



Implementazione del sistema per la lettura e l'analisi automatica delle Zone Tachigrafiche Elettroniche

System implementation for automatic reading and analysis of Electronic Tachograph Records

Vito MASTRODONATO^(*)
Vito SCHIRALDI^(*)

Sommario - I dati presenti nelle zone tachigrafiche elettroniche (ZTE) costituiscono un'importante fonte di informazioni necessarie a migliorare l'esercizio ferroviario sia dal punto di vista dell'affidabilità che della sicurezza. Lo studio di questa mole imponente di dati può apparire ostico e poco efficace se non si possiedono opportuni software di analisi. Purtroppo, l'introduzione di software di analisi delle ZTE è spesso preclusa dall'esistenza di vari formati nelle stringhe di dati dovuti all'assenza di regole di standardizzazione tra i diversi costruttori dell'apparecchio di registrazione degli eventi. Il presente articolo descrive come in Ferrotramviaria si è affrontato il problema della standardizzazione dei dati e della loro lettura ed analisi massiva, ottenendo, di conseguenza, importanti benefici sul controllo degli inconvenienti e sul miglioramento della manutenzione dei sottosistemi di bordo e di terra.

Summary - The data in the electronic tachograph records (ETR) constitute an important source of information necessary to improve railway operation both from the point of view of reliability and safety. The study of this massive amount of data may appear difficult and ineffective if proper analysis software is not available. Unfortunately, the introduction of ETR analysis software is often precluded by the existence of various formats in the data strings due to the absence of standardisation rules between the different manufacturers of the event recording device. This article describes how the problem of standardisation of data and their reading and massive analysis has been addressed in Ferrotramviaria, thus obtaining important benefits on the control of problems and on the improvement of maintenance of on-board and ground subsystems.

1. Premessa

La Ferrotramviaria S.p.A. (FT) è un'impresa, che gestisce dal 1936 il servizio ferroviario di trasporto pubblico locale tra Bari e i Comuni del Nord Barese, e la relativa infrastruttura (Fig. 1).

La ferrovia Bari-Barletta (FR1) serve un territorio di 1400 km², con un bacino di utenza di 700.000 abitanti e con una produzione di circa 1.800.000 di tr·km e 800.000 bus·km su base annua.

La rete gestita da FT comprende anche il collegamento metropolitano tra Bari C.le e la stazione Cecilia nel quartiere San Paolo (FM1) e il servizio di collegamento ferroviario con l'aeroporto di Bari (FR2 e FM2) (Tabella 1).

FT, inoltre, come impresa ferroviaria ha ottenuto, fin dal 2009, un Certificato di Sicurezza per l'esercizio sulla

1. Foreword

Ferrotramviaria S.p.A. (FT) is a company that has been managing the local public transport service between Bari and the Municipalities of the North of Bari since 1936, and the related infrastructure (Fig.1).

The Bari-Barletta railway (FR1) serves a territory of 1400 km², with a catchment area of 700.000 inhabitants and with a production of about 1,800,000 tr·km and 800,000 buses·km on an annual basis.

The network operated by FT also includes the underground connection between Bari C.le and the Cecilia station in the San Paolo district (FM1) and the rail link service with Bari airport (FR2 and FM2) (Table 1).

Furthermore, as a railway undertaking, since 2009, FT

^(*) Ferrotramviaria S.p.A.

^(*) Ferrotramviaria S.p.A.



Fig. 1 - Linea ferroviaria gestita da Ferrotramviaria S.p.A.
Fig. 1 - Railway line managed by Ferrotramviaria S.p.A.

Tabella 1 – Table 1

Caratteristiche della linea
Line characteristics

Linea ferroviaria Railway Line	Lunghezza Length [km]	Scartamento Gauge [mm]	Tensione di linea Line Voltage [kVcc]	Sistemi di protezione Protections systems
FR1	69,9	1435	3000	<p>Bari C.le-Fesca S. Girolamo: Apparato Centrale Computorizzato Multistazione (ACCM) con Blocco Automatico a Correnti Codificate (BACC), Ripetizione Segnali Continua (RSC) e Sistema di Controllo Marcia Treno (SCMT).</p> <p>Bari C.le-Fesca S. Girolamo: Computer Based Interlocking (ACCM) with Automatic Block Signaling (ABS), Continuous Cab Signalling (CCS) and Train Running Control System (SCMT).</p> <p>Fesca S. Girolamo-Bivio S. Spirito: Controllo Centralizzato del Traffico (CTC) su Apparato Centrale Elettrico a Itinerari (ACEI) con BACC, RSC e SCMT.</p> <p>Fesca S. Girolamo-S. Spirito Junction: Centralised Traffic Control (CTC) Relay Interlocking System (ACEI) with ABS, CCS and SCMT.</p> <p>Bivio S. Spirito-Ruvo: ACCM con BACC, RSC e SCMT.</p> <p>Bivio S. Spirito-Ruvo: ACCM with ABS, CCS and SCMT.</p> <p>Ruvo-Corato: servizio spola con blocco conta-assi (BCA).</p> <p>Ruvo-Corato: shuttle service with axle counter block (ACB).</p> <p>Andria-Barletta: servizio spola con blocco telefonico.</p> <p>Andria-Barletta: shuttle service with telephone block.</p>
FM1	9,8	1435	3000	<p>Bari C.le-Fesca S. Girolamo: ACCM con BACC, RSC e SCMT.</p> <p>Bari C.le-Fesca S. Girolamo: ACCM with ABS, CCS and SCMT.</p> <p>Fesca S. Girolamo-Ospedale S. Paolo: Train Stop.</p> <p>Fesca S. Girolamo-S. Paolo Hospital: Train Stop.</p>
FR2	68,8	1435	3000	<p>Bari C.le-Ruvo: ACCM con BACC, RSC e SCMT.</p> <p>Bari C.le-Ruvo: ACCM with ABS, CCS and SCMT.</p> <p>Ruvo-Corato: servizio spola con BCA.</p> <p>Ruvo-Corato: shuttle service with ACB.</p> <p>Andria-Barletta: servizio spola con blocco telefonico.</p> <p>Andria-Barletta: shuttle service with telephone block.</p>
FM2	18,2	1435	3000	<p>Bari C.le-Bitonto: ACCM con BACC, RSC e SCMT.</p> <p>Bari C.le-Ruvo: ACCM with ABS, CCS and SCMT.</p>

