

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE

Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti, delle Acque, del
Rilevamento, del Territorio - *DISTART*

TESI DI LAUREA

In

TEORIA E TECNICA DELLA CIRCOLAZIONE LS

**IL NUOVO SERVIZIO FERROVIARIO AD ALTA VELOCITA'
"FRECCIAROSSA": ANALISI DELLE PERFORMANCES**

Tesi di Laurea di:
SARA MORSELLI

Relatore:
Prof. Ing. LUCA MANTECCHINI

Correlatori:
Dott. Ing. ANTONIO DANESI
Dott. Ing. ORAZIO IACONO
Dott. Ing. MARCO TOCCAFONDI
Dott. GIUSEPPE BALDESSARRO

Anno Accademico 2008 - 2009

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE

Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti, delle Acque, del
Rilevamento, del Territorio - *DISTART*

TESI DI LAUREA

In

TEORIA E TECNICA DELLA CIRCOLAZIONE LS

**IL NUOVO SERVIZIO FERROVIARIO AD ALTA VELOCITA'
"FRECCIAROSSA": ANALISI DELLE PERFORMANCES**



Tesi di Laurea di:
SARA MORSELLI

Relatore:
Prof. Ing. **LUCA MANTECCHINI**

Correlatori:
Dott. Ing. **ANTONIO DANESI**
Dott. Ing. **ORAZIO IACONO**
Dott. Ing. **MARCO TOCCAFONDI**
Dott. **GIUSEPPE BALDESSARRO**

Anno Accademico 2008 - 2009

INDICE

1.	L'ALTA VELOCITA' IN ITALIA	pag. 1
1.1.	Introduzione	pag. 1
1.2.	Il materiale rotabile	pag. 3
1.3.	L'ERTMS/ETCS e il BLOCCO RADIO	pag. 4
1.3.1.	ERTMS di Livello 1	pag. 10
1.3.2.	ERTMS di Livello 2	pag. 13
1.3.2.1.	I Punti Informativi	pag. 16
1.3.2.2.	Connessione radio	pag. 19
1.3.3.	ERTMS di Livello 3	pag. 23
1.3.4.	L'esercizio mediante l'utilizzo del Blocco Radio (BRa)	pag. 27
1.3.4.1.	La Movement Authority (MA)	pag. 31
1.3.4.2.	La segnaletica	pag. 36
1.4.	La nuova linea Milano – Bologna	pag. 41
1.5.	La nuova linea Bologna – Firenze	pag. 50
2.	LA SALA DI CONTROLLO CIRCOLAZIONE ALTA VELOCITA': IL POSTO CENTRALE DI BOLOGNA	pag. 54
2.1.	Il sistema ACCM: Apparato Centrale Computerizzato Multistazione	pag. 54
2.2.	L'Interfaccia Operatore (IO)	pag. 57
2.2.1.	Il Quadro Luminoso (QL)	pag. 58
2.2.2.	Il Banco di Manovra	pag. 73
2.2.2.1.	Terminale Comandi (TC)	pag. 80

2.2.2.2.	Terminale Operatore (TO)	pag. 80
2.2.2.3.	Area Comandi: visualizzazione sul QL del Terminale Operatore	pag. 82
2.2.2.4.	Descrizione Area Allarmi	pag. 83
3.	LA SALA DI ESERCIZIO RETE REGIONALE DI BOLOGNA	pag. 85
3.1.	Configurazione e compiti	pag. 85
3.2.	Centralized Traffic Control (Controllo Centralizzato del traffico, CTC)	pag. 98
3.3.	Sistema Comando e Controllo (SCC)	pag. 98
4.	L'ESERCIZIO DEL NODO DI BOLOGNA	pag. 109
4.1.	Piano Schematico	pag. 109
4.1.1.	I percorsi di ingresso e uscita della linea Alta Velocità Milano – Bologna	pag. 111
4.1.2.	Zona di uscita e movimenti incompatibili	pag. 114
4.1.3.	I Percorsi Alternativi delle linee tradizionali e la Tabella delle Condizioni (TdC)	pag. 115
4.1.3.1.	Esempio di procedura “manuale” per il movimento di un convoglio	pag. 118
4.2.	L'ACELI e la Cabina A di Bologna Centrale	pag. 120
4.2.1.	Esempio di concessione di consenso espressa per un convoglio diretto verso Milano	pag. 126
4.2.2.	Distribuzione di piazzale	pag. 127

4.3.	Modello di esercizio pre e post Alta Velocità	pag. 130
4.3.1.	Situazione pre AV	pag. 130
4.3.2.	Situazione post AV	pag. 133
4.4.	L'ACC: potenziamento tecnologico della stazione di Bologna C.le	pag. 135

5. ANALISI DELLE PERFORMANCE DEI TRENI FRECCIAROSSA

MILANO – BOLOGNA pag. 142

5.1.	Periodo dal 14-12-2008 al 31-01-2009	pag. 142
5.1.1.	Criticità rilevate in linea	pag. 142
5.1.1.1.	Perdita di connessione tipo “safe” con RBC	pag. 148
5.1.1.2.	Perdita di due Punti Informativi (PI) consecutivi	pag. 152
5.1.1.3.	Allarme di emergenza condizionata/incondizionata portante all’arresto del treno	pag. 154
5.1.2.	Altri casi di specializzazione	pag. 155
5.1.2.1.	Specializzazione delle linee	pag. 155
5.1.2.2.	Potenziamento tecnologico del Nodo	pag. 159
5.2.	Periodo dal 01-02-2009 al 28-02-2009	pag. 160
5.2.1.	Criticità rilevate in linea	pag. 163
5.2.1.1.	Perdita di connessione tipo “safe” con RBC	pag. 163
5.2.1.2.	Perdita di due Punti Informativi (PI) consecutivi	pag. 166

5.2.1.3.	Allarme di emergenza condizionata/incondizionata portante all'arresto del treno	pag. 167
5.2.1.4.	Materiale in diversione	pag. 168
5.2.1.5.	Serpeggio carrelli	pag. 169
5.2.1.6.	Rotabile non controllato	pag. 169
5.3.	Analisi di particolari casi verificatesi durante i primi mesi di esercizio	pag. 170
5.3.1.	Perdita di 2 PI: per progressiva chilometrica	pag. 171
5.3.2.	Perdita di 2 PI: per n. eventi/locomotore	pag. 172
5.3.3.	Errore di supervisione collegamento radio: per progressiva chilometrica	pag. 172
5.3.4.	Errore di supervisione collegamento radio: per n. eventi/locomotore	pag. 175
6.	ANALISI DELLE PERFORMANCE DEL NODO DI BOLOGNA	pag. 206
6.1.	Concentrazione sulle tre linee eventualmente interferenti con il sistema ad Alta Velocità	pag. 206
6.1.1.	Treni Regionali Trenitalia: linea Bologna – Piacenza (fascia 0-5' Standard B)	pag. 212
6.1.2.	Treni Regionali Trenitalia: linea Bologna – Verona (fascia 0-5' Standard B) linea ristretta alla tratta Bologna – Poggio Rusco	pag. 214
6.1.3.	Treni Regionali Trenitalia: linea Bologna – Prato (fascia 0-5' Standard B)	pag. 216

