

Dynamic Maintenance Management System

Il punto di svolta di Trenitalia

Massimo Facini

Direzione Tecnica – Ingegneria Rotabili e Tecnologie di Base

Padova, 17 Marzo 2017

Tipologie di Manutenzione in Trenitalia

Manutenzione rotabili in Trenitalia: 1° livello

Manutenzione di primo livello: si effettua negli **IMC** (impianti manutenzione corrente, appartenenti alle 3 Divisioni che hanno in asset i rotabili).

Manutenzione preventiva (o programmata) a scadenze fisse su base km o tempo.

- Attività di controlli periodici e interventi su condizione (freni, striscianti) o sistematici, lubrificazioni, controlli US.
- Scadenze tipiche sono dell'ordine dei migliaia di km (es. ETR500 16.000 km) e loro multipli.
- La lista delle attività è descritto nei piani di manutenzione di 1° livello.
- Le liste operazioni ne sono la traduzione contenenti anche tempi standard e componenti necessari. Garantiscono la tracciabilità per la sicurezza.
- Le soste programmate possono essere di poche ore a qualche giorno (es. 2gg)

Manutenzione correttiva a seguito di un anomalia segnalata.

- Diagnosi del guasto
- recupero degli eventuali ricambi
- sostituzione/riparazione.
- Consuntivazione tracciabilità

Macro-Processo Manutentivo 1° Livello

RISVOLTI CONTABILI



Inserimento Stato BLOC

L'avviso di manutenzione può essere creato:

- **AUTOMATICAMENTE:** per manutenzione corrente programmata (ZC) e per avarie riscontrate in fase di esercizio di circolazione (ZD)
- **MANUALMENTE:** creato dal personale di manutenzione e per attività di manutenzione ex-temporanee (ZB) e per avarie riscontrate in fase di esercizio di circolazione (ZA)

Prenotazione ingresso del rotabile in impianto. Ogni settimana la programmazione della manutenzione di impianto propone uno schema di rientri che condivide con la sala operativa. (COCS 8)

Ingresso del rotabile in impianto

Creazione dell'ODL e associazione degli Avvisi di Manutenzione all'ODL

Stampa dell'ODL e consegna della stampa alla squadra manutentiva. Eventuale creazione di nuovi avvisi di manutenzione

Chiusura degli avvisi di manutenzione e dell'ODL. Il treno è collaudato (inserimento dello stato TECO) ed è pronto in sicurezza per l'entrata in esercizio

Rientro in esercizio del rotabile manutenuto

PROCESSO MANUTENTIVO

MOMENTI DI CONTROLLO



RESPONSABILE ATTIVITA'

- Personale di produzione: avvisi ZA
- Personale di Impianto: avvisi ZB e ZC Manuali
- Automatici: avvisi ZC (RSMS) e ZD (rotabile)

- Programmazione Manutenzione Impianto
- Personale di produzione

Personale di Impianto

Personale di Impianto

Personale di Impianto

Personale di Impianto

Personale di produzione

Manutenzione di 2° livello

Manutenzione di secondo livello o ciclica: si effettua nelle **OMC** (Officine manutenzione ciclica (Officine Grandi Riparazioni») di Direzione Tecnica.

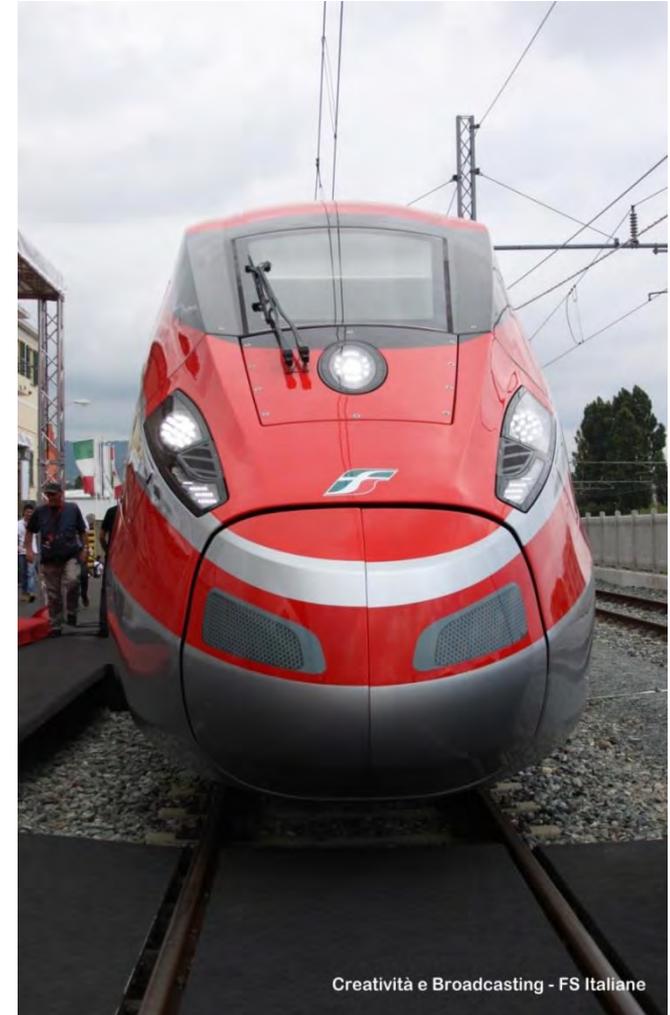
- Le operazioni sono più complesse fino ad anche radicali
- Descritte nei piani di manutenzione di 2° livello.
- Tradotti in dettaglio in Piani di Riparazione e Controllo (più complessi della lista operazione).
- Per ogni singola attività sono specificate esigenze di manodopera di ricambi ed è assicurata la tracciatura.
- Le scadenze sono a km o a tempo, dell'ordine del milione di km o loro multipli.
- Gli intervalli temporali variano da 2 anni (treni AV) a 6 anni (carri).
- Le durate dell'ordine delle decine di giorni o alcuni mesi.

Spesso in occasione della manutenzione di 2° livello si effettuano anche operazioni di **revamping/restyling** in modo da introdurre migliorie/modifiche sui rotabili.

La **ciclica dei carri** viene effettuata presso gli IMC di Cargo con componenti revisionati presso le OMC.

