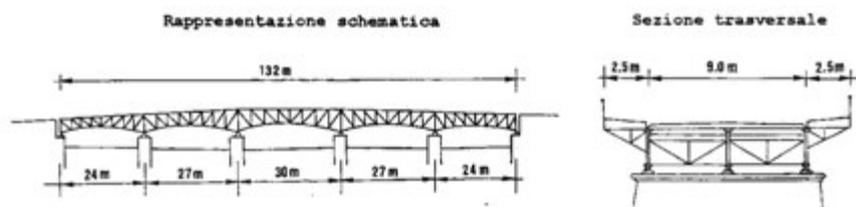


Fig. 14 - Il Ponte Talvera a Bolzano, rappresentazione schematica, 1897 (da [19], pag. 12).

Fig. 14 - The Talvera Bridge in Bolzano, schematic representation, 1897 (from [19], page 12).

bridges of the Ivrea-Aosta lines, built before 1896 that were rebuilt in the sixties of the twentieth century. The comprehensive report contained in [8], points out that the agglomerated iron tested proved to be quite poor, especially with regard to resilience. Having noted, however, that during over 70 years of life of the artefacts, they had never shown disruptions and had never given rise to concerns, Prof. ZOYA expressed this by saying that this circumstance "is a clear demonstration of the difficulty of expressing an opinion on the materials of the mechanical inspection tests for the purposes of acceptance or rejection of the material". Best results were obtained by Prof. E. LEPORATI of the Politecnico

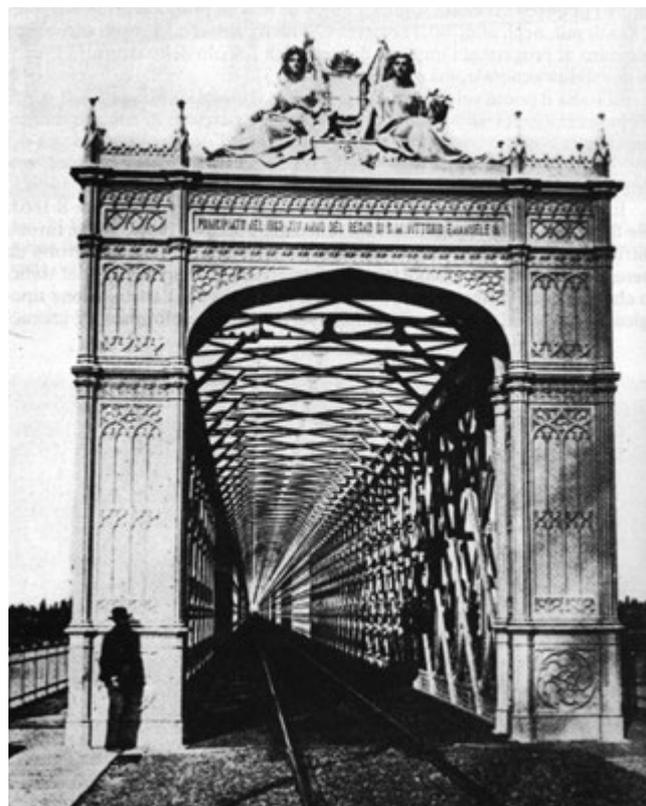


Fig. 15 - Portale del Ponte sul Po a Piacenza, 1862/65 (da [16], pag. 426).

Fig. 15 - Portal of the Bridge over the Po in Piacenza, 1862/65 (from [16], page 426).



Fig. 16 - Il Ponte sulla Gravina Maggiore di Castellaneta (Ta), 1868 (da [25], pag. 10).

Fig. 16 - The Bridge on Gravina Maggiore di Castellaneta (Ta), 1868 (from [25], page 10).

in maniera esauriente P. MONACO in [20], il quale rileva come i piedritti metallici presentassero il vantaggio, non irrilevante, data la grande altezza, di pesare di meno se paragonati a eventuali strutture in muratura e di essere meno sensibili all'azione del vento, particolarmente intenso in quelle zone. È interessante ricordare come il manufatto di cui si sta dicendo sia stato sostituito nel 1931 da un ponte in muratura, a sua volta dismesso alla fine degli anni Novanta del Novecento nel quadro di un profondo ammodernamento della tratta, e sostituito da un grande ponte ad arco in cemento armato.

Tra i ponti speciali realizzati in Italia nella seconda metà dell'Ottocento merita un cenno particolare il *Ponte girevole di Taranto* (fig. 17) che, per la sua rilevanza, divenne il simbolo della Città Jonica: esso fu realizzato dalla già citata Impresa Industriale di Napoli e inaugurato nel 1887 [1], [3], [25]. Era costituito da un grande arco metallico diviso in due battenti, ciascuno dei quali girevole attorno a un perno disposto sulla corrispondente spalla. Ogni semiarco era costituito da quattro travi reticolari longitudinali a briglie arcuate, simmetriche due a due rispetto all'asse del manufatto; la distanza tra i due centri di rotazione era pari a m. 67,00 e la lunghezza totale del ponte di 89,90 m. Le travi reticolari furono realizzate a traliccio di S. Andrea con brevi tratti a parete piena verso la chiave e sulle fiancate; trasversalmente a distanza di 2,00 m. l'uno dall'altro, furono disposti, dei travicelli sui quali, in direzione longitudinale, furono appoggiati dei correnti di quercia portanti a loro volta trasver-

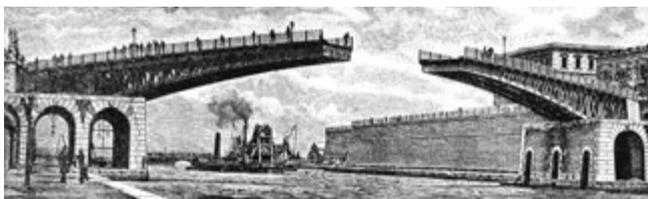


Fig. 17 - Il Ponte girevole di Taranto, 1882, da uno schizzo di fine Ottocento (da [3], tav. XXXVIII).

Fig. 17 - The Taranto Swing Bridge, 1882, from a sketch of the late nineteenth century (from [3], table XXXVIII).

di Torino on the quality of the iron, who, around 1990, also led an investigation [19] on the mechanical properties of the iron used in the years immediately after 1897 to build the bridge over the river Talvera in Bolzano. It involved a continuous girder (fig. 14) in five spans equal to 24 m, 27 m, 30 m, 27 m and 24 m, consisting of three lattice structures with riveted joints built by the Wagner-Birò company of Graz, with deck in a mixed structure of steel and reinforced concrete vaults, built in compliance with the valid legislation within the Austro-Hungarian empire within whose borders the work was at the time. Even in such a case the accentuated heterogeneity of the iron agglomerate was evident, characterised by low carbon content.

The bridges over the Po, built between 1860 and the end of the century, especially characterised the Italian technology in the field of metallic carpentry. Reticular straight beams were generally used, with more or less thick meshes lattice, in rectangular tubular section, with built-in piers and continuous beam static scheme. Some bridges were designed by foreign engineers and built by foreign companies; others were produced by the domestic industry and designed by engineers of our country. The Società Nazionale delle Officine di Savigliano and the Impresa Industriale Italiana per le Costruzioni Metalliche were successful in their realisation, the second one directed by Eng. A. COTTREAU of Naples about whom we have already spoken for having greatly contributed to the spread in metal construction in Italy. Fig. 15 shows the portal of the Piacenza bridge, with dense lattice (1865).

One of the most important metal works created in Italy in the years 1887/89, is the road and railway bridge on the river Adda in Paterno, also called San Michele Bridge. An arch, composed of four reticular arches coupled two by two, with a chord of 150 m and 37.5 m sag, serves as support for a straight deck with overall span equal to 266 m. It is still in operation and is a property protected by the Superintendence for Environmental and Architectural Heritage of the Lombardy Region [16].

Among the railway works implemented in the South are three major viaducts made of steel lattice structure along the Bari-Taranto line completed in 1868, also executed by the Impresa Cottreau. It concerns the viaducts of Santo Stefano, of Palagianello and of Castellaneta (fig. 16) crossing deep karst incisions with considerable spans. They were made using continuous lattice girders with piers, also in lattice, leaning on stone pedestals. P. MONACO in [20] deals comprehensively with the third, pointing out how the metal piers have the not insignificant advantage of weighing less, given the great height, when compared to any masonry structures and of being less sensitive to wind, particularly intense in those areas. It is interesting to remember how the artefact we are talking about was replaced in 1931 by a masonry bridge, in turn decommissioned at the end of the nineties of the twentieth century as part of thorough modernisation of the route, and replaced by a large arched bridge in reinforced concrete.

salmente i tavoloni, pure di quercia, dello spessore di 75 mm. Superiormente era presente un secondo strato di legname a spina di pesce, inchiodato al primo, per un ulteriore spessore di 50 mm. Opportuni aggetti di 0,60 m, realizzati mediante mensole di ferro fissate ai montanti degli arconi laterali, servivano a sostenere i marciapiedi muniti di ringhiere metalliche; controventi verticali furono disposti tra le travi principali in corrispondenza dei travicelli. Fu svolto all'epoca uno studio molto approfondito per la scelta del sistema di movimentazione dell'opera, vagliando numerose proposte abbondantemente discusse sia dal punto di vista tecnico che economico: prevalse infine l'idea di muovere il ponte usando turbine idrauliche, disposte sotto le due spalle, con l'asse sulla verticale del perno di rotazione di ciascuno dei due battenti costitutivi del manufatto. Le turbine vennero alimentate sfruttando la caduta dell'acqua contenuta in un serbatoio posto sul contiguo Castello aragonese. Il ponte funzionò con le modalità previste in progetto fino agli anni 1957/58, quando fu rimodernato radicalmente ad opera della *Società Nazionale delle Officine di Savigliano* e azionato elettricamente; una manutenzione straordinaria fu ancora eseguita negli anni 1984/85. In entrambe queste circostanze furono realizzati, a servizio della cittadinanza, dei ponti provvisori galleggianti che assicurarono alternativamente, sia il passaggio del traffico cittadino che dei natanti.

Risale infine al 1832 il ponte carrettiero *Real Ferdinando* sul Garigliano (fig. 18), primo ponte sospeso italiano e secondo in Europa dopo il primo di questo tipo realizzato nel 1824 in Inghilterra. Voluto dal Re FRANCESCO I e inaugurato da FERDINANDO II, rappresentò un primato per il Regno delle Due Sicilie, tanto più in quanto, durante la costruzione, fu fatto oggetto di vivaci critiche da parte della stampa britannica che prevedeva per esso una durata molto limitata, date le scarse capacità che si attribuivano ingiustamente alla tecnica borbonica. Progettato dall'Ing. Luigi GIURA con impiego di catene forgiate, l'opera dette invece ottima prova di sé, in quanto ri-



(Fonte – Source: Wikipedia).

Fig. 18 - Il Real Ponte Ferdinando sul Garigliano, 1832.
Fig. 18 - The Real Ferdinando Bridge on the Garigliano, 1832.

Among the special bridges built in Italy in the second half of the nineteenth century the Taranto swing bridge (fig. 17) deserves a special mention that, because of its relevance, became the symbol of the Ionian city: it was built by the mentioned Impresa Industriale di Napoli and inaugurated in 1887 [1], [3] and [25]. It was made of a large metal arch divided into two leaves, each of which rotates around a pivot arranged on the corresponding abutment. Each semi-arch was formed by four longitudinal lattice trusses with arched bridles, symmetrical two by two with respect to the axis of the artefact; the distance between the two centres of rotation was equal to 67.00 m and the total length of the bridge was 89.90 m. The lattice trusses were built half-timbered with short full wall stretches towards the key and on the sides; transversely with a distance of 2.00 m from each other, rafters were arranged on which supporting cross-pieces of oak were placed longitudinally and in turn planks, also of oak, with a thickness of 75 mm were placed transversely. Above this was a second layer of timber in a herringbone pattern, nailed to the first, for a further thickness of 50 mm. Appropriate projections of 0.60 m, made of iron brackets fixed to the uprights of the side arches, were used to support the pavements with metal railings; vertical bracings were arranged between the main beams at the rafters. At the time an in-depth study was carried out for the selection of the work handling system, considering numerous proposals thoroughly discussed both from a technical and economic point of view: finally the idea of moving the bridge using hydraulic turbines prevailed, arranged under the two uprights, with the axis on the vertical of the pivot pin of each of the two constituent leaves of the artefact. The turbines were powered by exploiting the fall of the water contained in a tank located on the neighbouring Aragonese Castle. The bridge worked in the manner provided in the project up to the years 1957-58, when it was radically modernised by the Società Nazionale delle Officine di Savigliano and electrically operated; extraordinary maintenance was still performed in the years 1984/85. In both of these circumstances temporary floating bridges were created, serving citizens, that secured alternately, both the passage of the city traffic and that of the boats.

Finally the Real Ferdinando wagon bridge on the Garigliano (fig. 18) dates back to 1832, the first Italian suspension bridge and the second in Europe after the first of its kind built in 1824 in England. Wanted by King FRANCIS I and inaugurated by FERDINAND II, it represented a record for the Kingdom of Two Sicilies, the more so since, during construction, it was the subject of intense criticism from the British press, which envisaged a very limited duration of it, given the limited abilities that were unjustly attributed to the Bourbon technique. Designed by Eng. Luigi GIURA using forged chains, the work however gave good account of itself, as it remained in service until October 14, 1943, and hence for more than a century, before the Germans blew it up, after using it to withdraw towards the north.

mase in esercizio fino al 14 ottobre 1943, e quindi per oltre un secolo, prima che i tedeschi, dopo averlo utilizzato per ritirarsi verso il Nord, lo facessero saltare.

7. Meccanica delle strutture ed Ingegneria strutturale

Quanto si è finora sommariamente detto circa lo sviluppo delle costruzioni nel XIX Secolo e in particolare nella seconda metà di esso, è sufficiente per comprendere quale fosse l'ambiente culturale nel quale si andò coagulando quella che è stata chiamata *Ingegneria strutturale*, che si potrebbe forse più significativamente indicare come *Meccanica delle strutture*. Essa assunse i caratteri di una disciplina direttamente derivata dai principi che la Scienza del costruire veniva elaborando sin dall'inizio dell'Ottocento e fu applicata al calcolo e alla verifica degli elementi resistenti; di corpi continui cioè o di insiemi di corpi, prevalentemente monodimensionali, connessi tra loro e opportunamente vincolati, in grado di trasferire, con un adeguato margine di sicurezza, le sollecitazioni cui sono sottoposti.

Per realizzare gli elementi costitutivi delle membrature metalliche non era più sufficiente una progettazione basata sull'intuito e sull'esperienza, che, anche se rispettosa delle leggi fondamentali della statica, non comportasse un vero e proprio calcolo. Ci si rese conto cioè, senza difficoltà e contrasti, della necessità di istituire metodi scientificamente validati, indirizzati al dimensionamento e alla verifica di costruzioni a scheletro indipendente quali erano le costruzioni metalliche, e quali, dagli inizi del Novecento, sarebbero state quelle in cemento armato. Questo modo di procedere fu inizialmente orientato allo studio di strutture come travi e sistemi di travi, ma, successivamente si sarebbe esteso a ogni tipo di progettazione: oggi non è più concepibile infatti che, a monte di un qualsiasi organismo da realizzare, che abbia un minimo di rilevanza, non vi sia un calcolo basato su rigorosi presupposti teorici.

Eppure, nel periodo iniziale di sviluppo e diffusione delle strutture metalliche, gli ingegneri, prevalentemente inglesi e francesi che di esse si occupavano, non ricorrevano che in misura assai modesta alle conoscenze teoriche, che pure all'epoca erano già esistenti, circa il comportamento dei materiali e la loro attitudine a resistere alle sollecitazioni. Essi si affidavano piuttosto, come già detto, oltre che all'intuito e all'esperienza, anche, in molti casi, alle sperimentazioni su modelli. Non esistevano del resto norme tecniche che li potessero guidare, né, da un punto di vista giuridico erano esattamente delineati il loro ruolo e le loro responsabilità nei confronti della società. Godevano insomma di una certa libertà e non erano sottoposti a controlli da parte dello Stato del quale tendevano a contestare ogni intervento che limitasse la loro libertà operativa e si opponesse alle loro decisioni. Nonostante i loro indubbi meriti essi erano spesso soggetti a critiche da parte degli studiosi e giudicati poco

7. Structural mechanics and structural engineering

As has so far briefly been said about the development of constructions in the nineteenth century and especially in the second half of it, it is enough to understand what the cultural environment was in which what has been called structural engineering was formed, that could perhaps be more significantly indicated as Structural mechanics. It assumed the character of a discipline directly derived from the principles that the Science of building was developing since the beginning of the nineteenth century and it was applied to the calculation and verification of the resistant elements; of continuous bodies or groups of bodies, mainly one-dimensional, connected to each other and suitably constrained, able to transfer the stresses to which they are subjected, with an adequate safety margin.

To create the building blocks of the metal components a design based on intuition and experience was no longer sufficient, which, though respectful of the fundamental laws of statics, did not involve a real calculation. It was realized that, not without difficulty and debate, there was the need to establish scientifically validated methods, directed to sizing and the verification of constructions with framed structures, as were the metal structures, and which those in reinforced concrete would have been, from the beginning of the twentieth century. This approach was initially oriented to the study of structures such as beams and beam systems, but it would later be extended to all types of design: in fact, today it is no longer conceivable that there is no calculation based on strict theoretical assumptions, upstream of anybody to be built, with minimum importance.

Yet, in the initial period of development and diffusion of metal structures, engineers, mainly British and French involved in the same, resorted only to a very small extent to theoretical knowledge, that already existed at the time, about the behaviour of materials and their ability to withstand stresses. They rather relied, as already mentioned, as well as on intuition and experience, also, in many cases, on experiments on models. There were indeed no technical standards that could guide them, nor, from a legal point of view were their role and responsibilities to society exactly outlined. In short, they enjoyed a certain freedom and were not controlled by the state to which they tended to challenge any action that would limit their operational freedom and that objected to their decisions. Despite their undoubted merits, they were often subject to criticism by researchers and judged poorly prepared in the fundamental disciplines, such as mathematics and physics, to be placed at the basis of structural analysis.

But soon things changed because, as the works to be carried out increased in importance, the problems related to them also increased and collapses and even major disasters increasingly occurred: there were quite a few cases of railway bridges that collapsed during operation for apparently incomprehensible reasons, sometimes leading to many casualties and extensive impact on public opinion. It was realised that the mathematical model devised by CAUCHY in

preparati nelle discipline fondamentali, quali la matematica e la fisica, da porre alla base dell'analisi strutturale.

Ma ben presto le cose cambiarono in quanto, mano a mano che le opere da realizzare aumentavano di importanza, aumentavano anche le problematiche ad esse connesse e sempre più si verificavano crolli e disastri anche di grande rilievo: non furono pochi i casi di ponti ferroviari che cedettero durante l'esercizio per ragioni apparentemente incomprensibili, provocando talvolta molte vittime e vasta risonanza nell'opinione pubblica. Si cominciò così a comprendere che il modello matematico ideato da CAUCHY nei primi decenni del Secolo, ben si adattava a studiare il comportamento degli elementi resistenti che si usavano nelle costruzioni. Il ferro, e soprattutto l'acciaio, erano dotati in maniera sufficiente dei requisiti di omogeneità e di isotropia necessari per applicare ad essi senza troppe difficoltà le teorie elaborate dalla Scienza delle costruzioni e ciò veniva confermato dalle sempre più frequenti verifiche sperimentali.

Tra il 1850 e il 1890 furono conseguiti tutta una serie di risultati che rappresentarono l'indispensabile premessa al calcolo strutturale: per un ingegnere moderno essi sono divenuti assolutamente familiari ed è difficile convincersi che siano stati concretamente formulati in tempi non tanto lontani dai nostri. Molte volte si tratta di deduzioni, di razionalizzazioni e di utilizzazioni tecniche di cognizioni già note dai secoli precedenti e in special modo dal Settecento, delle quali, fino ai tempi cui ci si sta riferendo, non era stata intesa l'importanza sul piano applicativo. Una puntuale esposizione, anche sommaria, di tutto ciò risulterebbe particolarmente difficile: ci si limiterà quindi a parlare di alcune delle conquiste della meccanica strutturale ottocentesca senza assolutamente avere la pretesa di trattare con un minimo di completezza la materia e senza nemmeno voler formulare una gerarchia, anche solo temporale, dei pochi concetti esposti [10], [23].

La suddivisione delle travi in *isostatiche* e *iperstatiche* è un concetto fondamentale, assolutamente familiare a un tecnico di oggi, indispensabile premessa allo studio di queste strutture. Le isostatiche infatti possono essere esternamente risolte come sistemi rigidi in quanto le sole equazioni cardinali della statica bastano a valutare le reazioni vincolari e, note queste ultime, a studiare la distribuzione delle caratteristiche della sollecitazione, sezione per sezione, lungo l'intero sviluppo della trave. Nelle seconde il problema, se affrontato allo stesso modo, appare indeterminato e può essere risolto solo nel quadro più generale della statica dei solidi deformabili e, più in particolare, elastici. In merito si sviluppò nel corso dell'Ottocento una grande disputa: e fu B.P.E. CLAPEYRON (1799-1864), scienziato e ingegnere, che, in una memoria del 1857, scrisse per primo *l'equazione dei tre momenti*. Egli impose la congruenza alla rotazione in ciascuna delle sezioni di appoggio intermedie di una *trave continua*, rendendo così possibile lo studio, con il cosiddetto *metodo delle forze*, di questo importante schema di trave iperstatica, frequente nelle strutture da ponte che si andavano realizzando in quegli anni.

the early decades of the century, well suited the study of the behaviour of resistant elements that were used in construction. Iron, and above all steel, were sufficiently provided with the requirements of homogeneity and isotropy necessary to apply the theories developed by the Science of construction to them without too much difficulty and this was confirmed by the increasingly frequent experimental verifications.

Between 1850 and 1890 a number of results that represented the indispensable premise for structural calculation were achieved: for a modern engineer they became totally familiar and it is hard to believe that they have been concretely formulated in the not too distant future. Many times it comes to deductions, rationalisations and uses of technical knowledge already known from previous centuries, and especially since the eighteenth century, of which, up to the time to which we are referring, the importance for their implementation was not understood. An accurate, even concise, presentation of everything would be too difficult: we will just talk about some of the achievements of the nineteenth century structural mechanics without absolutely no claim to address the matter with a minimum of completeness and without even wanting to formulate a hierarchy, even temporal, of the few concepts expressed [10], [23].

The division of isostatic and hyperstatic beams is a fundamental concept, absolutely familiar to a technician today, an indispensable premise for the study of these structures. Isostatics can in fact be solved externally as rigid systems as the only cardinal equations of statics are sufficient to evaluate the constraint reactions and, knowing the latter, to study the distribution of the stress characteristics, section by section, along the full length of the beam. In the second the problem, if approached in the same way, appears indeterminate and can be solved only in the more general framework of the statics of deformable solids and, more particularly, elastic ones. In this regard a great controversy developed during the nineteenth century: and it was B.P.E. CLAPEYRON (1799-1864), scientist and engineer, who, in a paper of 1857, was the first to write the equation of three moments. He imposed congruence to the rotation in each of the intermediate support sections of a continuous beam, thus making the study of this important hyperstatic beam pattern possible, with the so-called method of forces, common in bridge structures that were being built in those years.

An interesting contribution on these issues was achieved in Italy by the Savoy officer L.F. MENABREA (1809-1896), who was also a politician and held the post of Prime Minister of the Italian Government between 1867 and 1869; but above all studies and the applications of the Piedmont engineer A. CASTIGLIANO (1847-1884) were very important, which gave the elastic problem an energy setting, showing among other things how balance and consistency together are achieved in a structural body when a certain functional, linked to the stress and strain condition, becomes minimum, identifying itself, in this situation, with the so-called total potential energy. This approach led to fruitful application results, paving the way to the study of structural sys-

Un interessante contributo in merito a queste questioni fu conseguito in Italia ad opera dell'ufficiale sabaudo L.F. MENABREA (1809-1896), che fu anche uomo politico e ricoprì tra il 1867 e il 1869, la carica di primo ministro del Governo italiano; ma soprattutto furono rilevanti gli studi e le applicazioni dell'ingegnere piemontese A. CASTIGLIANO (1847-1884) che dettero al problema elastico un'impostazione energetica mostrando tra l'altro come equilibrio e congruenza insieme si realizzino in un organismo strutturale quando un certo funzionale, legato allo stato tensionale e deformativo, diviene minimo, identificandosi, in tale situazione, con la cosiddetta *energia potenziale totale*. Questa impostazione portò a fecondi risultati applicativi, aprendo la via allo studio dei sistemi strutturali con i cosiddetti *metodi energetici*; negli stessi anni a tale finalità si andarono orientando, non senza vivaci contrapposizioni, le applicazioni del più generale *teorema dei lavori virtuali*, diffuse magistralmente da H.F.B. MULLER-BRESLAU (1851-1921) sul finire del XIX Secolo. Un'impostazione in un certo senso duale del metodo delle forze, si ebbe, sempre nella seconda metà del Secolo, ad opera di R.F.A. CLEBSCH (1833-1872) il quale, nel 1862, mise le basi del cosiddetto *metodo degli spostamenti* che poco successo ebbe all'epoca sul piano applicativo ma sarebbe stato posto, in tempi successivi, alla base del calcolo dei telai e poi dell'analisi delle strutture eseguita con l'ausilio del calcolo automatico.

Sempre a proposito delle travi, si può ritenere che già Galileo GALILEI avesse intuito, nel formulare il suo celebre problema, contenuto nei *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* del 1638, il funzionamento del solido monodimensionale e introdotto il concetto di azioni interne la cui generalizzazione avrebbe in seguito portato a definire le caratteristiche della sollecitazione, rappresentative, sezione per sezione, del cimento cui la struttura è sottoposta. Negli anni Settanta del Settecento L. EULERO (1707-1783) aveva stabilito le equazioni dell'equilibrio elastico della trave, coinvolgenti, attraverso legami differenziali, il carico, lo sforzo normale, il taglio e il momento flettente e inoltre aveva formulato l'equazione differenziale della linea elastica atta a studiare il regime elastico di una trave piana. In pieno Ottocento O. MOHR (1835-1918) riprese il problema della linea elastica e, sfruttando l'analogia formale tra l'equazione differenziale della linea elastica e quella che esprime il legame tra momento e carico flettente, pervenne al suo celebre *corollario* che consente di ricavare abbassamenti e rotazioni come momenti e tagli rispettivamente della cosiddetta *trave ausiliaria*, caricata con il diagramma delle curvature. Ma MOHR va ricordato anche per aver introdotto nel 1868 il concetto di *linea di influenza*, fondamentale per lo studio delle strutture da ponte che, per loro natura, sono soggette a carichi mobili. Essa in estrema sintesi fornisce la legge con cui una certa grandezza varia, nella sezione cui è riferita, al modificarsi della posizione assunta da un carico supposto unitario che percorra l'intera struttura.

tems with the so-called energy methods; in the same years applications of the more general theorem of virtual works, spread masterfully by H.F.B. MULLER-BRESLAU (1851-1921) in the late nineteenth century was orienting to that purpose, not without lively opposition. A setting in a dual sense of the flexibility method, there was always in the second half of the century, the work of R.F.A. CLEBSCH (1833-1872) who, in 1862, laid the foundations of the so-called displacement method that had little success at the time on the application level but would be placed, at successive times, at the base of the calculation of the frames and later of the analysis of the structures performed with the aid of automatic calculation.

Speaking of the beams, it can be assumed that already in formulating his famous problem, contained in Lectures and mathematical illustration of two new sciences of 1638, Galileo GALILEI had guessed the operation of the one-dimensional solid and introduced the concept of internal forces whose generalisation would have later led us to define the characteristics of the sollicitation, representative, section by section, of the endeavour to which the structure is subjected. In the seventies of the eighteenth century L. EULERO (1707-1783) had established the elastic equilibrium equations of the beam, engaging, through differential relations, the load, the normal stress, the cutting and the bending moment and had also formulated the differential equation of the elastic line designed to study the elastic scheme of a flat beam. In the nineteenth century O. MOHR (1835-1918) took up the issue of the elastic line and, using the formal analogy between the differential equation of the elastic line and the one that expresses the relationship between bending load and moment, he came to his famous corollary that allows inferring sags and rotations as moments and cuts respectively of the so-called auxiliary beam, loaded with the diagram of the curvatures. But MOHR should also be remembered for having introduced the concept of influence line in 1868, fundamental for the study of bridge structures that, by their nature, are subject to moving loads. In a nutshell it provides the law with which a certain magnitude ranges, in the section it refers to, as the position taken by an assumed load unit that travels the entire structure changes.

A. BARRÉ DE SAINT VENANT (1797-1886), a French engineer and scientist, is credited with the merit of having set and solved the problem of the cylindrical solid elastic balance that bears his name, making an essential contribution to the static-strain study of the beam. Already known results are taken from him and generalised while others are achieved for the first time. Also based on his well-known postulate, he treats the particular cases of normal stress, simple bending (straight or deviated), twist, composed bending (commonly called bending and shear) in a systematic way: his dissertations allowed the stress and deformation analysis of the constituent one-dimensional components of independent-frame bodies and had great importance in structural Engineering. Simultaneously, D.J. JOURAWSKI (1821-1891) devised the famous approximate shear stress theory and toward the end of the century R.

Ad A. BARRÉ DE SAINT VENANT (1797-1886), ingegnere e scienziato francese, va il merito di aver impostato e risolto il problema dell'equilibrio elastico del solido cilindrico che porta il suo nome, dando un contributo fondamentale allo studio statico-deformativo della trave. Vengono da lui ripresi e generalizzati risultati già noti mentre altri sono conseguiti per la prima volta. Basandosi anche sul suo ben noto *postulato*, egli tratta in maniera sistematica i casi particolari dello *sforzo normale*, della *flessione semplice* (*retta o deviata*), della *torsione*, della *flessione composta* (detta comunemente *flessione e taglio*): le sue trattazioni consentirono l'analisi tensionale e deformativa delle membrature monodimensionali costitutive degli organismi a scheletro indipendente ed ebbero grande importanza nell'ambito dell'Ingegneria strutturale. Parallelamente D.J. JOURAWSKI (1821-1891) mise a punto la celebre *teoria approssimata del taglio* e R. BREDT, verso la fine del Secolo, propose la teoria, anch'essa approssimata, della *torsione dei cilindri tubolari*: questi ultimi risultati, entrambi ottenuti imponendo l'equilibrio e ignorando la congruenza, ebbero ricadute applicative della massima importanza nel campo della costruzione metallica.