6.2.	Sintesi andamento treni pendolari in Afflusso a Bologna C.le fascia in esame 06.00 – 09.00, periodo di osservazione 01/01/2009 – 31/01/2009	pag. 218
6.2.1.	Linea Bologna – Piacenza: Gennaio 2009	pag. 219
6.2.2.	Linea Bologna – Verona: Gennaio 2009	pag. 221
6.2.3.	Linea Bologna – Prato: Gennaio 2009	pag. 222
6.3.	Sintesi andamento treni pendolari in Deflusso da Bologna C.le fascia in esame 17.00 – 19.00, periodo di osservazione 01/01/2009 – 31/01/2009	pag. 223
6.3.1.	Linea Bologna – Piacenza: Gennaio 2009	pag. 223
6.3.2.	Linea Bologna – Verona: Gennaio 2009	pag. 224
6.3.3.	Linea Bologna – Prato: Gennaio 2009	pag. 225

7. CONCLUSIONI **pag. 227**

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

RINGRAZIAMENTI

APPENDICI

Appendice 1: Tabella Acronimi e abbreviazioni

Appendice 2: Piano Schematico di imbocco della linea AV/AC Milano-Bologna,
nella parte del nodo di Bologna

Appendice 3: Schema unificare linea AV/AC ambito Bologna

Appendice 4: Tabella delle condizioni

Appendice 5: Corsa 8 Gennaio 2009: salto di 2 PI per il treno 9448

Appendice 6: Corsa 16 Febbraio 2009: handover con una sola radio ed errore di

Supervisione collegamento radio per il treno 9451

Appendice 7: Piano Schematico S. Viola

Appendice 8: Piano Schematico Bivio Bologna Nord

Appendice 9: Piano Schematico di Bologna Centrale (A.C.E.L.I.)

PAROLE CHIAVE:

Frecciarossa

Performance

Impatto

Nodo

ERTMS

CAPITOLO 1: L'ALTA VELOCITA' IN ITALIA

1.1 Introduzione

Il periodo che attualmente le ferrovie italiane stanno attraversando può essere considerato di transizione, poiché finalmente dopo aver superato mille difficoltà tecniche e politiche, le nuove linee ad Alta Velocità, tecnologicamente più avanzate delle linee tradizionali, hanno visto la loro realizzazione.

Affiancando i vecchi tracciati, permetteranno ai convogli di viaggiare a velocità tali da dimezzare i tempi di percorrenza ed incrementare l'offerta di trasporto e mai come in questo momento storico, il treno è chiamato a divenire il mezzo di trasporto principale per una società che ha deciso di muoversi in sicurezza, rapidamente e senza voler danneggiare ulteriormente un ambiente ormai troppo compromesso, collegando i centri principali in tempi confrontabili con quelli del trasporto aereo.

Le ferrovie, servendosi di nuove strutture e tecnologie all'avanguardia, potranno incrementare il numero di passeggeri/chilometro, unendo in questa prima fase città importanti come: Milano, Bologna, Firenze, Torino, Venezia senza menzionare le rimanenti capitali europee.

Tuttavia le stazioni specializzate, capaci di ricevere il traffico dei nuovi convogli, non sono ancora state terminate poiché la famosa "T" italiana non è ancora completamente attiva, pertanto da Milano a Venezia, i treni sono tutt'ora circolanti sul tracciato storico, mentre da Torino a Milano fino a Bologna, i nuovi treni di tipo Frecciarossa, utilizzano il nuovo percorso coprendo i capoluoghi in tempi minori e a velocità superiori. Ciò nonostante giunti a Santa Viola, i convogli lasciano il nuovo tracciato, per essere deviati su quello storico, potendo recare per ovvi motivi, un appesantimento del traffico nella vecchia stazione di Bologna Centrale.

Dalla città felsinea fino al capoluogo toscano, verrà invece percorsa la vecchia Direttissima già in esercizio dagli anni '30.

Tale stato di cose durerà per quasi tutto il 2009 ovvero fino a quando non sarà attivato il nuovo collegamento ad Alta Velocità, per il quale al momento sono in corso i collaudi funzionali per i treni circolanti in linea alla velocità dei trecento chilometri orari, consentendo ai convogli di muoversi con la massima sicurezza; tuttavia le problematiche sulla attuale struttura bolognese, graveranno fino all'attivazione della nuova stazione sotterranea, capace di eliminare dallo storico impianto, tutti i treni veloci lasciando in essere tutti i servizi di tipo

Capitolo 1

metropolitano a media distanza con criteri di interregionalità, permettendo ai tracciati tradizionali lo svolgimento di quel servizio tanto desiderato da qualsiasi pendolare o comunque da ogni utente utilizzatore del treno. Tale processo servirà ad avvicinare il treno ad una più vasta clientela, tuttavia questo cambiamento potrà definirsi concluso quando la politica italiana incrementerà il trasporto ferroviario in modo tale da non restare fra gli ultimi paesi nel sistema europeo.

Raggiunta quindi la piena funzionalità delle nuove infrastrutture ad Alta Velocità/Capacità, le varie compagnie di trasporto ferroviario, avranno l'opportunità di riorganizzare, su parte del territorio italiano, ogni genere di collegamento curando, oltre al trasporto passeggeri, anche quello delle merci cercando di iniziare quel difficoltoso processo capace di togliere dalla strada un ingombrante servizio per trasferirlo, nei limiti del possibile, su rotaia.

Le linee AV italiane, si inseriscono nel progetto dei corridoi transeuropei, importanti per lo sviluppo commerciale del paese.

Bologna, nodo centrale dello smistamento del traffico nord-sud e est-ovest, si trova in primo piano negli studi di fattibilità e di realizzazione delle recenti linee.

Le nuove linee AV, realizzate con un sistema di segnalamento univoco, di gestione e controllo del traffico basato sul segnalamento ERTMS, senza segnalazioni laterali fisse, ma con il nuovo sistema BRa ovvero attraverso Blocco Radio utilizzando Onde Radio.

L'adozione del sistema unico consentirà l'interoperabilità e l'integrazione tra le diverse mobilità di trasporto (gomma, terra, mare) attraverso lo sviluppo di piattaforme logistiche integrate con completa apertura del mercato in Europa.

Lo stato di progresso del progetto Alta Velocità nel Paese è il seguente:

- completamento linea Torino – Milano – Napoli, lunga 1000 km, con gli attuali 800 km in esercizio, gestiti con ERTMS;
- a dicembre 2008 è stata inaugurata la linea Milano – Bologna che ha consentito il collegamento delle due città in poco più di un'ora anziché un'ora e quaranta minuti;
- dicembre 2009 è previsto il completamento della tratta Bologna – Firenze, con possibile collegamento di Milano e Roma (che sono i nodi commercialmente più avanzati) in tre ore e mezza anziché quattro ore e trenta minuti (discorso valido per i treni fast, no stop).

Capitolo 1

Tra i benefici dell'Alta Velocità Milano – Bologna, si ritrovano non solo la riduzione dei tempi di viaggio, grazie alle nuove linee, ma anche il potenziamento della capacità di trasporto tramite 26 coppie di treni/gg con traffico più che raddoppiato.

Un ulteriore beneficio (al contrario di quello che si diceva all'avvio della AV) si è sentito nei nodi urbani, oggi decongestionati dal traffico grazie alla specializzazione delle diverse linee AV, linee per il traffico merci, linee traffico passeggeri e quelle locali.