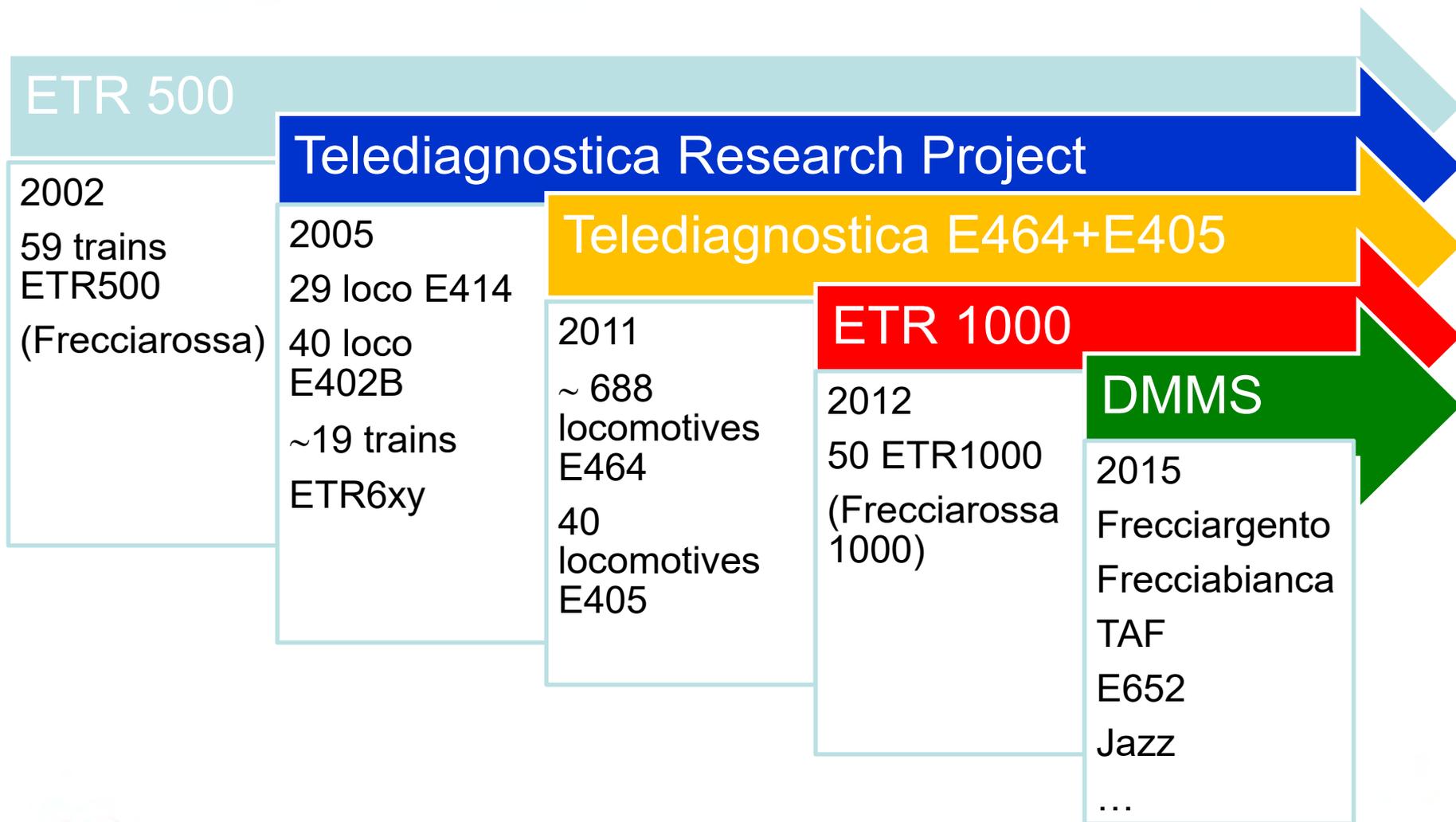
Manutenzione classica: Svantaggi

- Si subiscono gli effetti dei guasti che andremo successivamente a riparare.
- Complicato sistema di controlli in primo livello:
- Scarso legame tra usura dei componenti e scadenze manutentive;
- Scadenze raggruppano attività non omogenee per problemi logistici;
- Asincronia tra disponibilità di risorse (personale, postazioni, ricambi) e i turni del materiale rotabile.;



La Telediagnostica

Evoluzione della Telediagnostica in Trenitalia



Telediagnostica E464 – E405

TRENITALIA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Diagnostica Storica | Analisi dati | Crescotti | Flotta | Algoritmi diagnostici (AD) | Amministrazione | Unità di bordo | Aiuto | Evvenuto Gas

E464.377

Componenti evidenziati: VED, BP, VAB, CON, DCU, SMT, PFA, COP, RRP, DC, CCB, CLI, EC, VCU, RT, RAV, RAPP, CE, CAN, TER.

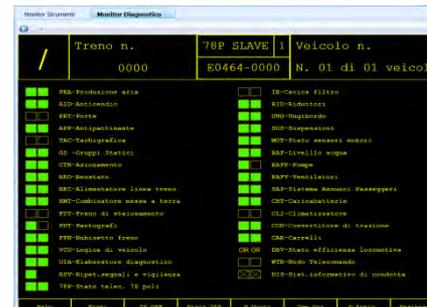
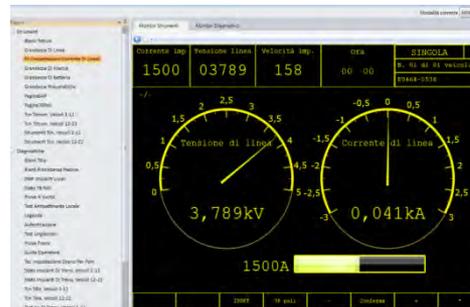
Stato Indicatori | Monitor In parti | C&C

Informazioni Tempo Reale

Ultimo Aggiornamento	25/05/2013 13:50:08
Ultimo Aggiornamento Ridondanze	13/05/2013 22:18:21
Posizione	Figline Valdarno (1,2km)
Velocità attuale	90,45
km Totali	
Tensione batteria	24
Ultimo DDS	25/05/2013 12:51:09
Ultimo Reset	25/05/2013 04:32:22
Reset Giornalieri	1
Configurazione Locomotiva	Parking
Stato Conf. Locomotiva	Configurate
Diagnostica Storica	Ultima settimana

Map: Locomotiva 377 (E464) near Figline Valdarno.

Banco remoto



Diagnostica prima e dopo

6 1 2 7 2 9 4 3 1 2 5 5 8 4 7 0 4 0 8 0 4 7 6 2 0
3 6 4 1 4 0 4 1 7 5 6 8 1 6 8 0 0 4 0 7 5 6 1 4 8
0 2 1 3 1 5 9 6 9 1 0 4 6 7 9 9 4 5 1 7 7 9 0 2 0
4 3 7 0 7 0 7 6 8 0 6 4 4 6 4 0 4 0 2 3 1 5 1 1 5
9 4 5 0 7 2 8 9 0 6 2 7 9 7 5 2 7 2 0 4 4 0 5 1 7
6 0 0 3 8 5 0 3 4 2 3 1 4 4 4 7 7 5 3 2 1 2 3 6 4
8 0 8 6 0 8 4 9 0 4 0 3 3 9 0 5 9 7 8 3 9 2 8 5 7
3 8 4 6 5 5 2 5 8 SYSTEM FAILURE 4 1 0 3 8 9 0
7 1 2 7 8 9 7 9 8 5 2 3 9 8 0 3 6 0 5 2 8 9 0 0 8
9 5 1 1 2 0 4 7 2 5 1 9 8 7 8 2 4 4 3 4 0 4 0 9 1
0 1 8 5 0 3 8 1 6 8 7 0 0 5 2 4 7 9 4 2 1 7 4 9 1
7 2 5 0 0 3 6 8 7 7 5 9 7 8 5 6 5 3 8 4 3 4 6 4 3
9 4 5 6
4 4 4 2
4 0 9 1
7 4 9 1
4 6 4 3
9 4 5 6
4 4 4 2
4 0 9 1
7 4 9 1
4 6 4 3
9 4 5 6
4 4 4 2
4 0 9 1
7 4 9 1
4 6 4 3
9 4 5 6
4 4 4 2
4 0 9 1
7 4 9 1
4 6 4 3
9 4 5 6
4 4 4 2

Diagnostics FOR DUMMIES

Mettere a sistema l'esperienza



- Tutti i migliori manutentori di tutti i depositi di tutte le flotte esaminano la diagnostica di ogni singolo rotabile per individuare le azioni manutentive e lo fanno 24h/24h, 7 giorni a settimana

Telediagnostica: editor degli algoritmi



Diagnostica Storica Analisi dati / Cruscotti Flotta Algoritmi diagnostici (AD) Amministrazione Unità di bordo Aiuto