Un problema nuovo sul piano tecnico si pose ai progettisti delle costruzioni metalliche quando, avendo a che fare con elementi resistenti sempre più snelli in virtù dell'elevata resistenza specifica dei nuovi materiali, essi si imbatterono nei fenomeni connessi con l'*instabilità dell'equilibrio* e, in particolare con quello del *carico di punta* nelle aste compresse delle travature reticolari. Si notò ben presto che i puntoni andavano incontro a un fenomeno di sbandamento sotto carichi assiali assai inferiori a quelli che determinavano la crisi nei tiranti. Di fronte a queste evidenze si fu portati in un primo momento a ritenere che il ferro e l'acciaio fossero dotati di una resistenza a compressione minore che a trazione e si cercò di dare di tale circostanza delle interpretazioni assolutamente erranee. In realtà i presupposti teorici per comprendere che il fenomeno in questione fosse analizzabile riconducendolo non alla perdita di equilibrio della struttura, bensì all'analisi dei caratteri dell'equilibrio che sotto particolari carichi tende a trasformarsi da stabile a instabile, esistevano da oltre un secolo. Da quando cioè EULERO aveva risolto nel 1744 il problema dell'asta caricata di punta, pervenendo alla famosa formula che porta il suo nome, ancor oggi utilizzata dai tecnici. Ma quello studio era rimasto assolutamente confinato nel campo delle conoscenze scientifiche in quanto non vi era stata nessuna occasione in cui risultasse necessario prenderlo in considerazione per risolvere problemi di tipo ingegneristico. I grossi piedritti murari usati fino ad allora nelle costruzioni si presentavano infatti assolutamente indenni da fenomeni di tal tipo che non avevano nessuna possibilità di manifestarsi in quanto sempre preceduti dallo schiacciamento, unica causa di possibile crisi di quegli elementi. Nel corso del XIX Secolo i costruttori presero comunque coscienza dei fenomeni di instabilità, recuperando la trattazione di EULERO, procedendo anche ad opportune sue generalizzazioni e fissandone i limiti di applicabilità. Negli ultimi decenni del-

BREDT proposed the theory of twisting of tubular cylinders, which is also approximate: these last results, both obtained by imposing balance and ignoring congruence, had application fall backs of the utmost importance in the field of metal construction.

A new technical problem was posed to the designers of metal structures when, dealing with more and more slender resistant elements by virtue of the high specific resistance of new materials, they ran into the phenomena associated with unstable equilibrium and, in particular with that of buckling in compressed rods of trusses. It was soon observed that the struts were undergoing a sliding phenomenon under axial loads much lower than those that determined the crisis in the tie rods. Faced with this evidence, one was brought at first to believe that iron and steel were provided with less resistance to compression than in traction and one tried giving that fact absolutely erroneous interpretations. Actually, the theoretical basis for understanding that the phenomenon in question could be analysed by attributing it not to the loss of balance of the structure, but to the analysis of the nature of the balance that under particular loads tends to be transformed from stable to unstable, existed for over a century. Ever since EULERO in 1744 had solved the problem of the buckled rod, reaching the famous formula that bears his name, still used by technicians. But that study had been totally confined in the field of scientific knowledge, as there had been no occasion in which it appeared necessary to take it into account to solve engineering problems. The large masonry piers used until then in construction were in fact absolutely free from phenomena of this kind that had no chance of manifesting themselves as they were always preceded by crushing, the only cause of possible crisis of those elements. During the nineteenth century, builders however became aware of the instability phenomena, recovering the dissertation of EULERO also making appropriate generalisations and setting applicability limits. In the last decades of the nineteenth century it was finally understood how the described problem also extended to several fine and more complex structures than the compressed rod, possibly also affecting other structural elements such as arches, high beams, plates, shells, domes, etc.

8. Regulatory requirements

As we have noted earlier, builders of metal constructions of the early nineteenth century had nothing but a small part of the knowledge necessary to design their structures, nor could they have rules or regulations that somehow could guide them in their work. It was only later, especially in relation to railway works, that the first technical documents and first regulations began to appear, in the most advanced countries, not easy to find nowadays, whose purpose was obviously to ensure sufficient security for the operation of networks.

In Italy the first regulations on the qualities required of materials and labour rates to be employed in service appeared in 1887 with the Technical tender documents for

l'Ottocento si comprese infine come la problematica descritta si estendesse anche a strutture sottili diverse e più complesse della semplice asta compressa, potendo interessare anche altri elementi strutturali come archi, travi alte, lastre, gusci, cupole, ecc.

8. Prescrizioni normative

I realizzatori delle costruzioni metalliche dei primi decenni dell'Ottocento non avevano se non in minima parte, come si è osservato in precedenza, le cognizioni necessarie per progettare le loro strutture, né potevano disporre di norme o di regolamenti che in qualche modo potessero guidarli nel loro operare. Fu solo successivamente che, specialmente con riferimento alle opere ferroviarie, cominciarono a comparire, nei paesi più avanzati, i primi capitolati e le prime normative, oggi di non facile reperimento, il cui scopo era ovviamente quello di garantire una sufficiente sicurezza all'esercizio delle reti.

In Italia le prime prescrizioni sulle qualità richieste ai materiali e sui tassi di lavoro da adoperare in esercizio comparvero nel 1887 con il *Capitolato tecnico d'appalto per le costruzioni delle strade ferrate da costruirsi nell'interesse dello Stato*, pubblicato a cura del Ministero dei Lavori Pubblici. Nella letteratura tecnica è data notizia che, successivamente, nel 1893, fu nominata una commissione presieduta dall'Ing. SACCARDO per la compilazione di un definitivo regolamento; essa tuttavia si sciolse avendo fatto solo delle proposte in merito alla necessità di aumentare il peso per asse delle locomotive da adottare nei calcoli: proposte che furono effettivamente prese in considerazione nei progetti degli anni immediatamente successivi.

Nella fig. 19a) sono rappresentati la locomotiva-tender e il carro merci da considerare per realizzare il *treno tipo*, proposto, appunto nel 1893, per la verifica dei ponti ferroviari. Per le linee più importanti (cat. A), era previsto che si dovessero considerare tre locomotive riunite (e in qualche caso addirittura quattro) seguite da un numero indefinito di carri. Per linee di minor rilievo, (cat. B e C) il carico era meno gravoso: si sarebbe dovuto comunque

la costruzione di ferrovie da essere costruite in nome dell'interesse del Paese, pubblicata dal Ministero dei Lavori Pubblici. In letteratura tecnica si è dato notizia che, successivamente, nel 1893, fu nominata una commissione presieduta dall'Ing. SACCARDO per la compilazione di un definitivo regolamento; essa tuttavia si sciolse avendo fatto solo delle proposte in merito alla necessità di aumentare il peso per asse delle locomotive da adottare nei calcoli: proposte che furono effettivamente prese in considerazione nei progetti degli anni immediatamente successivi.

Fig. 19a) rappresenta la locomotiva-tender e il carro merci da considerare per realizzare il *treno tipo*, proposto, appunto nel 1893, per la verifica dei ponti ferroviari. Per le linee più importanti (cat. A), era previsto che si dovessero considerare tre locomotive riunite (e in qualche caso addirittura quattro) seguite da un numero indefinito di carri. Per linee di minor rilievo, (cat. B e C) il carico era meno gravoso: si sarebbe dovuto comunque

Concentrated loads trains are reported in technical literature also for the calculation of road bridges, so-called carter bridges. Fig. 20a shows the animal-drawn carts to be placed in as many parallel rows as required by the width of the road if very busy; for restricted traffic roads the load of fig. 20b was valid; in special cases it was necessary to take account also of the roller passage represented in fig. 20c. The verification of the artefact under the load of the compact crowd was in any case essential and distributed both on the road and on the sidewalks, equal to 500 kg/sq. m, reducible to 400 kg/sq. m for secondary roads.

In 1897, the Ministry promulgated the General regulation for the construction, surveillance and periodic tests of bridges, viaducts and other metal works in use on the railways of the Kingdom. They are interesting from a his-

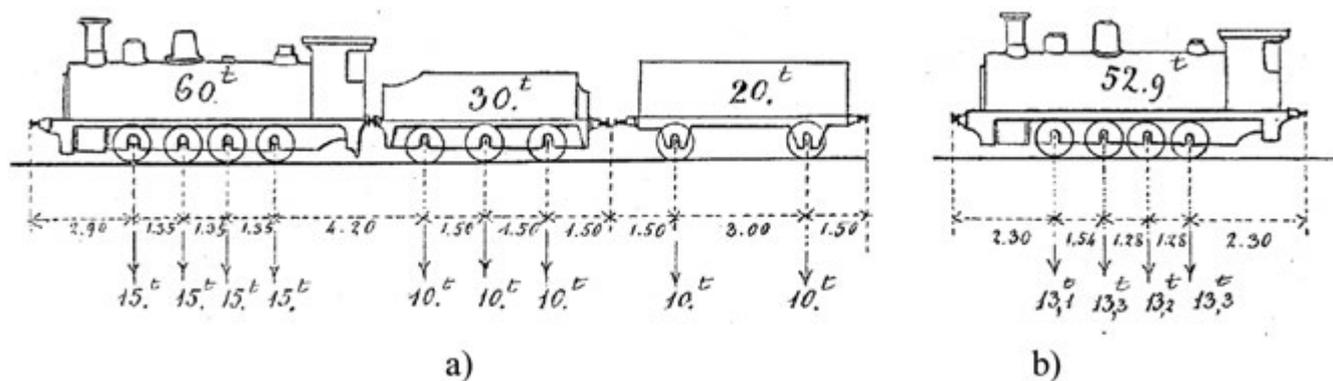


Fig. 19 - Carichi per ponti ferroviari in Italia, 1893 (da [3], pagg. 638-639).
 Fig. 19 - Loads for railway bridges in Italy, in 1893 (from [3], pages 638-639).

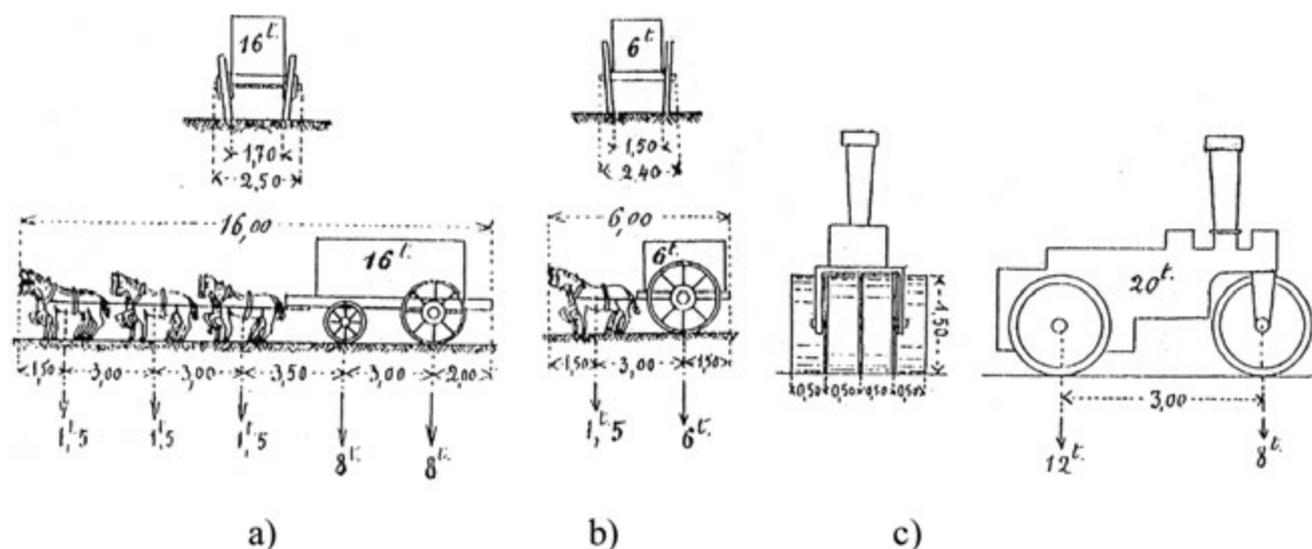


Fig. 20 - Carichi su ponti carrettieri in Italia (da [3], pagg. 636-637).
 Fig. 20 - Loads on carter bridges in Italy (from [3], pages 636-637).

tener conto dell'eventualità che, nell'immediato futuro, fosse previsto l'uso di motrici più pesanti. Nella fig. 19b) è invece schematizzata la locomotiva detta *Singl N. 37*, in base alla quale erano stati calcolati parecchi ponti in Italia, prima evidentemente dell'anno indicato, probabilmente in base alle norme del 1887. Era comunque ammessa l'adozione di carichi uniformemente distribuiti, dedotti in modo che producessero sollecitazioni massime non inferiori a quelle prodotte dai treni tipo.

Treni di carichi concentrati sono riportati nella letteratura tecnica anche per il calcolo dei ponti stradali, detti *ponti carrettieri*. In fig. 20a) sono riportati i carri a trazione animale da disporre in tante file parallele quante richieste dalla larghezza della strada se di grande traffico; per strade di traffico limitato valeva il carico di fig. 20b); in casi particolari occorre tener conto anche del passaggio del rullo compressore rappresentato in fig. 20c). Fondamentale in ogni caso era la verifica del manufatto sotto il carico della folla compatta, distribuita, sia sulla carreggiata che sui marciapiedi, pari a 500 kg/mq., riducibili a 400 kg/m² per strade secondarie.

Nel 1897 il Ministero promulgò il *Regolamento generale per la costruzione, la sorveglianza e le prove periodiche dei ponti, viadotti ed altre opere metalliche in uso sulle strade ferrate del Regno*. Esse sono interessanti da un punto di vista storico in quanto tra l'altro indicano quali fossero le proprietà richieste al ferro agglomerato allora di frequente impiego e possono essere confrontate, come osserva il LEPORATI a proposito del ponte sul Talvera di cui si è detto a suo tempo [19], con quelle previste dalle indicazioni contenute in un'ordinanza del Governo austriaco del settembre 1887, sotto la cui giurisdizione si trovavano ancora, alla fine del secolo, alcune regioni che poi sarebbero passate all'Italia.

Con D.M. approvato il 29 febbraio 1908 furono pro-

torical point of view because, *inter alia*, they indicate what were the properties required from agglomerate iron frequently used at the time and can be compared, as noted by LEPORATI about the bridge over the Talvera river which was mentioned at the time [19], with those provided by the information included in an order of the Austrian Government in September 1887, under whose jurisdiction some regions still were, at the end of the century, that would then pass to Italy.

With Ministerial Decree approved on February 29, 1908 the Rules and conditions for testing and acceptance of ferrous materials were promulgated, that dealt in detail of Mechanical resistance tests, of Technological tests, of complementary verifications and tests and of the Technical conditions to be satisfied by the most common ferrous materials. It is a group of requirements in order to define the minimum characteristics that the metallic materials were to have in order to be used in buildings to protect public safety. They appeared in the years in which the need for appropriate legislation was widely felt; it should not be forgotten *inter alia*, that in January 1907 the first regulations on the requirements of the hydraulic agglomerates and those relating to reinforced concrete works were issued.

In the appendix of the 1911 [3] Hoepli Manual by Eng. PIZZAMIGLIO, the main provisions contained in the General Regulation of Metal Works affecting railways in Public Operation can be seen, edited by the State Administration in April 1909. It includes the General Provisions and five Titles, each divided into several chapters, that develop the vast area ranging from the rules governing the design of new works and the strengthening of existing ones, to the required properties of the metals, the tests on the same, the test inspections, etc. More advanced regulations than those previously mentioned appeared in the years 1914 and 1916, always in the field of railway construction, but now out of the field of interest of this presentation.

mulgate le *Norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali ferrosi*, che trattavano particolareggiatamente di *Prove meccaniche di resistenza*, di *Prove tecnologiche*, di *Verifiche e prove complementari* e delle *Condizioni tecniche alle quali devono soddisfare i materiali ferrosi più comuni*. Trattasi di un complesso di prescrizioni atte a definire le caratteristiche minime che i materiali metallici dovevano possedere per poter essere impiegati nelle costruzioni a salvaguardia della pubblica incolumità. Esse comparvero in anni in cui ormai l'esigenza di adeguate normative era sentita diffusamente; non si dimentichi tra l'altro che nel gennaio 1907 erano state emesse le prime prescrizioni sui requisiti degli agglomerati idraulici e quelle relative alle opere in cemento armato.

Nell'appendice del Manuale Hoepli dell'Ing. PIZZAMIGLIO del 1911 [3] si può prendere visione delle principali disposizioni contenute nel *Regolamento Generale delle Opere Metalliche che interessano strade ferrate in Esercizio Pubblico*, edito a cura dell'Amministrazione dello Stato nell'aprile 1909. Esso comprende le Disposizioni Generali e cinque Titoli, ciascuno diviso in più Capi, che sviluppano la vasta materia che va dalle norme che regolano la progettazione delle nuove opere e il rafforzamento di quelle esistenti, alle proprietà richieste per i metalli, alle prove su di essi, alle visite di collaudo, ecc. Normative più evolute rispetto a quelle precedentemente citate, sempre in materia di costruzioni ferroviarie, ma ormai fuori dal campo di interesse di questa esposizione, comparvero negli anni 1914 e 1916.

9. La Statica grafica

9.1 Generalità

La *Statica grafica* è una disciplina che si occupa della risoluzione per via geometrica di svariate problematiche relative alla statica delle costruzioni. Nacque nell'Ottocento e ricevette un grande sviluppo a seguito delle difficoltà che gli operatori incontravano nell'affrontare per via analitica i sempre più complessi problemi prospettati dall'Ingegneria strutturale applicata alle costruzioni metalliche, in assenza di efficaci strumentazioni di calcolo [4].

Essa utilizzò in una prima fase il calcolo grafico associato alla *geometria proiettiva* o *geometria di posizione* ed ebbe tra i maggiori cultori J.V. PONCELET (1788-1867), K.G.C. STAUDT (1798-1867) e soprattutto da K. CULMANN (1821-1881) che ne stabilì con rigore i principi informativi e studiò molte importanti applicazioni. Fu sviluppata da numerosi studiosi di meccanica delle strutture, alcuni dei quali, pur ispirandosi all'impostazione di CULMANN, la semplificarono impiegando un linguaggio geometricamente più semplice. Tra gli italiani che fornirono un notevole apporto a questi studi è d'obbligo ricordare L. CREMONA (1830-1903), che legò il suo nome al *diagramma cremoniano* per la determinazione degli sforzi nelle travi rettilinee, C. SAVIOTTI (1845-1928), noto tra l'altro per gli studi sulla linea elastica e diversi altri ricercatori che in-

9. Graphic statics

9.1. General information

Static graphics is a discipline that deals with the geometric solution of various issues related to construction statics. It was born in the nineteenth century and was greatly developed as a result of the difficulties that operators encountered in dealing analytically with the increasingly complex problems envisaged from structural Engineering applied to steel structures, in the absence of effective computational tools [4].

In a first phase it used the graphic calculation associated with projective geometry or geometry of position and had among its greatest lovers J.V. PONCELET (1788-1867), K.G.C. STAUDT (1798-1867) and especially K. CULMANN (1821-1881), who established the guiding principles with rigour and studied many important applications. It was developed by a number of researchers of mechanical structures, some of which, while based on the setting of CULMANN, simplified it by using a geometrically simpler language. Among Italians that provided a significant contribution to these studies, one must remember L. CREMONA (1830-1903), who linked his name to the cremona diagram for the determination of the efforts in the lattice girders, C. SAVIOTTI (1845-1928), known among other things for his studies on the elastic line and several other researchers who taught the subject at the School of Engineering of our country until the entire first half of the twentieth century. The graphic calculation was provided with a more than sufficient precision in engineering applications and was very successful for the immediacy of the results and for the physical evidence with which they were achieved, as well as for control and verification that it allowed to operators. All this meant that graphic statics were long taught and, despite the emergence of processes and numerical methods that went gradually diminishing the importance, continued to have their validity, and in some cases still continue today, especially to verify the order of magnitude of the results achieved through automatic calculation.

Some of the contributions that graphic statics provide are mentioned rapidly below with no pretence of rigour and completeness of presentation and therefore more than anything else by way of example: this will serve to recall to the memory of the older technicians, concepts and procedures that are part of their cultural heritage and to provide other useful information, important perhaps not only on the historical level.

9.2. Graphic operations on scalar magnitudes

Operations on scalar magnitudes found in Physics and Mathematics can be performed by taking advantage of the so-called graphic calculation, consisting of representing the magnitudes in question by means of segments that represent the values thereof, in a pre-set unit. Algebraic operations are thus converted into operations on the segments

segnarono la disciplina presso le Scuole di Ingegneria del nostro Paese fino a tutta la prima metà del XX Secolo. Il calcolo grafico era dotato di una precisione più che sufficiente nelle applicazioni ingegneristiche ed ebbe molto successo per l'immediatezza dei risultati e per l'evidenza fisica con cui essi venivano conseguiti, oltre che per le possibilità di controllo e di verifica che consentiva agli operatori. Tutto ciò fece sì che la Statica grafica fosse insegnata a lungo e, nonostante l'affermarsi dei procedimenti e dei metodi numerici che andarono diminuendo via via l'importanza, continuò, e in qualche caso continua ancor oggi, ad avere una sua validità, specialmente per verificare l'ordine di grandezza dei risultati conseguiti attraverso il calcolo automatico.

In quanto segue si accenna rapidamente, senza pretesa di rigore e di completezza espositiva, e quindi più che altro a titolo esemplificativo, ad alcuni degli apporti che la Statica grafica fornisce: ciò servirà a richiamare alla memoria dei tecnici meno giovani, concetti e procedimenti che fanno parte del loro bagaglio culturale e a fornire agli altri utili informazioni, importanti forse non solo sul piano storico.

9.2. Operazioni grafiche sulle grandezze scalari

Le operazioni sulle grandezza scalari che si incontrano in Fisica e in Matematica si possono eseguire usufruendo del cosiddetto *calcolo grafico*, consistente nel rappresentare le grandezze in parola mediante segmenti che, in un'unità prefissata, ne rappresentino i valori. Le operazioni algebriche vengono così trasformate in operazioni, talvolta usuali, talvolta più complesse, sui segmenti e sulle aree; di esse non ci si occupa in questa sede anche perché molte di esse son ben note; si accenna brevemente solo all'*integrazione grafica*, operazione utile per risolvere, graficamente appunto, diversi problemi di statica di strutture monodimensionali [6].

and areas, sometimes customary, sometimes more complex; they are not dealt with here because many of them are well-known; we will briefly mention only graphics integration, a useful operation to graphically solve, several static problems of one-dimensional structures [6].

Fig. 21a shows a plane curve C representative, in the Cartesian plane O (x, y) of a function $y = f(x)$, defined in the interval a-b. A curve with the following properties is defined as integral curve I of C, the difference of its ordinates relating to two any x-axis contained in the range of definition, measures the integral of the function between the two and that is the hatched area of the trapezoid limited by curve C between the x-axis considered.

The integral curves are infinite: one of them I can be identified by requiring it to pass through a predetermined point, for example through the origin abscissa a of the interval. A graphics integration is the operation that allows inferring I from C the latter also being known only through its graphic representation: one of the processes suitable for this purpose is called the connection beam.

Fig. 21b in fact shows the construction of the I integral of the plane curve C, based on the replacement of the latter with a diagram in steps. The effective pattern is divided in differential graphics through appropriate recall straight lines that intersect the x-axis of the abscissa in a dotted line; the average ordinate is identified for each element and that is the distance, always from the x-axis, of the compensation horizontal of the corresponding arch. The average ordinates are shown in a dotted line on the axis of the ordinates and these are projected from a P pole, with polar distance H, chosen for example on the extension of the axis of the abscissas. Thus the connection bundle is created: the parallels to its sides, resting on successive separation verticals, provide the integral curve I, whose ordinate, read on the -ieth vertical, measures, at less than the polar distance H chosen, the area enclosed below the C, between the vertical for the source and the -ieth considered.

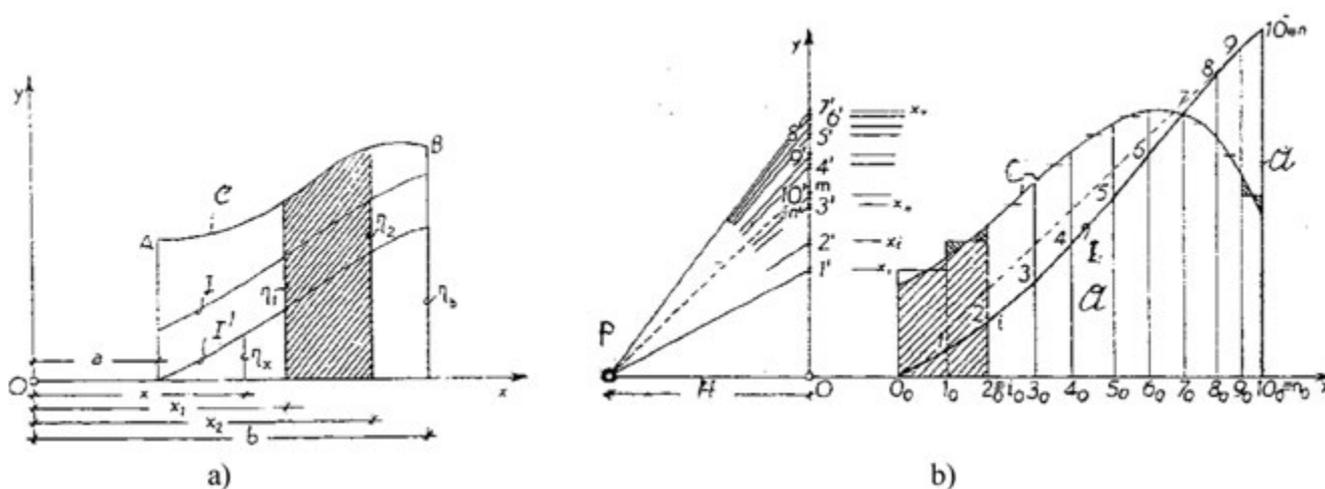


Fig. 21 - Integrazione grafica (da [6], vol. I, pagg. 59 e 65).
 Fig. 21 - Graphic integration (from [6], vol. I. pages 39 and 65).

La fig. 21 a) mostra una curva piana C rappresentativa, nel piano cartesiano $O(x,y)$ di una funzione $y = f(x)$, definita nell'intervallo $a-b$. Si definisce curva integrale I di C una curva che goda della proprietà seguente: la differenza delle sue ordinate relative a due ascisse qualsiasi contenute nell'intervallo di definizione, misura l'integrale della funzione tra le due e cioè l'area tratteggiata del trapezoide limitato dalla curva C tra le ascisse considerate. Le curve integrali sono infinite: una di esse I' si può individuare imponendole di passare per un punto prefissato, ad esempio per l'ascissa origine a dell'intervallo. Si dice *integrazione grafica* l'operazione che consente di ricavare I da C nota essendo quest'ultima anche solo attraverso la sua rappresentazione grafica: uno dei procedimenti atti a tale scopo è quello detto del *fascio di connessione*.

La fig. 21b) mostra appunto la costruzione dell'integrale I della curva piana C , basata sulla sostituzione di quest'ultima con un diagramma a gradinata. Si suddivide il diagramma effettivo in differenziali grafici mediante opportune rette di richiamo che intersecano l'asse x delle ascisse in una punteggiata; si individua per ciascun elemento l'ordinata media e cioè la distanza, sempre dall'asse x , dell'orizzontale di compenso del corrispondente archetto. Si riportano le ordinate medie in una punteggiata sull'asse delle ordinate e le si proietta da un polo P , con distanza polare H , scelto ad esempio sul prolungamento dell'asse delle ascisse. Si realizza così il fascio di connessione: le parallele ai suoi lati, appoggiate alle successive verticali di separazione, forniscono la curva integrale I , la cui ordinata, letta sulla verticale i -esima, misura, a meno della distanza polare H prescelta, l'area racchiusa al di sotto della C , tra la verticale per l'origine e quella i -esima considerata. L'approssimazione del risultato conseguito è tanto maggiore quanto più fitta risulti la suddivisione in strisce del diagramma.

9.3. Il poligono funicolare

La rappresentazione di un vettore applicato mediante un *segmento orientato* fornito di freccia, che è in grado di definirne gli elementi caratterizzanti (direzione intensità e verso) e la ben nota *regola del parallelogramma* di composizione di due vettori sono alla base delle operazioni grafiche eseguibili sfruttando la *poligonale dei vettori* e il *poligono funicolare* che ad essa si può associare. Le prime nozioni relative a tali enti geometrici si possono far risalire ad S. STEVIN (1548-1620) e a P. VARIGNON (1654-1722): a quest'ultimo si collega peraltro la versione del poligono con cui si opera oggi, che mostra come la prima utilità di questi procedimenti grafici consista nel consentire la composizione di più vettori giacenti in un piano mediante una sola costruzione che si sostituisca all'impiego in cascata della regola del parallelogramma, applicata successivamente per comporli due a due [6], [13].

Premesso che le operazioni grafiche di cui si dirà presuppongono la scelta di due scale, quella delle lunghezze e quella delle intensità, la fig. 22 mostra per l'appunto in

The approximation of the result achieved is greater as the subdivision of the diagram in strips is denser.

9.3. The funicular polygon

The representation of a vector applied by means of an oriented segment provided with arrow, that is able to define the characteristic elements thereof (intensity and direction) and the well-known rule of the composition parallelogram of two vectors are the basis of graphics operations executable by exploiting the vector polygonal and the funicular polygon that may be associated to it. The first notions relating to these geometric entities can be traced back to S. STEVIN (1548-1620) and P. VARIGNON (1654-1722): the latter is moreover connected to the version of the polygon with which one operates today, which shows how the first utility of these graphics procedures consists in allowing the composition of multiple vectors lying in a plane by means of a single construction that will replace the use in cascade of the parallelogram rule, subsequently applied to compose them two by two [6], [13].

Given that graphics operations which will be discussed presuppose the choice of two scales, that of lengths and that of intensity, in a) fig. 22 shows precisely a generic system of vectors associated with the funicular polygon, built on the basis of the polygon represented on the right. The vertices of the latter are projected by the P pole, not lying on it. The sides of the polygon are parallel in the order to the projecting ones; the first and the last of its sides, along which the two carriers $P-0$ and $4-P$ act equivalent to the entire system, meet in a point Ω of the central axis through which the resulting equivalent R passes, whose direction and intensity are defined by the closing side $0-4$ of the polygonal.

Fig. 23 shows the same construction presented if the vectors are parallel to each other, while fig. 24 relates to the case in which the assigned vector system has zero result (that is, when 0 coincides with 4) and is therefore equivalent to a pair represented by two parallel vectors to $P-0$ and $4-P$, with equal module and in the opposite direction. Where, as finally shown in fig. 25, the far ends of the funicular polygon, paral-

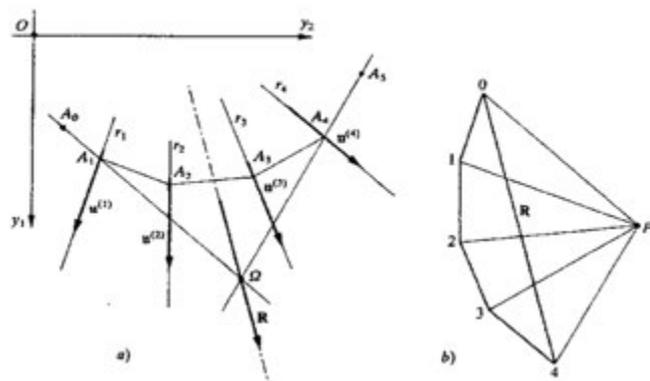


Fig. 22 - Composizione di vettori nel piano (da [13], pag. 26).