Rete Nazionale sulla quale svolge trasporti ferroviari merci. La FT ricopre il ruolo di Soggetto Responsabile della Manutenzione (SRM) di una flotta di 19 elettrotreni di diversi costruttori (Alstom, Stadler e CAF).

Lista degli acronimi

ANSF	Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie;
CEA	Commutatore esclusione apparecchiatura SCMT;
FT	Ferrotramviaria Spa;
PdC	Personale di Condotta;
RCEC	Registratore Cronologico di Eventi di Condotta;
RSC	Ripetizione Segnali Continua;
RSDD	Ripetizione Segnali Discontinua;
SCMT	Sistema di Controllo Marcia Treno;
SI	Sistema informativo;
SSB	Sottosistema di Bordo (es. SCMT);
STI o TSI	Standard tecnici di interoperabilità;
ZTE	Zone tachigrafiche elettroniche.

2. Nuovi regolamenti per la circolazione ferroviaria: il DM 5 agosto 2016

Il Decreto Ministeriale del 5 agosto 2016 [1] ha disposto il passaggio di alcune reti ferroviarie, tra cui quella gestita da FT, all'interno della rete ferroviaria nazionale e, di conseguenza, al controllo dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie (ANSF). In questo mutato quadro normativo è applicabile anche ai veicoli circolanti sulle reti regionali il Decreto ANSF n°4/2012 [2]. Tale Decreto stabilisce, tra le altre cose, che un veicolo dotato di cabina di guida destinata alla condotta dei treni deve essere munito di:

- un sottosistema di bordo (SSB) di protezione della marcia dei treni compatibile con il sottosistema di terra (SST) presente sulle linee da percorrere;
- un sistema di registrazione della velocità istantanea del veicolo, degli eventi di condotta, dello stato di funzionamento e delle funzioni di sicurezza realizzate dai sottosistemi e dai dispositivi di bordo.

3. Registrazione dei dati

Come specificato nelle STI funzionali relative all'esercizio e alla gestione del traffico (OPE TSI) [3], i dati inerenti alla marcia di un treno devono essere registrati e conservati allo scopo di:

- rendere possibile il monitoraggio sistematico della sicurezza ai fini della prevenzione di incidenti e inconvenienti;

has obtained a Safety Certificate for operation on the National RFI Network on which it carries out freight rail transport. FT also holds the role of Head of Maintenance (HM) of a fleet of 19 electric trains of different manufacturers (Alstom, Stadler and CAF).

List of Acronyms

ANSF	National Railway Safety Agency;
CEA	SCMT device exclusion switch;
FT	Ferrotramviaria Spa;
DS	Driving Staff;
ER	Train Event Recorder;
CCS	Continuous Cab Signalling;
DCR	Discontinuous Cab Signalling;
SCMT	Train Running Control System;
IS	Information System;
OBS	On-Board Subsystem (e.g. SCMT);
TSI	Technical Specifications for Interoperability;
ETR	Electronic tachograph records.

2. New regulations for rail traffic: Ministerial Decree of August 5, 2016

The Ministerial Decree of August 5, 2016 [1] ordered the transfer of some railway networks, including the one managed by FT, within the national railway network and, consequently, to the control of the National Agency for Rail Safety (ANSF). In this changed regulatory framework Decree ANSF n. 4/2012 [2] is also applicable to vehicles circulating on regional networks. This Decree establishes, among other things, that a vehicle equipped with a driver's cabin destined for the conduct of trains must be provided with:

- *an on-board subsystem for protecting the train operation compatible with the trackside subsystem present on the lines to be travelled;*
- *a system for recording the instantaneous speed of the vehicle, the conduct events, the operating status and the safety functions performed by the subsystems and on-board devices.*

3. Recording of data

As specified in the functional TSIs relating to operation and traffic management (OPE TSI) [3], the data relating to the operation of a train must be recorded and kept for the purpose of:

- *supporting systematic safety monitoring as a means of preventing accidents and drawbacks;*

- accertare le prestazioni dell'agente di condotta del treno nel periodo precedente e, se del caso, immediatamente successivo a un incidente o inconveniente, per consentire l'individuazione delle cause riconducibili alla condotta o alle apparecchiature del treno;
- registrare le informazioni relative alle prestazioni della locomotiva/mezzo di trazione e dell'agente di condotta.