Configurazione Regole Selezionata: 086.203.005.161 - E464 - 003.000.000.000

Configurazioni Regole TU Bus **Diagnostica Custom** Dati Ambientali Dds Contatori Registrosioni Regole TU Editor Regole TU Wizard Nuova Conf. Regole Distribuzione

Torna Indietro Dati Ambientali Dds Contatori Registrosioni Gestione logiche di attivazione

Registrazioni

Idx	Nome	Process Id	Event Id	Tempo Invio (s)	Dati Ambientali	Memorizza su DB	Nome	Descrizione	Process
38	AllBus	16	38	600	All		DDS_Redund_Timer_v2		16
31	EnergiaGPS	16	31	1800	RegEnergia-REC-Vers 2.2		Degrado_TVL		16
10	ReConPdcAlarm	16	10	3600	DDSignalRec		AvCBT		16
29	TempMotRid	16	29	1800	TempMotRid_REC_180S-Vers2.2		Vbat<=21_IROpen		16
							LowBatt		16
							BatNotCh		16
							NoDriver		16
							MOT1>delta20		16
							MOT2>delta20		16
							MOT3>delta20		16
							MOT4>delta20		16
							ExitParking		16
							TEST_MnPipeLoss		16



Diagnostica Storica Analisi dati / Cruscotti Flotta Algoritmi diagnostici (AD) Amministrazione Unità di bordo Aiuto

Torna a gestione regole AT_004 - E464 - cec_dx041_004_n_long_dds_or_n_short_dds_finder

Editor Regole di Terra - Test ko relè Massimo corrente SC1 (RMS1C1) - Solo lettura

Regola

Gezione regole Zoom

2 OR DDS FINDER WITH 2 DA IN OR:

Nome	Stato	Valore
Sa1NameOperator	Valorizzato	==
Sa1EventName	Valorizzato	KNT_Av-RMSC-Ko
Sa1DurationOperator	Valorizzato	>=
Sa1EventDuration	Valorizzato	1
Sa1CheckDuration	Valorizzato	true
Processor1	Valorizzato	



DMMS
(Dynamic Maintenance Management System)

Dynamic Maintenance Management System

<https://www.youtube.com/watch?v=tgacPfdlsU>

Obiettivi

Riduzione dei **costi di manutenzione**, aumento della **affidabilità** e della **disponibilità**, attraverso:

- Miglioramento nella **gestione dei guasti** nel processo manutentivo
- Diminuzione sostanziale dei **guasti in esercizio** utilizzando modelli predittivi
- Miglioramento del processo delle **verifiche in 1° livello**
- Superamento delle scadenze tempo km, con modifiche strutturali ai **piani di manutenzione**
- Efficientamento della gestione dell'**uso del materiale rotabile**, degli impianti, della manodopera e dei ricambi, sulla base dei risultati dei punti precedenti

Principali interventi

Telediagnostica di bordo

Installazione progressiva di strumenti di telediagnostica di bordo treno, in grado di trasmettere registrazioni ed eventi diagnostici

Sistemi diagnostici di terra

Installazione negli impianti di manutenzione di strumenti per la diagnosi dei componenti esterni dei rotabili (pantografo, ruote, ...)

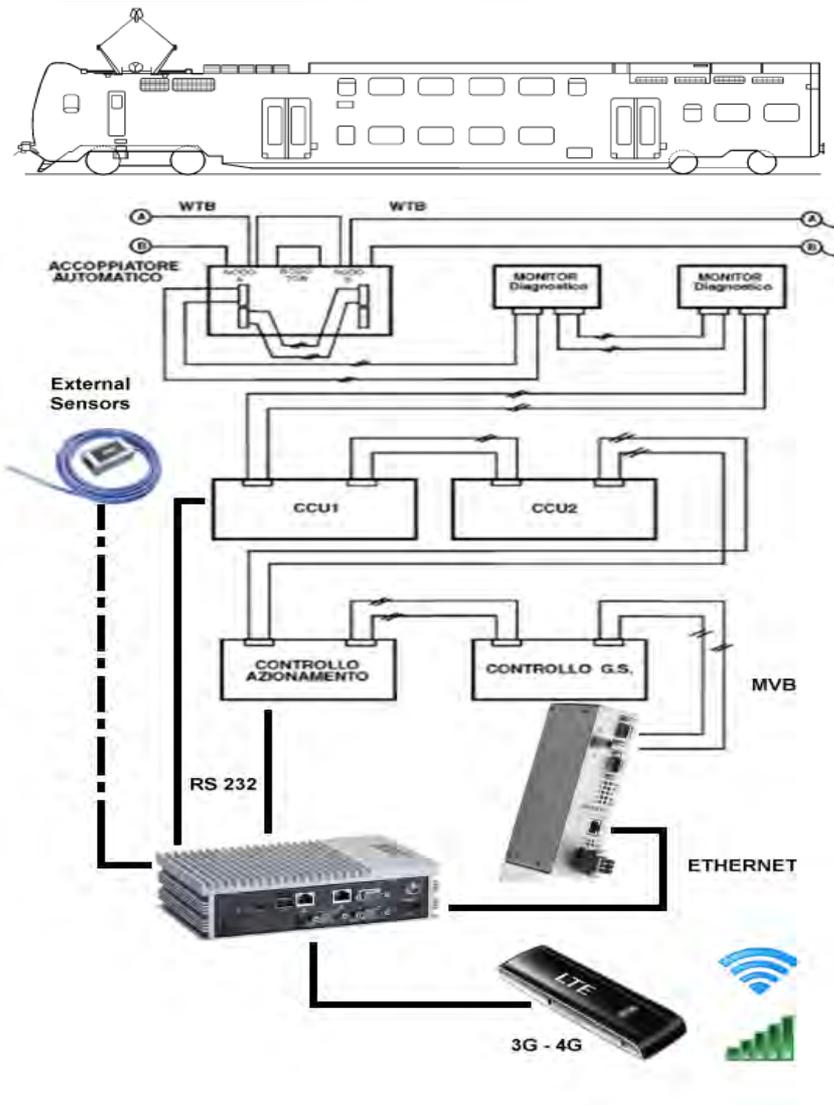
Dynamic Maintenance Management System

Nuovo sistema di gestione della manutenzione, ottimizzato secondo i nuovi piani di manutenzione e l'interazione con i processi di Trenitalia