Fig. 22 - Composition of vectors in the plane (from [13], page 26).

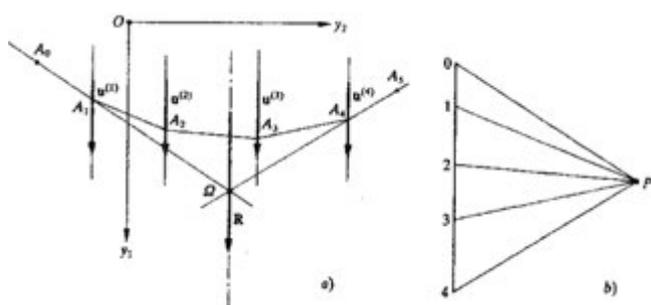


Fig. 23 - Composizione di vettori paralleli (da [13], pag. 26).
Fig. 23 - Composition of parallel vectors (from [13], page 26).

a) un sistema generico di vettori connessi con il poligono funicolare, costruito sulla base della poligonale rappresentata a destra. I vertici di quest'ultima sono proiettati dal polo P , non giacente su di essa. I lati del poligono sono paralleli nell'ordine alle proiettanti; il primo e l'ultimo dei suoi lati, lungo i quali agiscono i due vettori $P-0$ e $4-P$ equivalenti all'intero sistema, si incontrano in un punto dell'asse centrale per il quale passa il risultante equivalente R , la cui direzione e la cui intensità sono definite dal lato di chiusura $0-4$ della poligonale. La fig. 23 mostra la medesima costruzione quale si presenta se i vettori sono paralleli tra loro, mentre la fig. 24 si riferisce al caso in cui il sistema di vettori assegnato abbia risultante nullo (cioè quando 0 sia coincidente con 4) ed equivalga perciò a una coppia rappresentata da due vettori paralleli a $P-0$ e $4-P$, di uguale modulo e di verso opposto. Qualora, come indicato infine in fig. 25, i lati estremi del poligono funicolare, paralleli a $P-0$ e $4-P$, risultino sovrapposti, la coppia di cui al caso precedente ha momento nullo e il sistema di vettori è a sua volta nullo. Se ne deduce che, da un punto di vista grafico, condizione necessaria e sufficiente perché un sistema di vettori sia equivalente a zero è che siano chiusi sia il poligono funicolare che il poligono delle forze.

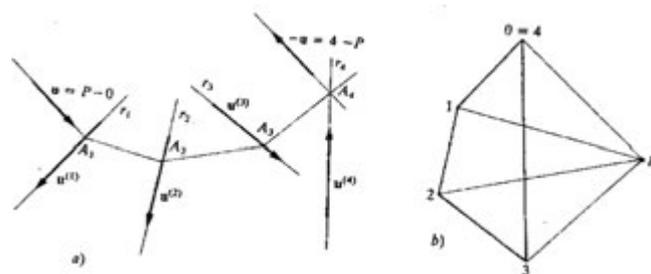
Le applicazioni alla statica delle strutture sono molteplici. Si osserva tra l'altro che, assegnato un sistema di vettori applicati, esiste una triplice infinità di poligoni funicolari con cui esso può essere connesso: imponendo tuttavia una condizione particolare, quale ad esempio il passaggio di un certo lato per un punto determinato o il parallelismo di un lato a una certa direzione, si limita il numero dei poligoni possibili a una duplice infinità. Quando di tali condizioni se ne fissino due, i poligoni ad esse soddisfacenti sono una semplice infinità mentre uno solo è il poligono che si può costruire nel rispetto di tre condizioni. I legami geometrici esistenti tra i poligoni che connettono un prefissato sistema di vettori sono regolati dal *teorema Culmann*.

Ciò premesso, se si considera una struttura staticamente determinata, quale ad esempio è il telaio a tre cerniere rappresentato in fig. 26, soggetto a un generico sistema di forze concentrate, si possono connettere queste ultime, che sono un particolare sistema di vettori applicati

nel to $P-0$ and $4-P$, prove to be superimposed, the couple referred to in the previous case has a null moment and the vector system is in turn null. This suggests that, from a graphical point of view, a necessary and sufficient condition for a vector system to be equivalent to zero is that both the polygon funicolare and the polygon of forces are closed.

Applications to the static of structures are manifold. Inter alia it is observed that, given a system of applied vectors, there is a threefold infinity of funicular polygons with which it can be connected: however, imposing a particular condition, such as for example the passage of a certain side through a particular point or parallelism of a side in a certain direction, the number of possible polygons is limited to a dual infinity. When two of these conditions are set, the polygons meeting them are a simple infinity while only one polygon can be built in compliance with three conditions. The existing geometric links between the polygons that connect a set vectors system are disciplined by the Culmann theorem.

Having stated this, if a statically determined structure is considered, as for example is the three-hinge frame shown in fig. 26, subject to a generic system of concentrated forces, the latter can be connected, which are a particular applied vector system, with a polygon obliged to pass with the first side through the centre of hinge A, with the second through C, with the fourth through B. Failing to state the steps necessary to achieve that result, it is observed that in the end support reactions $P-0$ and $3-P$ of the two outer hinges can be obtained, graphically, in intensity, direction and way, respectively, applied in A and B and reaction $P-1 = 1-P$ that, through hinge C the two trunks converged therein are mutually transmitted. Similarly for the frame of fig. 27, also statically determined, the polygon, which provides the graphical solution by connecting the three assigned forces, has the third side coinciding with the axis of the internal pendulum situated in B and the fourth side passing through C. The reactions in A are derived (marked at intervals in the figure) and in C, respectively by means of the oriented segments $P-0$ and $3-P$, and the mutual reaction of the pendulum which is provided in intensity and direction by the oriented segment $P-2$ if it is the action of trunk I on trunk II, by segment $2-P$ if that of trunk II on trunk I. Hav-



(Fonte - Source: O. MAGINI, "Esercizi di Scienza delle Costruzioni", vol. I, terza ed., Colombo Cursi, Pisa, 1948, pag. 138).

Fig. 24 - Sistema di vettori equivalenti a una coppia (da [13], pag. 29).

Fig. 24 - System of vectors equivalent to a pair (from [13], page 29).

ti, con un poligono obbligato a passare con il primo lato per il centro della cerniera A , con il secondo per C , con il quarto per B . Omettendo di esporre le operazioni necessarie per conseguire tale risultato, si osserva che alla fine si possono ricavare, per via grafica, in intensità, direzioni e versi, le reazioni vincolari $P-0$ e $3-P$ delle due cerniere esterne applicate rispettivamente in A e B e la reazione $P-1 = 1-P$ che, attraverso la cerniera C i due tronchi ivi convergenti si trasmettono mutuamente. Analogamente per il telaio, anch'esso staticamente determinato, di fig. 27, il poligono, che ne fornisce la soluzione grafica connettendo le tre forze assegnate, ha il terzo lato coincidente con l'asse del pendolo interno situato in B e il quarto lato passante per C . Se ne ricavano le reazioni in A (segnata a tratti in figura) e in C , rispettivamente mediante i segmenti orientati $P-0$ e $3-P$, e la reazione mutua del pendolo che è fornita in verso e intensità dal segmento orientato $P-2$ se rappresenta l'azione del tronco I sul tronco II, dal segmento $2-P$ se quella del tronco II sul tronco I. Traslata la reazione in A sino a farla passare per il baricentro della sezione incastrata, si ottiene infine il momento di trasporto che si identifica con quello della coppia reattiva del vincolo.

Il procedimento del poligono funicolare per la composizione delle forze concentrate può essere esteso al caso di forze ripartite lungo una linea o, più in particolare, lungo una retta. Facendo riferimento per semplicità a quest'ultimo caso e quindi alla retta $A-B$ di fig. 28, con z ascissa misurata a partire da A , il diagramma di carico di equazione $p(z)$ che su di esso insiste può pensarsi costituito da n carichi concentrati, ciascuno agente su di un tratto elementare Δz , avente intensità proporzionale all'area della porzione di diagramma ad esso corrispondente, applicato nel suo baricentro. Il poligono funicolare si ottiene costruendo la relativa punteggiata delle forze e proiettandola da un polo P : si ricava una spezzata che, al crescere del numero di suddivisioni operate tende ad una curva detta *curva funicolare* o *funicolare del carico*. Per analogia con quanto accade nei poligoni funicolari, in un generico punto R di questa si può pensare agente una for-

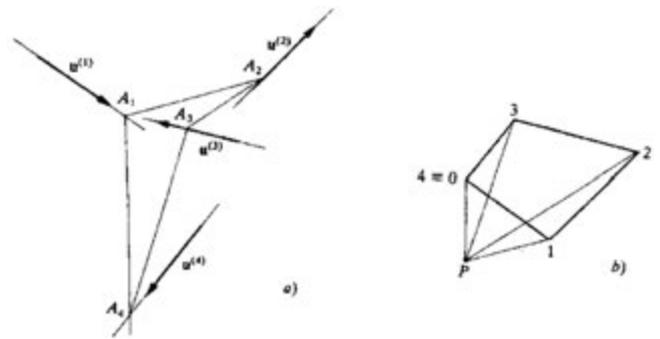


Fig. 25 - Sistema di vettori (da [13], pag. 29).
Fig. 25 - Vectors system (from [13], page 29).

ing trasferita la reazione in A up to make it go through the centre of gravity of the wedged section, the transfer moment is finally obtained that is identified with that of the reactive couple of the constraint.

The procedure of the funicular polygon for the composition of the concentrated forces can be extended to the case of forces distributed along a line or, more particularly, along a straight line. Referring for simplicity to the latter case, and hence to the straight line $A-B$ of fig. 28, with z abscissa measured from A , the equation load diagram $p(z)$ that insists on it can be conceived as consisting of n concentrated loads, each acting on an elementary tract Δz , with an intensity proportional to the area of the diagram portion corresponding to it, applied in its centre of gravity. The funicular polygon is obtained by building its dotted forces and projecting it from a pole P : a broken line is obtained that, as the number of subdivisions made grows, tends to a curve called *funicular curve* or *load funicular*. By analogy with what happens in funicular polygons, in a generic point R we can think a T force is acting, measured by the segment between pole P and dotted forces, on the beam parallel to the tangent to the funicular in point R itself, called stress in R . If the funicular in R is materially cut, its equilibrium configuration, that is perturbed by proceeding this way, can be restored by applying, according to the tangents

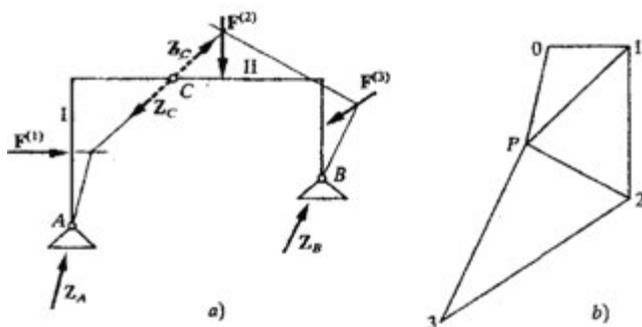


Fig. 26 - Determinazione delle reazioni vincolari per telaio a tre cerniere (da [13], pag. 233).

Fig. 26 - Determination of binding reactions for the frame with three hinges (from [13], page 233).

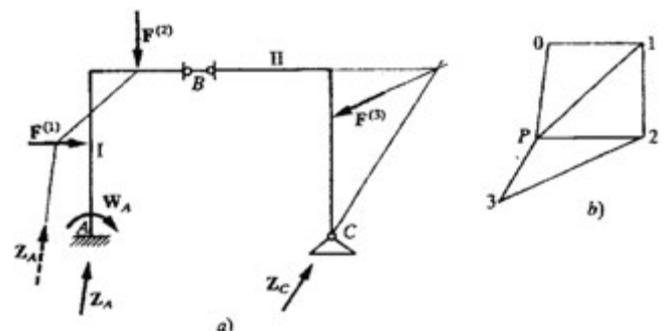


Fig. 27 - Determinazione delle reazioni vincolari per telaio isostatico (da [13], pag. 234).

Fig. 27 - Determination of binding reactions for the isostatic frame (from [13], page 234).

za T misurata dal segmento compreso tra il polo P e la punteggiata delle forze, sul raggio parallelo alla tangente alla funicolare nel punto R stesso, detta *tensione* in R . Se si taglia materialmente la funicolare in R , la sua configurazione di equilibrio, che così procedendo viene perturbata, può essere ripristinata applicando, secondo le tangenti ai due capi del taglio, due forze uguali e opposte che rappresentano la mutua azione che i due tronchi si trasmettevano prima del taglio. Tutto ciò è mostrato nella già citata fig. 28, da cui si deduce pure che, se si isola un tratto di funicolare compreso tra R ed S , le tensioni T agenti alle sue estremità devono equilibrare il carico totale Q che insiste sul tratto R - S . È facile osservare che la costruzione della funicolare di un carico distribuito coincide sostanzialmente con l'esecuzione, a partire dal diagramma di partenza, di due integrazioni grafiche in cascata.

9.4. La geometria delle masse

Il poligono funicolare presenta interessanti applicazioni in *geometria delle masse* [6], [13]: in quanto segue ci si limita a mostrare, a titolo di esempio, un paio di costruzioni elementari che si possono eseguire con il suo ausilio. Associando (fig. 29) a un sistema di masse concentrate in alcuni punti del piano, un sistema di vettori paralleli ad uno degli assi del riferimento supposto. in generale obliquo, aventi intensità ad esse proporzionali, si può ricavare, mediante un poligono funicolare p , la punteggiata dei *momenti statici* $0'-1'$, $1'-2'$, $2'-3'$, $3'-4'$ delle singole masse rispetto all'asse stesso e, per somma, il momento statico $0'-4'$ dell'intero sistema. Le distanze sono misurate parallelamente all'altro asse e il risultato si consegue a meno della distanza polare H , arbitrariamente assunta, del polo P dalla punteggiata dei vettori $0,1,2,3,4$, distanza anch'essa misurata parallelamente al secondo asse coordinato.

La fig. 30 mostra invece come si determini graficamente il baricentro di un sistema di masse concentrate,

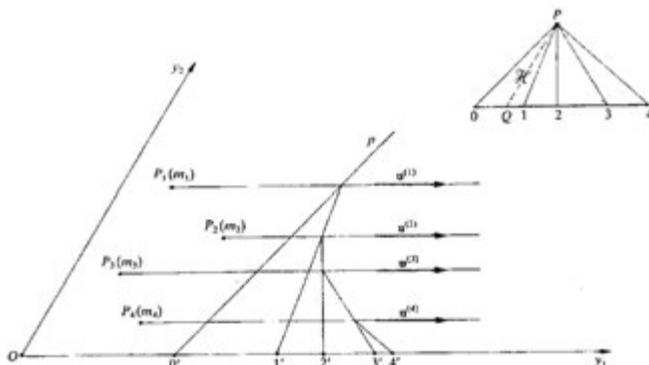


Fig. 29 - Determinazione grafica di momenti statici (da [13], pag. 57).

Fig. 29 - Graphic determination of static moments (from [13], page 57).

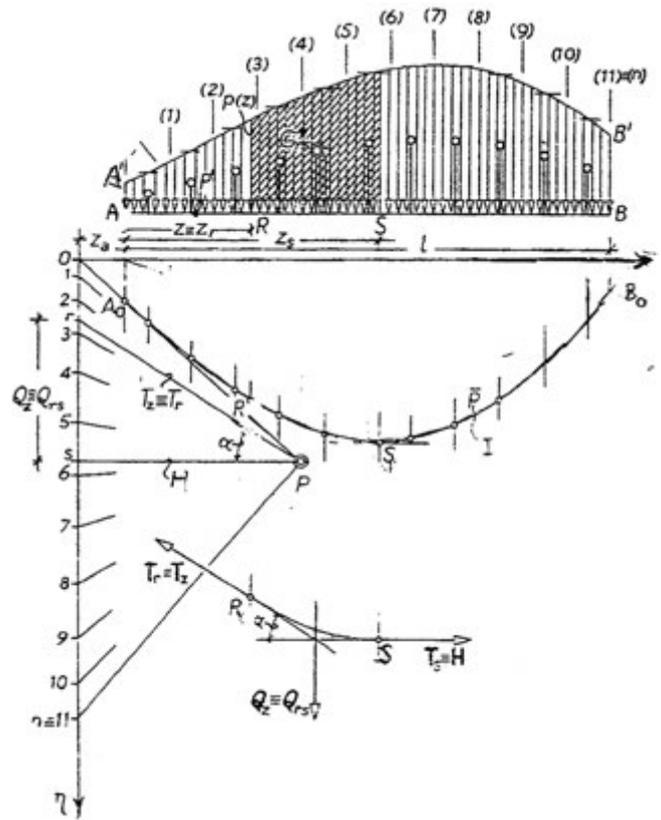


Fig. 28 - Costruzione della funicolare di un carico distribuito (da [6], vol. II, pag. 326).

Fig. 28 - Construction of the funicular of a distributed load (from [6], vol. II, page 326).

at the two ends of the cut, two equal and opposite forces which represent the mutual action that the two trunks transmitted reciprocally before cutting. All this is shown in the aforementioned fig. 28, from which it is also inferred that if a funicular section between R and S is isolated, the stresses T acting at its ends must balance the total load Q that insists on stretch R - S . It is easy to observe that the construction of the funicular of a distributed load substantially coincides with the execution, beginning from the starting diagram, of two graphics integrations in cascade.

9.4. Geometry of the masses

The funicular polygon has interesting applications in the geometry of masses [6], [13]: in what follows we merely show, by way of example, a couple of elementary constructions that can be performed with its aid. By associating (fig. 29) a vector system a parallel to one of the assumed reference axes, to a system of masses concentrated in some points of the plane, generally oblique, having intensity proportional to them, the dotted line of the static moments $0'-1'$, $1'-2'$, $2'-3'$, $3'-4'$ of the individual masses relative to the axis itself may be obtained, by means of a funicular polygon p and, for the sum, the static moment $0'-4'$ of the entire sys-

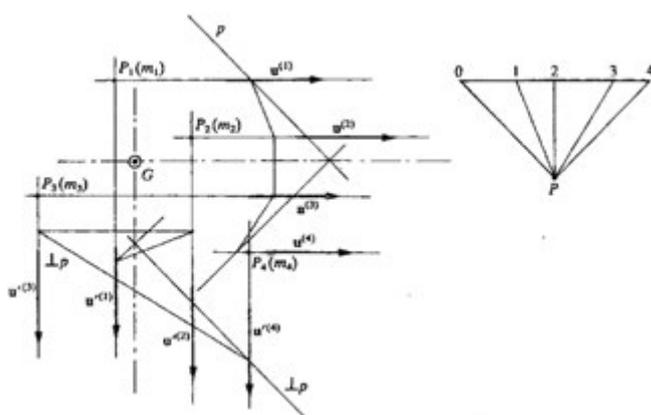


Fig. 30 - Determinazione grafica del baricentro (da [13], pag. 58).

Fig. 30 - Graphical determination of the centre of gravity (from [13], page 58).

associando ad esse due sistemi diversamente orientati di vettori applicati paralleli e costruendo i risultanti equivalenti di entrambi: il punto di intersezione di questi ultimi è per l'appunto il baricentro cercato. Se le direzioni vengono assunte mutuamente ortogonali come in figura, si risparmia la costruzione di una doppia punteggiata delle masse perché il secondo poligono funicolare, detto *normal poligono*, può essere facilmente ottenuto in quanto i suoi lati sono ordinatamente perpendicolari a quelli di p .

Restando in argomento, è appena necessario osservare che i procedimenti ricordati si possono estendere alla valutazione dei *momenti del second'ordine* rispetto ad un asse (*momento di inerzia o assiale*) o a due assi (*momento centrifugo*) di un sistema di masse concentrate. Il risultato si consegue costruendo un secondo poligono che sfrutti in cascata i risultati conseguiti con il primo ed assume, quali masse da concentrare nei punti assegnati, i momenti statici già ottenuti e rappresentati in fig. 29 dalla punteggiata $0', 1', 2', 3', 4'$.

La massa, anziché essere concentrata in un numero finito di punti come finora ipotizzato, può essere distribuita con una certa densità in un insieme continuo di punti disposti lungo linee o superfici piane: in tal caso, e, più in particolare quando la densità in parola sia costante, si può parlare più propriamente di *geometria delle linee* o, più frequentemente, di *geometria delle aree*, alle quali si possono estendere i discorsi e le costruzioni richiamate per i sistemi discreti. Ai sistemi di masse, concentrate o distribuite o dei due tipi, si associa inoltre, come ben noto a chi possiede le nozioni più elementari della Scienza delle costruzioni, il concetto di *ellisse centrale di inerzia* o *ellisse di Culmann*, la cui conoscenza è fondamentale tra l'altro per studiare la distribuzione delle tensioni nel piano della sezione trasversale di una trave variamente sollecitata ed è pertanto della massima importanza per che si occupi di ingegneria strutturale.

tem. Distanze are misurate in parallelo to the other axis, and the result is achieved without the polar distance H , arbitrarily assumed, of pole P from the dotted of vectors $0, 1, 2, 3, 4$, distance also measured parallel to the second coordinate axis.

Fig. 30 instead shows how the centre of gravity of a system of concentrated masses is graphically determined by associating to them two differently oriented systems of vectors applied in parallel and building the equivalent results of both: the intersection point of the latter is precisely the centre of gravity sought. If the directions are assumed mutually orthogonal as in the figure, the construction of a double dotted of the masses can be avoided because the second funicular polygon, called *normal polygon*, can be easily obtained because its sides are methodically perpendicular to those of p .

Staying on the topic, it is hardly necessary to observe that the procedures mentioned can be extended to the evaluation of moments of the second order with respect to an axis (moment of inertia or axial) or to two axes (centrifugal moment) of a concentrated masses system. The result is obtained by building a second polygon which exploits in cascade the results achieved with the first and assumes as masses to be concentrated at the assigned points, the static moments already obtained and represented in fig. 29 by the dotted $0', 1', 2', 3', 4'$.

The mass, rather than being concentrated in a finite number of points as previously thought, can be distributed with a certain density in a continuous set of points arranged along lines or flat surfaces: in this case, and, more in particular when the density is constant, we can speak more properly of geometry of the lines or, more frequently, of geometry of the areas, to which the arguments and the buildings recalled for discrete systems can be extended. The concept of central ellipse of inertia or ellipse of Culmann, knowledge of which is critical, inter alia, to study the distribution of stresses in the plane of the cross section of a variously stressed beam and is therefore of utmost importance to dealing of structural engineering, is associated to masses of systems, concentrated or distributed, or of the two types, as well known to those possessing the most basic notions of Science of building.

The laws of changes of moments of the second order with respect to the straight lines of a beam are likely to be summarised by the famous graphic representation of the circle of Mohr shown in fig. 31. This construction allows deriving, graphically, the moments of axial and centrifugal inertia of a system with respect to two mutually orthogonal axes of a beam, which are known to be the so-called basic elements, and that is to say the similar magnitudes with respect to a particular pair of orthogonal axes taken as reference axes. The diagram has many useful applications in the technique and can also be used to build the central ellipse of inertia of any system.

Using the circle of Mohr, fig. 32 studies an L-section with unequal sides of which the principal axes of inertia, the corresponding principal moments, the consequential

Le leggi di variazione dei *momenti del second'ordine* rispetto alle rette di un fascio proprio sono suscettibili di essere sintetizzate dalla celebre rappresentazione grafica del *cerchio di Mohr* riportata in fig. 31. Questa costruzione consente di ricavare, per via grafica appunto, i momenti d'inerzia *assiali e centrifugo* di un sistema rispetto a due assi mutuamente ortogonali di un fascio proprio, noti che siano i cosiddetti *elementi base*, e cioè le analoghe grandezze rispetto a una coppia particolare di assi ortogonali assunti come assi di riferimento. Il diagramma ha molte utili applicazioni nella tecnica e può essere impiegato anche per costruire l'ellisse centrale d'inerzia di un qualsiasi sistema. In fig. 32 si studia appunto, utilizzando il *cerchio di Mohr*, una sezione ad L a lati diseguali di cui sono evidenziati gli *assi principali d'inerzia*, i corrispondenti *momenti principali*, i conseguenti *raggi di inerzia* e quindi, in definitiva, l'*ellisse centrale*. Nota quest'ultima si può poi tracciare il poligono a cinque lati, annerito in figura, che costituisce il *nocciolo centrale d'inerzia* della sezione [13].

9.5. Studio grafico delle strutture

Le applicazioni dei metodi grafici allo studio delle strutture sono molteplici: di esse non può fornirsi che qualche cenno, atto comunque a mostrare la versatilità e la genialità dei procedimenti usati dagli ingegneri del passato per affrontare problematiche anche complesse [5], [6].

Ci si limita a mostrare alcuni esempi relativi a travi a una campata. Per la trave appoggiata agli estremi di fig. 33, soggetta a un carico distribuito generico, noto solo attraverso il suo diagramma, tre operazioni di integrazione grafica opportunamente condotte servono a costruire i diagrammi dello *sforzo normale*, del *taglio* e del *momento flettente*. È necessario innanzi tutto dedurre dal diagramma di carico assegnato quelli del *carico assiale* e del *carico flettente*; l'integrale del primo porge lo sforzo normale; quello del secondo il taglio. Dall'integrazione grafica di quest'ultimo si deduce poi il diagramma del momento. Ricordando che le curve integrali ottenibili dall'integrazione sono infinite, è necessario fissare opportunamente le fondamentali a partire dalle quali i diagrammi costruiti vanno letti; e questo risultato si può conseguire usufruendo delle condizioni di vincolo che consentono di prevedere i valori delle grandezze in gioco in corrispondenza di particolari sezioni. Nel caso in esame, ad esempio, il diagramma dello sforzo normale si definisce imponendo che la caratteristica in parola sia nulla nella sezione di estremità destra ove è ubicato il carrello; il diagramma del momento va riferito invece alla con-

inertia rays and therefore, ultimately, the central ellipse are highlighted. Knowing the latter the polygon with five sides can then be plotted, blackened in the figure, which constitutes the central core of inertia of the section [13].

9.5. Graphic study of structures

The applications of graphical methods to the study of structures are manifold: some mention about these can be provided, however, suitable to show the versatility and genius of the procedures used by the engineers of the past to deal with even complex issues [5], [6].

We will just show some examples of beams with one span. For the beam resting at the ends of fig. 33, subject to a generic distributed load, known only by its plot, three appropriately conducted graphic integration operations aim to build the diagrams of normal stress, of the shear stress and of the bending moment. We must first deduct from the load diagram those of the assigned axial load and bending load; the integral of the first gives the normal stress; that of the second the shear stress. The moment of the diagram can be inferred from the graphical integration of the latter. Remembering that the integral curves obtainable from the integration are endless, it is necessary to properly set the fundamentals from which the built diagrams should be read; and this result can be achieved by using the constraint conditions that allow predicting the values of the quantities involved at particular sections. In this case, for example, the diagram of the normal stress is defined by requiring that the characteristic in question is null in the right end section where the cart is located; the diagram of the moment should be reported instead of the line joining its intersections with the end verticals, so as to take account of the cancelling of the characteristic in question at the ends of the beam. Working backwards it is then possible to derive the key of the shear stress diagram that intercepts on the vertical ends of the representative segments, in the scale of the forces, of binding forces in A and B.

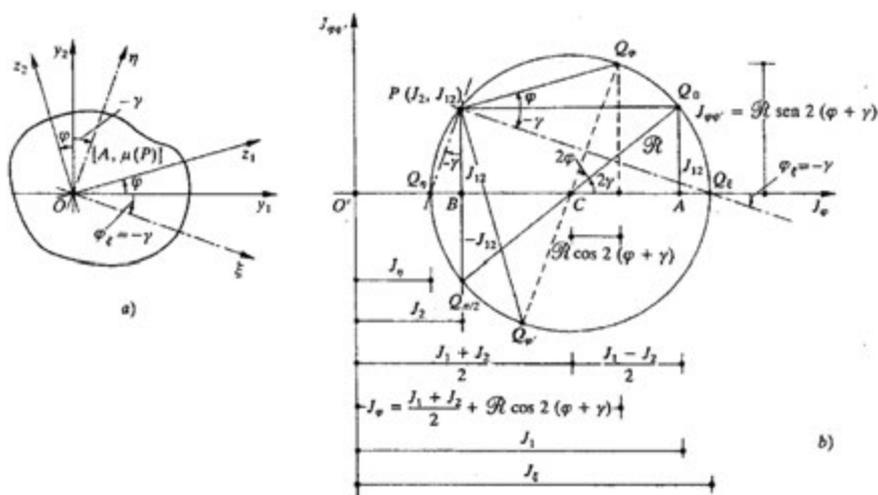


Fig. 31 - Costruzione del cerchio di Mohr (da [13], pag 75).
Fig. 31 - Construction of Mohr's circle (from [13], page 75).

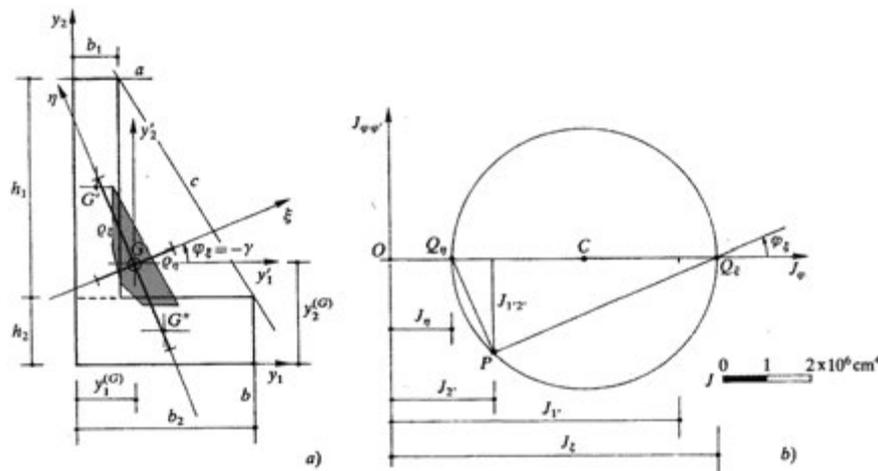


Fig. 32 - Costruzione dell'ellisse e del nocciolo centrale d'inerzia di una figura piana (da [13], pag 96).