Deve essere possibile, inoltre, associare i dati registrati a:

- data e ora di registrazione;
- collocazione geografica precisa dell'evento registrato (distanza chilometrica da una località riconoscibile);
- dati di identificazione del treno;
- identità dell'agente di condotta.

Le prescrizioni riguardanti la memorizzazione, la valutazione periodica e l'accesso ai dati sono contenute nelle leggi nazionali emanate in materia dallo Stato membro in cui l'impresa ferroviaria è titolare di licenza.

L'impresa ferroviaria deve registrare, almeno, i seguenti dati di supervisione a bordo treno:

- superamento di segnali a via impedita;
- azionamento del freno di emergenza;
- velocità di marcia del treno;
- eventuale isolamento o superamento dei sistemi di controllo e segnalamento;
- azionamento dell'avvisatore acustico;
- azionamento dei comandi porte (sblocco, chiusura);
- dati rilevati dall'impianto di rilevamento termico boccole a bordo, se presente;
- identificazione della cabina a cui si riferiscono i dati registrati per un successivo controllo.

In particolare, tutti i metadati che il dispositivo di Registratore Cronologico di Eventi di Condotta (RCEC) deve registrare sono dettagliati nella disposizione *RFI DTC CSI OR 10 002 B* - "Specificazione RFI dei requisiti funzionali per il Registratore di Eventi di Condotta su supporto informatico" [4].

Occorre, comunque, precisare che a livello normativo non è definito uno standard univoco di registrazione di tali dati e, pertanto, emerge una certa libertà da parte dei costruttori dei sistemi di registrazione nella scelta del formato da utilizzare per l'archiviazione delle varie informazioni previste.

4. La flotta di Ferrotramviaria

La flotta di Ferrotramviaria S.p.A. (FT) è, attualmente, così composta:

- 5 Elettrotreni CAF a 4 casse;
- 3 Elettrotreni Stadler "FLIRT" a 4 casse;

ascertaining the performance of the train driver in the previous period and, if necessary, immediately after an accident or drawback, to allow the identification of causes attributable to the train conduct or the train equipment;

recording information relating to the performance of both the locomotive/traction unit and the driver.

Furthermore, it must be possible to match recorded data with:

- the date and time of the recording;*
- the precise geographic location of the event recorded (distance in kilometres from a recognisable location);*
- train identification data;*
- the identity of the driver.*

The provisions concerning storage, periodic evaluation and access to data are contained in the national laws issued by the Member State in which the railway company holds a licence.

The railway undertaking must register, at least, the following supervision data on board the train:

- overcoming of signals at danger;*
- application of the emergency brake;*
- train running speed;*
- possible isolation or overcoming of control and signalling systems;*
- operation of the audible warning device;*
- operation of door controls (release, closure);*
- detection by on-board hot axle box detectors, if fitted;*
- identification of the cab to which data recorded refer for subsequent check.*

In particular, all the metadata that the Train Event Recorder (ER) device must record are detailed in the RFI DTC CSI OR 10 002 B provision - "RFI specification of the functional requirements for the Conduct Event Recorder on IT support" [4].

It should, however, be specified that at regulatory level a univocal standard of recording of such data is not defined and, therefore, a certain freedom emerges on the part of the manufacturers of the recording systems in the choice of the format to be used for storing the various information provided.

4. The Ferrotramviaria fleet

Currently the Ferrotramviaria S.p.A. fleet (FT) is as follows:

- 5 CAF 4-body electric multiple unit (EMU) trains;*
- 3 Stadler "FLIRT" four-body electric multiple unit trains;*

- 5 Elettrotreni Coradia Alstom a 4 casse;
- 6 Elettrotreni Coradia Alstom a 3 casse;
- 4 Locomotori Bombardier E483 per il trasporto merci.

I veicoli sono tutti equipaggiati con un Sistema Tecnologico di Bordo, comprensivo di un Sistema di Controllo Marcia Treno (SCMT) e di un Registratore Cronologico di Eventi di Condotta (RCEC), come meglio specificato nella tabella sottostante (Tabella 2).

Osservando la Tabella 2, risulta evidente che i diversi RCEC, registrano i dati in formati differenti. Pertanto, per l'analisi delle registrazioni è necessario usufruire di software diversi, in particolare:

- CSS (Casram Security System) - DDM (Driver Data Manager) e CXplore per gli Alstom "Coradia" ELT200;
- ZTE Viewer per i CAF "Civity" ETR452;
- TELOC®EVA Professional per i "Flirt" ETR340 - Stadler e per i locomotori Bombardier "Traxx" E483.