Internet of Things – Internet of Everything



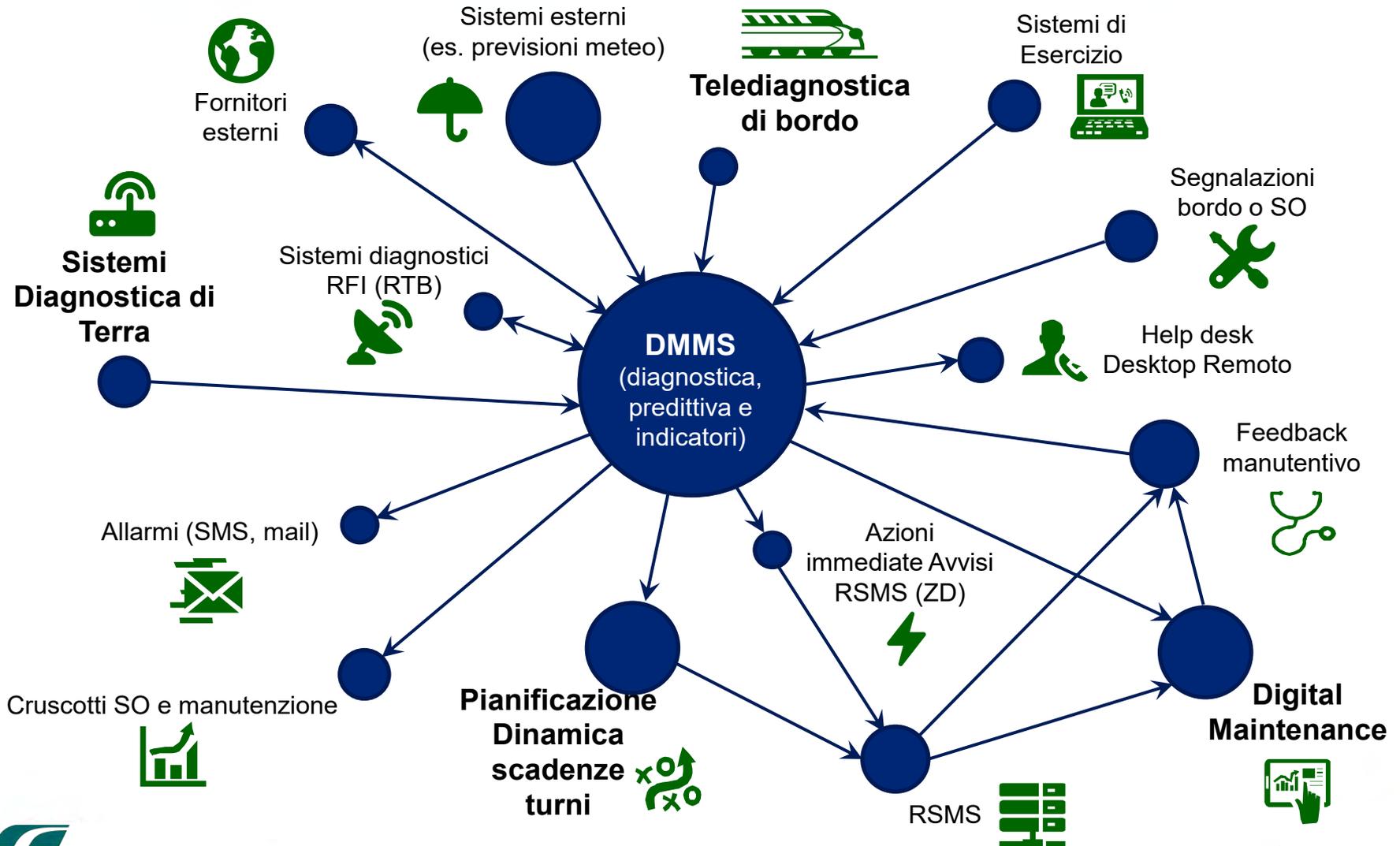
Unità di bordo



- Unità generica, non specifica per costruttore/rotabile
- COTS (Commercial Off-The-Shelf)
 - basso costo, nessuna obsolescenza, elevata affidabilità, prestazioni sempre crescenti
- Software sviluppato in linguaggio visuale LabView
 - completo dominio da parte di Trenitalia, portabile su altre piattaforme HW

Dynamic Maintenance Management System

Interazioni con il DMMS



Indicatori di vita e di salute



Indicatori di vita

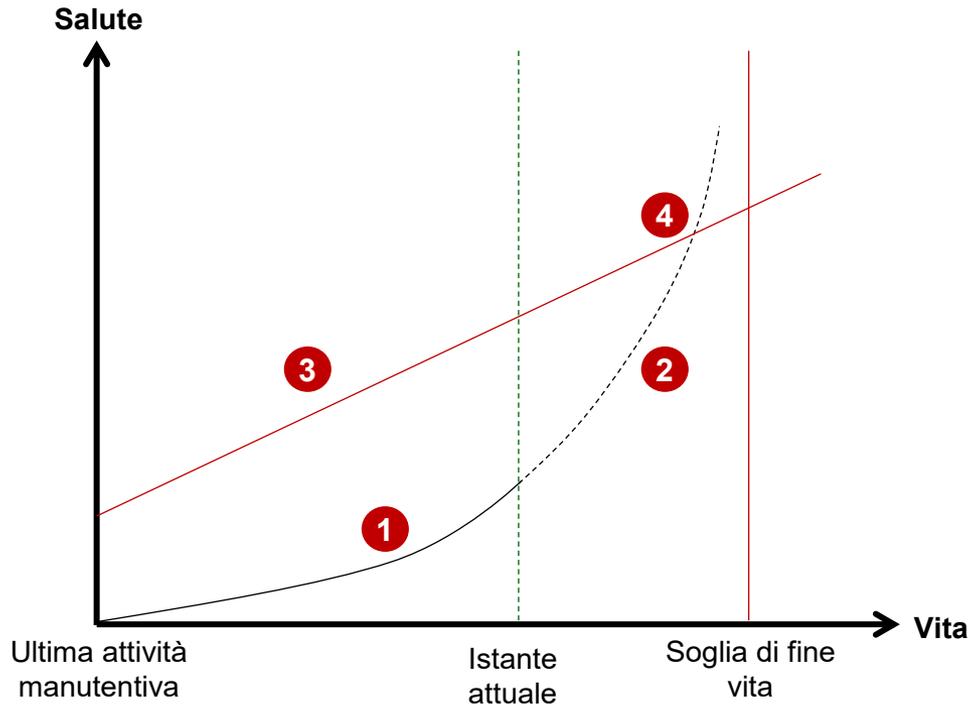
Prendono in considerazione l'usura prevista di un componente elaborando tramite formule più o meno complesse le informazioni rilevanti provenienti dai sensori di bordo (es. cicli avviamento compressore, ore di funzionamento, ecc.) e dai sistemi di terra

Indicatori di salute

Prendono in considerazione l'effettiva condizione di funzionamento di un componente attraverso la misurazione e l'elaborazione di parametri rilevanti. L'indicatore di salute può essere considerato una misura di quanto il funzionamento del componente è «distante» dalla normalità.