Fig. 32 - Construction of the ellipse and of the central core of inertia of a plane figure (from [13], page 96).

giungente delle sue intersezioni con le verticali estreme, per tener conto dell'annullarsi della caratteristica in parola alle estremità della trave. Procedendo a ritroso è poi possibile ricavare la fondamentale del diagramma del taglio che intercetta sulle verticali di estremità i segmenti rappresentativi, nella scala delle forze, delle reazioni vincolari in A e B.

Il metodo di Saviotti completa in un certo senso il discorso precedente in quanto si spinge a costruire, sempre per via grafica, mediante due successive integrazioni del diagramma del momento, dapprima il diagramma delle inclinazioni e poi quello degli abbassamenti. Esso si può estendere al caso di travi a sezione variabile, se si corregge, prima della successiva integrazione, il diagramma del momento dividendone le ordinate per la rigidezza flessionale EJ e trasformandolo così nel cosiddetto diagramma delle curvature (fig. 34). Lo stesso risultato si ottiene con il metodo di Mohr che differisce dal precedente in quanto, in luogo delle quattro integrazioni successive di cui questo si avvale, usufruisce di due funicolari: quella del diagramma di carico che rappresenta, sempre in opportuna scala, il momento flettente e quella che opera su quest'ultimo, dopo averlo trasformato in diagramma delle curvature. Il risultato dell'ultima operazione è la deformata della trave.

Gli esempi prospettati danno solo un'idea assai parziale delle possibilità che i procedimenti grafici offrono al fine di risolvere strutture più complesse, anche staticamente indeterminate, come le travi incastrate, le travi continue, le strutture ad arco, soggette a carichi sia fissi che mobili. Anche la teoria delle linee di influenza, fondamentale per lo studio dei ponti, si servì ampiamente, specie ai suoi albori, di metodi grafici spesso sofisticati. Né si può fare a meno di citare le implicazioni grafiche che ebbe la teoria dell'ellisse di elasticità, certamente no-

The Saviotti method completes the previous discussion in a certain way as it helps building, always graphically, by means of two successive integrations of the diagram of the moment, first the inclinations diagram and then that of sags. It can be extended to the case of variable section beams, if the diagram of the moment is corrected by dividing the ordinates thereof by the bending stiffness before the subsequent integration, and turning it into the so-called curvature diagram (fig. 34).

The same result is obtained with the Mohr method which differs from the previous one in that, in place of the four successive integrations which it uses, it uses two funiculars: that of the load diagram that it represents, always in an appropriate scale, the bending moment and the one that operates on the latter, after having turned it in curvature diagram. The result of the last operation is the deformed of the beam.

The examples proposed give only a very partial idea of the possibilities that graphics procedures offer in order to solve more complex structures, even statically indeterminate, such as wedged beams, continuous beams, arched structures, subject to both fixed and mobile loads. Even the theory of influence lines, essential for the study of the bridges, used the often sophisticated graphical methods extensively, especially in its early days. Nor can we fail to mention the graphic implications that the theory of ellipse of elasticity had, certainly known to the not so young technicians as it was still used and taught up to over half of the twentieth century. To describe the scale the words used by O. BELLUZZI are certainly very significant at the beginning of the second volume [7] of its Building Science: "The ellipse theory of plasticity, devised by CULMANN and then applied systematically by J.W. RITTER (1776-1810), is the most elegant method for the study of the deformation of the beams with the straight line or curved axis and constant or variable section". And again: "This theory brings together in summary all the properties of the beam deformation allowing to quickly determine the rotations and displacements caused by a section caused by given forces and the forces necessary to cause said movements. It also allows to easily and intuitively foresee the qualitative characteristics of the deformation itself. So that often problems that would present sometimes considerable difficulties, if approached in another way, are immediately solved with its use, and with clear visual inspection".

9.6. The cremona diagram

This demo roundup of the most important applications of graphic statics, can only end with a reference to the determination of the efforts in the rods of a truss with canon-

ta ai tecnici meno giovani in quanto ancora adoperata e insegnata fino ad oltre la metà del XX secolo. Per descriverne la portata sono certamente molto significative le parole usate da O. BELLUZZI all'inizio del secondo volume [7] della sua *Scienza delle Costruzioni*: "La teoria dell'ellisse di elasticità, ideata da CULMANN e applicata poi sistematicamente da J.W. RITTER (1776-1810), costituisce il metodo più elegante per lo studio delle deformazioni delle travi ad asse rettilineo o curvilineo e di sezione costante o variabile". E ancora: "Questa teoria riunisce in sintesi tutte le proprietà della deformazione delle travi consentendo di determinare rapidamente le rotazioni e gli spostamenti di una sezione provocati da date forze e le forze necessarie per provocare detti spostamenti. E consente anche di prevedere facilmente e intuitivamente le caratteristiche qualitative della deformazione stessa. Così che spesso col suo impiego si risolvono in modo immediato, e con evidente controllo visivo, problemi che presenterebbero difficoltà talvolta notevoli, se affrontati per altra via".

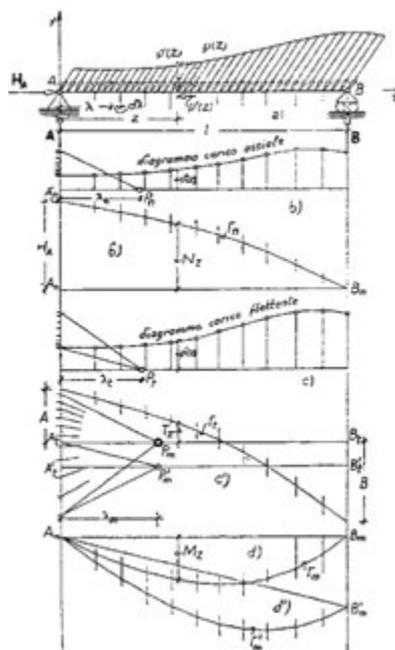


Fig. 33 - Costruzione grafica dei diagrammi dello sforzo normale, del taglio e del momento flettente (da [6], vol. II, pag. 433).

Fig. 33 - Graphic construction of the normal stress, shear stress and bending moment diagrams (from [6], vol II, page 433).

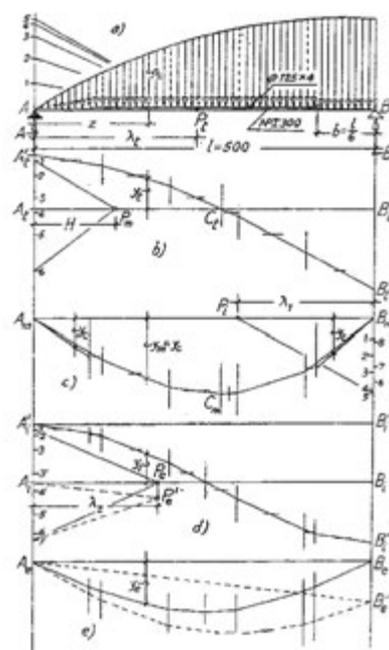


Fig. 34 - Costruzione della deformata di una trave con il metodo del Saviotti. Fig. 34 - Construction of the deformed if a beam with the Saviotti method.

9.6. Il diagramma cremoniano

Questa carrellata dimostrativa delle più importanti applicazioni della Statica grafica, non può che concludersi con un accenno alla determinazione degli sforzi nelle aste di una travatura reticolare a nodi canonici e cioè alla costruzione grafica detta del *diagramma reciproco* o *cremoniano*, ideato, come si è già accennato, dallo studioso italiano L. CREMONA [6], [13].

Vale la pena di ricordare preliminarmente che la struttura si ipotizza dotata di nodi articolati a cerniera e che i carichi applicati agiscono in corrispondenza di essi, sì che le caratteristiche incognite siano esclusivamente gli sforzi normali nelle aste, distinte in *puntoni* se compresse e *tiranti* se tese. Se il numero delle aste è pari al minimo richiesto per l'indeformabilità della struttura, e cioè a $2n-3$ con n numero dei nodi, la travatura è isostatica e la sua soluzione si consegue attraverso l'imposizione di sole condizioni di equilibrio. Le incognite infatti, rappresentate dai tre parametri reattivi esterni e dagli sforzi nelle $2n-3$ aste, si possono ricavare imponendo l'equilibrio alla traslazione degli n nodi; e ciò può realizzarsi ricorrendo, in ciascuno di essi, a due equazioni di equilibrio secondo due direzioni arbitrarie mutuamente ortogonali: il problema è cioè ricondotto a un sistema lineare di $2n$ equazioni in $2n$ incognite.

ical joints and that is the graphic construction of the said mutual or cremona diagram, designed, as already mentioned, by the Italian researcher L. CREMONA [6], [13].

It is worthwhile remembering at the outset that the structure is assumed with hinge articulated joints and that the applied loads act in correspondence of the same, so that the unknown characteristics are only the normal stresses in the rods, divided into struts if compressed and rods if strained. If the number of rods is equal to the minimum required for the non-deformability of the structure, namely at $2n-3$ with n number of joints, the truss is isostatic and its solution is achieved through the imposition of equilibrium conditions only. The unknowns in fact, represented by the three external reactive parameters and by the efforts in $2n-3$ rods, can be derived by imposing the equilibrium to the translation of n joints; and this can be achieved by using, in each of them, two equilibrium equations according to two mutually orthogonal arbitrary directions: that is, the problem is brought back to a linear system of $2n$ equations in $2n$ variables.

However, there are a large number of isostatic trusses, for which the problem of determining the three components of the external binding reactions and efforts in $2n-3$ rods is greatly simplified and can be usefully conducted graphically. First of all the binding reactions are assessed, by means of the polygon of forces that involve them with the external

Esistono tuttavia un gran numero di travi isostatiche, dette a nodi *canonici*, per le quali il problema di determinare le tre componenti delle reazioni vincolari esterne e gli sforzi nelle $2n-3$ aste si semplifica notevolmente e può essere utilmente condotto per via grafica. Si valutano dapprima le reazioni vincolari, mediante il poligono delle forze che le coinvolge con i carichi esterni; si passa quindi a un nodo in cui convergano solo due aste di cui si vogliono determinare gli sforzi e, anche in tal caso, si opera costruendo il relativo poligono di equilibrio; se è possibile individuare un successivo nodo in cui siano incogniti gli sforzi in due sole aste, si prosegue allo stesso modo e si va avanti quindi, a sciogliere, per così dire in cascata, tutti i nodi, completando l'operazione in maniera molto semplice e ripetitiva: per via analitica ciò significa che il sistema di $2n$ equazioni in $2n$ incognite del caso generale si semplifica, per la particolare configurazione del reticolo, in n sistemi lineari, ciascuno di due equazioni in due incognite.

Il discorso svolto si chiarisce meglio se ci si riferisce al caso prospettato in fig. 35a) dove è rappresentata una semplice travatura reticolare a nodi *canonici* composta di 5 nodi e 7 aste, soggetta alla forza orizzontale F applicata al nodo 5. In b) è riportato il poligono di equilibrio dell'intera travatura, considerata come un unico corpo rigido, che serve a valutare le componenti reattive esterne; in c) il poligono di equilibrio del nodo 1 che serve a determinare gli sforzi nelle aste 1-4 e 1-2; in d), e), f) quelli relativi nell'ordine ai successivi nodi 4, 2, 5. Il tutto dopo aver fissata un'opportuna scala di rappresentazione degli sforzi e osservando che, percorrendo ciascun poligono nel verso fissato dagli sforzi noti, le aste, per le quali lo sforzo corrispondente è orientato verso il nodo di cui si è imposto l'equilibrio, sono dei puntoni, mentre quelle per le quali lo sforzo è, per così dire, uscente dal nodo, sono dei tiranti.

L'idea alla base del diagramma cremoniano consiste nel riunire i poligoni di equilibrio dei nodi, in uno con quello che impone l'equilibrio dell'intera struttura, in un'unica figura nella quale ogni forza, attiva o reattiva, compare una sola volta. Determinato cioè, mediante un

loads; then one proceeds to a joint in which only two rods converge of which one wants to determine the efforts and, also in this case, one operates by building the relative equilibrium polygon; if a subsequent joint can be identified in which the efforts in only two rods are unknowns, one continues in the same way and then goes forward, undoing, so to say in cascade, all joints, completing the operation in a very simple and repetitive way: analytically this means that the system of $2n$ equations in $2n$ variables of the general case is simplified, for the particular configuration of the lattice, in n linear systems, each of two equations in two variables.

The above discussion becomes clearer if one refers to the situation envisaged in fig. 35a, where a simple truss with typical joints is represented composed of 5 connections and 7 rods, subject to horizontal force F applied to connection 5. B shows the balance polygon of the entire truss, considered as a single rigid body, which serves to assess external reactive components; in c the balance polygon of connection 1 which is needed to determine the efforts in rods 1-4 and 1-2; in d, e, f those relating to subsequent joints in the order 4, 2, 5. All this after having set an appropriate representation scale of the efforts and noting that, running along each polygon in the direction set by the known efforts, the rods, for which the corresponding effort is oriented towards the joint where the balance is imposed, are of the struts, while those for which the effort is, so to speak, outgoing from the joint, are of the tie rods.

The idea behind the cremona diagram consists in bringing together the balance polygons of joints, in one with that which requires the balance of the entire structure, in a single figure in which all forces, active or reactive, appears only once. Having determined that, by means of a first polygon, the effort at an internal rod, the corresponding representative segment is used, considering it oriented in the opposite direction for those connections to which balance it still contributes.

Of course, the resulting polygonal mesh diagram must be built according to precise methods. The most important of these is that the sides of the polygons of the joints and of the balance of the entire truss, follow one another in a specific cyclic order, which coincides, connection by connection, with the arbitrarily fixed one along the contour of the structure in the numbering of acting forces.

Without going into further details that would lie outside the purely informational purpose that this dissertation proposes, fig. 36 shows the cremona of a beam called Neville, subject to vertical loads acting in the joints of upper part of the truss. Following a traditional custom, the compressed rods are represented in enlarged section, while the strained ones have a fine line: this is both in the diagram and in the structural scheme.

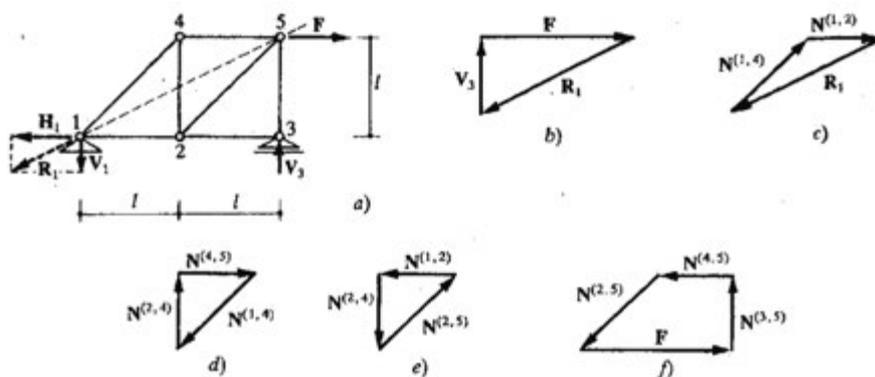


Fig. 35 - Risoluzione di una trave reticolare a nodi canonici (da [13], pag. 273).
Fig. 35 - Nodal Solution of a truss (from [13], page 273).

primo poligono, lo sforzo in un'asta interna, se ne utilizza il corrispondente segmento rappresentativo, considerandolo orientato nel senso opposto per quei nodi al cui equilibrio esso ancora contribuisce.

Naturalmente il diagramma a maglie poligonali che ne risulta deve essere costruito in base a precise modalità. La più importante di esse è che i lati dei poligoni dei nodi e di quello di equilibrio dell'intera travatura, si succedano in un preciso ordine ciclico, che coincida, nodo per nodo, con quello arbitrariamente prefissato lungo il contorno della struttura nel numerare le forze agenti.

Senza entrare in ulteriori particolari che esulerebbero dagli intenti puramente informativi che quest'esposizione si prefigge, si riporta, in fig. 36, il cremoniano di una trave detta *Neville*, soggetta a carichi verticali agenti nei nodi del corrente superiore. Seguendo una tradizionale consuetudine, le aste compresse sono rappresentate a tratto ingrossato, mentre quelle tese sono a tratto sottile: ciò sia nel diagramma che nello schema strutturale.

In conclusione occorre rilevare che il diagramma cremoniano deve risultare chiuso al termine della sua costruzione: questa sua peculiarità è della massima importanza in quanto rassicura, a operazioni concluse, circa la verifica di tutti gli equilibri imposti e scongiura la presenza di errori sistematici cui talvolta il calcolo automatico può condurre se non accuratamente validato e controllato.

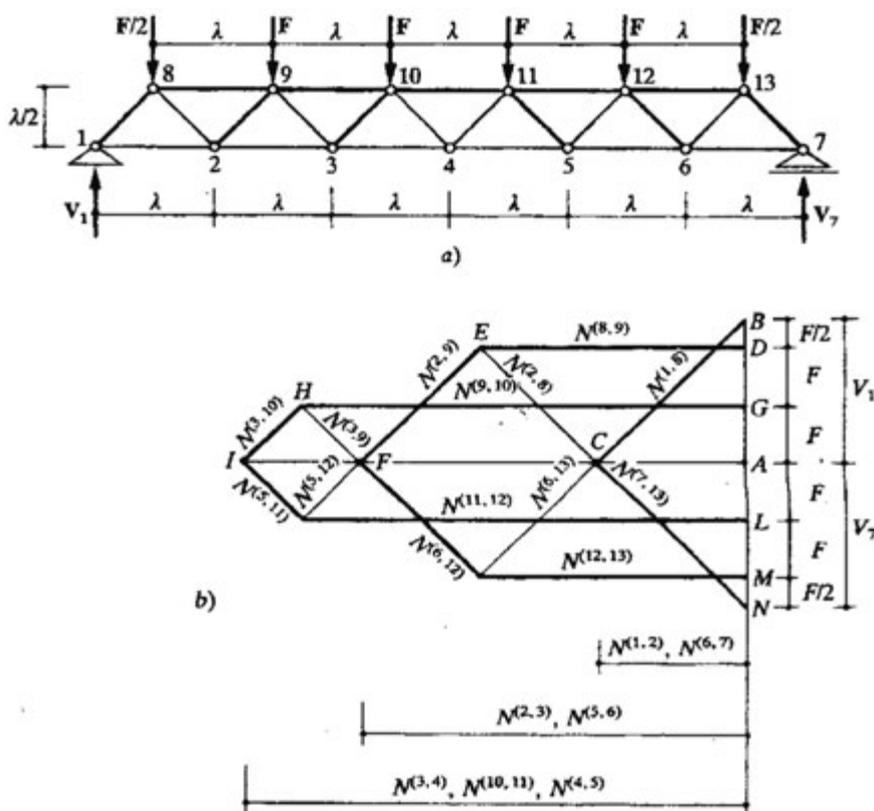


Fig. 36 - Il diagramma cremoniano per una trave Neville (da [13], pag. 274).
Fig. 36 - The cremona diagram for a Neville beam (from [13], page 274).

In conclusion it should be noted that the cremona diagram should be closed at the end of its construction: this peculiarity is of utmost importance as it reassures, upon completion, as regards the verification of all the imposed balances and averts the presence of systematic errors to which automatic calculation can sometimes lead if not thoroughly validated and checked.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] G. MESSINA, "Il Canale Navigabile tra la Rada e il Mar Piccolo di Taranto", Roma, Tipografia e Litografia del Comitato di Artiglieria e Genio, 1888.
- [2] A.F. JORINI, "Costruzione dei ponti", Ulrico Hoepli, Milano 1905.
- [3] G. PIZZAMIGLIO, "Costruzioni metalliche", Milano, Ulrico Hoepli Editore, 1911.
- [4] A. DE NORA, "Il calcolo grafico e le sue applicazioni ai problemi d'ingegneria", Editore Francesco Valsecchi, Milano, 1930.
- [5] L.F. DONATO, "Scienza delle costruzioni, parti prima e seconda", seconda edizione, Colombo Corsi Editore, Pisa, 1949.
- [6] O. MAGINI, "Statica grafica, volumi primo e secondo", quarta edizione, Pisa, Colombo Corsi Editore, 1952.
- [7] O. BELLUZZI, "Scienza delle Costruzioni, volume secondo", Nicola Zanichelli Editore, Bologna, 1956.
- [8] R. ZOJA, "Esame dei materiali ferrosi impiegati nella costruzione delle travate dei ponti della linea ferroviaria Ivrea-Aosta alla fine del secolo scorso", Ingegneria ferroviaria, n. 3, marzo 1965.

- [9] A. PETRIGNANI, *“Problemi di Architettura”*, in *L'acciaio nelle costruzioni moderne*, Dedalo Libri, Bari, 1971.
- [10] E. BENVENUTO, *“La Scienza delle Costruzioni e il suo sviluppo storico”*, Manuali Sansoni, Firenze 1981.
- [11] V. NASCÈ, *“La progettazione strutturale e la costruzione metallica dalle origini al periodo 1850-1860”*, in *Contributi alla storia della costruzione metallica*, coordinatore Vittorio NASCÈ, Alinea Editrice s.r.l., Firenze 1982.
- [12] G.E. RAPPINI, *“L'evoluzione del materiale e dei processi siderurgici dalla ghisa al ferro, all'acciaio”*, in *Contributi alla storia della costruzione metallica*, coordinatore Vittorio NASCÈ, Alinea Editrice s.r.l., Firenze 1982.
- [13] A. SOLLAZZO, U. RICCIUTI, *“Scienza delle costruzioni I, Statica dei sistemi rigidi”*, UTET, Torino, 1983.
- [14] C. BERTOLINI, *“Culture edilizie regionali della costruzione metallica ottocentesca legata allo sviluppo della rete ferroviaria”*, in *Tecnologia scienza e storia per la conservazione del costruito*, Fondazione Callisto Pontello, Firenze, Annali, marzo-giugno 1987.
- [15] G. PISTONE, *“Caratteristiche meccaniche della ghisa nelle strutture ottocentesche”*, in *Tecnologia scienza e storia per la conservazione del costruito*, Fondazione Callisto Pontello, Firenze, Annali, marzo-giugno 1987.
- [16] A.M. ZORGNO, *“Condizioni tecniche e cultura scientifica nella costruzione metallica ottocentesca in Italia”*, in *Tecnologia scienza e storia per la conservazione del costruito*, Fondazione Callisto Pontello, Firenze, Annali, marzo-giugno 1987.
- [17] T.S. ASHTON, *“La Rivoluzione industriale 1760-1830”*, Editori Laterza, 1987.
- [18] P. MANTOUX, *“La Rivoluzione industriale. Saggio sulle origini della grande industria moderna in Inghilterra”*, Editori Riuniti, Roma, III ed, 1991.
- [19] E. LEPORATI, *“Sul ferro agglomerato costituente i ponti metallici della seconda metà del 1800”*, Atti del Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Torino, n. 46, 1995.
- [20] P. MONACO, *“I ponti ferroviari nella Gravina Maggiore di Castellaneta”*, Conferenze sulla storia dell'Ingegneria, Politecnico di Bari, n. 5, 4 dicembre 1997.
- [21] A. SOLLAZZO, C. SGOBBO. *“L'evoluzione del solaio latero-cementizio*, in *Sicurezza e conservazione delle prime costruzioni in cemento armato*, a cura di M. MEZZINA, G. UVA, R. GRECO, Città Studi edizioni, De Agostini, Novara, giugno 2008.
- [22] C. GELAO (a cura di), *“Achille MAURI, fotografo di Sua Maestà”*, Pinacoteca Provinciale di Bari, Alinari 24 ore, Firenze, 2009.
- [23] D. CAPECCHI, G. RUTA, *“La Scienza delle costruzioni in Italia nell'Ottocento”*, Springer-Verlag Italia, Milano, 2011.
- [24] A. SOLLAZZO, *“L'Arte del Costruire. Verso una moderna disciplina matematica”*, Mario Adda Editore, Bari 2012.
- [25] A. SOLLAZZO, *“Tradizioni ingegneristiche e realizzazioni in Puglia tra Ottocento e Novecento”*, Tip. Danisi, Bari, aprile 2013.

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
Sig. RIVOIRA Tel. 339-1220777 – 02.63712002 – Fax 02.63712538 – E-mail: segreteria@cifimilano.it

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2016

- Soci Ordinari e Aggregati	€/anno	65,00
- Soci Ordinari e Aggregati abbonati anche a "La Tecnica Professionale"	€/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 "La Tecnica Professionale"	€/anno	55,00
- Soci Juniores (studenti fino a 28 anni)	€/anno	17,00
- Soci Juniores (studenti fino a 28 anni) abbonati anche a "La Tecnica Professionale"	€/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 edite dal CIFI, ad usufruire di eventuali convenzioni con Enti esterni ed a partecipare alle varie manifestazioni, convegni e conferenze organizzati dal Collegio.

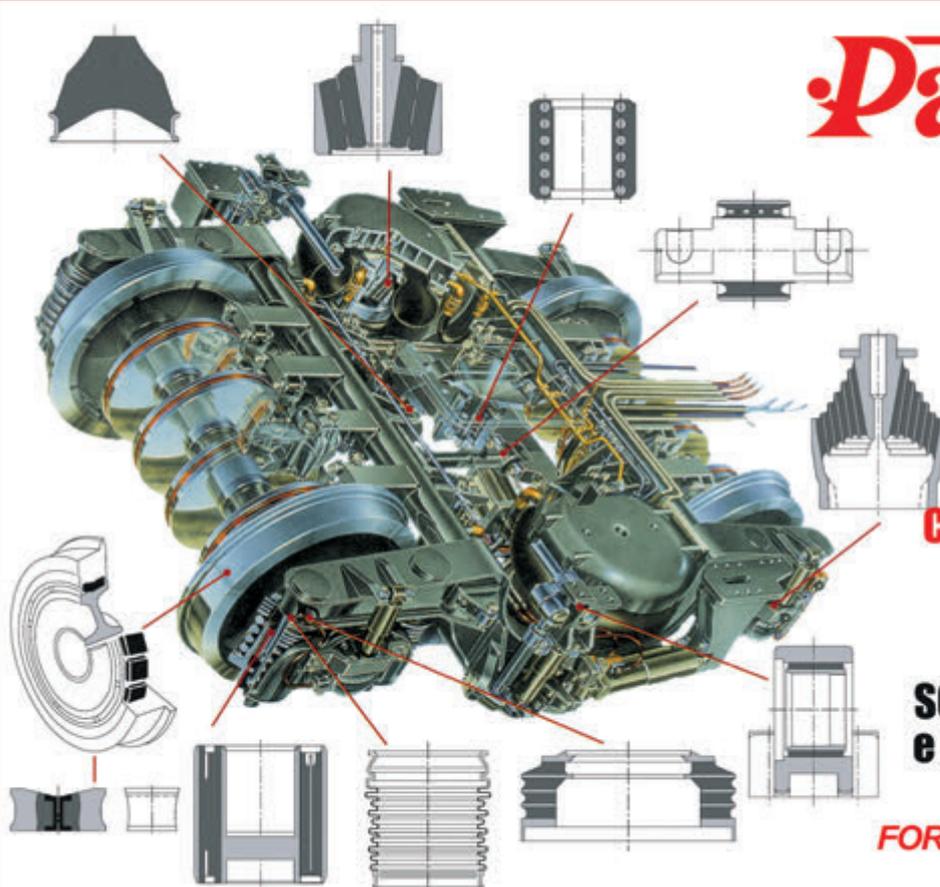
Il modulo di associazione è disponibile sul sito internet www.cifi.it alla voce "ASSOCIARSI" e l'iscrizione decorre dopo il versamento della quota tramite:

- 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 debbono pervenire entro il 30 settembre di ciascun anno.

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



Pantecnica® SPA

www.pantecnica.it

DIVISIONE
GMT

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

IRIS
Certification

**COMFORT IN SICUREZZA
e
ALTA AFFIDABILITA'**

**CON
SOSPENSIONI ELASTICHE
e SISTEMI ANTIVIBRANTI
GUMMIMETALL®**

**FORNITORE RICAMBI ORIGINALI
per TRENO VIVALTO**

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

RECENSIONE

Oltre alle pubblicazioni editte dal CIFI, che rappresentano ovviamente i nostri volumi più cari, riteniamo opportuno, nei limiti del possibile, presentare anche i volumi di altre case editrici con le quali è stato instaurato un reciproco rapporto di informazione e collaborazione.

Augusto Carpignano
LA LOCOMOTIVA A VAPORE

**Viaggio tra tecnica e condotta
di un mezzo di ieri**

Presentazione di Tommaso Paoletti
Editrice L'Artistica di Savigliano (CN),
2ª Edizione Settembre 2014

Anche nella 2ª Edizione di questo Libro l'Autore ha trattato la materia della locomozione a vapore sotto una visuale tutta centrata sul ruolo svolto dal 'Macchinista' e dal 'Fuochista' con particolare attenzione, rispettivamente, alle difficoltà, a volte estreme, di condotta del mezzo di trazione nelle gallerie ed alla complessa questione della condotta del fuoco.

Sono stati messi in evidenza i vari aspetti tecnico-funzionali dei molteplici meccanismi (come ad esempio la dinamica assolutamente complessa del carrello italiano, che ha equipaggiato varie tipologie di vaporiere e non solo) e lo straordinariamente complicato sistema di bielle della Locomotiva Fell, che permise alla manovella al punto morto di ricevere coppia dalle altre manovelle, e quindi di poter 'sfruttare' pienamente l'aderenza.

Dal punto di vista lessicale la semplificazione dei concetti teorici, che si incontrano nei vari Capitoli, di cui è composta l'opera, unita all'estrema chiarezza degli schemi d'insieme e dei disegni costruttivi prodotti esclusivamente dall'A. in for-

ma strettamente schematico, rende l'opera stessa un 'unicum', anche sotto l'aspetto di costituire un indispensabile strumento conoscitivo per tutti coloro, i quali vogliano avvicinarsi allo studio della tecnica ferroviaria della trazione a vapore, soprattutto per gli 'amanti della ferrovia' per completare le loro conoscenze sulle caratteristiche dei suddetti mezzi di locomozione.

Infine, l'A. ha voluto inserire due nuovi Capitoli, quello sulla già citata Locomotiva Fell e quello sulla Locomotiva Shay. Quest'ultima era di produzione americana, completamente fuori dagli schemi tradizionali, e fu utilizzata per il trasporto del legname su linee a forte tortuosità nello stato del West Virginia. In buona sostanza l'A. ha saputo egregiamente implementare un'opera, che per il futuro potrà essere presa a riferimento da parte di tutti i cultori della tecnica ferroviaria della locomozione a vapore.



Formato 20x29 cm, copertina cartonata a colori, 348 pagine, 112 foto, 202 disegni. Prezzo di copertina € 70,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità d'acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella rivista.