È opportuno, inoltre, precisare che la metodologia di scarico dei dati delle zone ZTE può avvenire, a seconda della tipologia di veicolo, o tramite trasmissione remota o tramite salvataggio manuale su un pc locale da parte di un operatore di officina. Infatti, mentre i dati relativi agli Alstom ELT200 e ai CAF ETR452 sono automaticamente scaricati a terra e trasferiti nei server di FT mediante una rete *wi-fi* dedicata con una capacità di trasmissione di 100 Mbit/s (di fatto il dato viene trasmesso istantaneamente), quelli relativi alle Bombardier E483 e agli Stadler ETR340 sono scaricati manualmente.

- 5 Coradia Alstom 4-body electric multiple unit trains;
- 6 Coradia Alstom 3-body electric multiple unit trains;
- 4 Bombardier E483 locomotives for freight transport.

The vehicles are all equipped with an On-board Technological System, including a Train Running Control System (SCMT) and a Train Event Recorder (ER), as better specified in the table below (Table 2).

Looking at Table 2, it is clear that the different ERs record data in different formats. Therefore, for the analysis of the recordings it is necessary to use different software, in particular:

- CSS (Casram Security System) - DDM (Driver Data Manager) and CXplore for the Alstom "Coradia" ELT200;
- ETR Viewer for CAF "Civity" ETR452;
- TELOC®EVA Professional for the "Flirt" ETR340 - Stadler and for the Bombardier "Traxx" E483 locomotives.

It should also be pointed out that the data download method of the ETR zones can take place, depending on the type of vehicle, either by remote transmission or by manual saving on a local PC by a workshop operator. In fact, while the data relating to the Alstom ELT200 and the CAF ETR452 are automatically downloaded to the ground and transferred to the FT servers via a dedicated wi-fi network with a transmission capacity of 100 Mbit/s (in fact the data is transmitted instantly), those relating to the Bombardier E483 and the Stadler ETR340 are manually downloaded.

Tabella 2 – Table 2

Flotta in uso a Ferrotramviaria
Fleet in use at Ferrotramviaria

Tipologia di materiale rotabile <i>Type of rolling stock</i>	S.C.M.T. <i>T.R.C.S.</i>	R.C.E.C. <i>E.R.</i>	Formato dati registrati <i>Recorded data format</i>
CAF "Civity" ETR452	Alstom	DIS ALSTOM con modulo DSTM per raccolta e trasmissione dati <i>DIS ALSTOM with DSTM module for data collection and transmission</i>	ZTE in formato non standard Trenitalia <i>ETR in non-standard Trenitalia format</i>
Stadler "Flirt" ETR340	Ansaldo	TELOC 2500 HaslerRail <i>TELOC 2500 HaslerRail</i> Tipo 5.2620.062/01 <i>Type 5.2620.062/01</i>	ZTE in formato proprietario HaslerRail <i>ETR in HaslerRail proprietary format</i>
Alstom "Coradia" ELT200	Alstom	TELOC 2500 HaslerRail <i>TELOC 2500 HaslerRail</i> Tipo 5.2620.057/37 <i>Type 5.2620.057/37</i>	ZTE in formato standard Trenitalia ST 373994 <i>ETR in standard ST 373994 Trenitalia format</i>
Bombardier "Traxx" E483	Alstom	TELOC 2510 HaslerRail <i>TELOC 2510 HaslerRail</i> Tipo 5.2620.019/1 <i>Type 5.2620.019/11</i>	ZTE in formato proprietario HaslerRail <i>ETR in HaslerRail proprietary format</i>

5. Il progetto per uniformare la gestione dei dati

Come si è potuto evidenziare nel paragrafo precedente, le informazioni archiviate dai RCEC sono connotate da un'enorme mole di dati rilevanti ma disomogenei nel formato e di conseguenza hanno bisogno di tipologie di software di lettura differenti. Questa situazione aveva, prima del completamento del progetto qui descritto, generato una difficoltà nello sviluppare procedure efficaci di analisi dei dati e nel monitoraggio sistematico e completo dei dati di condotta. Infatti, il personale degli uffici preposti al monitoraggio delle ZTE era costretto ad analizzarle singolarmente e, tra l'altro, servendosi di strumenti di analisi (software) molto diversi tra loro, a seconda del formato delle zone stesse. Questa evidente criticità ha portato FT a studiare e a realizzare un unico strumento di analisi automatica dei dati "sensibili" contenuti nelle ZTE.

Per prima cosa, si è dovuto rendere uniforme il formato di tutte le ZTE della flotta. Si è scelto, a questo proposito, di convertirle tutte nel formato standard *Trenitalia ST 373994*. In seconda battuta si è deciso di utilizzare un unico sistema informativo (SI) per l'analisi e la gestione dei dati.

In tale progetto FT ha scelto di avvalersi delle competenze e della collaborazione della società proprietaria della licenza del SI suddetto.