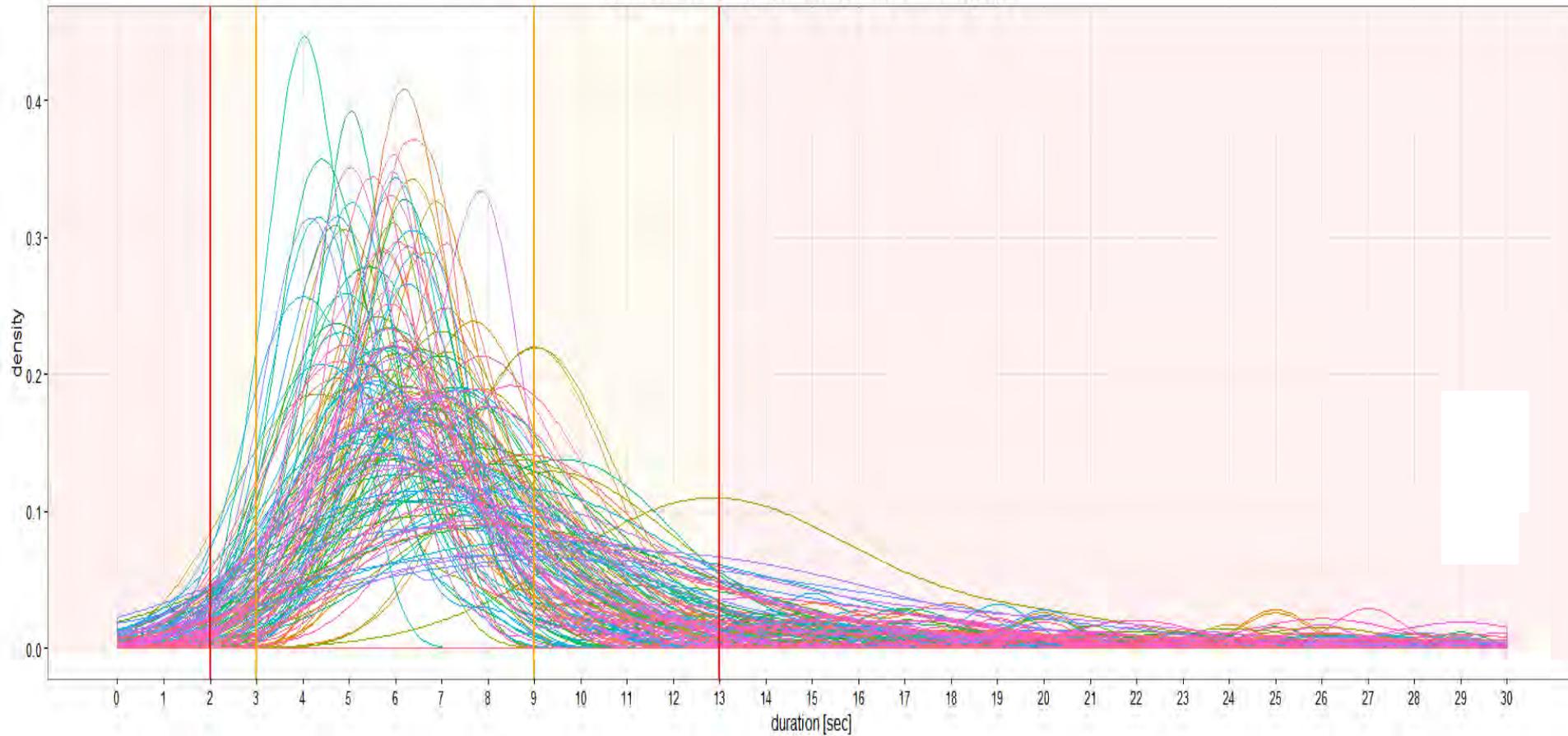
Uso congiunto di indicatori di vita e salute



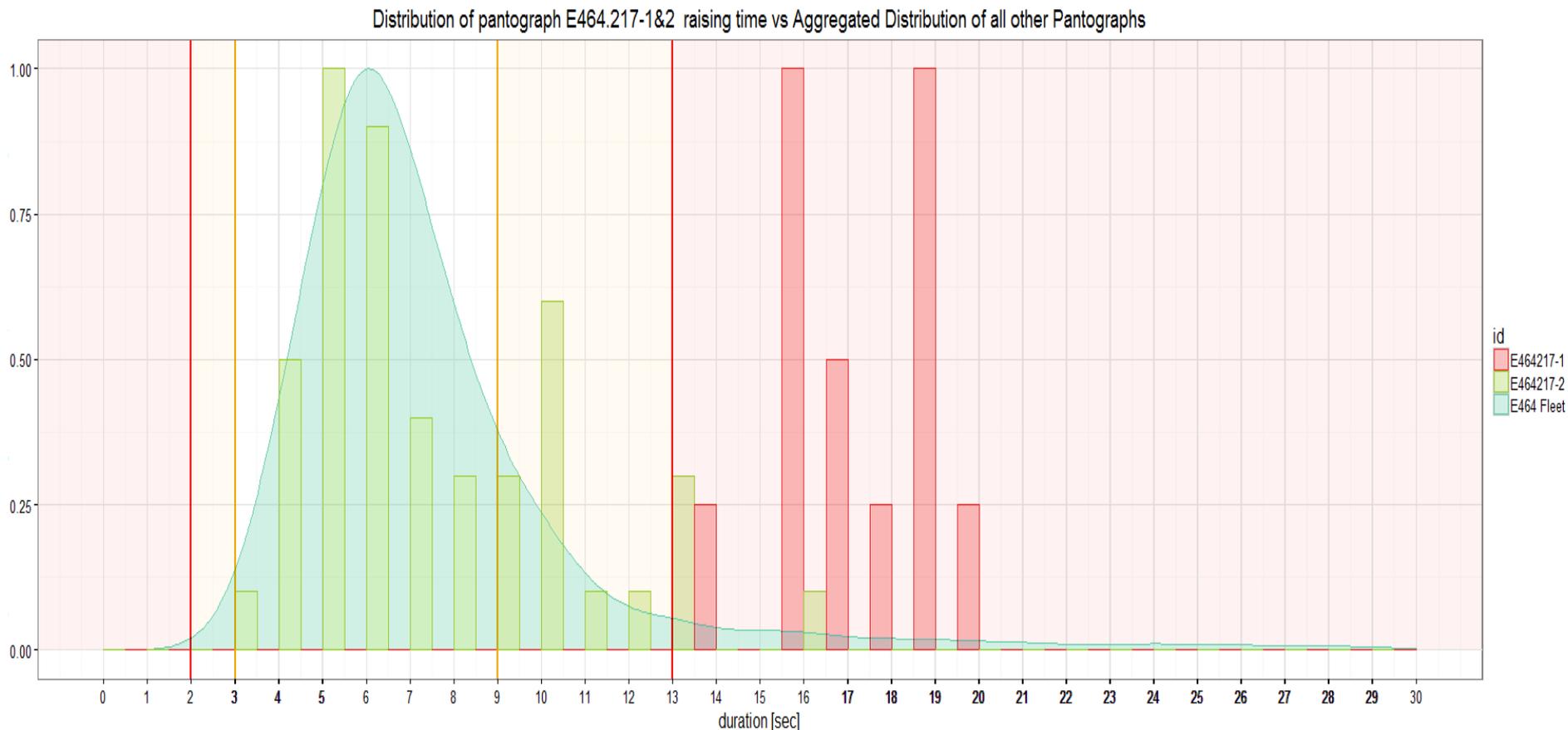
- 1 Andamento dell'indicatore composto di vita e di salute, monitorato attraverso i dati di percorrenza del rotabile e i sensori di bordo
- 2 Proiezione dell'andamento dell'indicatore composto, considerando i piani di utilizzo del rotabile e lo storico dell'usura per un dato componente
- 3 Soglia per l'indicatore di salute, che varia in funzione dell'avanzamento della vita del componente
- 4 Superamento della soglia di salute, che implica la necessità di un intervento manutentivo

Es. di indicatore di salute: alzamento del pantografo

Distribution of Pantograph Raising Time - All Pantographs



Es. di indicatore di salute: alzamento del pantografo



- Il pantografo 1 mostra una distribuzione dei tempi di alzamento statisticamente differente in modo significativo dalla flotta