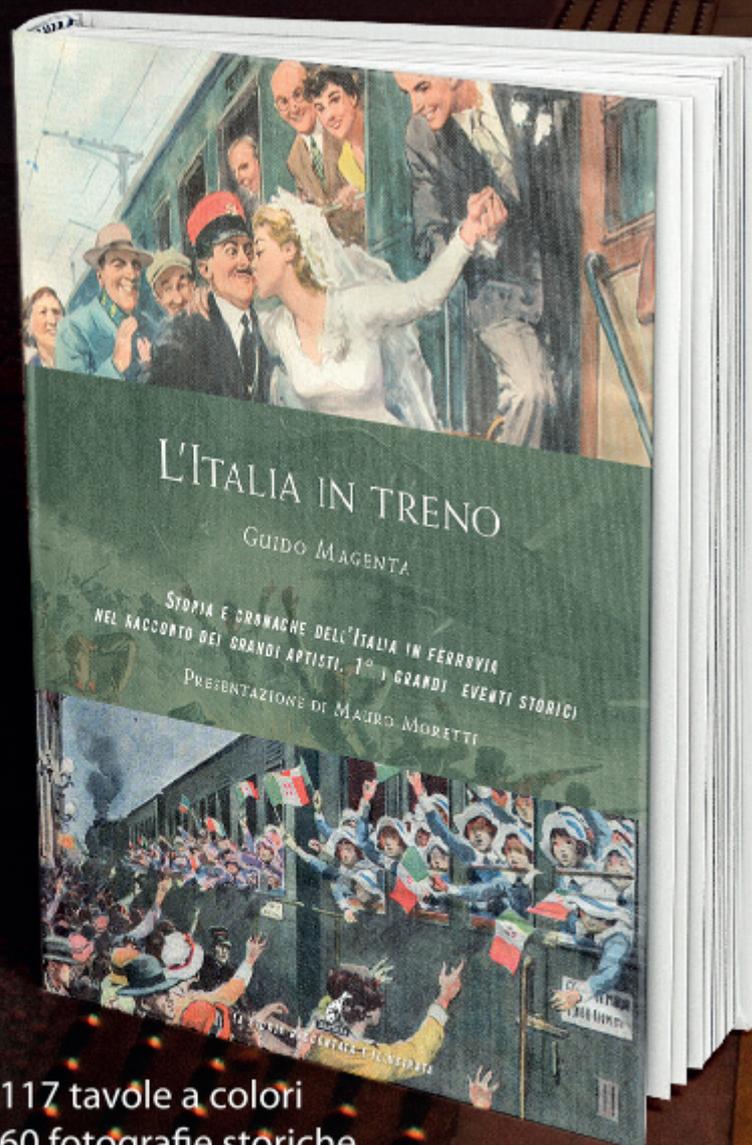
Guido Magenta presenta

L'ITALIA in Treno

Il treno, che ha accompagnato le vicende e i passaggi della storia nazionale rimane e rimarrà indissolubilmente legato ai momenti significativi del nostro percorso collettivo.

Il libro di Guido Magenta ci parla proprio di questo intreccio profondo, di questo inscindibile legame tra la storia degli italiani e le loro ferrovie. Una storia fatta di grandi opere, realizzazioni tecniche e idee ma anche di piccoli e grandi eroismi quotidiani, di lavoro, di impegno e sacrificio al servizio del Paese. Valori che uniscono e che provengono da una bella storia collettiva tracciando, a partire da un emozionante passato, le direttrici di un lungo viaggio che continua verso il futuro.

Mauro Moretti
Presidente del CIFI



Ogni giorno svariati milioni di persone frequentano l'ambiente ferroviario in tutti i suoi luoghi tipici: stazioni, linee, locomotive, convogli, gallerie, ponti, scali.

La ferrovia è pertanto un vasto scenario in cui si svolgono molti episodi di vita, la maggior parte senza storia e solo alcuni meritevoli di una citazione giornalistica: questi ultimi riguardano gli incidenti (oggi rarissimi, ma frequenti in passato), i disservizi, i viaggi delle persone importanti, le cronache di guerra, gli atti di eroismo dei ferrovieri, delle Forze dell'Ordine e dei cittadini ed ogni altro accadimento che, avendo il treno al centro della scena, può catturare l'interesse dei lettori.

Ne emerge una vicenda assai variegata che si svolge in un contesto storico in continuo divenire, tra periodi di pace e di guerra, di progresso e di regresso, di normale quotidianità e di drammatiche tragedie.

117 tavole a colori
60 fotografie storiche
150 pagine

Il prezzo al pubblico è fissato in 29 € SCONTO AI SOCI CIFI 2

Notizie dall'interno

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA

Lazio: ANSF, conferenza stampa sulla sicurezza ferroviaria

L'indebita presenza di pedoni sui binari è stata nel 2015 la maggiore causa di morte sulla ferrovia (fig. 1). Tra le 100 vittime riscontrate negli incidenti gravi (59 morti e 41 feriti gravi), 89 casi sono riconducibili ad illeciti attraversamenti da parte dei pedoni (57 morti e 32 feriti), 8 le vittime a seguito di salita o discesa dai treni in movimento (2 morti e 6 feriti). Altri tre feriti gravi sono la conseguenza di incidenti al passaggio a livello e un investimento in manovra. Nel 2015 gli incidenti ferroviari gravi sono stati 114, in lieve aumento rispetto all'anno precedente (109), ma in linea con il valore medio nazionale, segnando un -15% rispetto al valore registrato 10 anni fa, nel 2005. Aumentano solo gli incidenti provocati dall'indebita presenza di pedoni sui binari: 89 casi, 9 in più rispetto al 2014, e quelli riconducibili a indebite salite o discese dal treno in movimento: 8 eventi nel 2015, 6 in più rispetto al 2014. In calo le altre tipologie di incidenti.

È questa la fotografia che emerge dalla Relazione "La sicurezza ferroviaria nel 2015", presentata dall'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie nell'ambito del Convegno internazionale "Istruzione, formazione e cultura per la sicurezza ferroviaria" alla presenza del ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, G. DELRIO. La relazione è una versione preliminare, con dati non ancora consolidati, che anticipa il Report annuale inviato, come da obbligo di legge, entro il mese di set-

tembre al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

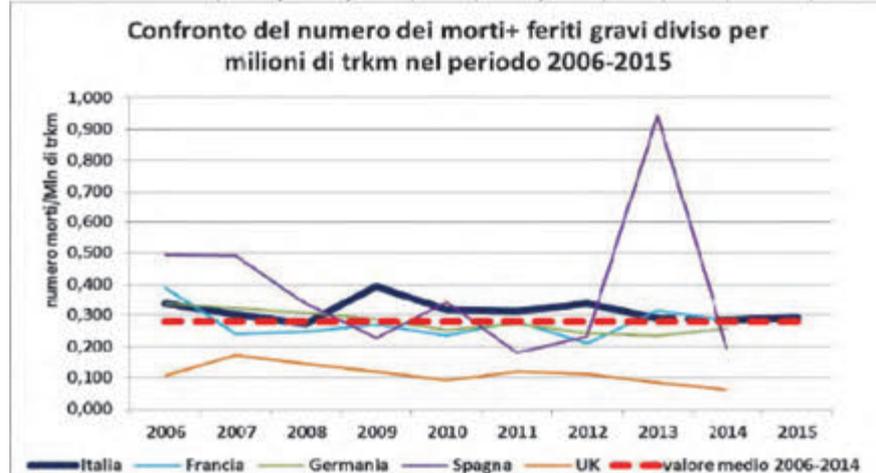
"Il 2015 è stato un anno significativo per la sicurezza delle ferrovie – ha dichiarato A. GARGIULO, Direttore dell'ANSF – da un lato, per molte tipologie di incidenti legate all'esercizio ferroviario abbiamo registrato eventi in diminuzione, dall'altro lato c'è stato un incremento dei comportamenti illeciti da parte di passeggeri o persone non direttamente coinvolte nello scenario ferroviario che, però, hanno perso la vita sui binari. Se nel

primo caso, non bisogna abbassare la guardia su temi della manutenzione e della formazione del personale, il problema dei pedoni è allarmante. L'ANSF ha da tempo avviato una serie di iniziative volte all'educazione ferroviaria tra i giovani, coinvolgendo anche partner qualificati come la Polizia Ferroviaria e le Federazioni della Pallacanestro, Rugby e Pallavolo. A breve lanceremo anche una pubblicità progresso, ma non è sufficiente: occorre il coinvolgimento di tutti gli attori dello scenario ferroviario, dai gestori alle imprese e fino alle istituzioni".

• Manutenzione

Il confronto con l'Europa sottolinea l'anomalia italiana: l'andamento degli incidenti è sostanzialmente in linea con il valore medio dei maggiori paesi europei. Ma l'Italia mostra un dato nettamente superiore se si

morti e feriti gravi in incidenti ferroviari										
tipologia d'incidente	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
collisioni di treni	2	2	1	1	1	0	0	2	1	0
deragliamenti di treni	0	0	0	43	0	0	1	2	0	0
incidenti ai PL	31	18	8	5	15	18	22	17	16	16
incidenti alle persone per rotabili in movimento	80	83	83	73	82	80	83	73	76	84
incendi al materiale rotabile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
altri	4	1	0	4	2	0	1	0	1	0
totale	117	104	92	126	100	98	107	94	94	100



(Fonte: ANSF)

Fig. 1 - Estratto della presentazione ANSF dei dati sull'incidentalità ferroviaria.

prendono in considerazione i soli incidenti alle persone per materiale rotabile in movimento. Mentre gli incidenti legati a cause tecniche (come per esempio deragliamenti o collisioni) sono sotto la media europea e sostanzialmente in diminuzione: nel 2015 sono stati 25, rispetto ai 29 del 2014. Tuttavia non vanno sottovalutati: le collisioni sono state 4, di cui tre per dissesto idrogeologico e una per errata esecuzione di procedure di esercizio in raccordo. Va comunque sottolineato che dal 2007 non si sono verificate collisioni tra due o più treni grazie all'implementazione tecnologica della rete ferroviaria, resa possibile dallo stanziamento di ingenti risorse statali. Sono avvenuti, invece, 3 deragliamenti (0 vittime) e, benché il dato sia in diminuzione rispetto al passato, la causa va ricercata in problematiche relative alla manutenzione dell'infrastruttura. Stessa matrice - la scarsa attenzione alla manutenzione - anche per i 2 incendi al materiale rotabile (0 vittime ma in aumento rispetto al 2014).

• *Allarme pedoni*

Gli investimenti e le cadute da veicoli ferroviari in movimento sono state la causa del 74% degli incidenti e dell'84% delle vittime. Il 97% dei morti sono pedoni. Il 73% degli investimenti si è verificato in 5 regioni: Lombardia (18 incidenti), Lazio (16), Toscana (15), Emilia Romagna (10) e Campania (6) che sviluppano oltre il 50% del traffico ferroviario. Gli incidenti sono maggiormente concentrati in prossimità dei nodi urbani e metropolitani: Roma (13 incidenti), Milano (8), Bergamo (6), Lucca (6), Bologna (4), Caserta (3), Torino (3).

In aumento le vittime tra i passeggeri in salita e in discesa dei treni. I valori segnano comunque un -47% rispetto al 2009 e quasi un -21% rispetto al valore medio del periodo. Gli incidenti, determinati soprattutto da comportamenti indebiti, sono a volte correlati anche a problematiche manutentive e di non corretta applicazione di procedure di esercizio. I dati mostrano che i guasti alle porte per cause tecniche sono aumentati

del 30% nel 2015. È necessario che i dispositivi di sicurezza, che l'ANSF ha reso progressivamente obbligatori dal 2009, funzionino correttamente e che sia valutata l'opportunità di adeguare il materiale esistente agli standard più recenti.

Oltre il 16% degli incidenti significativi (con il 16% delle vittime) sono avvenuti in corrispondenza di un passaggio a livello. Il dato è in crescita e supera il valore medio del periodo. Tra il 2005 e il 2015 è stato soppresso circa il 29% dei passaggi a livello a cui corrisponde una diminuzione degli incidenti del 24% (2005-2015). Il programma di soppressione continua, con oneri consistenti, ma non può essere l'unico strumento: occorre anche agire sui comportamenti umani.

• *L'educazione e la cultura della sicurezza ferroviaria*

Per contrastare la tendenza verso comportamenti illeciti in ambito ferroviario, l'ANSF è scesa in campo da diversi anni con campagne di sensibilizzazione che hanno coinvolto partner quali la Polizia Ferroviaria, le Federazioni della Pallacanestro, del Rugby e della Pallavolo e molti uffici scolastici regionali. Ha inoltre chiesto alle imprese ferroviarie e al gestore della rete un'azione incisiva di collaborazione per limitare gli accessi alle aree più a rischio. L'Agenzia sta anche attivando una pubblicità-progresso televisiva e web sull'importanza del rispetto delle regole. La campagna, che sarà realizzata nel corso del 2016, ha l'obiettivo di raggiungere i cittadini che non si rendono conto di quanto possano essere rischiosi determinati comportamenti non conformi alle regole. Inoltre, l'ANSF si propone di studiare il fenomeno dal punto di vista scientifico-psicologico e di riunire, anche grazie al Convegno internazionale organizzato a Roma, le buone pratiche europee per trarne spunto e mettere in atto soluzioni ad hoc.

• *Nuove frontiere*

Tra le novità in arrivo, nel corso del 2016 le competenze dell'ANSF

verranno estese alle reti regionali interconnesse con l'infrastruttura ferroviaria nazionale. Nel 2015 l'Agenzia ha fornito al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti la propria collaborazione alle attività di definizione del decreto ministeriale contemplato all'articolo 1, comma 6, del decreto 112/2007, che individuerà le reti regionali che ricadranno sotto la sorveglianza dell'ANSF. Le ferrovie regionali si estendono per circa 3.500 km, rappresentando un quinto della rete nazionale, con un traffico di circa 34 milioni di treni chilometro annui. Una volta sotto la competenza dell'ANSF, queste realtà dovranno armonizzare gli standard e le modalità di gestione della sicurezza con quelli degli operatori presenti sulla rete nazionale.

• *Concludendo: 4 punti fondamentali*

Nonostante gli elementi positivi registrati nel 2015, che dimostrano l'impegno di tutti gli attori del sistema ferroviario, è necessario non abbassare la guardia sui seguenti punti:

- la corretta manutenzione deve essere l'obiettivo primario degli operatori ferroviari;
- la formazione e il mantenimento delle competenze devono garantire l'efficacia degli interventi anche e soprattutto nelle condizioni di degrado delle strumentazioni di sicurezza;
- l'indagine e l'analisi degli incidenti devono essere migliorate da parte degli operatori allo scopo di intervenire e correggere le problematiche emerse;
- l'educazione alla sicurezza ferroviaria non sia solo a carico dell'ANSF, ma di tutti gli operatori ferroviari.

(Comunicato stampa ANSF, 21 aprile 2016).

Lombardia: migliaia in treno al Salone del Mobile

Sono venuti da Milano e dalla Lombardia, dal resto d'Italia e da tutto il mondo: sono stati in moltis-



(Fonte: Trenord)

Fig. 2 - La partecipazione al Salone del Mobile e l'uso del treno.

simi, a scegliere il treno per raggiungere il "Salone del Mobile" fino a domenica 17 aprile alla Fiera di Milano a Rho.

Nei primi tre giorni dell'evento, infatti, oltre 35mila (fig. 2) hanno utilizzato una delle 280 corse offerte quotidianamente da Trenord per raggiungere o tornare dall'evento. Sabato 16 e domenica 17 aprile, ultimi due giorni per visitare l'esposizione, aperta anche ai non addetti ai lavori, Trenord ha messo a disposizione oltre 500 corse potenziate nelle composizioni che hanno effettuato la fermata nella stazione di Rho Fiera.

Stazioni e treni pieni in particolare nel Passante Ferroviario di Milano, che dopo aver registrato frequenze record in occasione di Expo, continua ad essere apprezzato da un numero sempre maggiore di clienti negli spostamenti in area metropolitana. In 14 minuti collega infatti l'area dell'esposizione con Porta Garibaldi e a seguire Porta Venezia e Repubblica.

Il treno è stato anche il mezzo più ecologico per raggiungere il Salone del Mobile: grazie ai viaggiatori che hanno scelto una delle corse Tre-

nord, nelle prime tre giornate della manifestazione è stata evitata l'emissione nell'aria di oltre 21 t di anidride carbonica.

Nelle giornate di sabato e domenica la biglietteria di Rho Fiera è stata aperta dalle ore 12 alle 19.30. Dalle ore 12.30 alle 20 presso la stazione



(Fonte: Atm)

Fig. 3 - I nuovi treni "Leonardo" per la Linea Verde di Atm.

è stato attivato un punto straordinario di assistenza da parte degli operatori del My Link Staff di Trenord (Comunicato Trenord, 15 aprile 2016).

TRASPORTI URBANI

Lombardia: Atm, 15 nuovi treni "Leonardo" per la Linea Verde

109 milioni di euro per l'acquisto di 15 nuovi treni "Leonardo" (fig. 3) per la M2. È questo il nuovo investimento che il presidente di Atm, B. ROTA, ha presentato. Un impegno che l'Azienda porta avanti interamente con risorse proprie, cioè in autofinanziamento. ROTA ha anche dato qualche anticipazione sui primi risultati del bilancio 2015, che verrà approvato dal Consiglio di amministrazione dell'azienda: "L'ultimo esercizio, il 2015, si chiuderà con un Mol (margine operativo lordo) di ben 163 milioni, a fronte di 120 milioni del 2014". Nel 2011 il Mol era di 97 milioni.

I nuovi 15 treni rientrano nell'accordo quadro vigente con Hitachi Rail Italy che prevede la possibilità

di acquistare fino a 60 treni. Atm ha quindi la facoltà di acquistare alle medesime condizioni economiche ulteriori 30 treni (che si aggiungono ai 30 già acquistati e dei quali 25 - 15 per la M1 e 10 per la M2 - sono già in linea) e ha esercitato l'opzione per ulteriori 15 treni "Leonardo".

La fornitura dei nuovi 15 convogli per la M2 inizierà a fine 2017. Il primo dei 15 sarà in funzione a inizio 2018, l'ultimo arriverà nei depositi Atm ad agosto 2018 e sarà in linea a fine 2018. Questa nuova fornitura consentirà di sostituire i treni più obsoleti e di abbassare la vita media del parco mezzi della M2 da 27 a 16 anni.

"Un motivo di grande soddisfazione - ha detto **ROTA** - frutto della gestione di questi anni che ha portato a risultati molto significativi, concreti e misurati".

"Dalla spending review, alla politica per gli acquisti (gare ad evidenza pubblica aumentate di più del 40% nel 2014), uniti a numerosi interventi di ottimizzazione hanno consentito di fare questi importanti investimenti che miglioreranno nettamente il comfort dei viaggiatori della linea verde, una linea che - ha concluso il presidente Atm - è sempre più strategica per la mobilità milanese" (*Comunicato stampa Atm*, 29 marzo 2016).

Lazio: Atac 2016, più mezzi su strada, lavori in metro e duro contrasto all'evasione

Entro la fine dell'anno saranno disponibili 150 bus in più per il servizio di superficie. In metro si punta ad azzerare l'evasione.

"Atac presenta il suo programma di lavoro per l'anno 2016 che punta su un deciso miglioramento del parco mezzi in superficie, investimenti per le metropolitane e nuove strategie di contrasto all'evasione che condurranno al suo sostanziale azzeramento nelle linee metropolitane. Tutti risultati da ottenersi grazie alla reingegnerizzazione dei processi produttivi adottati nelle sedi operative sia del Metroferro che della Superfi-

cie". Così il Direttore Generale **M. RETTIGHIERI** nel corso della conferenza stampa tenuta alla presenza dell'Amministratore Unico **A. BRANDOLESE**, del direttore delle operations, **R. MONICINO**, e del direttore corporate **M.G. RUSSO**. Questi i temi affrontati.

• *Il parco mezzi*

Atac dispone di un parco mezzi di età molto avanzata, nel confronto con i competitor italiani ed europei. L'età media dei bus è di oltre dieci anni, quella dei tram di oltre 32, quella dei treni della metro A di oltre dieci per arrivare agli oltre 18 dei treni della linea B. A tale difficoltà si aggiunge quella derivata dalle trascorse sofferenze economico-finanziarie dell'azienda, che ha reso molto complesso il rapporto con i fornitori, costringendo l'azienda a tenere fermi in deposito numerosi bus. L'azione della nuova amministrazione Atac si è concentrata innanzitutto su questa criticità. Dal mese di febbraio sono tornate su strada 50 vetture ferme in deposito per mancanza di ricambi e nei prossimi mesi questa cifra raddoppierà, arrivando a recuperare 100 vetture opportunamente rinnovate. A tale cifra si aggiungeranno i 150 nuovi bus che l'azienda acquisterà nel corso dell'anno. Si prevede che almeno 50 vetture nuove saranno disponibili entro fine anno (con le prime 30 già in strada a settembre). Il che permetterà di mettere su strada almeno 150 vetture in più, ossia più del 10% del parco attualmente disponibile. Ciò avrà effetti positivi sul livello di erogazione del servizio, sia qualitativo che quantitativo. A queste vetture andranno aggiunti altri 80 bus a metano che Atac comprerà grazie ai fondi Ue messi a disposizione dalla Regione Lazio.

• *I lavori in metro*

Le infrastrutture della metropolitana soffrono di un deficit manutentivo che si è accumulato nell'arco di numerosi anni, durante i quali non è stato possibile disporre delle risorse necessarie per gli investimenti. La nuova amministrazione è riuscita a

reperire fondi sufficienti a iniziare a colmare questo gap e già dalla prossima estate, per limitare al massimo i disagi per la cittadinanza, inizieranno i lavori straordinari sulle metro A, B e B1, che prevedono fra le altre cose la sostituzione dei binari, delle massicciate ferroviarie e della linea elettrica. L'azienda inoltre sta predisponendo un piano per migliorare le linee e i treni delle ferrovie concesse, a cominciare dalla Roma-Lido sulla quale, dal mese di marzo, la dotazione ai rotabili si è stabilmente rafforzata arrivando a una disponibilità di 13 mezzi rispetto ai limiti di 6 raggiunti ad inizio anno.

• *La lotta all'evasione*

Proseguendo nell'azione di contrasto ai fenomeni di evasione tariffaria - stimata intorno al 25% medio sull'intera rete Atac - nel 2016 Atac punta ad azzerare il tasso di evasione sulla metropolitana. Per le linee di superficie e quelle ferroviarie l'azienda implementerà una serie di azioni che puntano ad arrivare alla fine dell'anno con un tasso di evasione dimezzato rispetto a quello medio. Le politiche di contrasto saranno articolate lungo varie direttive che prevedono sia un uso massiccio della tecnologia, sia pratiche di successo al fine di aumentare il numero di persone impiegate nella verifica.

• *Il contributo dei romani*

Il piano di risanamento ed efficientamento dell'azienda, che nel 2016 conoscerà il suo primo *step*, necessita della piena collaborazione della città per essere realizzato. L'azienda farà quanto è nelle sue possibilità per rivisitare i propri processi industriali al fine di aumentare l'efficienza e quindi la sua capacità di erogazione il servizio. Ma è necessario che anche i clienti e le istituzioni facciano la loro parte. I primi innanzitutto pagando il biglietto e, poi con un maggior senso civico, che significa anche avere cura del patrimonio pubblico. Le seconde garantendo all'azienda i flussi necessari di finanziamento per evitare che si ripeta quanto accaduto in passato, ossia

che una carente disponibilità di fondi costringa l'azienda a interrompere i piani di investimento, e per giunta indebitandosi per garantire il servizio, con conseguenze di cui il nuovo management è chiamato a farsi carico (*Comunicato stampa Atac*, 31 marzo 2016).

INDUSTRIA

Piemonte: ExpoFerroviaria 2016, un'edizione internazionale all'insegna della tecnologia

La settima edizione di EXPO Ferroviaria si chiude con 5.500 visitatori (fig. 4): ingegneri, manager, dirigenti, protagonisti dell'industria ferroviaria si sono dati appuntamento al Lingotto per una tre giorni di business, idee e prospettive sul futuro della rotaia. Lo spirito internazionale dell'esposizione è stato confermato dal grande numero di visitatori stranieri, circa l'11% del totale, provenienti da 49 paesi, tra cui Cina, India, Russia, Giappone e USA.

Alla settima edizione di EXPO Ferroviaria, dal 5 al 7 aprile, hanno partecipato 270 espositori, di cui 66 esordienti, provenienti da 22 paesi.

Tra gli operatori ferroviari internazionali che hanno visitato l'esposizione ONCF e Casa Tram dal Marocco, West Japan Railway Company e Central Japan Railway company, SRT State Railway of Thailand dal mondo, dall'Europa Deutsche Bahn AG, le francesi SNCF, SNCF Réseau e RATP, la Svizzera SBB, dall'Inghilterra Network Rail. Al Lingotto anche i principali operatori della rete nazionale: Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, con le principali società del gruppo, l'operatore privato dell'alta velocità NTV e i rappresentanti del trasporto regionale e locale come Trenord, Ferrovie Nord, ATM Milano e GTT Gruppo Torinese Trasporti. Di rilievo per gli espositori i contatti con i rappresentanti delle industrie manifatturiere del settore, alla ricerca di nuovi prodotti e partnership.

Tra gli espositori, dagli Stati Uni-

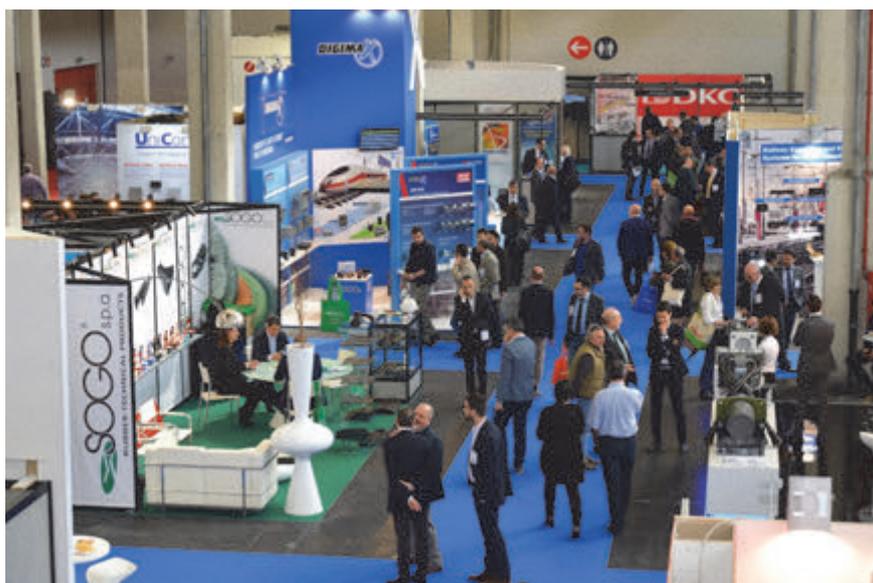
ti, Wabtec Corporation, JR East- East Japan Railway Company, PESA, Matisa SpA, Plasser & Theurer, Vossloh AG e le italiane ECM, Poli Costruzione Materiali Trazione, Vapor Europe e Hitachi Rail Italy.

Alla cerimonia di apertura il Presidente della Regione Piemonte S. CHIAMPARINO e il Sindaco di Torino e presidente ANCI P. FASSINO hanno sottolineato la centralità del trasporto regionale e l'importanza della grande piattaforma logistica che si va delineando nel Nord-Ovest, che offre grandi opportunità pari a quelle del Nord Europa. L'AD di Rete Ferroviaria Italiana M. GENTILE, il Presidente di ANIE-ASSIFER M. MANFELLOTTO e il Direttore Generale di TELT M. VIRANO, nell'aggiornare sull'avanzamento delle opere, hanno ribadito la trasformazione dell'industria ferroviaria a partire dagli anni '80 e la centralità delle linee ferroviarie non solo come infrastrutture, perché intorno a esse si ampliano reti e progetti che modificano il profilo di un territorio.

Più di 250 gli incontri organizzati durante i tre giorni della manifestazione, grazie ai diversi partner: Torino Piemonte Railway, progetto che Ceipiemonte gestisce su incarico di Regione Piemonte, Unioncamere

Piemonte, Camere di commercio di Piemonte e Valle d'Aosta, Easy Business in Oman, organizzazione che supporta e assiste le aziende italiane nella realizzazione di partnership commerciali con gli imprenditori del Sultanato dell'Oman, Business France, il servizio commerciale dell'Ambasciata di Francia e UKTI, l'Agenzia governativa britannica UK Trade & Investment. Di grande interesse le conferenze organizzate dal Collegio Italiano degli Ingegneri Ferroviari CIFI su "L'Italia e i Corridoi TEN-T", da Ferpress su "L'apertura del tunnel di base del Gottardo e le prospettive per il trasporto ferroviario merci nord-sud" e il seminario del Politecnico di Torino "Windblown Sand Modelling and Mitigation". Ottimo successo per le visite tecniche, organizzate in collaborazione con GTT - Gruppo Torinese Trasporti e TELT Tunnel Euralpin Lyon Turin, al Cunicolo esplorativo La Maddalena, la visita alla metropolitana automatica di Torino, all'officina treni Porta Milano e il Museo ferroviario piemontese, alla stazione di Sassi e il viaggio sulla tranvia a dentiera Sassi-Superga.

EXPO Ferroviaria si muove nella grande area urbana del Nord Ovest: l'ottava edizione è in programma dal 3 al 5 ottobre 2017 a Milano, presso



(Fonte: Mailander)

Fig. 4 - La partecipazione a ExpoFerroviaria 2016.

Rho Fiera. L'alta velocità ha cambiato lo spazio e la temporalità; le prospettive di crescita del settore in Italia e gli investimenti del Governo hanno la necessità di interagire con un mercato sempre più multinazionale. Rho Fiera Milano, grazie all'interconnessione con i maggiori hub aeroportuali italiani Malpensa e Linate, l'autostrada Mi-To, la nuova stazione ferroviaria della "metropolitana d'Italia" – Frecciarossa inaugurata in occasione di Expo2015 - è lo snodo ideale per le occasioni di business che costituiranno il futuro delle ferrovie e delle reti continentali e globali (*Comunicato Ufficio stampa Mailander per ExpoFerroviaria 2016*, 7 aprile 2016).

Hitachi Ansaldo STS: stime preliminari di consuntivo del primo trimestre 2016

Il Consiglio di Amministrazione di Ansaldo STS (STS.MI) ha preso atto delle stime preliminari dei prin-

cipali dati consolidati per il primo trimestre del 2016 (tabella 1) congratolandosi all'unanimità con l'Amministratore Delegato per i risultati significativamente conseguiti non solo nel primo trimestre del 2016, ma durante tutta la sua gestione.