1.2 Il materiale rotabile

La flotta dei treni ad Alta Velocità è composta allo stato attuale da circa 59 convogli *ETR500* “*Frecciarossa*” di Trenitalia, effettuati mediamente (a seconda del giorno della settimana e del periodo dell'anno) 26 corse giornaliere sul binario pari (da sud a nord quindi da Bologna a Milano) e 26 corse su binario dispari (da nord a sud quindi da Milano a Bologna) per un totale, su questa tratta, di 52 corse/giorno.

I convogli AV vengono classificati principalmente in:

- **FRECCIA ROSSA ETR500** (Milano-Roma): composto da 12 vetture + 2 locomotori; velocità massima 300 km/h (che è anche la max velocità ammessa in linea). Questi convogli sono nati dopo un lungo lavoro di sperimentazione, necessario all'inizio di ogni progresso tecnologico, realizzato sui prototipi ETR X 500 e ETR Y 500, che ha consentito alle case costruttrici, l'acquisizione degli elementi necessari per la realizzazione del nuovo treno veloce. I primi trenta ETR500 entrarono così in esercizio nel 1996, con un successivo ampliamento della flotta, attraverso convogli e locomotive politensione adatte al nuovo sistema di segnalamento ERTMS. Come è noto, il colore della fiancata dei treni Frecciarossa, è il rosso acceso, colore da sempre di tradizione ferroviaria in quanto immediatamente visibile in maniera particolare ai fini della sicurezza;
- **FRECCIA ARGENTO ETR600**: composto generalmente da 7-8 pezzi + 2 locomotori; convoglio tipo pendolino realizzato con materiale basculante, da utilizzare in linee tortuose come la BO – FI (presenza nella tratta di livellette anche dell'ordine del 18‰); velocità massima 250 km/h. Parallelamente agli studi per incrementare le velocità in linea, sono stati sviluppati i progetti per la realizzazione di un nuovo treno

Capitolo 1

che potesse essere al tempo stesso veloce e in grado di vincere la sfida con la tortuosità dei tracciati dovuta alla complessità orografica del territorio italiano. Nacque così il primo *elettrotreno a cassa oscillante* in grado di soddisfare le precedenti richieste. L'aumento della velocità in curva, fu superato attraverso l'adozione di un dispositivo per l'inclinazione comandata della cassa, in grado di percorrere tratti tortuosi ad alta velocità pur mantenendo il confort in vettura, garantendo in questo modo un aumento della velocità del 30% superiore rispetto ad un treno ad assetto costante;

- **FRECCIA BIANCA EUROSTARCITY:** intercity + 2 locomotori Frecciarossa, aventi velocità massima 220/230 km/h ma non attrezzati con il SSB necessario per il sistema di segnalamento ERTMS/ETCS;
- **TRENI FAST o NO STOP** ad es. Milano – Roma senza effettuazione di fermate intermedie. Vengono indicati con i due numeri iniziali 95 più le altre cifre identificative del numero treno. Questi convogli passano sulla bretella di Firenze senza fermarsi nella stazione di Bologna C.le dove transitano sul binario 3 dispari;
- **TRENI AV NORMALI** con tappe al nodo di Firenze (stazione di testa) e Bologna (stazione di transito).

E' già stato pensato di arricchire la flotta AV entro il 2011 con 55 nuovi convogli di nuova generazione, capaci di viaggiare anche a 350 km/h dove le infrastrutture lo consentiranno.

Particolare cura è stata pensata per gli interni, progettati per garantire il massimo confort agli utenti, assicurando climatizzazione ed insonorizzazione verso l'esterno delle vetture.

1.3 L'ERTMS/ETCS ed il BLOCCO RADIO

L'Italia si è accorciata. Dal 14 Dicembre 2008, è attiva ed in esercizio la nuova linea veloce Milano – Bologna che consente il collegamento tra i due capoluoghi in 65 minuti. La giornata segna anche la nascita del Frecciarossa, il treno che “vola sulle rotaie” a 300 km/h. Ma per garantire queste velocità, si è reso necessario avere a disposizione un sistema di sicurezza che contribuisca a rendere, la rete ferroviaria italiana una delle più moderne e di elevata qualità tecnologica d'Europa utilizzando diversi soluzioni, quali:

Capitolo 1

- i sistemi di comando e controllo della marcia dei treni:
 - § ATC – Automatic Train Control;
 - § SCMT – Sistema Controllo Marcia treno;
 - § ERTMS/ETCS – European Rail Traffic Management System/European Train Control System.
- i nuovi sistemi di comunicazione terra-treno GSM-R, particolari soluzioni radiomobili che concretizzano il progetto degli standard comuni di interoperabilità;
- gli apparati centrali di stazione e i relativi sistemi di comando e controllo a distanza come:
 - § l'ACS – Apparato Centrale Statico;
 - § l'SCC – Sistema Comando e Controllo
- i sistemi di rilevamento temperatura boccole – RTB, particolarmente importanti per l'Alta Velocità e opportunamente segnalati sui monitor e sul quadro luminoso del nuovo ACCM – Apparato Centrale Computerizzato Multistazione.

Il sistema per l'esercizio ferroviario della linea AC tra Milano e Bologna è strutturato su 2 livelli:

- il primo comprendente la *supervisione ed il controllo della circolazione*;
- il secondo includente invece, tutte le *funzioni di sicurezza di segnalamento*; esso è costituito da un unico Apparato Centrale Statico ubicato nel Posto Centrale di Bologna che governa i Posti Periferici dislocati nelle stazioni.

Per quanto riguarda il sistema di comando e controllo della circolazione, è proprio l'ERTMS che viene dedicato alle nuove linee AV/AC (Alta Velocità/Alta Capacità) per rendere operativo il progetto di realizzazione della rete ferroviaria interoperabile europea.

Il primo step di gestione della via, viene realizzata attraverso l'architettura del *MultiStazione* con logica allocata nel Posto Centrale (NVC) per controllare e comandare la linea stessa con i diversi movimenti e gli enti situati nelle stazioni e nei Posti Periferici.

Il secondo passo invece, rivolto al sistema di segnalamento e quindi al distanziamento in linea, viene concretizzato tramite RBC e attraverso il supporto di Punti Informativi (Boe

Capitolo 1

Eurobalise), implementando al pieno le specifiche del sistema europeo ERTMS Livello 2 per governare in sicurezza la marcia dei treni, garantendone la separazione in funzione delle limitazioni imposte dall'infrastruttura, delle caratteristiche del materiale rotabile e delle condizioni della linea.

L'obiettivo principe di ETCS è quindi la creazione di un sistema di comando dei treni armonizzato a livello europeo.

Per comprendere al meglio il significato di interoperabilità, ci si affida alla definizione ferroviaria data per l'introduzione del sistema ERTMS/ETCS:

L'interoperabilità si fonda su un insieme di condizioni per ottemperare a requisiti essenziali, con particolare riguardo a tematiche quali la *sicurezza*, *l'affidabilità*, la *disponibilità*, la *tutela della salute e dell'ambiente*, la *compatibilità tecnica* di sottosistemi e componenti. Essa rappresenta la capacità dei diversi sistemi ferroviari europei per convogli AV, di consentire la marcia dei treni ad Alta Velocità, come visto in sicurezza e senza interruzioni sull'intera rete europea.

L'interoperabilità mira quindi a stabilire condizioni di progettazione, costruzione, assetto e gestione delle infrastrutture e del materiale rotabile, l'eliminazione delle "barriere" tecniche ed organizzative (ad es. senza necessità di cambiare alle frontiere il personale di macchina o il materiale motore e non dovendosi preoccupare del cambio del sistema di protezione della marcia, presto unificato all'ERTMS) per poter realizzare, nel territorio comunitario, la circolazione dei treni sicura e senza soluzione di continuità tra reti di gestori diversi.