Il progetto ha previsto le seguenti attività:

- Aggiornamento del SI per la lettura delle ZTE in formato non standard *Trenitalia* registrate dai DIS Alstom, montati a bordo degli elettrotreni CAF "Civity" ETR452;
- Implementazione di un software per la conversione delle ZTE dal formato HaslerRail al formato standard *Trenitalia ST 373994*;
- Upgrade del SI per la generazione di allarmi automatici via mail a seguito di un evento specifico ("piano d'analisi") riscontrato durante l'analisi automatica dei file.

Il dettaglio dei contenuti del progetto è riportato a seguire.

6. Il sistema informativo (SI)

Il SI, pensato per automatizzare, per quanto possibile, la raccolta, la classificazione, l'archiviazione e l'analisi automatica dei dati di condotta prodotti dal RCEC, è costituito da vari componenti hardware e software, nello specifico (Fig. 2):

- un server di database centrale in cui sono memorizzate le ZTE, le anagrafiche dei veicoli, le descrizioni delle analisi automatiche da svolgere sulle ZTE (i cosiddetti "piani d'analisi") e i risultati delle analisi effettuate;
- una o più macchine di analisi, equipaggiate con un opportuno applicativo, che eseguono materialmente

5. Project to standardise data management

As we could see in the previous paragraph, the information stored by the ERs is characterised by an enormous amount of important data but not homogeneous in format and consequently they need different types of reading software. Before the completion of the project described here, this situation had generated difficulty in developing effective data analysis procedures and in the systematic and complete monitoring of the conduct data. In fact, the ETR monitoring offices staff was forced to analyse them individually and, among other things, using analytical tools (software) very different from each other, depending on the format of the zones themselves. This obvious criticality has led FT to study and implement a single automatic analysis tool for "sensitive" data contained in the ETRs.

First of all, the format of all the ETRs in the fleet had to be standardised. In this regard, it was decided to convert them all into the standard *Trenitalia ST 373994* format. Secondly, it was decided to use a single information system (IS) for data analysis and management.

In this project, FT has chosen to avail itself of the expertise and collaboration of the company that owns the aforementioned IS licence.

The project included the following activities:

- Update of the IS for the reading of the ETRs in non-standard *Trenitalia* format registered by the DIS Alstom, mounted on board the CAF "Civity" ETR452 electric trains;
- Implementation of an ETR conversion software from the HaslerRail format to the standard *Trenitalia ST 373994* format;
- IS upgrade for the generation of automatic alarms via email following a specific event ("analysis plan") found during the automatic file analysis.

The detail of the contents of the project is reported below.

6. Information system (IS)

The IS, designed to automate, as far as possible, the automatic collection, classification, archiving and analysis of the conduct data produced by the ER, consists of various hardware and software components, specifically (Fig. 2):

- a central database server where the ETRs, the vehicle master data, the descriptions of the automatic analyses to be performed on the ETRs (the so-called "analysis plans") and the results of the analyses carried out are stored;
- one or more analysis machines, provided with an appropriate application, which physically perform the au-

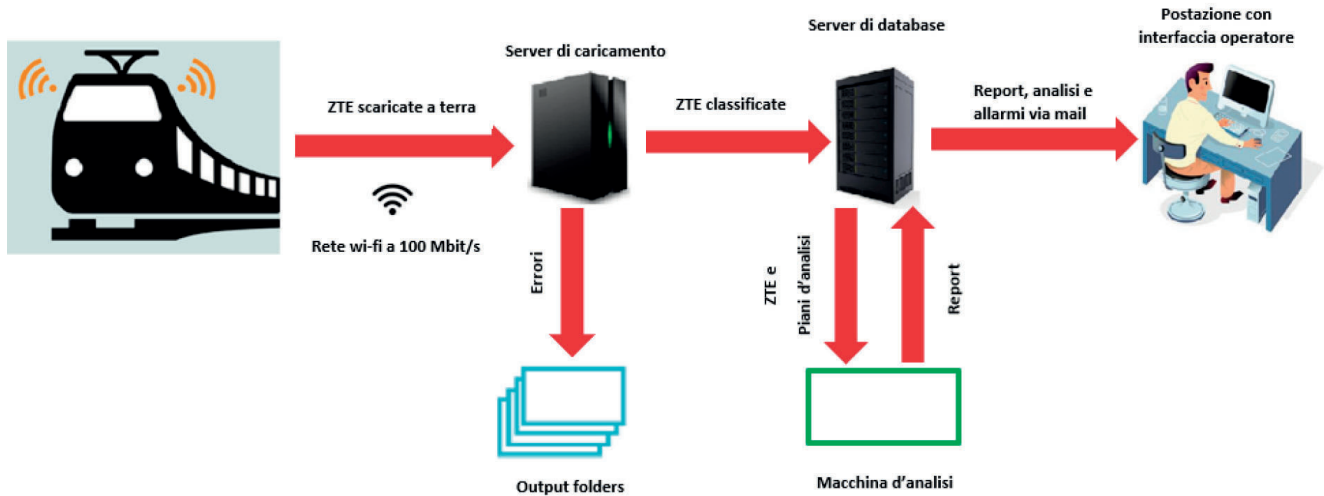


Fig. 2 - Struttura del sistema CSS-DDM.
Fig. 2 - Structure of the CSS-DDM system.

l'analisi automatica delle ZTE rispetto ai piani di analisi definiti;

- uno o più server periferici di caricamento delle ZTE, tipicamente installati presso i depositi dell'operatore ferroviario, ai quali affluiscono le ZTE scaricate a terra dai rotabili e dai quali, mediante un applicativo, le ZTE, opportunamente classificate, vengono caricate nel database del sistema. In caso di errori le ZTE vengono smistate in opportuni folder di output;
- una o più postazioni operatore equipaggiate con l'applicativo d'interfaccia operatore tramite le quali gli operatori del sistema possono interrogare il database, impostare le analisi da eseguire ed effettuare analisi manuali.