L'Amministratore Delegato e Direttore Generale, Ing. S. SIRAGUSA, ringraziando il Consiglio di Amministrazione per il supporto e l'apprezzamento, ha affermato che "i risultati sono merito di tutta la squadra manageriale e di tutti i colleghi che, con passione e determinazione, hanno accolto il progetto innovativo di trasformazione lanciato quasi tre anni fa, quando ho avuto l'onore di essere chiamato a guidare Ansaldo STS. Grazie a questo progetto, Ansaldo STS, in soli tre anni, ha ulteriormente rafforzato la propria situazione economica, finanziaria e patrimoniale: l'ordinato è cresciuto del 160%, i ricavi di circa il 20%, il risultato netto di circa 80% e la generazione di cassa di circa il 90%. Tali risultati permettono ad Ansaldo STS,

ai suoi professionisti, ma anche ai clienti e agli azionisti tutti di guardare al futuro con serenità". Il Dirigente Preposto alla redazione dei documenti contabili societari dott. R. CARASSAI dichiara, ai sensi del comma 2 articolo 154-bis del Testo Unico della Finanza, che l'informativa contabile contenuta nel presente comunicato corrisponde alle risultanze documentali, ai libri ed alle scritture contabili (*Comunicato stampa Hitachi Ansaldo STS*, 18 aprile 2016).

VARIE

Lombardia: convegno Autotrasporto 4.0, la scelta della sostenibilità e l'abbandono dei carburanti fossili

"La logistica non ha scelta: deve abbandonare i combustibili fossili. Occorre una rivoluzione urgente a favore dei carburanti bio". È questo il

TABELLA 1

I dati di Hitachi Ansaldo STS

Principali dati consolidati (M€)	31.03.2016 Preliminari ^(*)	31.03.2015	Variazione 2016-2015	31.03.2014	31.03.2013 Restated (2)	Variazione 2013-2016
Ordini acquisiti	311,3	347,1	-10,3%	146,8	119,7	160,1%
Portafoglio ordini	6.417,3	6.428,4	-0,2%	5.446,3	5.537,8	15,9%
Ricavi	291,2	284,6	2,3%	263,1	247,9	17,5%
Risultato operativo (EBIT) Riclassificato	25,8 ⁽¹⁾	23,8	8,4%	21,6	20,4	26,5%
ROS riclassificato	8,9% ⁽¹⁾	8,4%	+0,5 p.p.	8,2%	8,2%	+0,7 p.p.
Risultato operativo (EBIT)	23,4	23,8	-1,7%	21,6	20,4	14,7%
ROS	8,0%	8,4%	-0,4 p.p.	8,2%	8,2%	-0,2 p.p.
Risultato netto riclassificato	21,3 ⁽¹⁾	17,7	20,3%	14,0	12,1	76,0%
Risultato netto	19,7	17,7	11,3%	14,0	12,1	62,8%
Posizione fin. Netta (cassa netta positiva) Riclassificato	(330,0) ⁽¹⁾	(342,5)	-3,6%	(214,7)	(221,4)	49,1%
Posizione fin. Netta (cassa netta positiva)	(328,3)	(342,5)	-4,1%	(214,7)	(221,4)	48,3%
FOCF riclassificato	(6,8) ⁽¹⁾	48,2	n.s.	(31,7)	(60,6)	88,8%
FOCF	(8,5)	48,2	n.s.	(31,7)	(60,6)	86,0%

^(*) Dati preliminari, basati sulla miglior stima relativa al processo di chiusura in corso

⁽¹⁾ La riclassifica dei dati del 2016 è conseguente all'esclusione degli effetti contabili di transazioni con figure strategiche dell'azienda in uscita.

(Fonte Hitachi Ansaldo STS)

messaggio lanciato da A. MALVESTIO, presidente del Freight Leaders Council, nell'ambito del convegno "Autotrasporto 4.0", che si è svolto presso l'Auditorium Mercedes Benz di Milano, organizzato da Dekra Italia in collaborazione con la Liuc Università Cattaneo e il Freight Leaders Council (con il patrocinio dell'Albo degli Autotrasportatori, MIT).

MALVESTIO ha delineato l'aspetto più importante che il mondo della logistica e dell'autotrasporto si troverà ad affrontare in un futuro molto prossimo, anticipando un tema ampiamente trattato nel lavoro che il FLC sta ultimando: il Quaderno #25 sulla sostenibilità del trasporto che verrà presentato ufficialmente nelle prossime settimane.

"È necessario accelerare l'eliminazione dei combustibili fossili che utilizzano l'ossigeno producendo un eccesso di CO₂ – ha detto il presidente del FLC – Abbiamo però un importante vincolo: i carburanti bio devono essere compatibili con i motori esistenti. Oppure realisticamente la conversione non sarà possibile". Qual è la soluzione? "Occorre seguire due strade parallele: passare a combustibili con minor impatto ambientale, massimizzando per esempio l'uso di LNG, e accelerare la disponibilità di combustibili bio compatibili con i motori esistenti. Bisogna creare una vera e propria ossessione per agire rapidamente".

Nel futuro dell'autotrasporto dovrebbe esserci anche semplificazione normativa che porti a un riassetto del mercato nel segno di una maggiore competitività. Questo il tema affrontato dalla Vicepresidente del Freight Leaders Council, C. RICOZZI, intervenuta durante la tavola rotonda sempre nell'ambito dello stesso evento. "L'esigenza, ritenuta basilare dallo stesso Comitato Centrale dell'Albo, di dar vita ad un vero e proprio Codice dell'autotrasporto – ha spiegato RICOZZI, anche Presidente del Gruppo di Lavoro per la semplificazione normativa – non deve trasformarsi in un'occasione persa: non può essere solo assemblaggio, armonizzazione e razionalizzazione delle

norme vigenti, ma deve mirare ad un assetto del mercato trasparente e rispettoso delle regole della concorrenza leale, insieme con una maggiore spinta alla terziarizzazione delle operazioni di trasporto e di logistica. Occorre quindi un processo equilibrato, nel quale ciascun attore faccia valere i propri interessi, ma sia anche pronto alle mediazioni necessarie per un obiettivo da tutti condiviso" (*Comunicato stampa Freight Leaders Council*, 8 aprile 2016).

Toscana: viaggi in bus verso Bologna con tariffe a partire da un euro

È attiva già da qualche mese la linea giornaliera della nota azienda di trasporto passeggeri su bus Baltour (fig. 5) che collega il nord della Toscana a Bologna effettuando le fermate di Pisa, Lucca, Montecatini T., Prato, Firenze, Barberino del Mugello, Bologna.

La linea, nata dalla collaborazione tra Baltour ed Emirates come collegamento verso l'aeroporto di Bologna, si è poi sviluppata autonomamente servendo tutte le principali città del nord della Toscana.

Non è un caso che la scelta da parte di Emirates sia ricaduta proprio su Baltour visto l'alto standard qualitativo dei propri servizi, dalla qualità

meccanica dei bus, alla comodità dei posti a sedere, al servizio capillare di prenotazione, via web, scaricando l'app Baltour, telefonando al call center o in tutte le ricevitorie Sisal.

La linea inoltre si connette in coincidenza a Bologna all'intera rete Baltour che collega con le sue linee nazionali ed internazionali 17 regioni italiane e 23 nazioni europee per un totale di più di 500 destinazioni raggiunte trasportando più di 4 milioni di passeggeri all'anno. Il servizio è in promozione con tariffe a partire da un euro (*Comunicato stampa Baltour*, 1 aprile 2016).

Tutte le Regioni: Ministero Infrastrutture e Trasporti ed RCA

A decorrere dal 18 ottobre 2015, cessa l'obbligo di esporre sull'auto i contrassegni di assicurazione per la responsabilità civile verso i terzi. Resta esclusivamente l'obbligo di portare a bordo il certificato di assicurazione, pena l'applicazione delle sanzioni amministrative previste dall'art. 180 del Codice della strada.

"Una innovazione – commenta il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, G. DELRIO – che va nel senso di una pubblica amministrazione più vicina ai cittadini, più semplice e trasparente".



(Fonte: Baltour)

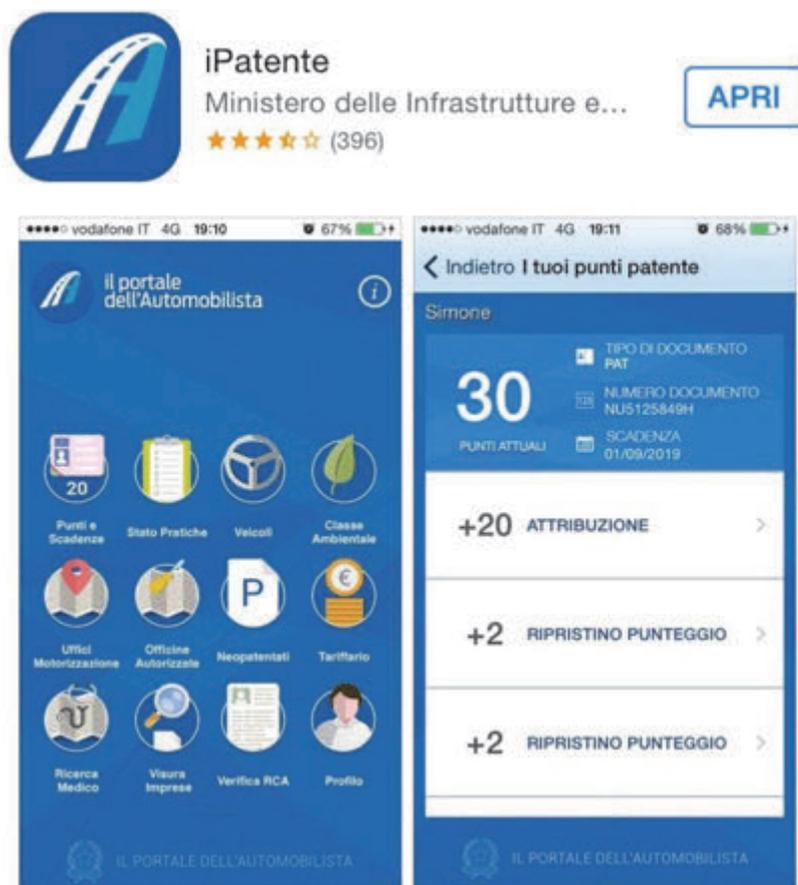
Fig. 5 - La flotta Baltour per il servizio verso Bologna.

Un cambiamento che avviene poiché sono stati portati a termine tutti gli adempimenti necessari per la dematerializzazione dei contrassegni stessi, così come previsto dall'art. 31 del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, convertito con modificazioni dalla legge. 24 marzo 2012, n. 27, dal decreto interministeriale 9 agosto 2013, n. 110. La smaterializzazione del contrassegno è possibile a seguito della costituzione al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, presso il CED della Direzione generale per la Motorizzazione, della banca dati contenente le informazioni relative alla copertura assicurativa dei veicoli, aggiornata in tempo reale dalle compagnie di assicurazione per il tramite di ANIA.

Inoltre, è stata realizzata un'applicazione, ad accesso pubblico per tutti i cittadini, disponibile sul sito web www.ilportaledellautomobilista.it si può scaricare l'app IPatente (fig. 6) accedendo, con il numero di targa, allo stato della copertura assicurativa di un qualunque veicolo automobilistico.

Su questo sito web è anche disponibile, per i soli organi di polizia, un'applicazione che fornisce le informazioni di dettaglio delle coperture assicurative, comprese quelle relative agli intestatari dei veicoli, al fine di consentire l'adozione degli eventuali provvedimenti sanzionatori. L'accertamento della violazione degli obblighi RCA auto sarà inoltre consentita anche attraverso i dispositivi per il controllo del traffico ed il rilevamento a distanza delle violazioni al codice della strada. Infine, sempre sullo stesso sito web, è anche disponibile un'applicazione che consente alle Forze dell'ordine ed alle Prefetture di ottenere gli elenchi dei veicoli non coperti da assicurazione, distinti per provincia di residenza dei relativi intestatari.

In tal modo, i cittadini e le forze di polizia potranno disporre di informazioni costantemente aggiornate



(Fonte: MIT)

Fig. 6 - L'applicazione del MIT per visualizzare lo stato amministrativo di un autoveicolo.

della situazione relativa alla copertura assicurativa dei veicoli (*Comunicato stampa MIT, 9 ottobre 2015*)

la quale viene intitolata la sala riunioni della DTP Ancona all'Ing. F. VOLPONI.

Federico si era fatto promotore in passato di incontri e seminari per conto del CIFI proprio nello spazio, da oggi dedicato a lui (*Il Preside della sezione CIFI di Ancona, S. D'ALBERTO, 31 marzo 2016*).

PERSONALIA

Marche: targa in ricordo dell'ing. VOLPONI

Informo tutti i soci CIFI che, presso la DTP Ancona, si è tenuta una breve cerimonia alla presenza del Direttore Ing. MORELLINA, dei familiari e dei colleghi per commemorare il nostro defunto Preside della Sezione CIFI di Ancona.

Al termine della stessa cerimonia è stata scoperta una targa (fig. 7) con



(Cortesia S. D'ALBERTO)

Fig. 7 - La targa dedicata all'ing. VOLPONI.

Notizie dall'estero *News from foreign countries*

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER

TRASPORTI SU ROTAIA RAILWAY TRANSPORTATION

Russia: la rete ferroviaria hanno trasportato 80.05 milioni di passeggeri a marzo 2016

Secondo gli ultimi dati nel mese di marzo 2016 le Ferrovie Russe hanno trasportato 80.05 milioni di passeggeri sulla propria infrastruttura, l'1,9% in meno rispetto al marzo 2015. Il numero di passeggeri sulle reti suburbane sono in calo del 2,1%, per un introito di circa 73,30 milioni di euro, mentre i passeggeri di lunga distanza sono rimasti allo stesso livello come marzo 2015, vale a dire 6.740.000.

Il fatturato dell'esercizio passeggeri ha raggiunto 7.71 miliardi di passeggeri-km a marzo 2016, il 2,9% in meno rispetto al marzo 2015.

Nel periodo gennaio-marzo 2016, la rete dell'Ente ha trasportato 221,1 milioni di passeggeri, in calo del 1,6% rispetto a gennaio-marzo 2015. Il numero dei passeggeri a lunga percorrenza è sceso a 20,4 milioni, in calo del 0,9%, mentre il numero di passeggeri su trasporti suburbani è sceso a 200,7 milioni, 1,6% in meno rispetto al primo trimestre del 2015.

Il fatturato passeggeri sulla rete delle Ferrovie Russe è diminuito del 2,6% nel primo trimestre del 2016 rispetto allo scorso anno e pari a 23,1 miliardi di passeggeri-km (*Comunicato Stampa RZD*, 1 aprile 2016).

Russia: railways' network transported 80.05 million passengers in March 2016

According to the latest figures, in March 2016 Russian Railways trans-

ported 80.05 million passengers on its own infrastructure, 1.9% less than in March 2015. Suburban passenger numbers were down 2.1% to 73.30 million, while long-distance passengers remained at the same level as in March 2015, namely 6.74 million.

Passenger turnover reached 7.71 billion passenger-km in March 2016, 2.9% less than in March 2015.

In January-March 2016, the Company's network carried 221.1 million passengers, down 1.6% compared to January-March 2015. Long-distance passengers fell to 20.4 million, a decline of 0.9%, while suburban passenger numbers were down to 200.7 million, 1.6% less than in the first quarter of 2015.

Passenger turnover on the Russian Railways' network decreased by 2.6% in the first quarter of 2016 compared to last year and amounted to 23.1 billion passenger-km (RZD Press Release, April 1, 2016).

Svizzera: misure specifiche per migliorare la qualità lungo l'asse del San Gottardo

Le FFS non sono soddisfatte dell'attuale situazione sull'asse del San Gottardo: la puntualità dei clienti si attesta all'82%, ossia circa 7 punti percentuali al di sotto del valore auspicato a livello nazionale. Ad Arth-Goldau le FFS hanno presentato le misure finalizzate a migliorare la qualità. Tra queste lo stanziamento di 12,9 milioni di franchi per interventi di manutenzione addizionali sui treni e la costituzione di un gruppo di lavoro internazionale incaricato di ridurre i ritardi dei treni in provenienza dall'Italia. I rischi di perturbazioni

nelle ore di punta dovrebbero inoltre essere ridotti con un numero maggiore di lavori di costruzione nei fine settimana e maggiori sbarramenti totali brevi anziché tratti di rallentamento che si protraggono nel tempo. Si punta altresì a migliorare le informazioni alla clientela.

La puntualità dei clienti sull'asse del San Gottardo si attesta all'82%, ossia circa 7 punti percentuali al di sotto del valore auspicato a livello nazionale. I ritardi sono principalmente riconducibili a guasti tecnici sul materiale rotabile, ritardi dei treni in provenienza dall'Italia, nonché alla presenza di nuovi impianti e di numerosi cantieri. In occasione di un incontro con i media tenutosi ad Arth-Goldau, J. PILLOUD, capo FFS Viaggiatori, e P. GAUDERON, capo FFS Infrastruttura, hanno presentato le misure intese a migliorare la qualità.

La disponibilità dei treni ad assetto variabile del tipo ETR 610 in circolazione sul San Gottardo è critica. Da qui al 2018, le FFS prevedono d'investire 12,9 milioni di franchi in misure di manutenzione addizionali, volte a risolvere i guasti tecnici che interessano la tecnica d'inclinazione e la trazione. Inoltre, un gruppo di lavoro internazionale, composto da rappresentanti delle FFS e delle ferrovie italiane, lavorerà alla riduzione dei ritardi dei treni in provenienza dall'Italia. È inoltre previsto di migliorare le informazioni ai viaggiatori. Per questo, le FFS hanno adeguato i concetti in materia di informazione e formato i collaboratori.

Dopo aver assistito ad un aumento delle perturbazioni sulle tratte Brunnen-Erstfeld e Pollegio-Castione legate alla messa in servizio della segnalazione in cabina di guida (ETCS Level 2), la situazione riguardante gli impianti di tratta è migliorata. Le FFS hanno riportato l'affidabilità ai livelli precedenti la messa in servizio. Vi sono tuttavia ancora delle preoccupazioni per l'interazione tra il sistema di segnalazione in cabina di guida e le singole tipologie di veicoli. Le FFS stanno lavorando intensamente con i produttori dei veicoli per la risoluzione di questi problemi.

- *I numerosi cantieri richiedono maggiori sforzi*

La presenza di numerosi cantieri sull'asse del San Gottardo costituisce una sfida. Nell'orario attuale le riserve per i tratti di rallentamento sono limitate. Una modifica della pianificazione può essere d'aiuto: più lavori di costruzione nei fine settimana e sbarramenti totali brevi anziché tratti di rallentamento che si protraggono nel tempo, diminuiscono i rischi per l'orario e riducono le limitazioni per la clientela. Il nuovo orario, che entrerà in vigore a dicembre 2016, prevede maggiori riserve di tempo sul lungo periodo, grazie al posticipo dei lavori sulla sponda est del lago di Zugo.

Per le FFS le sfide non finiscono con la messa in servizio della galleria di base del San Gottardo. Prima di poter beneficiare pienamente dei guadagni in termini di tempo nel traffico merci e viaggiatori, si dovranno ultimare, entro la fine del 2020, anche la galleria di base del Monte Ceneri e il corridoio di quattro metri. A tal fine, sull'asse del San Gottardo sono in corso circa 25 progetti di costruzione (*Comunicato stampa FFS*, 19 aprile 2016).

Switzerland: specific measures to improve quality along the Gotthard axis

SBB is not met the current situation on the Gotthard route: customer punctuality stood at 82%, or about 7 percentage points below the desired value at the national level. At Arth-Goldau SBB presented the measures aimed at improving quality. These include the allocation of 12.9 million Swiss francs for additional maintenance work on trains and the establishment of an international working group mandated to reduce the delays of the trains coming from Italy. The risks of disruptions during peak hours should also be reduced by a greater number of construction work on weekends and more short Total weirs instead of slowing traits that continue over time. It also aims to improve the information to customers.

Customer punctuality on the Got-

thard route amounted to 82%, or about 7 percentage points below the desired value at the national level. The delays were mainly attributable to technical faults on rolling stock, delays of trains coming from Italy, as well as the presence of new plants and numerous construction sites. On the occasion of a meeting with the media held in Arth-Goldau, J. PILLOUD, head SBB Passenger, and P. GAUDERON, head SBB Infrastructure, presented measures to improve quality.

The availability of trains to the type ETR 610 tilting in circulation on the Gotthard is critical. From now to 2018, SBB expect to invest 12.9 million francs in additional maintenance measures, aimed at resolving technical faults affecting the tilt technology and traction. In addition, an international working group composed of representatives of the Swiss Federal Railways and the Italian railways, will work to reduce the delays of the trains coming from Italy. It 'also planned to improve information for travelers. For this, SBB appropriate concepts in the field of information and employees format.

After witnessing an increase in disturbances on the routes Brunnen-Erstfeld and Pollegio-Castione related to commissioning of the signaling service in cockpit (ETCS Level 2), the situation regarding the plant is improved. SBB reported reliability to levels prior to the commissioning. However, there are still concerns about the interaction between the signaling system in the cockpit and the individual types of vehicles. SBB is working hard with the manufacturers of vehicles for the resolution of these problems.

- Numerous sites are most demanding

The presence of numerous construction sites on the Gotthard route is a challenge. Timetable current reserves for the traits of a slowdown are limited. A change of planning can help: more construction work on weekends and short totals weirs instead of slowing traits that continue over time diminish the risks for the schedule and reducing restrictions for customers. The new timetable, which

will come into force in December 2016, provides for increased reserves of time in the long run, due to the postponement of work on the east shore of Lake Zug.

SBB challenges do not end with the commissioning of the Gotthard base tunnel. Before you can fully benefit from the gains in terms of time in freight and passenger traffic, you will need to finalize, by the end of 2020, also the Monte Ceneri base tunnel and the four-meter corridor. To this end, the Gotthard are being about 25 construction projects (FFS Press Release, April 19, 2016).

Repubblica Ceca: cinque nuove locomotive Vectron

L'azienda di trasporto ferroviario ceco ČD Cargo ha ordinato cinque locomotive Vectron MS (fig. 1) da Siemens. Le locomotive multisistema possono essere utilizzate in tutti i paesi limitrofi della Repubblica Ceca, in Ungheria e Romania. Il materiale motore sarà utilizzato per il trasporto di automobili su rotaia tra la Slovacchia, la Repubblica Ceca e la Germania e su altre direttrici internazionali.

Tutte le locomotive saranno dotate di sistemi nazionali di controllo della marcia, così come del sistema europeo di controllo dei treni (ETCS). Le locomotive hanno una potenza massima di 6.400 kW e una velocità massima di 160 km/h. Le consegne inizieranno nel mese di giugno 2016 e saranno completate entro la fine dell'anno. Le locomotive saranno costruite nello stabilimento Siemens di Monaco-Allach, in Germania.

“La decisione di acquistare nuovi locomotori interoperabili proviene da una strategia a lungo termine delle ferrovie della Repubblica Ceca per il settore merci e soddisfa uno degli obiettivi principali della società, che si sta espandendo a mercati esteri. Se vogliamo mantenere la nostra quota di mercato attuale e la nostra posizione come uno dei maggiori vettori europei, il rinnovo della flotta è necessario e queste locomotive sono il pri-



(Fonte - Source: Siemens Mobility)

Fig. 1 - L'azienda di Trasporto Ferroviario Ceco ČD Cargo ha ordinato cinque locomotive Vectron MS da Siemens. La locomotiva multisistema può essere utilizzata in tutti i paesi limitrofi della Repubblica Ceca. Le locomotive saranno impiegate per il trasporto di auto su rotaia tra la Slovacchia, la Repubblica Ceca e la Germania e su altre rotte internazionali.

Fig. 1 - The Czech Rail Transport company ČD Cargo has ordered five Vectron MS locomotives from Siemens. The multisystem locomotives can be operated in all countries neighboring the Czech Republic as well as in Hungary and Romania. The Vectrons will be used for transporting automobiles by rail between Slovakia, the Czech Republic and Germany and on other international routes.

mo ma non l'ultimo degli investimenti in questo settore. Le nuove Vectrons della ČD Cargo saranno omologate secondo le più severe norme europee e diventeranno i più moderni veicoli a trazione di tutta la nostra flotta", ha affermato I. BEDNÁRIK, Presidente del Consiglio di Amministrazione di ČD Cargo (Comunicato stampa Siemens Mobility, 13 aprile 2016).

Czech Republic: ČD Cargo orders five Vectron locomotives

The Czech rail transport company ČD Cargo has ordered five Vectron MS locomotives (fig. 1) from Siemens. The multisystem locomotives can be operated in all countries neighboring the Czech Republic as well as in Hungary and Romania. The Vectrons will be used for transporting automobiles by rail between Slovakia, the Czech Republic and Germany, and on other international routes.

All locomotives will be equipped with train control systems for these countries as well as the European Train Control System (ETCS). The lo-

comotives have a maximum output of 6,400 KW and a top speed of 160 km/h. Deliveries will begin in June 2016 and be completed by the end of the year. The locomotives will be built in the Siemens plant in Munich-Alach, Germany.

"The decision to purchase new interoperable locomotives comes from a long-term strategy of ČD Cargo and fulfills one of the company's key objectives, which is expanding to foreign markets. If we want to sustain our current market share and our position as one of the largest European carriers, fleet renewal is necessary, and these locomotives are the first but not last investment in this area. ČD Cargo's brand new Vectrons will meet the strictest European standards and will become the most modern drive vehicles of our entire fleet", says I. BEDNÁRIK, Chairman of the Board of ČD Cargo (Siemens Mobility Press Release, April 13, 2016).

Germany: 52 treni regionali Coradia Lint ad Abellio

Alstom fornirà 52 treni regionali

Coradia Lint 41 (fig. 2) ad Abellio⁽¹⁾, per un valore totale di circa 170 milioni di euro⁽²⁾. Si tratta della più grande commessa mai effettuata per Coradia Lint 41 da un singolo cliente. I treni regionali Coradia Lint sono progettati, prodotti e messi in esercizio presso il più grande sito di Alstom a livello mondiale, quello di Salzgitter (Germania)⁽³⁾. I treni entreranno in servizio commerciale nel dicembre 2018, sulle linee non elettrificate della Sassonia-Anhalt, che collega la capitale del Land, Magdeburgo, alle città di Wolfsburg e Stendal a nord, Erfurt e Halle a sud e Goslar a ovest.

Il Coradia Lint 41 è un treno di tipo DMU (Diesel Multiple Unit) con consumi ridotti, in grado di raggiungere una velocità di esercizio massima di 140 km/h, con elevato tasso di accelerazione. I treni a 2 unità ordinati da Abellio hanno una capienza totale di 230 passeggeri. Hanno una configurazione dei sedili comoda e spaziosa, con tavolo per il laptop in quasi tutti i sedili fissi. L'area di prima classe è dotata di moquette e luci di lettura individuali. Un innovativo concetto di illuminazione è stato implementato in tutto il treno, con illuminazione diretta dei gradini, delle pareti di vetro e delle rastrelliere per i bagagli, per rendere più piacevole il viaggio. I treni sono dotati inoltre di Wi-Fi, sistema di intrattenimento e informativo per i passeggeri con monitor per le informazioni statiche e dinamiche, oltre a videosorveglianza per garantire un elevato livello di sicurezza ai viaggiatori. Le emittitrici di biglietti saranno disponibili anche a bordo.

I veicoli ordinati da Abellio offrono accessibilità, anche alle persone con mobilità limitata, grazie agli ingressi a livello della piattaforma ad altezza standard, allo spazio per le sedie a rotelle e alle toilette senza

⁽¹⁾ Abellio Rail Mitteldeutschland è una controllata delle ferrovie olandesi.

⁽²⁾ Contabilizzato il 4° trimestre dell'esercizio 2015/2016.

⁽³⁾ Alstom impiega 2.500 persone a Salzgitter. Il sito è responsabile della progettazione e della produzione di treni regionali elettrici e diesel.



(Fonte - Source: Alstom)

Fig. 2 - Veduta artistica del treno regionale Coradia Lint Abellio sul binario vicino a Salzgitter, in Germania.

Fig. 2 - Artistic shot of the Coradia Lint Abellio regional train on the tracks near to Salzgitter, Germany. Rural location.

barriere. I treni sono dotati inoltre di spazio sufficiente per un numero massimo di nove biciclette, con presa elettrica per ricaricare le e-bike.

Coradia Lint fa parte della gamma Coradia di Alstom di treni modulari, che vantano oltre 30 anni di esperienza e soluzioni tecniche collaudate. Sono stati venduti oltre 2.200 treni Coradia e 1.900 di essi sono attualmente in circolazione in Danimarca, Francia, Germania, Italia, Lussemburgo, Paesi Bassi, Portogallo, Spagna, Svezia e Canada (Comunicato stampa Alstom, 1 aprile 2016).

Germany: 52 Coradia Lint commuter train for Abellio

Alstom will supply 52 regional trains Coradia Lint 41 (fig. 2) to Abellio⁽¹⁾ for a total amount of around €170 million⁽²⁾. This is the largest order ever placed for Coradia Lint 41 by a single customer. Coradia Lint regional trains are designed, manufactured and commissioned at Alstom's biggest site worldwide in Salzgitter (Germany)⁽³⁾. The trains will enter in-

⁽¹⁾ Abellio Rail Mitteldeutschland is a subsidiary of the Dutch Railways.

⁽²⁾ Booked on Q4 of 2015/2016 fiscal year.

⁽³⁾ Alstom employs 2,500 people in Salzgitter. The site is in charge of the design and production of electric and diesel regional trains.

to commercial service in December 2018 on the non-electrified lines of Saxony-Anhalt, connecting the capital of the state, Magdeburg, to cities of Wolfsburg and Stendal in the North, Erfurt and Halle in the South and Goslar in the West.

"The Public Transport Authority of Saxony-Anhalt, NASA, set a high level of quality requirements for these new built trains. Alstom is very pleased to provide passengers with a modern, state-of-the art regional train, designed in Germany. Abellio is a long-term partner of Alstom and already operates Coradia Lint trains. We are proud to be able to pursue this cooperation", said Didier Pflieger, Vice President for Germany & Austria at Alstom.

"With these new trains we are operating 13 lines in total. We will offer the same quality which our customers in the Saale-Thuringia-Südharz network may already experience. In addition to the modern technical equipment, each of our trains will also be staffed with a customer service agent." adds Dirk Ballerstein, managing director of Abellio Rail Central Germany.

Coradia Lint 41 is a low-consumption diesel multiple unit (DMU) that can reach a maximum operating speed of 140 km/h with high acceleration rate. The 2-unit trains ordered by Abellio have a total capacity of 230 passengers. They feature convenient, spacious seat layout with tables for

lap-tops at most of every fixed seat. The first class area is fitted with carpet and individual reading lights. An innovative lighting concept has been implemented throughout the train, with direct illumination of steps, glass walls and luggage racks to make the journey friendlier. The trains are also equipped with Wi-Fi, entertainment and passenger information system with monitors for static and dynamic information, as well as video surveillance guaranteeing a high level of passenger safety. Ticket machines will also be available on-board.