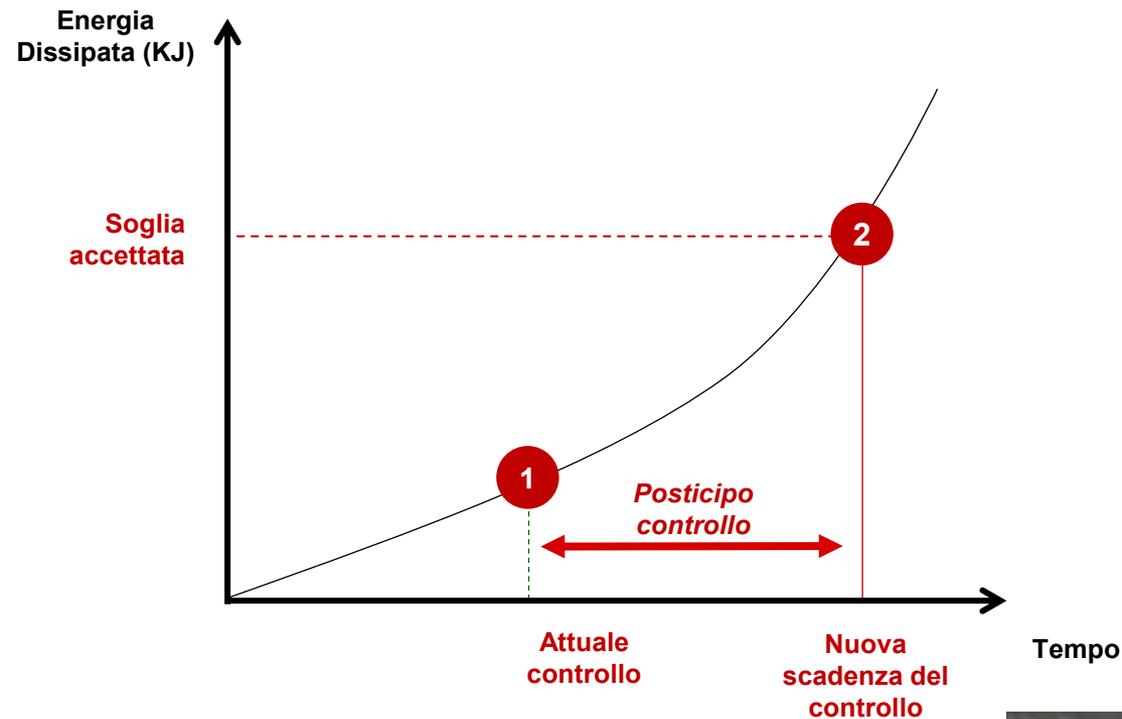
Esempio di indicatore di vita: organi del freno

Con l'introduzione del Life Indicator relativo all'organo del freno sarà possibile monitorarne lo stato, sostituendo il componente solo al raggiungimento dell'effettivo punto di «fine vita». Questo sarà determinato stabilendo la soglia di energia dissipata massima dopo la quale è necessario sostituire il componente



Esempio di indicatore di vita: organi del freno

Manutenzione programmata



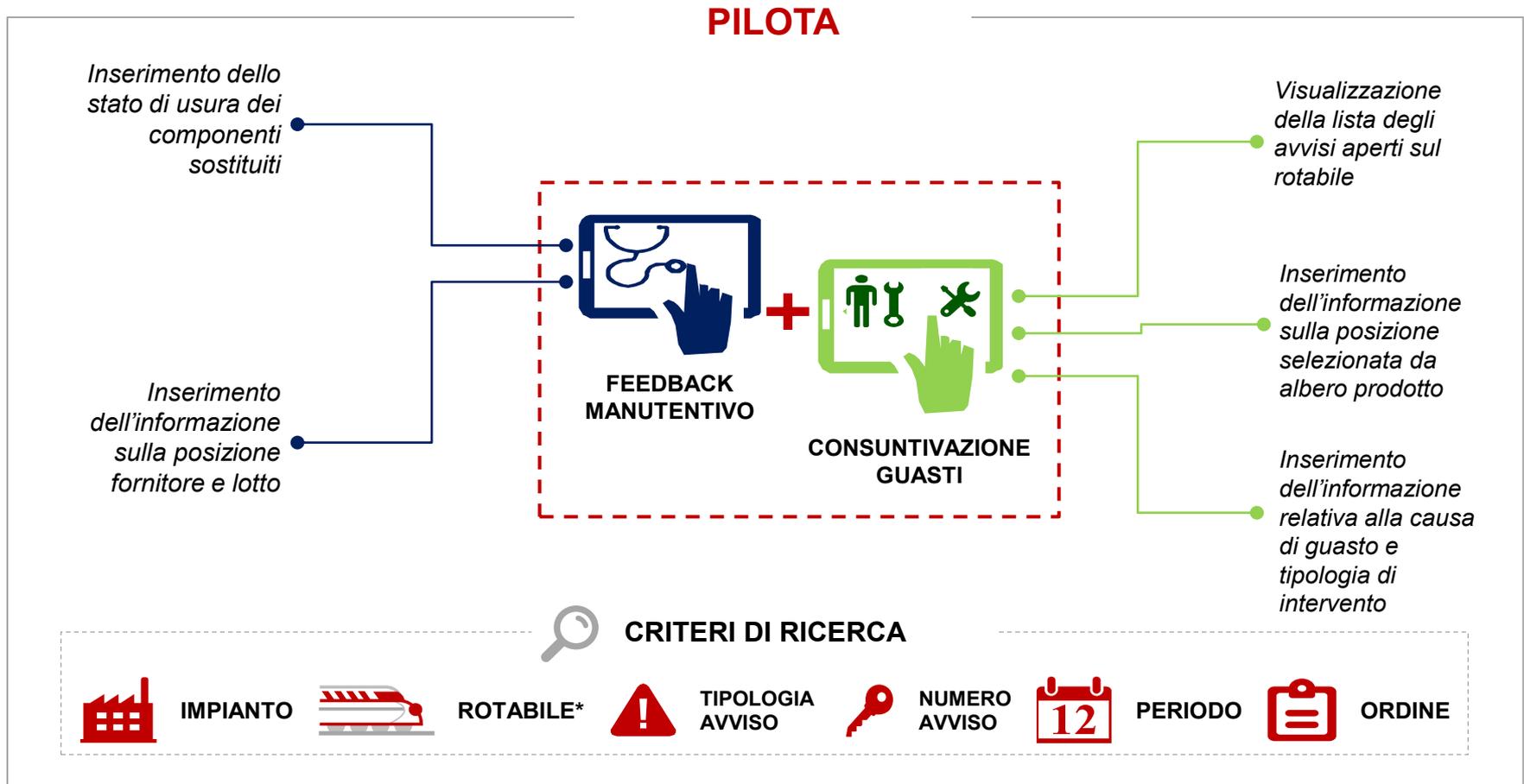
1 Attuale scadenza del controllo di manutenzione programmata

2 Nuova scadenza del controllo di manutenzione programmata attraverso il monitoraggio dell'Indicatore di vita



Digital Maintenance

- Di seguito si riportano le Macro-funzionalità che saranno sviluppate nell'ambito del Pilota del Digital Maintenance



Cruscoati

Jazz

Stato	Flotta	Complesso	Treno	Ultimo Contatto	Motori	Blocco Porte	IR	Gruppi Statici	KMT	Antincendio	Caricabatterie	Compressori	Clima	Posizione	Velocità	Nome Impianto	Descrizione Ultimo Evento
	ETR425	012	*****	05/12/2016 7.05.32	M1 M3 M2 M4		IR	GS1 GS2 GS3		AI	CB1 CB2 CB3	CP1 CP2	SAL SAB	TORINO SM.NORD	0	ESPERTO	N.A.V.
	ETR425	013	4408	05/12/2016 11.02.17	M1 M3 M2 M4		IR	GS1 GS2 GS3		AI	CB1 CB2 CB3	CP1 CP2	SAL SAB	CARMAGNOLA	67	ESPERTO	N.A.V.
																ESPERTO	N.A.V.
																ESPERTO	N.A.V.