Le analisi automatiche eseguibili dal sistema e, più in particolare, dalla sua macchina di analisi, sul singolo file ZTE, sono di due tipi: ricerca di eventi e calcolo di statistiche.

I significati specifici attribuiti al termine “evento” e “statistica” nell'ambito del SI sono:

- *Evento*: è una situazione puntuale che si verifica in una determinata riga della ZTE (ad esempio: supero rosso non autorizzato). È possibile avere più eventi di uno stesso tipo nello stesso file ZTE (ad esempio, più eventi di supero rosso non autorizzato).
- *Statistica*: è un'informazione globale che riguarda l'intera ZTE, un valore unico calcolato per tutto il file, basato sui dati in esso contenuti (ad esempio: metri percorsi con SCMT escluso, contattachilometri a fine missione, ecc.).

Eventuali risultati o report aggregati, riguardanti quindi più ZTE, possono poi essere calcolati a partire dai risultati per singola ZTE, in sede di personalizzazione del database.

automatic analysis of the ETRs with respect to the defined analysis plans;

- one or more peripheral ETR loading servers, typically installed at the railway operator's depots, to which the ETRs downloaded to the ground by the rolling stock flow and from which, through an application, the ETRs, suitably classified, are uploaded in the system database. In the event of errors, the ETRs are sorted into appropriate output folders;
- one or more operator stations equipped with the operator interface application through which the system operators can query the database, set the analyses to be performed and perform manual analyses.

The automatic analyses that can be performed by the system and, more specifically, by its analysis machine, on the single ETR file, are of two types: search for events and calculation of statistics.

The specific meanings attributed to the term “event” and “statistics” within the IS are:

- *Event*: it is an exact situation that occurs in a specific line of the ETR (for example: unauthorised signal at danger pass). There can be multiple events of the same type in the same ETR file (for example, more unauthorised signals at danger pass).
- *Statistics*: it is a global information that concerns the entire ETR, a unique value calculated for the whole file, based on the data contained in it (for example: metres covered with SCMT excluded, odometer at the end of the mission, etc.).

Any results or aggregate reports, therefore regarding more than one ETR, can then be calculated starting from the results for a single ETR, when customising the database.

7. Sistema per la generazione di allarmi automatici via mail

Come affermato precedentemente, i parametri analizzati automaticamente (“piani d’analisi”) dal SI si ripartiscono in eventi e statistiche. Il sistema in possesso di FT individua nelle righe delle ZTE eventi, quali:

- supero rosso non autorizzati (train trip);
- interventi della frenatura di emergenza per supero velocità di controllo;
- superamenti della velocità di 50 km/h con SCMT escluso;
- superamenti della velocità di 110 km/h con SCMT inserito;
- mancato inserimento SCMT;

ed elabora le seguenti informazioni statistiche:

- metri percorsi con CEA (commutatore esclusione apparecchiatura) SCMT inserito;
- metri percorsi in modalità non protetta o predisposizione;
- metri totali di missione;
- chilometri totali.

FT ha completato il processo di monitoraggio automatizzato e in tempo reale della flotta implementando un sistema di alert al verificarsi di alcuni eventi “sentinella”. Infatti, all’insorgere di uno dei primi 3 eventi sopraelencati (supero rosso non autorizzati, interventi della frenatura di emergenza per supero velocità di controllo, superamenti della velocità di 50 km/h con SCMT escluso) il sistema, a valle dello scaricamento della ZTE e della sua analisi da parte della macchina d’analisi, invia una mail di alert ad alcuni indirizzi di posta prestabiliti (Fig. 3).

Nell’oggetto della mail è chiarificato l’evento avvenuto, mentre nel corpo della stessa sono visibili:

- la ZTE in cui esso può essere individuato e analizzato nel dettaglio;
- la data e l’ora in cui è incorso;
- il numero del treno;
- l’identificativo del personale di condotta (PdC);
- il link a “Google Maps” per la sua localizzazione.

Sono elementi customizzabili dall’utente sia i piani d’analisi, gli indirizzi di posta, l’arco temporale di analisi e di invio mail sia i dettagli nel corpo della mail. Tale flessibilità consente, nel tempo, di adattare al meglio le informazioni ricevute al tipo di operatore e alle esigenze dello stesso.

8. Conclusioni

Il sistema utilizzato da FT-DT costituisce un importante e performante strumento per l’archiviazione e l’analisi di tutti quei dati richiesti dalle normative vigenti e per la elaborazione semplificata di report periodici.