The vehicles ordered by Abellio offer accessibility, including to people with restricted mobility, thanks to accessible entrances from standard platform heights, space for wheelchairs and barrier-free toilet. The trains are also equipped with sufficient storage for up to 9 bicycles with electric socket to charge e-bikes. Coradia Lint belongs to Alstom's Coradia range of modular trains which benefit from over 30 years' experience and proven technical solutions. More than 2,200 Coradia trains have been sold and 1,900 are currently circulating in Denmark, France, Germany, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Portugal, Spain, Sweden and Canada (Alstom Press Release, April 1, 2016).

**TRASPORTI URBANI
URBAN TRANSPORTATION**

USA: San Francisco Rapid Transit sceglie la misurazione Mermec

Bay Area Rapid Transit District (BART) ha assegnato a Mermec un contratto per la fornitura di un veicolo di monitoraggio del binario da utilizzare sulle 104 miglia di linee di trasporto rapido che servono la zona della baia di San Francisco. Con questo contratto, Mermec diventa il primo fornitore di progettazione della ferrovia per lo sviluppo di un sistema di controllo e di misurazione mediante un veicolo ferroviario autoalimentato pienamente conforme ai requisiti del Buy American Act.

A Mermec è stato inviato l'Avviso

a procedere” con la progettazione, l’allestimento e la consegna di un veicolo di monitoraggio della geometria del binario, un progetto finanziato dalla Federal Transit Administration, il primo veicolo per ispezione completa e registrazione dello stato geometrico del binario prodotto negli Stati Uniti, secondo i requisiti del Buy American Act.

Mermec, dopo aver vinto il prestigioso “Photonics Prism Award” dalla Società Internazionale di Ottica e Fotonica nel 2012, torna a San Francisco per una sfida nuova ed eccitante.

Il binario sarà monitorato mediante un veicolo autoalimentato a scartamento convenzionale derivato dalla serie “ROGER MM 600” di Mermec (fig. 3). Esso sarà dotato di diversi sistemi optoelettronici di rilievo “senza contatto” tra cui il nuovo sistema integrato “all-in-one” per la misura e l’acquisizione dei dati della geometria del binario, del profilo della rotaia e dei deviatori, sistema che permette l’acquisizione dei dati di misura anche a velocità nulla. La

totalità dei flussi di dati vengono raccolti ed analizzati dall’esclusiva applicazione software “trackware” di Mermec, concepita per la visualizzazione dei dati, la validazione, la correlazione ed il reporting.

Mermec, con il quartier generale Nord e per le aree latino-americane con sede a Columbia, Carolina del Sud, ha una grande base fissa per i sistemi di misura e di controllo e fornisce servizi di test per le ferrovie di corta lunghezza, per le ferrovie delle linee regionali e per quelle di tipo “Rapid transit” (*Mermec Comunicato stampa*, 11 aprile 2016).

- *Nota per il lettore: Bay Area Rapid Transit (BART)*

Bay Area Rapid Transit District (BART) è un sistema di servizio di trasporto rapido della Bay Area di San Francisco. Il trasporto pubblico ferroviario convenzionale ed sistema di metropolitana collega San Francisco con le città nella East Bay e la periferia nel nord contea di San Mateo. BART gestisce cinque diret-

trici per un totale di 104 miglia (167 km) di linee, con 45 stazioni in quattro contee. Con una media di 422,490 passeggeri nei giorni feriali, sabato 211,288 passeggeri, e 158,855 passeggeri nelle domeniche di settembre 2014, BART è il quinto più trafficato sistema di trasporto rapido convenzionale negli Stati Uniti.

BART è gestito dalla San Francisco Bay Area Rapid Transit District, un distretto di transito per un fine particolare che è stato istituito nel 1957 per coprire San Francisco, l’Alameda County e la Contra Costa County. I treni BART corrono su binari dedicati, in galleria o elevati. Il sistema utilizza maggiormente uno scartamento di 5 ft. 6 in. (1.676 mm) e binario senza massicciata invece dei 4 ft. 8 1/2 in (1.435 mm) e scartamento ferroviario con attacchi e traverse standard utilizzati sulle ferrovie degli Stati Uniti. La velocità massima che il sistema BART utilizza durante il servizio regolare è di 70 mph. La lunghezza dei treni varia da quattro vetture ad un massimo di dieci vetture, raggiungendo l’estensione dei 700 piedi (213 m) di una banchina. L’alimentazione in corrente elettrica DC a 1.000 volt viene utilizzata dai treni mediante captazione su una terza rotaia.

USA: San Francisco Rapid Transit chooses Mermec measuring vehicle

Bay Area Rapid Transit District (BART) awarded Mermec a contract to supply a comprehensive track recording vehicle to be operated on 104 miles of rapid transit lines serving the San Francisco Bay Area. With the award, Mermec becomes the first railway supplier designing and developing an inspection and measuring self-propelled railway vehicle fully compliant to the requirements of the Buy American Act.

Mermec is given “Notice to Proceed” with the design, furnishing, and delivery of one Track Geometry Car, a project financed by the Federal Transit Administration, the first comprehensive inspection and measuring track



(Fonte - Source: Mermec)

Fig. 3 - ROGER 600 è un veicolo di misura ferroviario e di controllo multifunzionale concepito per l’uso internazionale su scartamento convenzionale (1435 millimetri). Il veicolo per la misurazione è stato progettato e prodotto per consentire l’installazione efficiente e una perfetta integrazione di un insieme diversificato di diagnostica. Il layout interno standard del ROGER 600 comprende la postazione di controllo per la misurazione, due cabine di guida, una sala riunioni, una toilette, una cucina ed una officina. La disposizione interna può essere personalizzata in base alle esigenze specifiche del cliente.

Fig. 3 - ROGER 600 is a multifunctional rail line measurement and inspection vehicle conceived for international use on standard gauge (1435 mm). The measuring vehicle has been engineered and manufactured to allow efficient installation and seamless integration of a diverse set of diagnostic systems. ROGER 600 standard interior layout includes measuring and control desk area, two driving cabs, meeting room, toilette, kitchen, workshop. Interior layout can be customized in accordance with customer’s specific needs.

recording car to be manufactured in the US in accordance with the Buy American Act requirements.

Mermec, having won the prestigious "Photonics Prism Award" from the International Society of Optics and Photonics in 2012, returns to San Francisco for a new and exciting challenge.

The Track Geometry Car will be a self-propelled broad-gauge vehicle derived from the Mermec's "ROGER MM 600" basic model (fig. 3). It will be equipped with several non-contact optoelectronics systems including the brand new "all-in-one" integrated track geometry, full rail profile, and turnout geometry measuring system allowing data acquisition even at zero-speed. The totality of the data streams are gathered into Mermec's exclusive "TrackWare" review and analysis application software suite, conceived for data visualization, validation, correlation, and reporting.

Mermec, with North and Latin American headquarters based in Columbia, SC, has a large installed base of measuring and inspection systems and is providing testing services to regional, short line railroads and rapid transit (Mermec Press Release, April 11th, 2016).

- Note for Reader: about Bay Area Rapid Transit (BART)

Bay Area Rapid Transit District (BART) is a rapid transit system serving the San Francisco Bay Area. The heavy-rail public transit and subway system connects San Francisco with cities in the East Bay and suburbs in northern San Mateo County. BART operates five routes on 104 miles (167 km) of lines, with 45 stations in four counties. With an average of 422,490 weekday passengers, 211,288 Saturday passengers, and 158,855 Sunday passengers in September 2014, BART is the fifth-busiest heavy rail rapid transit system in the United States.

BART is operated by the San Francisco Bay Area Rapid Transit District, a special-purpose transit district that was established in 1957 to cover San Francisco, Alameda County, and Con-

tra Costa County. BART trains run on exclusive right-of-way, in subways or elevated. The system uses a 5 ft. 6 in. (1,676 mm) gauge and mostly ballast less track instead of the 4 ft. 8 1/2 in (1,435 mm) standard gauge and railroad ties used on United States railroads. The maximum speed BART uses during normal operations is 70 mph. Trains length ranges from four cars to a maximum of ten cars, which fills the 700 feet (213 m) length of a platform. DC electric current at 1,000 volts is delivered to the trains over a third rail.

Scozia: ammodernamento della metropolitana di Glasgow

Il consorzio Ansaldo STS - Stadler si è aggiudicato una serie di contratti per l'ammodernamento della metropolitana di Glasgow con tecnologia all'avanguardia. I contratti includono la fornitura di 17 nuovi treni, la tecnologia di segnalamento driverless Communication Based Train Control (CBTC), porte di banchina e attrezzature di deposito, e relativi servizi di manutenzione per l'ammodernamento di 10,5 km di linee di metropolitana gemelle e 15 stazioni del sistema metropolitano di Glasgow (fig. 4).

Il progetto assegnato da "Strathclyde Partnership for Transport" (SPT) - il gestore della metropolitana di Glasgow - ha un valore totale di 203,2 milioni di sterline. La quota di Ansaldo STS ha il valore di 104,3 milioni di sterline.

I tempi di consegna sono previsti entro i 66 mesi.

Nell'ambito di applicazione del contratto, Ansaldo STS implementerà il suo sistema CBTC e la soluzione driverless per l'intera linea così come la rete di comunicazione, il Centro di Controllo Operativo, le Porte di Banchina (PSD), il binario di prova del deposito e si occuperà dell'integrazione del sistema, del collaudo e dei relativi servizi di supporto di manutenzione.

L'Amministratore Delegato di Ansaldo STS, S. SIRAGUSA, è "fiero di lavorare a questo stimolante progetto dell'ammodernamento di uno dei più antichi sistemi metropolitani al mondo, con l'obiettivo di semplificare gli spostamenti quotidiani di 13 milioni di passeggeri all'anno. Ansaldo STS continua a contribuire nel mondo con rinomati prodotti e comprovate capacità tecnologiche che forniscono la massima sicurezza ai futuri sistemi ferroviari" (Comunicato stampa Hitachi - Ansaldo STS, 8 marzo 2016).



(Fonte - Source: SPT Glasgow)

Fig. 4 - Vista in progettazione della modernizzazione della Metropolitana di Glasgow.
Fig. 4 - Rendering view of modernization of Glasgow Subway.

Scotland: modernization of the Glasgow Subway

The Ansaldo STS - Stadler consortium has won contracts to modernize the subway of Glasgow with state-of-the-art technology. The contracts include the supply of 17 new trains, Communication Based Train Control (CBTC) driverless signalling technology, platform screen doors and depot equipment, and related maintenance support services to upgrade the 10.5 km long twin subway lines, and 15 stations of the Glasgow Subway system (fig. 4).

The project awarded by Strathclyde Partnership for Transport (SPT) – the Glasgow Subway operator - has a total value of £ 203.2 million. Ansaldo STS's share is valued at £ 104.3 million.

The construction contract is expected to be delivered within 66 months.

Within the scope of the contract Ansaldo STS will implement its proven CBTC and driverless solution for the entire system as well as the communication network, Operation Control Centre, Platform Screen Doors (PSD), depot test track and will provide system integration, acceptance and related maintenance support services.

Ansaldo STS CEO, S. SIRAGUSA, is "proud to work on this exciting project of the modernisation of one of the oldest metro systems worldwide, aiming to ease the daily journey for 13 million of passengers per year. Ansaldo STS continues to contribute in the world with renowned products and experienced technological capabilities which provide the utmost safety to future railway systems" (Hitaci - Ansaldo STS Press Release, March 8, 2016).

**INDUSTRIA
MANUFACTURES**

Sudafrica: Alstom completata l'acquisizione di azioni CTLE

Alstom ha annunciato di aver completato l'acquisizione del 51% di

share della società sudafricana ferroviaria CTLE (Commuter Trasporti & Locomotive Engineering), specializzata nella modernizzazione dei treni. CTE e IDC rimarranno azionisti (fig. 5).

L'azienda ha anche rivelato il nuovo nome della società che si chiamerà Alstom Ubunye; Y. ERIAU, già amministratore delegato di Alstom Sud Africa, sarà il CEO della nuova azienda. Grazie a questa acquisizione, che segue l'approvazione da parte delle autorità antitrust del Sud Africa, la struttura di Alstom Ubunye sarà rafforzata e il suo portafoglio ampliato. La presenza di Alstom in Sud Africa risulta quindi rafforzata per affrontare al meglio il paese così come le esigenze di trasporto della regione dell'Africa australe.

Alstom dovrà gestire l'integrazione di Alstom Ubunye che conta oltre 400 dipendenti e un impianto di produzione di 80.000 m². L'acquisizione dovrà sviluppare le competenze locali e la nuova società beneficerà della tecnologia e dell'esperienza di Alstom. L'integrazione si estenderà a tutte le attività di Alstom Ubunye e includerà le infrastrutture, il segnalamento, la produzione di treni e componenti, nonché i servizi per meglio rispondere alle esigenze del trasporto ferroviario dell'Africa australe (Comunicato stampa Alstom, 6 aprile 2016).

South Africa: Alstom completes acquisition of CTLE shares

Alstom announced that it has completed the acquisition of 51% share in South African rail company CTLE (Commuter Transport & Locomotive Engineering), specialized in the modernisation of trains, from CTE and IDC which remain shareholders (fig. 5).

The company has also revealed the new name of the company which is Alstom Ubunye and its new CEO Y. ERIAU, also Managing Director of Alstom South Africa.

Through this acquisition, which follows approval by the South African



(Fonte - Source: Alstom)

Fig. 5 - La firma dell'accordo tra Alstom e CTLE.

Fig. 5 - The signature of the agreement between Alstom and CTLE.

antitrust authorities, Alstom Ubunye's structure will be reinforced and its portfolio broadened. Meanwhile, Alstom's presence in South Africa is reinforced, to better address the country as well as Southern African region transport needs.

Alstom is now starting the integration of Alstom Ubunye which counts over 400 employees and a 80,000 m² manufacturing facility. The acquisition will develop local competencies and the new company will benefit from Alstom's technology and expertise. The integration will extend the activities of Alstom Ubunye which will include infrastructure, signalling, trains and components, as well as services to better address the region's railway transport needs.

"To be closer to its customers, Alstom has decided to further invest in South Africa. We know we can rely on a highly skilled workforce here in CTLE to seize the new opportunities to come. We are very pleased to conclude this new deal with our South African partners to create a stronger industrial and commercial base able to offer a full range of rail products & solutions in Southern Africa" said Y. ERIAU.

CTLE was formerly known as Union Carriage & Wagon (UCW) which was established in 1964, providing rail vehicles for the South African Railways and executing export orders for several Asian & Southern African countries.

Well established in South Africa, Alstom is presently working on the

supply of 600 X'Trapolis Mega commuter trains to the national rail company PRASA (Passenger Rail Agency of South Africa) through its South African joint venture Gibela (Alstom Press Release, April 6, 2016).

**VARIE
OTHERS**

ECVVR - i registri nazionali di veicoli di tutti gli Stati membri dell'UE sono collegati

A partire da gennaio 2016, i registri di immatricolazione nazionali (NVR) di tutti gli Stati membri dell'UE sono collegati al registro di immatricolazione centralizzato virtuale europeo (ECVVR). Anche gli NVR dei seguenti Stati contraenti non-UE dell'OTIF sono anche collegati a ECVVR: Serbia, Svizzera (fig. 6).

Il registro ferroviario centralizzato virtuale europeo (ECVVR) si basa sull'articolo 33 della direttiva sull'interoperabilità e la decisione 2007/756/CE della Commissione Europea. Si compone del registro di immatricolazione nazionale (NVR) negli Stati membri e del registro virtuale di immatricolazione (RVI), di un motore di ricerca ospitato da parte dell'url dell'Agenzia.

Lo scopo del ECVVR è quello di fornire informazioni amministrative

(ad esempio dati di autorizzazione, custode, il proprietario, soggetto responsabile della manutenzione ECM) su veicoli messi in servizio sulla rete ferroviaria dell'Unione Europea.

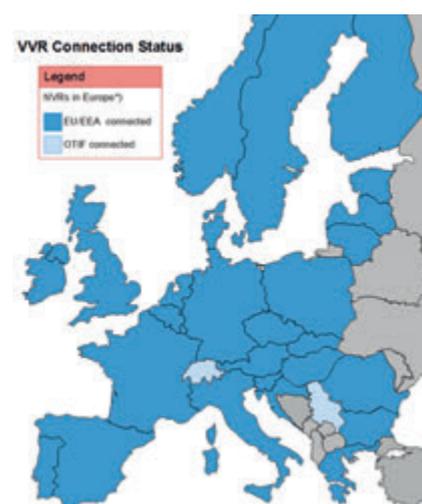
ECVVR è stato messo in funzione nel 2010; l'accesso al ECVVR è tuttavia riservato. Tuttavia ora i dati per oltre 1 milione di veicoli ferroviari è disponibile tramite ECVVR (ERA News 18, 12 febbraio 2016).

ECVVR - National Vehicle Registers of all EU Member States are connected

As of January 2016, the National Vehicle Registers (NVR) of all EU Member States are connected to the European Centralised Virtual Vehicle Register (ECVVR). The NVRs of the following non-EU OTIF Contracting States are also connected to ECVVR: Serbia, Switzerland (fig. 6).

The European Centralised Virtual Vehicle Register (ECVVR) is based on Article 33 of the Interoperability Directive and the Commission Decision 2007/756/EC. It consists of the National Vehicle Registers (NVR) in the Member States and the Virtual Vehicle Register (VVR), a search engine hosted by the Agency.

The purpose of the ECVVR is to provide administrative information



(Fonte - Source: ERA News)

Fig. 6 - La mappa fornisce una panoramica dello stato di connettività degli Stati membri dell'UE e non UE all'OTIF Stati contraenti.

Fig. 6 - The map provides an overview of the connectivity status of EU Member States and non-EU OTIF Contracting States.

(e.g. authorisation data, keeper, owner, entity in charge of maintenance ECM) on vehicles placed into service on the European Union railway network.

ECVVR has been put in service in 2010; access to the ECVVR is restricted. Data for over 1 million railway vehicles is available via ECVVR (ERA News 18, February 12, 2016).

IL SEGNALAMENTO DI MANOVRA NELLA IMPIANTISTICA FS STANDARD FUNZIONALI E APPLICAZIONE CONVENZIONALE

Con questo volume il CIFI intende colmare la lacuna relativa alla mancanza nella letteratura di testi sul segnalamento di manovra, spesso considerato complementare al segnalamento “alto” pur non essendo meno importante.

Questo primo volume sugli apparati convenzionali, insieme al secondo in preparazione sugli apparati statici, è indirizzato ai progettisti del segnalamento e ai cultori di impianti ferroviari che vi troveranno una completa “biblioteca” storica e tecnica in materia, per il numero e l’eshaustività degli argomenti trattati.

Contenuti del libro: standard del segnalamento di manovra; la logica circuitale; piani schematici di riferimento; tabelle delle condizioni; circuiti elettrici; condizioni operative.

296 pagine in formato A4, ricco di schemi e circuiti. Prezzo di copertina € 30,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina “Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI” sempre presente nella Rivista.



L'ALTA VELOCITA' FERROVIARIA

Il CIFI ha pubblicato L'ALTA VELOCITÀ FERROVIARIA.

Il nuovo volume rappresenta un riferimento unico ed originale della storia e della evoluzione dell'Alta Velocità in Italia, dalle prime direttissime, alla Firenze-Roma, alle nuove linee AV-AC di recente entrate in servizio. Un immancabile “compagno” della *Storia e Tecnica Ferroviaria* già edita dal CIFI e un testo indispensabile per tutti i cultori, studiosi e appassionati del modo delle ferrovie. Una strenna ideale per ... se stessi, oltre che per amici personali, clienti e dipendenti delle aziende.

Volume in pregiata edizione, cartonato, formato A4, pagine 208 a colori ampiamente illustrate.

INDICE

- Ricerca e sviluppo della Velocità ferroviaria
- Le caratteristiche tecniche dell'AV
- Linee AV nel mondo
- Le Direttissime in Italia
- Nasce l'Alta Velocità-Alta Capacità
- Le Nuove Linee
- Milano-Bologna e Bologna-Firenze
- Nuove linee sui valichi alpini

Prezzo di copertina € 40,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina “Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI” sempre presente nella Rivista.



I mitici treni a vapore: la celebrazione dei 120 anni della Faentina

Un'antica ferrovia pensata e costruita nel 1800 per unire un'Italia appena risorta. Valli e montagne che trasudano storia e fanno sfoggio di rara, naturale e a volte selvaggia bellezza. È la locomotiva, il "cavallo di fuoco" come lo battezzarono i pellerossa delle praterie americane.

In questo DVD vi presentiamo quattro film storici, realizzati dal regista Alessandro Fontanelli, che mostrano immagini in gran parte inedite e ormai irripetibili. Piene di vapore, di fumo, di suoni e di ritmi meccanici dimenticati. E anche di prospettive. Perché questa "Direttissima" del passato dopo 120 anni sta riscoprendo il suo futuro.

Il DVD contiene quattro film realizzati tra il 1987 e il 1990.

- 1) **La Faentina riparte dopo cento anni.** Durata 12 minuti. Realizzato nel 1987 per la presentazione di un progetto di sviluppo turistico.
- 2) **Il Treno delle Castagne.** Durata 24 minuti. Realizzato nel 1988, un documentario di impronta romantica, realizzato in occasione della prima edizione della classica Sagra delle Castagne di Marradi.
- 3) **Il Treno dell'Amicizia.** Durata 16 minuti. Realizzato nel 1989, con questo viaggio il Lyon's Club (Valli Faentine) volle farsi precursore della rinascita della Faentina in chiave turistica.
- 4) **A tutto vapore.** Durata 18 minuti. Realizzato nel 1990, un film unico nel suo genere, solo musica e suoni originali. Un monologo della locomotiva a vapore mentre corre nell'affascinante panorama dell'Appennino Tosco Romagnolo. Immagini e suoni mai visti e irripetibili, altamente spettacolari e profondamente emozionanti.



Il CIFI per coprire le spese di produzione e confezionamento, è in grado di fornire il DVD al costo unitario di soli € 13,50. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista

150 ANNI DI FERROVIA A VOLTERRA

Presso il CIFI è disponibile, **su prenotazione**, il DVD contenente un documentario storico della linea FS Cecina-Volterra Saline Pomarance, che si appresta a compiere 150 anni (ved. articolo su "La Tecnica Professionale" n. 9/settembre 2010).

Il filmato, della durata di circa 30 minuti, è stato realizzato nel 1989 da Claudio Migliorini e contiene scene già consegnate alla storia, come le ultime corse delle automotrici diesel ALn 990 e i servizi merci con locomotiva 245, cessati ormai da molti anni. Non manca un breve capitolo sul prolungamento della linea fino a Volterra, realizzato con dentiera sistema *Strub* a causa della forte pendenza (100 per mille, record per le FS), prolungamento che è stato in esercizio dal 1912 fino al 1958.

Nonostante siano passati più di vent'anni dalle riprese, il documentario si rivela ancor oggi di attualità, poiché lo schema orario ivi descritto (4 coppie di treni) è rimasto in essere fino ai giorni nostri, anche se le ALn 990 hanno lasciato il posto alle più moderne automotrici diesel ALn 668 (alcune serie sono già presenti nel filmato) e ALn 663.



Il CIFI per coprire le spese di produzione e confezionamento, è in grado di fornire i DVD al costo unitario di soli € 13,50. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.

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		00.1.11) PROGETTI E REALIZZAZIONI FERROVIARIE ALL'ESTERO	
n. 14 memorie – Autori: Acquati, Boccione, Bugarin, Catalini, Cavagna, Cioffi, Collina, Corazza, Crispino, Di Ilario, Diana, Garzia Diaz-de-Villegas, Hifumi, Jovanovic, Kajon, Katsutoshi, Korpanec, Lanni, Monaco, Natori, Pacciani, Pagliari, Pezzoli, Pisu, Viganò.....	€ 35	n. 5 Memorie – Autori: Barron de Angotti, Buri, Diana, Estradè Panadès, Guglielmetti, Lopez Pita, Marini.....	€ 15
00.1.2) CORPO STRADALE		00.1.12) SEGNALE E SICUREZZA	
n.11 Memorie – Autori: Burchi, Cheli, Chiorboli, Cognigni, Daghini, De Gregorio, Della Vedova, Di Nuzzo, Evangelista, Garassino, Giuliani, Gizzi, Impellizzieri, Isi, Maraschin, Miazzon, Migliacci, Montepara, Morano, Petrangeli, Pezzati, Polastri, Tomaselli.....	€ 30	n. 18 Memorie – Autori: Amendola, Angeloni, Antonelli, Bianchi, Brignolo, Brugo, 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
00.1.3) DINAMICA DELLA LOCOMOZIONE		00.1.13) TELECOMUNICAZIONI	
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, Scepti, Toni, Vivio,Vullo.....	€ 40	n. 6 Memorie - Autori: Coraiola, Di Maio, Di Mario, Iacomino, Lucca, Senatore, Simeoni, Zucchelli.....	€ 15
00.1.4) FABBRICATI VIAGGIATORI		00.1.14) TRAM E FILOBUS	
n. 6 Memorie - Autori: Albero, Antonilli, Chillemi, D'Amico, D'Angelo, Lensi, Martini, Marzilli, Rota, Scarselli, Zalocco.....	€ 15	n. 8 Memorie – Autori: Bonuglia, Caccia, Campisano, Cerquetani, Cheli, Corradi, Diana, Emili, Lionetti, Lopes, Manigrasso, Molinari, Pendenza, Pyrgidis, Riccini, Rossetti, Spadaccino.....	€ 18
00.1.5) METROPOLITANE E SUBURBANE		00.1.16) TRAZIONE ELETTRICA	
n. 9 Memorie - Autori: Arcangeli, Averardi, Bocchetti, Bugarin, Calamani, Cantamessa, Cesetti, Coero Borgia, Corsi, D'armini, Esposito, Fagiolini, Fusco, Garetto, Giovanetti, Martinetto, Martinez, Morassutti, Musso, Novales, Orso, Palin, Panaro, Piccioni, Sasso, Torassa, Villa,Vinci.....	€ 30	a) Impianti	
00.1.6) PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI		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
n. 5 Memorie - Autori: Cesetti, Lupi, Mantecchini, Panagin F., Panagin R., Rupi, Salerno, De Luca....	€ 15	b) Materiale rotabile	
00.1.8) PROBLEMI DELLE GRANDI STAZIONI		n. 3 Memorie – Autori: Bruno, Carillo, Landi, Mantero, Mingozzi, Papi, Sani, Stabile,Violi.....	€ 10
n. 11 Memorie - Autori: Antognoli, Antonilli, Bardelli, Buonanno, Chiodi, Corazza, Cosulich, De Benedictis, Delfino, De Vita, Di Marco, Franceschini, Galaverna, Giovine, Guida, Losa, Malavasi, Murrini, Pezzati, Ricci, Tramonti.....	€ 35	00.1.17) ESERCIZIO FERROVIARIO – CIRCOLAZIONE – NORMATIVE	
00.1.9) PROGETTAZIONE DEI ROTABILI		n. 13 Memorie – Autori: Campisano, Caruso, Colombi, D'Elia, Delfino, Ferretti, Focacci, Follesa, Galatola, Galaverna, Martini, Migliorini, Pellandini, Petriccione, Ragazzoni, Sacchi, Troiano, Verazza.....	€ 40
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	00.1.18) IMPATTO AMBIENTALE	
00.1.10) PROGETTI E REALIZZAZIONI FERROVIARIE IN ITALIA		n. 2 Memorie – Autori: Centazzo, Gentile, Rendina, Ricci, Volpe.....	€ 10
n. 7 Memorie - Autori: Abruzzo, Alei, Benigni, Bernardi, Cassino, Cingano, Ciochetta, De Falco, Fabbri, Facchin, Iacono, Kure, Mantegazza, Orlandi D., Orlandi P., Rocchia, Segrini, Skiller, Ventre.....	€ 20	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	Manutenzione e controllo della linea	3
✂	<p>210 Il georadar (DE GIUSEPPE – UMARI – GAZZANO) <i>La Tecnica Professionale</i>, maggio 2015, pagg. 30-37, figg. 16, tab. 1. Viene illustrato l'utilizzo del georadar per il rilievo di opere d'arte non visibili.</p>	<p>216 Rapporto delle OBB Infrastruktur sullo stato della Rete nel 2014 (WALTER) <i>Netzzustandsbericht 2014 der OBB Infrastruktur AG</i>. <i>ETR</i>, dicembre 2015, pagg.76-78, figg. 3.</p>	
	<p>211 Misura digitale del profilo longitudinale della rotaia (WAGNER – DAMM) <i>Digitale Abnahme von Schienenlängsprofilen ZEVrail</i>, giugno-luglio 2015, pagg. 252-259, figg. 6. Regolo di precisione per il controllo delle saldature Thermit.</p>	<p>217 La manutenzione integrata della via da parte della OBB Infrastruktur AG (MACH) <i>Integriertes Fahrwegmanagement bei der OBB Infrastruktur AG</i> <i>ETR</i>, dicembre 2015, pagg. 81-84, figg. 6.</p>	
	<p>212 Il nuovo veicolo per il lavaggio delle rotaie (JOMMART - CIRY) <i>Le wagon laveur des rails de nouvelle génération</i> <i>Revue Générale des Chemins de fer</i>, luglio-agosto 2015, pagg. 46-54, figg. 11.</p>	<p>218 Il rinforzo della piattaforma ferroviaria (CALON – ROBINET - COSTA D'AGUIAR) <i>Le renforcement des plateformes ferroviaires</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, novembre 2015, pagg. 20-28, figg. 14. Analisi teorica ed applicazione pratica.</p>	
	<p>213 Il panorama dei veicoli motori di servizio della SNCF Reseau (CIRY) <i>Le forum des engins outillage de SNCF Reseau</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, settembre 2015, pagg. 62-65, figg. 14.</p>	<p>219 Recenti tendenze delle tecnologie di ispezione ed analisi del binario (FUKUIJAMA) <i>Recent trends in track inspection and monitoring</i> <i>Quarterly Report RTRI</i>, vol. 50, gennaio 2015, pagg. 1-4, figg. 4. Da un'analisi del quadro europeo vengono dedotti orientamenti per le ferrovie giapponesi.</p>	
	<p>214 La manutenzione dei deviatori nei brevi intervalli di disponibilità (GRUENER) <i>Maintaining switches in short windows</i> <i>Railway Gazette</i>, ottobre 2015, pagg. 49-50, figg. 3. Procedimento Vossloh di molatura leggera dei deviatori.</p>	<p>220 L'illuminazione delle gallerie metropolitane (VALERUZ) <i>La Tecnica Professionale</i>, febbraio 2016, pagg. 38-41, figg. 3, tabb. 4. Viene descritto un sistema innovativo di illuminazione a Led studiato e sperimentato per l'illuminazione delle gallerie metropolitane ma perfettamente idoneo anche per le gallerie delle linee ferroviarie in genere. La sperimentazione, con esito positivo, è stata effettuata presso la linea metropolitana di Roma.</p>	
		<p>221 Detezione delle piazzature sulle ruote delle grandi macchine per la posa del binario, mediante l'ausilio della telematica (LENK) <i>Flachstellendetektion bei Gleisbaumaschinen mit Hilfe der Telematik</i> <i>ZEVrail</i>, novembre-dicembre 2015, pagg. 440-453, figg. 4.</p>	

IL SISTEMA ALTA VELOCITÀ IN ITALIA



Il CIFI propone ai soci il nuovo interessante film tecnico “*Il sistema alta velocità in Italia*”, realizzato dal regista Alessandro Fontanelli per RFI - Ingegneria di Manutenzione.