Sono state proprio le ferrovie italiane che hanno adottato, per prime in Europa, l'innovativo ERTM/ETCS L2 (livello 2) sulle nuove linee della rete AV/AC.

L'introduzione in Italia del sistema ERTMS/ETCS è sviluppato in parallelo ed è parte integrante del Progetto AV/AC, nato nel 1991 e avente come scopo principale la costruzione di una coppia di nuovi binari lungo le maggiori direttrici di traffico ferroviario, che gestiscono e fanno circolare più del 40% del traffico nazionale, direttrici che si sono ampliate ulteriormente con l'inaugurazione della linea AV Milano-Bologna.

In precedenza della definizione concordata del suddetto sistema, ogni Paese adottava un proprio sistema di controllo della sicurezza della circolazione ferroviaria arrivando allo sviluppo autonomo di 14 differenti sistemi di controllo e sicurezza dei treni, tra loro incompatibili (vedi figura seguente); ad esempio in Italia si adottava inizialmente il blocco automatico a correnti fisse e successivamente quello a correnti codificate, nei quali la

Capitolo 1

sicurezza della marcia dei treni, consisteva da parte del macchinista, nel riconoscimento di diversi aspetti di codice che anticipavano l'aspetto dei segnali fissi a terra. L'arresto rapido del convoglio avveniva quando il riconoscimento del codice/segnale o il mancato rallentamento, non avveniva in tempo utile.

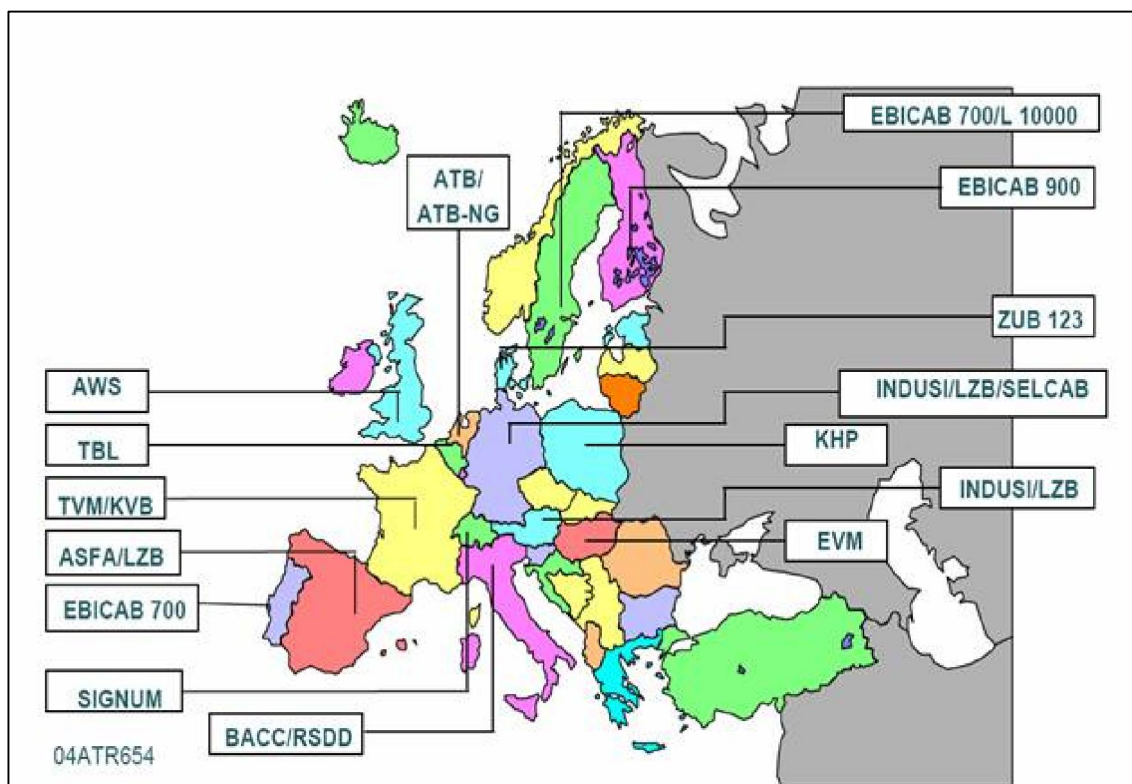


Fig. n. 1.1 Rappresentazione dei diversi sistemi di controllo in Europa

Nella pratica però, anche se i sistemi utilizzati erano differenti, le diverse tecnologie si basavano essenzialmente sugli stessi sottosistemi:

1. *ATP: Automatic Train Protection*, atto a garantire sempre il *distanziamento tra i treni* circolanti in linea;
2. *ATC: Automatic Train Control*, effettuante una *frenatura di emergenza* in caso di errato comportamento del macchinista nel riconoscimento dei codici.

Il nuovo sistema ERTMS è in grado di integrare le due funzioni suddette, grazie a differenti equipaggiamenti e funzionamenti in base al livello per esso considerato.

Capitolo 1

Il moderno sistema Europeo di gestione, controllo e protezione, ai fini della sicurezza del traffico ferroviario, è attualmente l'ERTMS/ETCS (European Rail Traffic Management System/European Train Control System), un avanzato sistema di controllo del traffico ferroviario e del segnalamento a bordo, nato come visto, per la sostituzione dei molteplici sistemi di circolazione e sicurezza delle varie Ferrovie Europee e avente lo scopo di realizzare la auspicata *interoperabilità* tra i convogli, in primo luogo quelli ad Alta Velocità.

Tra i risultati conseguiti grazie a questa innovativa tecnologia, spicca la circolazione di treni di diversa nazionalità sulla base di informazioni comuni, realizzanti proprio la cercata interoperabilità, oltre al notevole aumento dell'efficienza e delle prestazioni richieste in ferrovia.

Gli obiettivi principali che il sistema si pone e che sono conseguentemente connessi al Progetto AV/AC, sono quelli di effettuare una trasformazione del sistema ferroviario italiano in un sistema ad alta velocità/alta capacità attraverso un aumento della capacità complessiva, portandola ad un valore doppio rispetto all'attuale, specializzando il traffico delle linee esistenti per il traffico locale e regionali e creando una serie di interconnessioni con porti, aeroporti e interporti.

Lo standard dell'ERTMS, indica le modalità di scambio delle informazioni tra i due impianti di segnalamento terra e treno e l'unificazione dei diversi sistemi di sicurezza, fornendo al macchinista tutte le informazioni necessarie per una condotta ottimale ed in totale sicurezza sulla marcia del treno, avendo a disposizione un dispositivo di frenatura d'urgenza nel caso di superamento della velocità consentita in linea.

L' European Rail Traffic Management System si compone di due componenti principali:

- l'**ETCS** (**E**uropean **T**rain **C**ontrol **S**ystem) che è il sistema che consente la trasmissione delle informazioni delle velocità consentite in linea attraverso il costante rilevamento della stessa, il controllo e l'eventuale frenatura d'emergenza al superamento della velocità limite ammessa;
- il **GSM-R** (**G**lobal **S**ystem **M**obile **R**ailway); esso si basa sulla tecnologia GSM standard ma applicata al caso ferroviario (Railway) tramite l'utilizzo di frequenze specifiche. Si tratta quindi di un sistema radio da utilizzare per lo scambio di informazioni tra le due realtà, quella di terra e quella di treno.