7. Automatic alarms generation system via email

As previously stated, the parameters automatically analysed (“analysis plans”) from the IS are divided into events and statistics. The system FT is provided with identifies events in the ETR lines, such as:

- unauthorised signal at danger pass (train trip);
- emergency braking interventions for exceeding target speed;
- exceeding the speed of 50 km/h with SCMT excluded;
- exceeding the speed of 110 km/h with SCMT inserted;
- failure to insert SCMT;

and processes the following statistical information:

- metres covered with CEA (device exclusion switch) SCMT inserted;
- metres covered in unprotected mode or predisposition;
- total mission metres;
- total kilometres.

FT has completed the process of automated and real-time monitoring of the fleet by implementing an alert system upon the occurrence of certain “sentinel” events. In fact, at the onset of one of the first 3 events listed above (unauthorised signal at danger pass, emergency braking interventions due to exceeding target speed, exceeding the speed of 50 km/h with SCMT excluded) after the downloading of the ETR and of its analysis by the analysis machine, the system sends an alert email to some predetermined email addresses (Fig. 3).

In the reference of the e-mail the event occurred is clarified, while in the body of the same the following are visible:

- the ETR in which it can be identified and analysed in detail;
- the date and time it incurred;
- the train number;
- the identification number of the driver;
- the link to “Google Maps” for its location.

The analysis plans, mail addresses, the time frame for analysis and sending of e-mails as well as the details in the body of the e-mail are customisable elements by the user. Over time, this flexibility allows to better adapt the information received to the type of operator and the needs of the same.

8. Conclusions

The system used by FT-DT is an important and performing tool for storing and analysing all those data required by the current regulations and for the simplified processing of periodic reports.

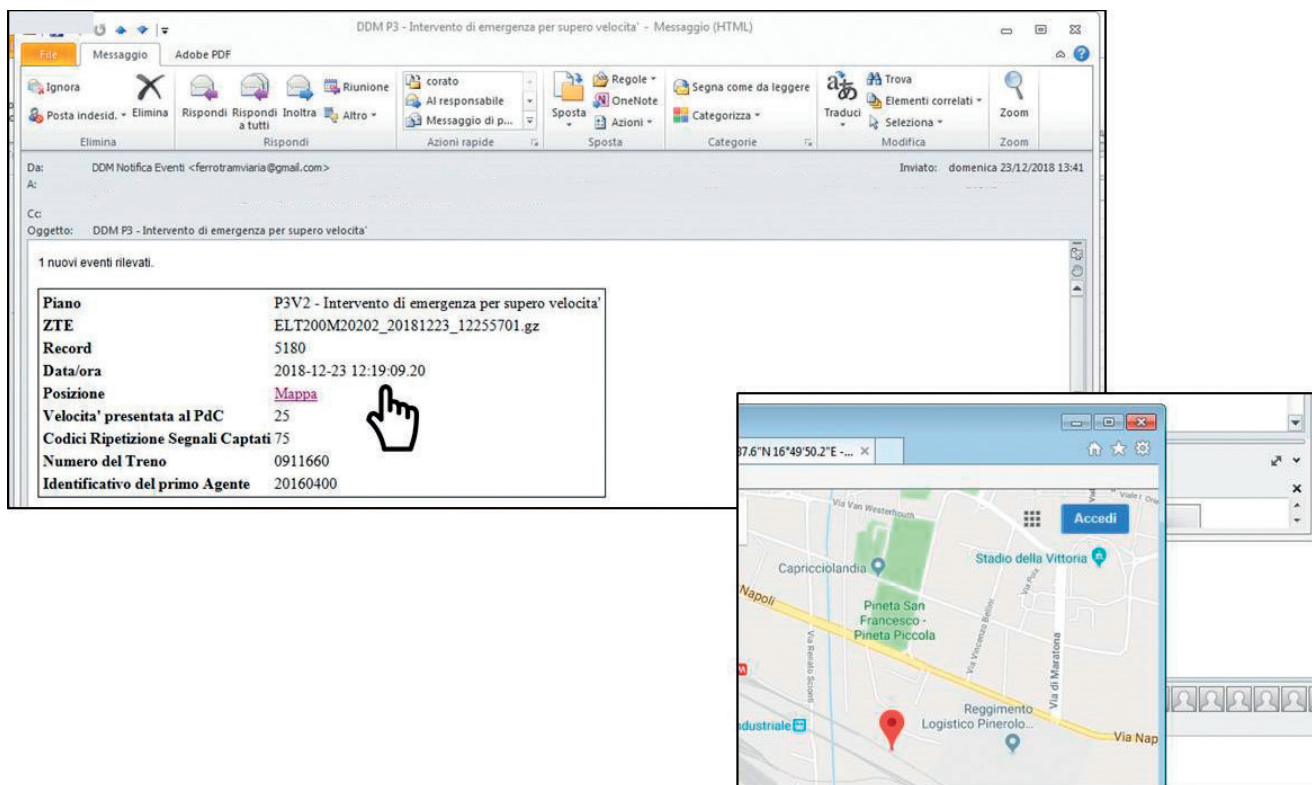


Fig. 3 - Esempio di mail di Alert.
Fig. 3 - Example of Alert mail.