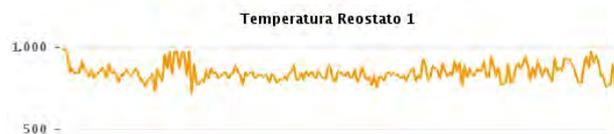
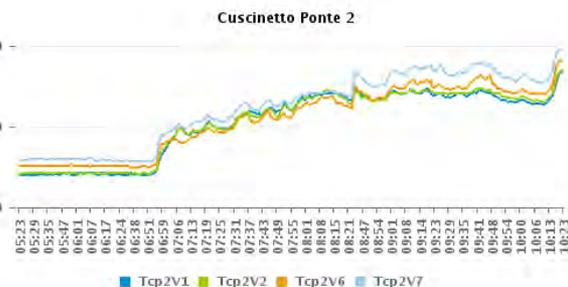
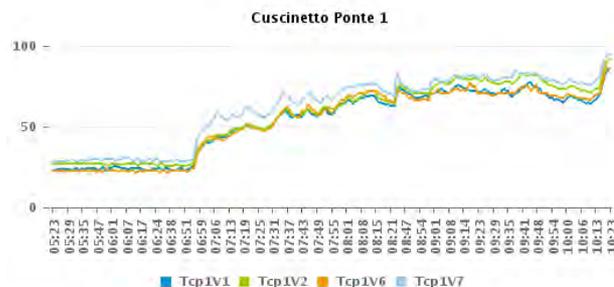
ETR600

Stato	Flotta	Complesso	Treno	Ultimo Contatto	CAT	IR	AZ	INV	GS	4QC	CB	AI	Compressori	Clima	TLT	TEMP	PIT	Posizione	Velocità	Impianto	Descrizione Ultimo Evento
	ETR600	003	946	05/12/2016 11.02.45		IR	AZ1 AZ6 AZ2 AZ7	IN1 IN6 IN2 IN7	GS1 GS8 GS2 GS7	Q1 Q6 Q2 Q7	CB	AI	C1 C3 C2 C4	SAL SAB	SAC PT			MODENA	26	Bar	Temperatura fr termometro 3 f
																				Trazione1	Sonda termica del carrello 2 ir
																				Bar	Temperatura fr termometro 1 f
	ETR600	004	9490	05/12/2016 10.49.08		IR	AZ1 AZ6 AZ2 AZ7	IN1 IN6 IN2 IN7	GS1 GS8 GS2 GS7	Q1 Q6 Q2 Q7	CB	AI	C1 C3 C2 C4	SAL SAB	SAC PT			FIUMICINO AREOP.	0	ESPERTO	termine richies segnalmento
																				C_C_C	Ritardo di trasr valore di soclie

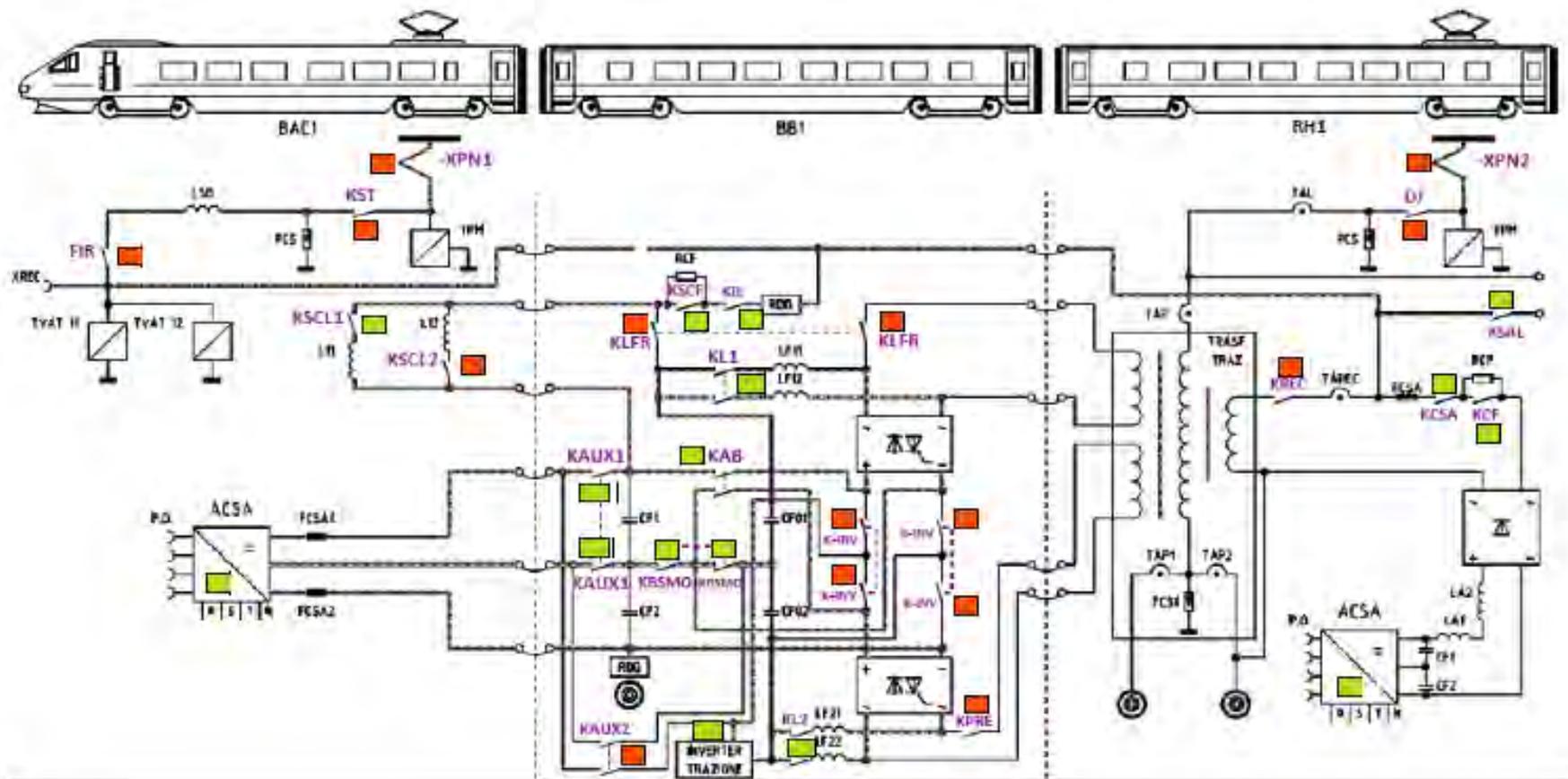


Dati relativi al 05/12/2016 10.23.31 - Treno 000941 - Velocità: 243 - Km percorsi: 2.041.124 - Temperatura Esterna: 11,7

AZ	Stato	CAT	TSEFI	CUSCPO 1	CUSCPO 2	TEMPREO 1	TEMPREO 2	TEMPCOO	PRESCO0
AZ1			3.549,05	88,57	83,08	0	43,13	26,44	1,97
AZ2			3.549,05	92,69	84,46	47,05	54,89	26,44	1,97
AZ6			3.568,66	85,63	91,32	882,22	19,61	27,42	2,04
AZ7			3.568,66	95,43	98,18	54,89	54,89	26,44	1,57