Capitolo 1

Tra le principali caratteristiche che il nuovo sistema ERTMS porterà alle ferrovie, si ricorda:

- l'interoperabilità delle diverse reti ferroviarie, indipendentemente dal Paese e dal gestore della rete per una comunicazione tra veicoli ferroviari realizzati da produttori diversi e le attrezzature installate sui binari dei vari paesi;
- l'incremento della sicurezza e dell'efficienza del traffico ferroviario;
- l'incremento della capacità e delle prestazioni ferroviarie, realizzato tramite un maggior livello di offerta sia per i treni passeggeri che merci e colmando le differenze di carattere tecnico;
- l'abbattimento delle barriere commerciali, garantendo libertà di movimento per persone, beni, servizi e capitali;
- riduzione dei costi per quanto riguarda la manutenzione, a seguito di un forte sistema comprovato ed armonizzato.

Una definizione corretta e conclusiva del nuovo sistema ERTMS definisce esso come un ampio programma riguardante le tre componenti principali di sviluppo nei settori di:

1. Controllo/comando e segnalamento (ERTMS/ETCS);
2. di telecomunicazioni (GSM-R);
3. della Gestione del Traffico (ERTMS/ETML European Traffic Management Layer)

Per quanto riguarda l'architettura del sistema ERTMS/ETCS, esso si sviluppa su tre livelli, (che si differenziano a seconda del grado di attrezzaggio e di funzione) due dei quali, ed in particolare il livello 1 e 2, sono già attivi ed in servizio in quasi tutti i paesi europei.

La definizione del tipo di livello, dipende quindi dal diverso equipaggiamento in linea ed dal modo di trasmissione delle informazioni tra treno e posti di controllo.

Al treno vengono trasmessi il consenso per la corsa e le rispettive informazioni sulla tratta da percorrere, dati indicati al macchinista direttamente con segnalazioni in cabina di guida.

Si analizzano ora i tre livelli componenti il sistema ERTMS/ETCS.

1.3.1 ERTMS di livello 1

Il sistema ERTMS di livello 1 è caratterizzato principalmente ed essenzialmente da:

- sovrapposizione al segnalamento laterale fisso;
- comunicazione terra-treno con boe e infill (boe, radio);
- rilevamento dell'esatta posizione e controllo dell'integrità del treno eseguiti a terra attraverso i circuiti di binario con conseguente stato di occupazione o meno della sezione di blocco.

In questo sistema l'autorizzazione al movimento e le diverse informazioni relative al percorso che si sta affrontando, vengono trasmesse al treno e quindi visualizzate in cabina, in maniera *discontinua* attraverso una serie di dispositivi in linea, chiamati "boe" o "eurobalise" realizzanti l'autolocalizzazione del convoglio e trasmettenti le condizioni della via.

Le boe trasmettono una sorta di messaggio che può essere *fisso* o *commutabile*.

Per quanto riguarda la boa fissa, cioè quella che trasmette i messaggi fissi, essa trasmette delle informazioni che rimangono inalterate nel tempo come ad esempio la massima velocità ammessa sulla linea.

Le boe commutabili invece, che sono quelle trasmettenti i messaggi variabili, cambiano le informazioni a seconda di cosa si intende trasmettere, come ad esempio il diverso aspetto e lo stato di un segnale. Questa boa è collegata ad un'apparecchiatura chiamata *LEU: Line Encoding Unit*, elaborante le informazioni provenienti dai diversi segnali incontrati durante la marcia; questi dati vengono trasmessi, con apposito linguaggio ERTMS, alla boa commutabile. Quest'ultima trasmette a sua volta le informazioni ricevute dalla LEU, al computer di bordo che successivamente elaborerà la curva di frenatura corrispondente.

Come visto, si tratta di un *sistema di trasmissione discontinua dei dati*, che è stato ulteriormente pensato e concepito per essere sovrapposto al sistema di segnalamento esistente, realizzato con segnalazioni laterali fisse.

Un punto a favore per questo sistema, viene però dal fatto che, nonostante l'aggiornamento delle informazioni sia discontinuo, la supervisione della marcia del treno effettuata dal sistema di bordo, è sempre continua.

Si analizzano nelle figure seguenti, le due condizioni limite nelle quali può trovarsi la circolazione:

Capitolo 1

1) SEMAFORO DISPOSTO A VIA IMPEDITA:

il segnale rosso invia alla LEU il proprio stato. La precedente unità, elaborata le informazioni ricevute, manda l'ordine di frenatura alla boa commutabile che a sua volta trasmetterà le informazioni al computer di bordo in cabina di guida che comanderà la frenatura.

Quindi fino a che il segnale è disposto a via impedita, occorre aspettare la liberazione della tratta e non è consentito il superamento delle boe.

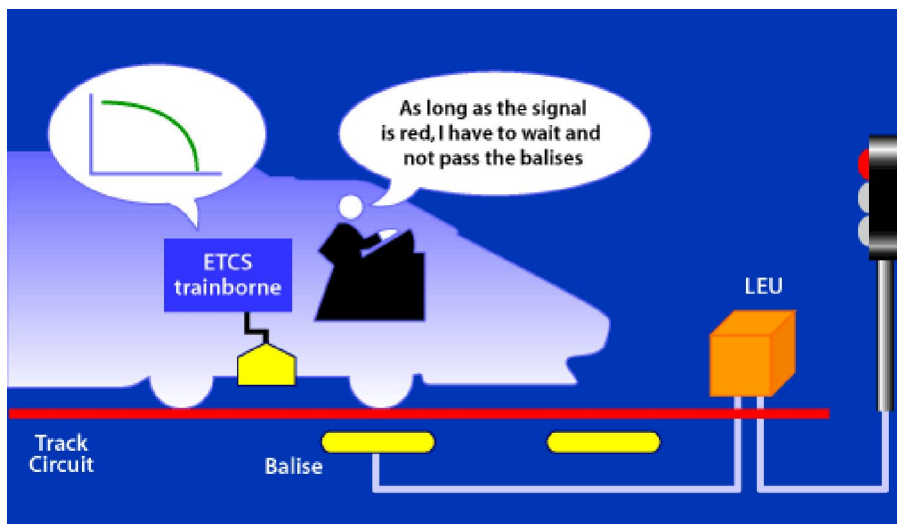


Fig. n. 1.2 Situazione con semaforo rosso

2) SEMAFORO DISPOSTO A VIA LIBERA:

il segnale verde invia alla LEU il proprio stato. La precedente unità, elaborata le informazioni ricevute, manda l'ordine di poter oltrepassare il segnale alla boa commutabile che a sua volta trasmetterà le informazioni al computer di bordo in cabina di guida che comanderà l'inizio dell'accelerazione del treno e la nuova autorità di movimento.