Mediante lo stesso sistema, inoltre, si ha un controllo meticoloso e approfondito dell'intera flotta, durante le varie missioni, e si acquisiscono rilevanti informazioni circa eventuali anomalie, a carico, non solo del materiale rotabile, ma anche della infrastruttura ferroviaria. Infatti, con la tecnologia sin qui descritta è possibile analizzare tempestivamente tutte le criticità relative alla Ripetizione Segnali Continua (RSC) e alla Ripetizione Segnali Discontinua (RSDD) come ad esempio: sequenze illogiche o punti informativi non corretti. Questo permette, anche, di ottimizzare i tempi e le modalità dei successivi interventi manutentivi e di evitare il ripetersi dell'inconveniente.

Al contempo, attraverso l'analisi delle ZTE e degli allarmi automatici, è possibile monitorare il comportamento del personale di condotta e, quindi, intervenire tempestivamente in caso di eventuali comportamenti indebiti o non rispondenti alle disposizioni. Tutto ciò, al fine di ottenere i ritorni di esperienza necessari a progettare e realizzare la formazione del personale più efficace per evitare inconvenienti di esercizio.

Tutte le informazioni sopracitate e gli eventuali alert risultano subito fruibili a valle di una missione e dello scarico via wi-fi delle relative ZTE. La latenza nello scarico è definita semplicemente dal numero di punti di accesso WiFi presenti sulla linea. Trattandosi di una linea di estensione di circa 80 km con la presenza di diverse postazioni WiFi la latenza nello scarico e analisi dei dati

Through the same system, moreover, there is a meticulous and thorough control of the entire fleet, during the various missions, and relevant information is acquired about possible anomalies, not only depending on the rolling stock, but also on the railway infrastructure. In fact, with the technology described so far all the critical issues relating to Continuous Cab Signalling (CCS) and Discontinuous Cab Signalling (DCS) can be promptly analysed such as: illogical sequences or incorrect balise. This also allows optimising the times and methods of subsequent maintenance operations and avoiding the recurrence of the problem.

At the same time, through the analysis of the ETRs and automatic alarms, the behaviour of drivers can also be monitored and, therefore allowing prompt intervention in the event of any unlawful or non-compliant behaviour. All this, in order to obtain feedback of experience needed to design and implement the most effective staff training to avoid operating problems.

All the aforementioned information and any alerts are immediately usable downstream of a mission and the download via Wi-Fi of the related ETRs. The latency in the download is simply defined by the number of Wi-Fi access points on the line. Being the extension of the line about 80 km with the presence of several Wi-Fi stations, the latency in data download and analysis is, in fact, null. In particu-

è, di fatto, nulla. In particolare, la presenza del sistema per la generazione di allarmi automatici via mail, consente di focalizzare in maniera immediata l'attenzione sugli eventi più "critici".

In conseguenza di tutto ciò, FT ha superato l'impegno all'impiego di risorse specializzate, spesso istruttori di condotta, nell'attività di lettura a campione delle ZTE e concentrarli, invece, nell'attività sicuramente più efficace di analisi degli eventi "sentinella". Infatti, l'analisi a campione, oltre ad avere tempi lunghi rischiava, per sua natura, di non individuare gli eventi davvero significativi e la loro reale numerosità. Invece, l'analisi automatica ha il pregio della completezza, tracciabilità ed immediatezza della azione a soluzione delle criticità.

lar, the presence of the system for the generation of automatic alarms via email, allows to focus immediate attention to the most "critical" events.

As a result of all this, FT has exceeded the commitment to use of specialised resources, often driving instructors, in the activity of sample reading of the ETRs and concentrated them, instead, in the certainly more effective activity of analysis of "sentinel" events. In fact, the sample analysis, in addition to having long time scales, due to its nature, risked not identifying the really significant events and their real numerosity. Instead, automatic analysis has the advantage of completeness, traceability and immediacy of the action to solve the critical issues.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Decreto 5 agosto 2016, "Individuazione delle reti ferroviarie rientranti nell'ambito di applicazione del decreto legislativo 15 luglio 2015, n. 112, per le quali sono attribuite alle Regioni le funzioni e i compiti di programmazione e di amministrazione". (16A06750) (GU Serie Generale n. 216 del 15-09-2016).
- [2] Decreto ANSF n. 4/2012 del 09 agosto 2012, Emanazione delle "Attribuzioni in materia di sicurezza della circolazione ferroviaria", del "Regolamento per la circolazione ferroviaria" e delle "Norme per la qualificazione del personale impiegato nelle attività di sicurezza della circolazione ferroviaria".
- [3] Regolamento (UE) n. 1302/2014 della Commissione, del 18 novembre 2014, relativo a una specifica tecnica di interoperabilità per il sottosistema "Materiale rotabile - Locomotive e materiale rotabile per il trasporto di passeggeri" del sistema ferroviario dell'Unione europea Testo rilevante ai fini del SEE.
- [4] Specifica RFI dei requisiti funzionali per il Registratore di Eventi di Condotta su supporto informatico - RFI DTC CSI OR 10 002.