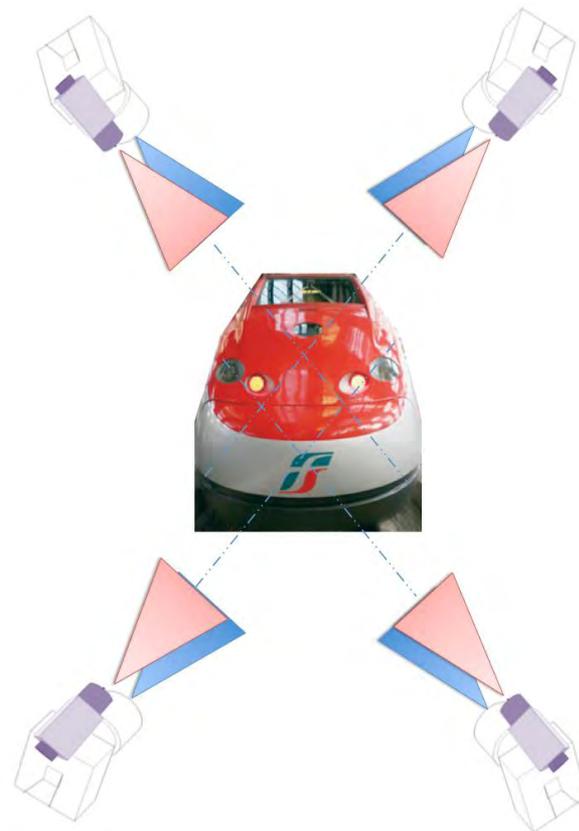
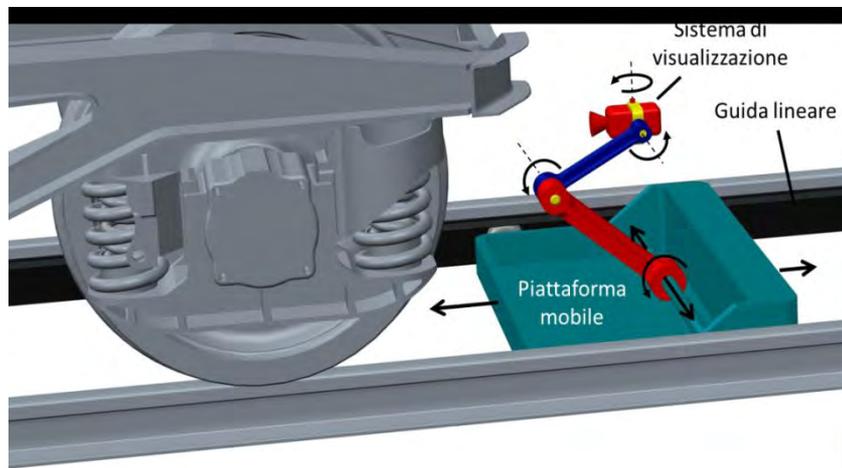


ETR485



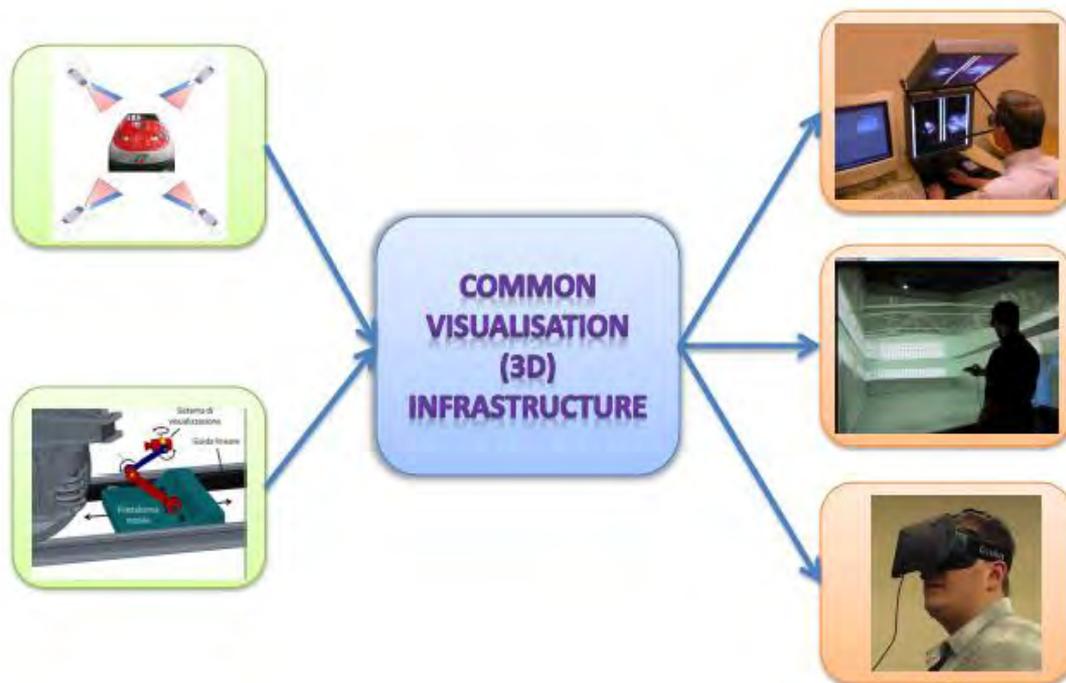
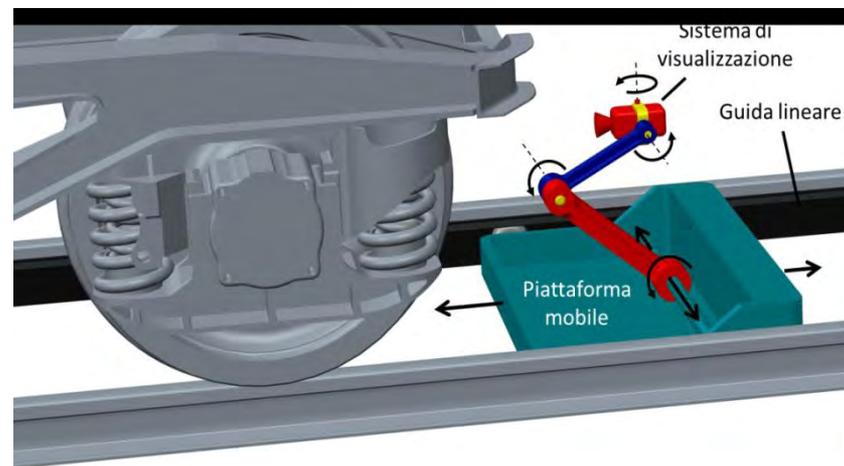
Sistemi diagnostici di terra 1

- Periodicamente i treni devono tornare in impianto per verifiche puntuali ai freni, agli striscianti alle ruote e verifiche generali sul sottocassa. Tale periodo è dell'ordine dei giorni. Questa sono le scadenze più ricorrenti.
- Tali verifiche vanno effettuate su binari su colonnini per il sottocassa piuttosto che su postazioni per la visita pantografi e all'imperiale. Il tempo impiegato è molto.
- I sistemi diagnostici di terra sono portali installati in ingresso ai depositi, che hanno la funzione di automatizzare le verifiche da fare in primo livello;
- Lo scopo è creare un sistema integrati di virtualizzazione dell'intero treno che mantenga uno storico e segnali le variazioni
- Es. mancanza di parti o loro sottoinsiemi, deformazioni, graffi, nonché le classiche misure sul pantografo sulle ruote e sui freni



Sistemi diagnostici di terra 2

- La parte del sottocassa presenta notevoli problemi di occlusioni e di geometria complicata.
- Per questo è in sviluppo un sistema robotico di per tale tipo di ricognizione;
- E' previsto anche un sistema di visualizzazione di tipo immersivo che permette di navigare nelle viste treno acquisite dai diversi sistemi
- Il progetto è frutto di una collaborazione tra Trenitalia e la Scuola Superiore San'Anna di Pisa



Grazie per l'attenzione

Massimo Facini

Direzione Tecnica – Ingegneria Rotabili e Tecnologie di Base
Sistemi di Diagnostica Avanzata