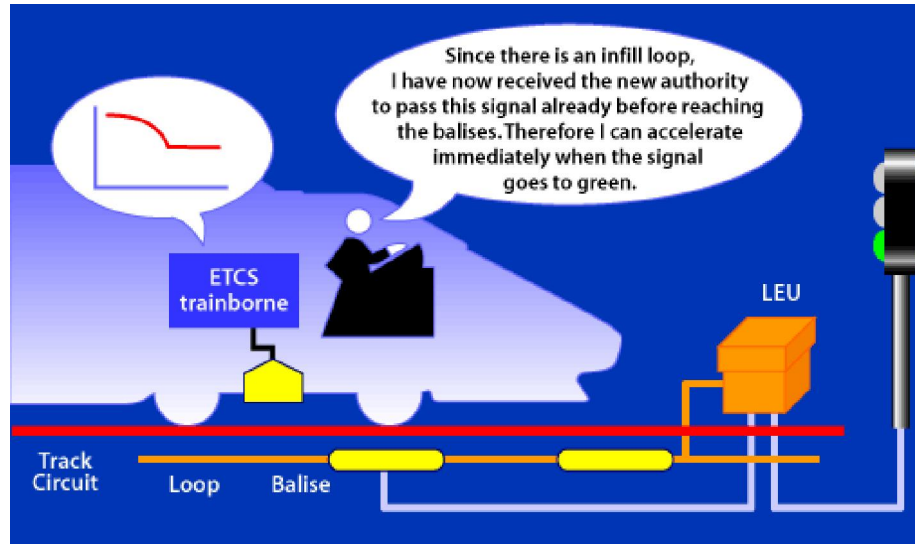


Fig. n.1.3 Situazione con semaforo verde

L'obiettivo che si pone l'ERTMS di livello 1 è come anticipato, quello di aumentare la sicurezza operativa in qualsiasi condizione ambientale che si venga a presentare in linea, inviando a bordo macchina informazioni sicure sullo stato dei segnali a terra utilizzando dispositivi in grado di dialogare con i sistemi di interfaccia presenti in macchina, specializzati in "boe" o "balise" operanti attraverso un *sistema discontinuo*.

1.3.2 ERTMS di livello 2

Il sistema ERTMS di livello 2 rappresenta la tecnologia attualmente in uso per le linee ad Alta Velocità in Italia e non solo.

E' un sistema di controllo dei treni, basato sulle comunicazioni di dati attraverso un sistema radio (*Blocco Radio* con acronimo "BRa") tra le antenne BTS (Base Transceiver Station), installate ad una distanza di 3 km l'una dall'altra lungo la linea ed il treno stesso. Queste stazioni radio garantiscono tra l'altro una copertura ridondata, in quanto uno stesso tratto è coperto da entrambe le BTS contigue.

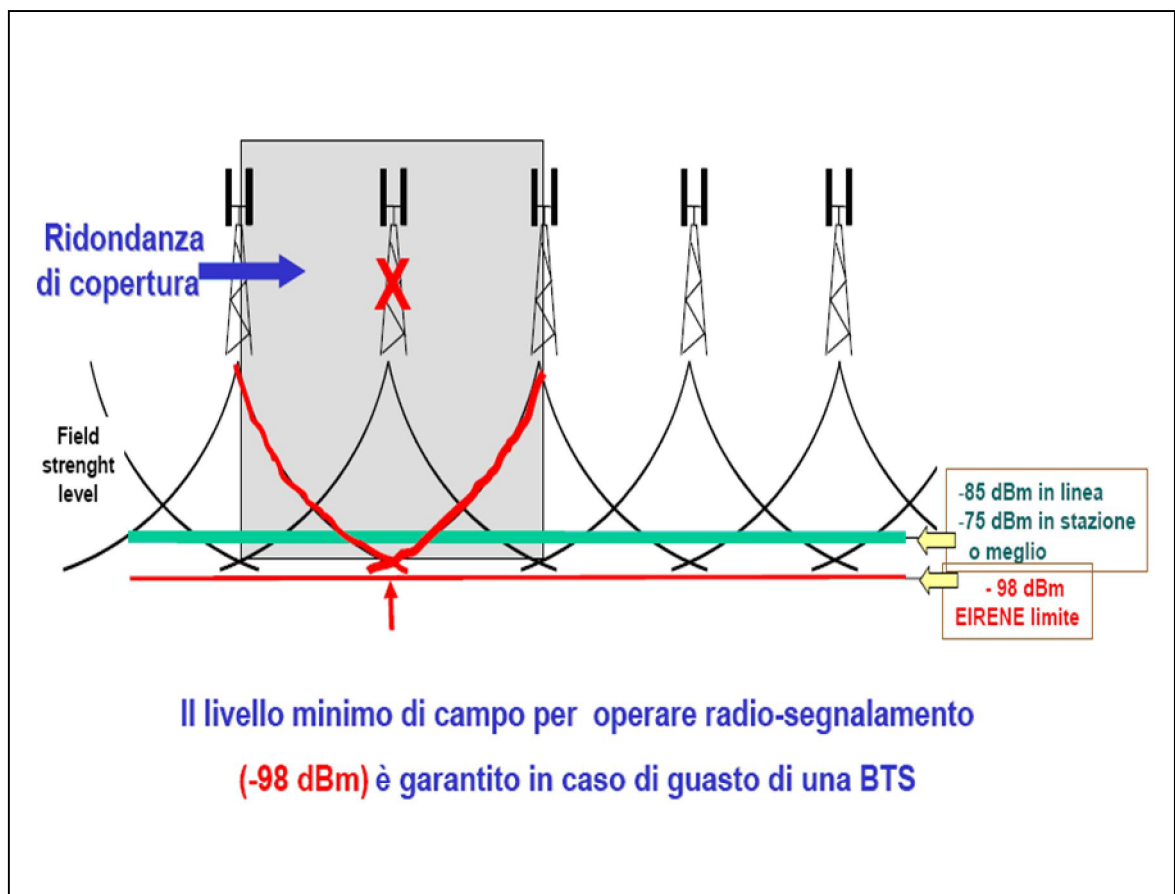


Fig. n. 1.4 Ridondanza di copertura delle BTS

Nella figura precedente è possibile notare il dettaglio della ridondanza di campo offerta dalle diverse BTS in linea, dislocate come visto ogni 3 km, per consentire il livello minimo richiesto che è assunto pari a -98dBm per velocità superiori a 280 km/h quindi adatte per le

Capitolo 1

linee ad Alta Velocità, previste dalle specifiche EIRENE anche in mancanza di funzionamento di una delle antenne.

Il presente livello di ERTMS, permette la gestione del distanziamento dei treni, non più attraverso le sole boe incontrate nel livello 1, ma tramite un sistema trasmittente di comunicazione (Eurobalise) tra terra e il Posto Centrale RBC (Radio Block Centre ovvero il radio blocco centralizzato), che invia *con continuità* le diverse informazioni ai treni riguardo all'autorizzazione di movimento (Movement Authority, MA). I treni, ricevute le informazioni, determinano il proprio profilo di velocità, considerando anche le proprie caratteristiche di peso e di massa frenata.

Questo sistema, è inoltre in grado di intervenire tempestivamente, attivando la frenatura di emergenza, ad ogni possibile rischio che vada a minacciare la sicurezza.

Il sistema radio scelto per le ferrovie europee è il GSM-R, tecnologia in uso per la telefonia ma in questo caso applicata al caso ferroviario (GSM-R con R che sta per Railway) e utilizzando particolari e specifiche frequenze.