Il film della durata di 26 minuti, è suddiviso in 6 capitoli (in edizione in lingua italiana ed inglese) e descrive con immagini e grafiche animate i concetti del nuovo sistema Alta Velocità (AV):

- introduzione;
- la sovrastruttura, le opere civili e l’armamento;
- il sistema di alimentazione della linea di contatto a 25 kV;
- il posto di confine elettrico (POC);
- il sistema di comando controllo segnalamento e telecomunicazioni;
- la manutenzione delle linee italiane AV.

Il film si rivolge a tutti i tecnici ferroviari e rappresenta concetti tecnologici particolarmente complessi in modo assolutamente comprensibile anche ai non addetti, grazie all’impostazione didattica delle grafiche in animazione e del linguaggio adottato.

Il CIFI per coprire le spese di produzione e confezionamento, è in grado di fornire il DVD al costo unitario di soli € 13,50. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina “Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI” sempre presente nella Rivista.

	IF Biblio	Storia delle ferrovie	40
✂	<p>85 Il primo progetto di G. Milani per la stazione di Porta Tosa a Milano (GALLIO) <i>G. Milani's first project for Porta Tosa station in Milano</i> <i>Ingegneria Ferroviaria</i>, gennaio 2015, pagg. 43-64, figg. 13. Biblio 10 titoli.</p>	<p>92 Anno 1935: treni rapidi tra Chicago, St. Paul e Minneapolis (FORMIGARI) <i>La Tecnica Professionale</i>, novembre 2015, pagg. 38-41, figg. 6, tabb. 4.</p>	
	<p>86 Il nodo di Genova crocevia d'Europa, dalle origini al futuro (Prima Parte) (MANDELLI) <i>La Tecnica Professionale</i>, giugno 2015, pagg. 46-57, figg. 18. In questa prima parte sono state esposte storia e caratteristiche fondamentali del nodo di Genova.</p>	<p>93 Pubblicazioni ferroviarie italiane (PANCONESI) <i>La Tecnica Professionale</i>, dicembre 2015, pagg. 20-31, figg. 77. Un viaggio di 170 anni nella nostra storia ferroviaria attraverso le opere che maggiormente contrassegnano questo lungo cammino.</p>	
	<p>87 A duecento all'ora agli albori del XX Secolo (FORMIGARI) <i>La Tecnica Professionale</i>, luglio-agosto 2015, pagg. 56-62, figg. 7. Biblio 3 titoli.</p>	<p>94 Il nodo di Genova crocevia d'Europa, dalle origini al futuro (Terza Parte) (MANDELLI) <i>La Tecnica Professionale</i>, dicembre 2015, pagg. 42-52, figg. 10, tab. 1. Biblio 15 titoli. Nella terza parte vengono illustrati gli interventi più recenti, fino alle modificazioni previste per il prossimo futuro, destinate a mutare profondamente la fisionomia del nodo, con l'obiettivo di renderlo una realtà al passo con l'attuale domanda di mobilità, sia nel campo del trasporto merci, sia viaggiatori.</p>	
	<p>88 Archeologia ferroviaria (PANCONESI) <i>La Tecnica Professionale</i>, luglio-agosto 2015, pagg.74-84, figg. 43.</p>		
	<p>89 Il nodo di Genova crocevia d'Europa, dalle origini al futuro (Seconda Parte) (MANDELLI) <i>La Tecnica Professionale</i>, settembre 2015, pagg. 6-18, figg. 17, tab. 1. Nella seconda parte vengono esposti gli interventi di adeguamento e potenziamento attuati nel dopoguerra, che hanno contribuito in misura sostanziale a conferire agli impianti genovesi l'assetto attuale.</p>	<p>95 79 Railway Squadron (BERARDOCCO) <i>La Tecnica Professionale</i>, gennaio 2016, pagg. 46-48, figg. 10.</p>	
<p>90 La linea ferroviaria "Flamsbana" (BERARDOCCO) <i>La Tecnica Professionale</i>, settembre 2015, pagg. 20-25, figg. 11. La linea si estende per 20,2 km con un gradiente costante del 55‰, rendendo la ferrovia a scartamento standard più ripida d'Europa ed una delle prime tre attrazioni turistiche più visitate della Norvegia.</p>	<p>96 Consistenza della rete ferroviaria <i>Consistance du réseau ferroviaire</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, dicembre 2015, pagg. 66-71. Evoluzione della rete francese dal 1870 al 2015.</p>		
<p>91 Itinerari di viaggio in treno alla scoperta di linee e stazioni (MELOTTI) <i>La Tecnica Professionale</i>, settembre 2015, pagg. 28-40, figg. 17. Biblio 11 titoli. L'intento ha lo scopo di rappresentare, volta per volta, il territorio della "provincia ferroviaria" attraversata da linee sovente a semplice binario (magari non elettrificate) e rese indispensabili, nel loro utilizzo, dalla richiesta continua di mobilità delle persone.</p>	<p>97 Il deposito di La Chapelle: 110 anni al servizio della velocità (LAMMING) <i>Le dépôt de La Chapelle: 110 ans au service de la vitesse</i> <i>Revue Générale des Chemins de Fer</i>, febbraio 2016, pagg. 66-72, figg. 11. Interessanti foto storiche ed evoluzione nel tempo del piano dei binari di questo importante impianto parigino da sempre base di mezzi di trazione veloci.</p>		

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

1.3.1	V. FINZI-L. GERINI – “Blocco automatico a correnti codificate T. Westinghouse” (Quaderno 2).....	€ 8,00
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)	€ 15,00
1.3.5	V. FINZI – G. CERULLO - B. COSTA - E. ANTONELLI - N. FORMICOLA - “A.C.E.I. nuova serie” (Quaderno 13) ...	€ 20,00
1.3.6	V. FINZI – “I segnali luminosi”	esaurito
1.3.10	V. FINZI – “Impianti di sicurezza: Apparecchiature” (Vol. 4° - parte I)	€ 30,00
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”	€ 25,00
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” ...	€ 40,00
2.2	L. MAYER – “Impianti ferroviari – Tecnica ed Esercizio” (Nuova edizione a cura di P.L. GUIDA-E. MILIZIA)	€ 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”	€ 50,00
2.6	G. Bonora-L. FOCACCI – “Funzionalità e Progettazione degli Impianti Ferroviari”	€ 50,00

2.7.	F. CESARI - V. RIZZO - L. LUCCHETTI – “Elementi generali dell’esercizio ferroviario”	esaurito
2.8	P.L. GUIDA-E. MILIZIA – “Dizionario Ferroviario – Movimento, Circolazione, Impianti di Segnalamento e Sicurezza”	€ 35,00
2.9	P. DE PALATIS – “L’avvenire della sicurezza – Esperienze e prospettive”	€ 20,00
2.10	AUTORI VARI – “Principi ed applicazioni pratiche di Energy Management”	€ 25,00
2.12	R. PANAGIN – “Costruzione del veicolo ferroviario”	€ 40,00
2.13	F. SENESI-E. MARZILLI – “Sistema ETCS Sviluppo e messa in esercizio in Italia”	€ 40,00
2.14	AUTORI VARI – “Storia e Tecnica Ferroviaria – 100 anni di Ferrovie dello Stato”	€ 50,00
2.15	F. SENESI – E. MARZILLI – “ETCS, Development and implementation in Italy (English ed.)”	€ 60,00
2.16	E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carrozze e carri”	€ 20,00
2.18	B. CIRILLO – L.C. COMASTRI – P.L. GUIDA – A. VENTIMIGLIA “L’Alta Velocità Ferroviaria”	€ 40,00
2.19	E. PRINCIPE – “Il veicolo ferroviario - carri”	€ 30,00
2.20	L. LUCCINI – “Infortuni: Un’esperienza per capire e prevenire”	€ 7,00
2.21	AUTORI VARI – “Quali velocità quale città. AV e i nuovi scenari territoriali e ambientali in Europa e in Italia”	€ 150,00
2.22	G. ACQUARO – “ I Sistemi di Gestione della Sicurezza Ferroviaria”	€ 25,00

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

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
4.9.	BARI – DVD “Stato dell’arte e nuove progettualità per la rete ferroviaria pugliese” (6 giugno 2008).....	€ 15,00
4.10.	BARI – 2 DVD Convegno “Il sistema integrato dei trasporti nell’area del mediterraneo” (18 giugno 2010)	€ 25,00

5 – ALTRO

5.1.	Agenda 2016 (spese postali gratuite).....	€ 20,00
------	---	---------

5.2.	(DVD) 1991: La linea più veloce e la linea più lenta (La direttissima Roma-Firenze e la linea Poggibonsi-Colle Val D'Elsa)	€ 13,50	6.6.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – "Treni italiani con carrozze a due piani"	€ 28,00
5.3.	(DVD) Lo sviluppo del sistema AV/AC e dell'ERTMS in Italia	€ 13,50	6.7.	E. PRINCIPE (ed. La Serenissima) – "Treni italiani Eurostar City Italia"	€ 35,00
5.4.	(DVD) S.S.C. – Il Sistema di Supporto alla Condotta.....	€ 13,50	6.8.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – "Treni italiani ETR 500 Frecciarossa"	€ 30,00
5.5.	(DVD) Cecina-Volterra, 1989 (I 150 anni della linea)	€ 13,50	6.9.	V. FINZI (ed. Coedit) – "I miei 50 anni in ferrovia"	€ 20,00
5.6.	(DVD) Il sistema Alta Velocità in Italia	€ 13,50	6.62.	C. e G. MIGLIORINI (ed. Pegaso) "In treno sui luoghi della grande guerra"	€ 14,00
5.7.	(DVD) I 120 anni della Faentina	€ 13,50	6.63.	PL. GUIDA (ed. Franco Angeli) "Il Project Management-secondo la Norma UNI ISO 21500"	€ 45,00
6 – TESTI ALTRI EDITORI			6.64.	G. MAGENTA (ed. Gaspari) "L'Italia in treno"	€ 29,00
6.1.	V. FINZI (ed. Coedit) – "Impianti di sicurezza" parte II	€ 25,00	6.65	A. CARPIGNANO "La Locomotiva a vapore (Viaggio tra tecnica e condotta di un Mezzo di ieri)"	
6.2.	V. FINZI (ed. Coedit) – "Trazione elettrica. Le linee primarie e sottostazioni"	esaurito		2° Edizione – L'Artistica Editrice Savigliano (CN)	€ 70,00
6.3.	V. FINZI (ed. Coedit) – "Trazione elettrica. Linee di contatto"	esaurito	6.66	A. CARPIGNANO "Meccanica dei trasporti ferroviari e Tecnica delle Locomotive"	
6.4.	C. ZENATO (ed. Etr) – "Segnali alti FS permanentemente luminosi"	€ 29,90		3° Edizione	€ 60,00
6.5.	E. PRINCIPE (ed. Veneta) – "Treni italiani con carrozze a media distanza"	€ 28,00	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.E: (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

1991: LA LINEA PIÙ VELOCE E LA LINEA PIÙ LENTA

Vent'anni or sono, nel 1991, ancor prima di divenire Società per Azioni, le Ferrovie dello Stato Italiane ereditavano una Rete caratterizzata, al massimo livello, dalla Direttissima Roma - Firenze, capostipite della Rete Alta Velocità e, di contro, da una serie di piccole linee locali, figlie del periodo ottocentesco in cui non esistevano alternative alla ferrovia anche sulle brevissime distanze. In mezzo a tali due estremi, le linee che ancor oggi costituiscono la Rete tradizionale.

In un documentario dell'epoca realizzato da Claudio Migliorini si possono rivivere alcuni aspetti attinenti alle due situazioni estreme anzidette.

Il video esordisce con un reportage su un viaggio organizzato in Direttissima tra Orvieto e Firenze dal CIFI il 13 aprile 1991 con l'ETR Y 500, allora l'unico "supertreno" di FS capace di raggiungere i 300 km/h, "progenitore" di tutti i moderni "Frecciarossa" che oggi collegano velocemente le principali città italiane.

E dopo (l'allora) linea più veloce, la telecamera ci fa compiere un'escursione lungo (l'allora) linea più lenta della Rete FS, la Poggibonsi - Colle Val d'Elsa, che conservò fino alla sospensione definitiva del servizio ferroviario (1987) le sue caratteristiche di linea "economica" ottocentesca: qui si trovava tra l'altro la curva più stretta della Rete FS a scartamento ordinario, con soli 100

metri di raggio. A seguito dell'atto ministeriale di dismissione (2009), oggi sul tracciato della linea colligiana si è realizzata una pista ciclabile, mentre il traffico motorizzato è stato integralmente trasferito su strada e ha beneficiato di interventi di razionalizzazione infrastrutturale che hanno interessato pure le ex aree ferroviarie (ved. articolo su "La Tecnica Professionale" n. 9/settembre 2011).

Il filmato costituisce in definitiva una testimonianza autentica dell'eredità della gestione statale e che, raffrontata con la situazione odierna, rende conto di come la successiva evoluzione delle Ferrovie dello Stato Italiane abbia portato, in una logica imprenditoriale d'Impresa, da un lato a sviluppare e potenziare i servizi di punta ad alta redditività economica e sociale (Alta Velocità/Alta Capacità) e, all'opposto, a lasciare alle altre modalità di trasporto molte relazioni a brevissimo raggio caratterizzate strutturalmente da una sostenibilità nulla se realizzate su ferro.

Il CIFI per coprire le spese di produzione e confezionamento, è in grado di fornire i DVD al costo unitario di soli € 13,50. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



TRENI ITALIANI ETR 500 FRECCIAROSSA

Il volume è suddiviso in 5 capitoli:

- 1 LA STORIA DELL'ALTA VELOCITÀ - Nascita dell'Alta Velocità ferroviaria Italiana;
- 2 MARCATURA DEI ROTABILI - Contrassegni ed iscrizioni - Principali requisiti dei rotabili - Struttura componenti dei rotabili - Costruzione della cassa dei rotabili;
- 3 TRENI AD ALTA VELOCITÀ DI TRENITALIA - Frecciabianca - Frecciarosso - Nascita del treno ETR 500 Frecciarosso - Composizione del treno;
- 4 LOCOMOTORI E. 404 E CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE - Struttura della cassa - Organi della trazione e repulsione - Rodiggio - Carrelli - Principali componenti dei carrelli - Gruppo di trazione, sale montate e sospensioni - Principali impianti di bordo;
- 5 TRENO ETR 500 PTL FRECCIAROSSA - Composizione del treno - Le carrozze della composizione - Struttura della cassa - Carrelli e caratteristiche costruttive - Sospensioni - Sale montate, boccole e cuscinetti - Arredamenti - Principali impianti di bordo.

Volume con copertina cartonata, di 110 pagine, formato 31x22 cm con oltre 150 foto a colori e disegni.
Editrice Veneta via Ozanam, 8 - 13100 Vicenza

Prezzo di copertina € 30,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista



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 02/94696531 – 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.

BILANCAI SOCIETÀ COOPERATIVA a r.l. – Via Sergio Ferrari, 16 – 41011 CAMPOGALLIANO (MO) – Tel. 059/526965 – Fax 059/527079 – Produzione e manutenzione di impianti di pesatura ad uso stradale e ferroviario – Progettazione, sviluppo e produzione di apparecchiature elettroniche e celle di carico – Centro sit n. 44 per taratura masse e forze (celle di carico, dinamometri).

BONOMI EUGENIO S.p.A. – Via Mercanti, 17 – 25018 MONTICHIARI (BS) – Tel. 030.9650304 – Fax 030.962349 – e-mail: info.eb@gruppo-bonomi.com – www.gruppo-bonomi.com – Progettazione linee ferroviarie e tramviarie – Produzione di componenti ed accessori per i settori trazione elettrica e segnalamento – Sospensioni per linee tradizionali ed Alta Velocità - Dispositivi di pensionamento a contrappesi ed oleodinamici, morsetteria e connettori, attrezzatura ed utensili meccanici ed oleodinamici (prodotti per linee da 1,5 kV a 25 kV).

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).

I fornitori ferroviari

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.

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, tranciaviti e trancifuni oleodinamici – Trapani adatti alla foratura di rotaie e di apparecchi del binario nelle applicazioni ferroviarie – Trapani per traverse in legno – Pandrolatrici – Avvitatori portatili – Troncatrici di rotaie.

CINEL OFFICINE MECCANICHE S.p.A. Via Sile, 29 – 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV) - Tel. 0423/490471 - fax 0423/498622 - E-mail: info@cinelspa.it – www.cinelspa.it – Stabilimenti: Via Sile, 29 - 31033 Castelfranco Veneto (TV) – Via Scalo Merci, 21 - 31030 Castello di Godego (TV) - Forniture per i settori ferroviario e tranviario: scambi ferroviari e tranviari, Kit cuscinetti elastici e autolubrificanti, Kit piastre per controtaie 33C1, giunti isolanti incollati, piastre, piastrine, ganasce di giunzione, blocchi, caviglie, chivarde, casse di manovra per deviatore e accessori, tiranterie, zatteroni, traverse cave, fermascambi, immobilizzatori, dispositivi di bloccaggio, apparecchiature per segnalamento e sicurezza, passaggi a livello, materiali per rotabili.

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.

ELETECH S.r.l. – SP 231, km 3,5 – 70032 BITONTO (BA) – Tel. 080.3739023 – Fax 080.3759295 – E-mail: sales@eletech.it – www.eletech.it – **Sede Legale: Via F.lli Philips, 3 – 70123 BARI** – Progettazione, produzione e installazione di sistemi di telecomunicazione e telecontrollo – Soluzioni per la sicurezza in galleria – Sistema “Help Point” omologato – Apparat per la diffusione della Internet Radio “FS News” nelle stazioni ferroviarie – Sistemi di diagnostica automatica dei pantografi – Sistemi ridondati di registrazione digitale multicanale – Sistemi di telefonia selettiva VoIP – Sistemi TVCC per passaggi a livello operanti in regime di sicurezza.

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. 080.5328424 – Fax 0080.5368733 - 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: kbrsitalia@knorr-bremse.it – Sito internet: www.knorr-bremse.it – Impianti di frenatura pneumatici, elettropneumatici ed elettroidraulici per veicoli ferroviari, metropolitani e tranviari – Sistemi di frenatura per treni ad alta velocità – Attuatori pneumatici, unità frenanti, regolatori di timoneria, dischi freno – Compressori a vite e a pistoni, essiccatori d'aria, unità di produzione e trattamento aria compressa – Impianti toilettes ecologici a recupero – Sistemi ed apparecchiature elettroniche di comando, controllo e diagnostica – Servizi di assistenza, riparazione e manutenzione di sistemi frenanti.

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 – Strumenta-

zione 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: rolling-stock@lucchini.it – sito web: www.lucchini.it – Materiale rotabile per trasporti ferroviari urbani, suburbani e metropolitani; ruote cerchiate; ruote elastiche; ruote monoblocco; assili; cerchioni; boccole; sale montate da carro, carrozza e locomotiva completa di componenti; cuori fusi al manganese per scambi ferroviari – Riparazione e ripristino di sale montate con sostituzione di ruote e cerchioni – Revisione e collaudo di altri componenti.

MARINI IMPIANTI INDUSTRIALI S.r.l. – Via A. Chiarucci, 1 – 04012 CISTERNA DI LATINA – Tel. 06/96871088 – Fax 06/96884109 – e-mail: marini_impian- ti_industriali_srl@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, incavagliatrici, 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 ferroviari - 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 alimentazione sistemi A.V. 25 kV - Produzione di quadri innovativi, alimentatori, raddrizzatori, sezionatori bipolari, quadri filtri, quadri misure - Produzione commutatori 3600 V 3000 A, sezionatori bipolari 3000 A, trasduttori di corrente, quadri di sezionamento 25 kV (52 kW) e sezionatori di alta tensione - Realizzazione di impianti, sottostazioni fisse e mobili lato alternata e continua.

ORA ELETTRICA S.r.l. a socio unico - Sede legale: Corso XXII Marzo, 4 - 20135 Milano - Sede operativa: Via Filanda, 12 - 20010 Cornaredo (MI) - Tel. +39 02.93563308 - Fax +39 02.93560033 - e-mail: info@ora-elettrica.com - www.ora-elettrica.com - Progettazione, produzione, commercializzazione, installazione e manutenzione di apparecchiature elettroniche specifiche per la gestione del tempo: centrali orarie controllate via DCF e GPS, NTP server, sistemi di supervisione, orologi analogici e digitali (per interni ed esterni), orologi da pensilina, orologi monumentali da facciata, RCE Registratori Cronologici di Eventi, sistemi integrati per il controllo degli accessi veicolari e pedonali, sistemi TVPL, TVCC, sistemi di rilevamento presenze certificati SAP.

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, car-

relli portabobine, dispositivi per video-ispezione linee ferroviarie e binario, rappresentanza attrezzature Robel.

PMA ITALIA S.r.l. - Via Marmolada, 12 - 20037 PADERNO DUGNANO (MI) - Tel. +39.02.91084241 - Fax +39.02.91082354 E-mail: info@pma-it.com - www.pma-it.com - Guaine corrugate in poliammide per la protezione dei cavi elettrici, raccordi in poliammide e raccordi compositi poliammide-metallo per guaine corrugate, accessori di fissaggio per guaine corrugate - Trecce in rame stagnato per schermatura elettromagnetica delle guaine in poliammide e relativi raccordi per la loro terminazione - Guaine espandibili in poliestere UL V0, accessori per la terminazione ed il fissaggio delle guaine espandibili - Tutti i prodotti sono autoestinguenti, esenti da alogeni fosforo, cadmio ed a limitata emissione di fumi tossici.

POSEICO S.p.A. - Via Pillea, 42-44 - 16153 GENOVA - Tel. 010/8599400 - Fax 010/8682006-010/8681180 - E-mail: semicond@poseico.com - www.poseico.com - Dispositivi a semiconduttori di potenza (Diodi, Tiristori, GTO's, IGBT Press-pack, ecc.) - Dissipatori ad acqua per il raffreddamento di dispositivi di potenza sia press-pack che moduli - Assiemati di potenza con raffreddamento in aria naturale, aria forzata ed acqua - Ponti raddrizzatori per applicazioni industriali e di trazione - Analisi di guasto e servizio di collaudo - Riparazioni di assiemati di potenza - Distribuzione e/o commercializzazione di componenti nel campo dell'elettronica di potenza.

PROJECT AUTOMATION S.p.A. - Viale Elvezia, 42 - 20052 MONZA (MI) - Tel. 039/2806233 - Fax 039/2806434 - www.p-a.it - Sistemi ed apparecchiature di segnalamento, controllo e supervisione del traffico per metrotamvie e tramvie - Radiocomando scambi, casse di manovra carrabili, sistemi di controllo semaforico - Priorità mezzi pubblici - Sistemi di controllo e gestione traffico stradale.

QSD SISTEMI S.r.l. - Via Isonzo, 6/bis - 20060 PESSANO CON BORNAGO (MI) - Tel. 02.95741699 - 02.9504773 - Fax 02.95749915 - e-mail: gio.galimberti@qsd sistemi.it - www.qsd sistemi.it - Elettronica per ferroviario a norme EN50155 - Passenger Information System - Interfoni - Cru-scotti - 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.

S.I.F.E.L. S.p.A. Socio Unico – Reg. Menasco 1/A – 15018 SPIGNO MONFERRATO (AL) - Tel. 0144/950811 – Fax: 0144/950812 – e-mail: info@sifelspa.com - www.sifelspa.com – Progettazione, installazione e manutenzione di: impianti fissi per la trazione elettrica ferroviaria, tramviaria e metropolitana – Sottostazioni elettriche in cc e ca – Impianti di luce e forza motrice – Cabine MT/bt – Impianti di sicurezza e segnalamento ferroviario – Impianti di telecomunicazioni.

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.spil.it - info@spil.it – Temporizzatori elettromeccanici, multifunzione e digitali – Programmatori elettromeccanici, multifunzionali e digitali – Microinterruttori ed elementi di contatto di potenza – Elettromagneti – Relè di potenza e ausiliari – Relè di controllo tensione frequenza e corrente – Teleruttori per c.a. e per c.c., per bassa ed alta tensione – Sezinatori – 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.

SPIITEK S.r.l. – Via Frà Bartolomeo, 36/a-b – 59100 PRATO - Tel. 0574.593252-0574.527412 – Fax 0574.593251 - E-mail: info@spitek.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 – Inter-

ruttori – 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.

TELEFIN S.p.A. – Via Albere, 87/A – 37138 VERONA – Tel. 045/8100404 – Fax 045/8107630 – Sito Internet www.telefin.it – E-mail telefin@telefin.it – Telefonia selettiva in tecnica digitale compatibile con ogni sistema – Concentratori ed apparecchi stagni universali, diagnostici, monitorabili e configurabili da remoto – Posti centrali integrati DC-DCO-DOTE digitali – Impianti DC-DCO-DOTE in tecnica digitale – Impianti telefonici punto-punto, telediffusione sonora con sintesi vocale, teleannunci garantiti per linee impresenziate – Software di supervisione e monitoraggio – Sistema telefonico e di diffusione sonora integrato per emergenza in galleria – Sistemi innovativi per la diffusione sonora, rilievi e perizie fonometriche – Isolamento galvanico per gli impianti TLC, Telecomando ed ASDE in SSE.

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 Assessment, Supporto alla Progettazione e alla Configurazione di Impianti di Segnalamento Ferroviario, Commissioning & Maintenance.

VAIA CAR S.p.A. – Via Isorella, 24 – 25012 CALVISANO (BS) – Tel. 0309686261 - Fax 0309686700 - e-mail vaia-car@vaia-car.it - Saldatrici mobili strada-rotaie per la saldatura elettrica a scintillio delle rotaie - Gru mobili/Excavatori 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 rinalzatura del binario e di compattamento della massicciata.

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.

ISOLGOMMA S.r.l. – Via dell'Artigianato, Z.I. – 36020 ALBETTONE (VI) – Tel. 0444/790781 – Fax 0444/790784 – E-mail: info@isolgomma.it – Componenti elastomerici per il binario ferroviario – Materassini sottoballast e sottopiattaforma – Pannelli fonoassorbenti.

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 e AS/EN 9120 – 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 – Fonotermodisolanti – Fornitori FS.

SPITEK S.r.l. – Via Frà Bartolomeo, 36/a-b – 59100 PRATO - Tel. 0574.593252-0574.527412 – Fax 0574.593251 - E-mail: info@spitek.it – Posta Certificata: spitek srl@pec.it – www.spitek.it – Articoli stampati in materiali termoindurenti e termoplastici – Caminetti spengiarco in Dearc 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.

STRAIL – Gollstrasse, 8 – D-84529 TITTMONING – 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 - Gollstrasse, 8 - D 84529 TITTMONING - Tel. +39 392.9503894 - Fax +39 02.87151370 - E-mail: tommaso.sa.vi@strail.it - www.strail.it - Sistemi modulari in gomma vulcanizzata per attraversamenti a raso STRAIL, innoSTRAIL, pedeSTRAIL, pontiSTRAIL - Moduli esterni per i carichi più pesanti - veloSTRAIL - Moduli interni che eliminano la gola - Per tutti i tipi di traffico, strade e armamento (anche per ponti, scambi, gallerie, curve, impianti industriali) - Dispositivi elastici per la riduzione del rumore, delle vibrazioni oltre che per l'isolamento elettrico del binario - STRAILastic_P, STRAILastic_S, STRAILastic_R, STRAILastic_K, STRAILastic_DUO, STRAILastic_USM ed infine STRAILastic_A costituiscono la gamma completa di questa nuova linea.

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 estimativi armamento – Redazione, valutazione fabbisogno materiali armamento – Redazione piani di manutenzione armamento – Redazione piani della qualità per lavori d'armamento – Correzione delle curve su base relativa con il metodo Hallade – Analisi di adeguamento delle infrastrutture ferroviarie alle STI "Infrastruttura" – Analisi di velocizzazione delle linee ferroviarie – Studi di fattibilità per nuove linee ferroviarie e stazioni – Project Management nei progetti di infrastrutture ferroviarie.

ISiFer S.r.l. – Via Paolo Borsellino, 124 – 80025 CASANDRINO (NA) - Tel. 081.19525208 - Fax 081.19525181 – E-mail: 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@isarail.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. 055.0674415 - Fax 055.0674598 – www.italcertifer.com – 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:

ATLANTE S.r.l. – Via Luxemburg, 22/A – 40026 IMOLA (BO) – Tel. 338.7570334 – E-mail: atlante@atlanteimola.it – Sito internet: www.atlanteimola.it – Da oltre 30

anni siamo presenti nel trasporto pubblico e metropolitano con una particolare esperienza nel settore ferroviario, con conoscenza di tutti i regimi di circolazione e composizione dei treni. Studio e progettazione ed esecuzione di campagna informative, istituzionali e pubblicitarie a bordo treno; installazione di Butterfly/pendoli, distribuzione on seat, anche con servizio Hostess, con pianificazione dedicata per ogni specifica richiesta.

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 pub-

blicitarie – Impaginazione grafica, localizzazione software e siti web. Qualificati nel settore ferroviario.

R

Trasporto materiale ferroviario:

FERRENTINO S.r.l. – Via Trieste, 25 – 17047 VADO LIGURE (SV) – Tel. 019.2160203 – Cell. +39.3402736228 – Fax 019.2042708 - E-mail: alessandroferrentino@gmail.com – www.ferrentinoconsulship.com – Consulenza e organizzazione trasporti, imbarchi, sbarchi per materiale ferroviario – Assistenza e consulenza per imballo, protezione e movimentazione pezzi eccezionali.

Prof. Ing. Stefano RICCI, *direttore responsabile*
Registrazione del Trib. di Roma 16 marzo 1951, n. 2035 del Reg. della Stampa
Stab. Tipolit. Ugo Quintily S.p.A. - Roma
Finito di stampare nel mese Maggio 2016



ENERGIA SENZA LIMITI

ECM propone soluzioni complete di alimentazione per qualsiasi esigenza.

La risposta più completa alle esigenze di ammodernamento tecnologico dell'infrastruttura nel pieno rispetto delle normative vigenti e con un servizio post-vendita di comprovata esperienza ed abilità che garantisce ricambiistica e assistenza tecnica per qualsiasi tipo di problematica in tempi brevissimi.

Il futuro è qui.



www.ecmre.com