Fig. n. 1.5 Fotografia delle antenne BTS (Base Transceiver Station)

Capitolo 1

Le caratteristiche che contraddistinguono questo livello, alcune già introdotte, sono elencate di seguito:

- il sistema di segnalamento fisso in linea, può essere soppresso;
- l'ERTMS di livello 2 si basa su comunicazioni radio;
- le istruzioni, come anche la Movement Authority, vengono acquisite da terra e trasmesse al treno come visto, via radio tramite il sistema GSM-R;
- la supervisione della marcia avviene in *maniera continua*;
- l'RBC conosce ogni singolo treno, individuato grazie alla propria apparecchiatura di bordo;
- rimane valida la logica delle sezioni di blocco solitamente di lunghezza fissa ma, che per la linea MI-BO risultano invece di dimensione variabile a causa dei molteplici punti di notevole importanza che si ritrovano sulla linea (vedi PCF: Posti Cambio Fase).

L'RBC quindi è in grado di fornire costantemente ai vari treni le dovute informazioni per la corretta marcia e viene altresì informato sullo stato della linea, in particolare sui cdb, itinerari e sistemi di blocco automatico.

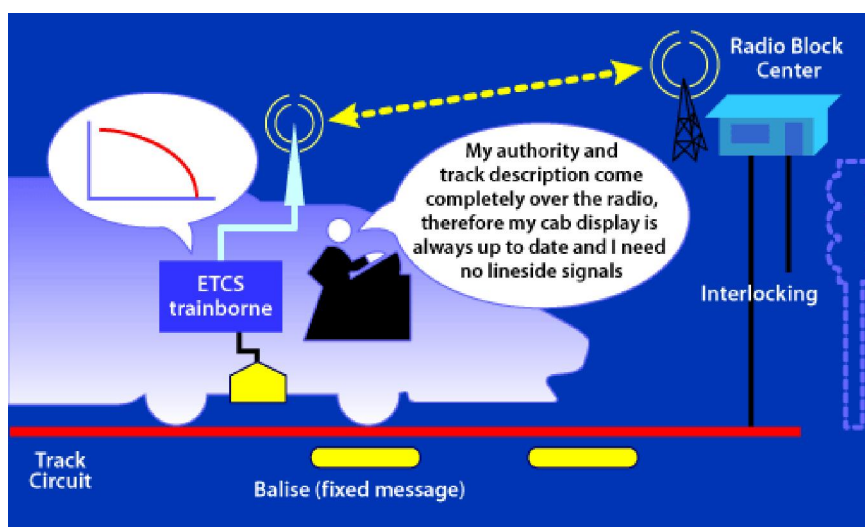


Fig. n. 1.6 Schema di massima rappresentativo del livello 2

Le autorizzazioni dinamiche, la descrizione dell'infrastruttura e la visualizzazione della traccia da percorrere, vengono visualizzate in macchina sull'interfaccia della Driver Machine

Capitolo 1

Interface (DMI) attraverso la trasmissione via radio che consente quindi la soppressione della segnalazione luminosa fissa.



Fig. n. 1.7 Fotografia in macchina della Driver Machine Interface

1.3.2.1. I punti Informativi

Per il livello 2, si ha la presenza delle *sole boe di tipo fisso* ovvero quelle che inviano messaggi fissi (fixed message) e che captate, forniscono la posizione esatta e affidabile per il treno.

Le boe rappresentano una sorta di “appuntamento” in linea per il treno, che oltrepassandole rileva la propria posizione. In particolare, un *gruppo di boe* è detto “*linked*” (in appuntamento) quando la propria identità, posizione attesa e orientamento sono note in anticipo.

I Punti Informativi (PI), necessari per la determinazione della posizione del treno, sono costituiti ciascuno da almeno due “boe” o Eurobalise, posizionate sui binari nei punti particolarmente significativi della linea. La maggior parte si ritrovano circa 200m prima della fine di ogni sezione, in entrambi i sensi di marcia questo per consentire, oltre all’individuazione della posizione, anche il senso di marcia. I PI rivestono un’importanza particolarmente importante in quanto si tratta di punti essenziali per il riferimento spaziale del sistema, calcolante lo spazio percorso dal treno, utilizzando dispositivi odometrici a bordo, e per i dati inviati all’RBC basandosi sui Last Relevant Balise Group (LRBG).

Capitolo 1

I Punti Informativi, presenti sulle linee AV/AC e nei tratti di interconnessione ad esse, possono essere di diverso tipo e conseguentemente contenere diverse informazioni:

- punti Informativi di Ricalibrazione per la misura dello spazio;
- punti di annuncio di Cambio Tensione (POC);
- punti di annuncio di Cambio di Fase (PCF);
- punti di connessione e annuncio;
- punti di cambio di sistema;
- punti di disconnessione del sistema;
- punti di Rilevamento Temperatura Boccole (RTB).

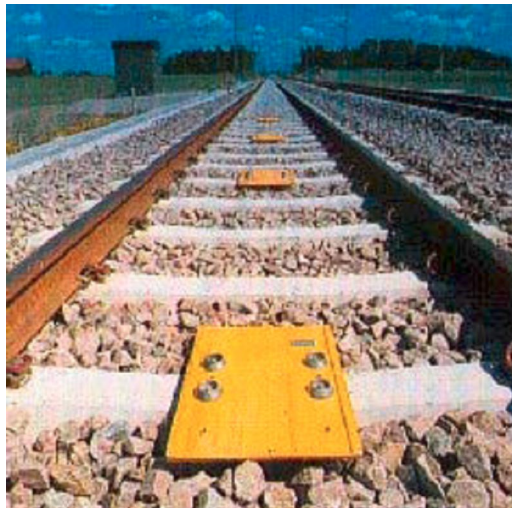


Fig. n. 1.8 Punti Informativi: Boe in linea

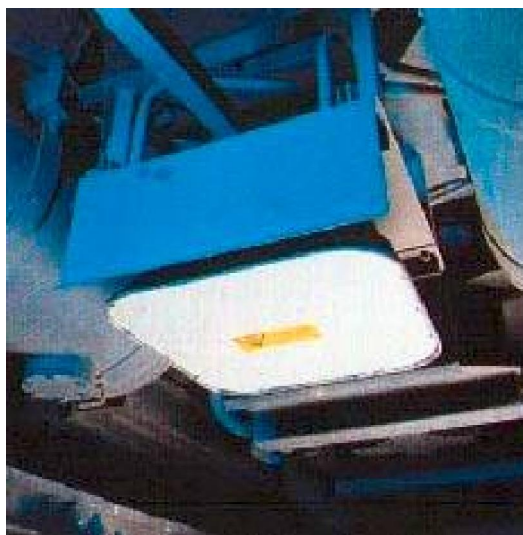


Fig.n. 1.9 Antenna ricevente, sottocassa del locomotore

Capitolo 1

Il linking delle diverse balise incontrate, permette al treno di riconoscere se un gruppo di boe è stato saltato o non trovato, ciò consente successivamente di prendere le decisioni appropriate. Infatti il treno potrebbe non disporre di tutte le informazioni necessarie per muoversi in sicurezza. Spesso infatti capita che il convoglio salti qualche “appuntamento” con la boa e che quindi avvenga il salto di un Punto Informativo (PI) che per i Tecnici e gli Operatori viene sentito come una criticità di sistema. In questo caso il treno non subisce rallentamenti se il punto immediatamente successivo viene rilevato nella finestra utile.

Al contrario, nel caso di salto di due punti informativi, al treno viene imposta la velocità di 0 km/h ed inizia la frenatura a causa della mancanza di posizione, contromisura a livello di sicurezza

Gli Operatori in servizio spesso hanno rilevato che inizia il rallentamento anche in caso di salto di Punti Informativi non consecutivi in una determinata lunghezza prefissata, cioè se ad es. in 1 km di linea si ha il salto di quattro PI, anche non consecutivi, il sistema RBC non è più in grado di stabilire l’esatta posizione del treno e, per motivi di sicurezza, attiva la frenatura e conseguentemente la fermata.

Un Punto Informativo (PI), si identifica con una coppia di boe distanti l’una dall’altra 3 metri. Da RBC, vi è un elenco di PI all’interno del tracciato da percorrere e la relativa progressiva chilometrica della logica degli appuntamenti da incontrare. Risulta di fondamentale importanza la definizione della *finestra di ricezione*, spazio entro il quale deve essere rilevato l’appuntamento. Ad esempio, l’errore di odometria, sposta il PI fuori finestra con la conseguenza che esso non viene più rilevato e quindi è saltato.

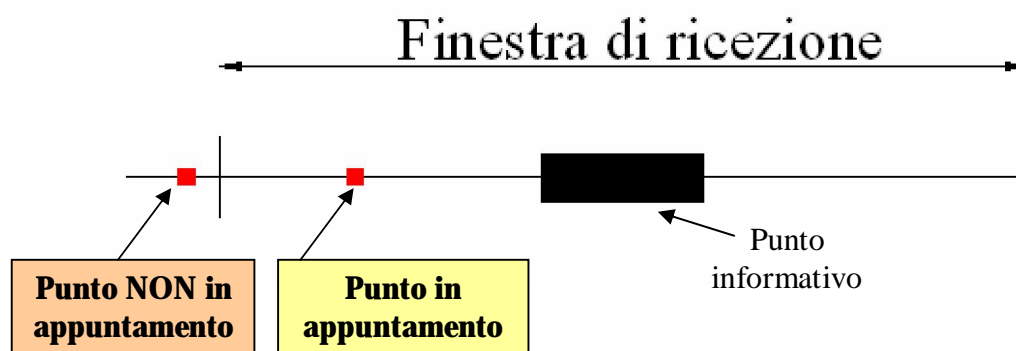


Fig. n. 1.10 Perdita di PI, finestra di appuntamento

Capitolo 1

Sul piano schematico, un Punto Informativo ovvero una coppia di boe, viene rappresentato con il simbolo seguente.



Fig. n. 1.11 Raffigurazione sul piano schematico di un PI

Si dice che un *punto NON è in appuntamento* se esso viene rilevato fuori finestra, quindi il punto in esame viene comunque rilevato ma l'operazione non viene effettuata nello spazio utile di ricezione. In conclusione la perdita di un PI, nel caso specifico della linea AV Milano-Bologna, è una captazione fuori finestra che, se rilevata per due PI consecutivi, porta all'attivazione della frenatura.

Concludendo, il sistema si basa su riferimenti spaziali fissi e relativi fra loro che sono precisamente costituiti da boe (transponder), poste a terra sulle traverse dei binari, per entrambi i sensi di marcia della linea e rappresentano punti noti all'RBC che consentono il calcolo dello spazio percorso dai treni a partire da essi. Hanno inoltre una funzione di correzione di eventuali errori di spazio percorso calcolato dai dispositivi installati a bordo.

1.3.2.2. Connessione Radio

Tra le possibili anomalie che possono riscontrarsi, oltre alla perdita di due Punti Informativi consecutivi già introdotta, vi è la *Perdita di Connessione Radio* o comunque la *Disconnessione Radio* che avviene quando un treno non riceve più messaggi di vitalità per un tempo chiamato **TNV_Contact** assunto, in Italia, pari a 7 secondi. E' un tempo configurabile e rappresenta uno dei *valori nazionali* oltre al quale viene attivata la frenatura.

Dopo la perdita di connessione radio, vengono effettuati dei tentativi di riconnessione da parte del bordo (attualmente sono 3 pur essendo un valore configurabile) e se la connessione viene ripresa entro questi tentativi non viene più comandata la frenatura di servizio e la marcia riprende con regolarità.

L'apparato di Bordo sviluppa le proprie funzioni, relative alla protezione della marcia del treno, ricavandole dagli apparati facenti parte del SST; le informazioni scambiate tra i due sottosistemi sono contenute all'interno dei relativi file di Log.

Le anomalie riscontrate sono relative al sistema stesso che "parla". Ad esempio la mancanza di collegamento radio indica la mancanza del collegamento con i sistemi di terra o comunque

Capitolo 1

che il collegamento avviene ma con delle imperfezioni. Per la perdita di 2 PI, è il SSB che dialoga con un altro canale ovvero le boe.

Le precedenti anomalie sono due debolezze nella catena ovvero due punti segnalati come punti deboli del sistema. Essi non sono propriamente guasti ma si tratta di aspetti riguardanti le RAMS del sistema, quindi requisiti presi come punti di riferimento da rispettare come Reliability (Attendibilità), Availability (Disponibilità), Maintainability (Manutenibilità), Safety (Sicurezza), per offrire il connubio di Affidabilità e Sicurezza. Il sistema adotta le funzioni di sicurezza perché è a conoscenza che potrebbero manifestarsi delle ricadute radio.

Per quanto riguarda il Canale Radio, il sistema deve assicurarsi che la connessione “stia in piedi”, infatti nel convoglio è presente un controllore (timer) che viene alimentato con Times Temp, controllante i tempi delle successive segnalazioni, confrontando due successivi messaggi inviati. Questo tempo, si è visto essere di 7 secondi ed è stato scelto dalla società gestore del sistema ovvero da RFI. Questo valore, chiamato **TNV_Contact** ha la particolarità di avere la prima lettera, in questo caso la “T” che sta ad indicare la caratteristica sotto esame e quindi il *Tempo*. Poteva però essere considerata un'altra caratteristica come “Q” per Qualità. La sigla NV sta per *National Value*, quindi Valori Nazionali scelti dal paese in esame in base alla propria valutazione di sicurezza. Per l'Italia il valore di 7 secondi è stato scelto dopo risultati dettati dall'esperienza e da condizioni di sicurezza ottimali.

Il *pacchetto di valori nazionali* rappresenta un set di pacchetti di informazioni che ogni paese sceglie secondo le proprie esperienze.

Un miglioramento atto ad evitare il verificarsi di questi eventi, sarebbe dedicare una maggior cura degli apparati di terra e di bordo, l'ottimizzazione del canale radio GSM-R e il monitoraggio delle anomalie in linea. Si è rilevato ad esempio, come un punto critico delle BTS siano gli Handover, zone di passaggio tra 2 RBC.

Ci sono due tipi di connessione: una fisica (*communication safe*) rappresentata come due telefoni che dialogano (il bordo la rilascia sempre) e una *communication session* (che rimane sempre in piedi con un limite massimo di tempo, anche se cade la comunicazione “safe”) che è rappresentativa della parte logica e resta in piedi soltanto se esiste la connessione precedente. Essa è quella realizzante la comunicazione tra i due apparati RBC e ERTMS.

Una volta che viene rilasciata la frenatura di servizio e dopo aver ricevuto un nuovo messaggio, questa deve essere tolta.

Capitolo 1

Per quanto riguarda invece i Punti Informativi e terminare la loro trattazione, vi è un Ricevitore ed un Trasmettitore. La Balise è anche e spesso chiamata boa a terra mentre a bordo, vi è un'antenna captante la posizione. Il sottosistema di terra (SST) funge da sistema di coordinamento della posizione, indispensabile per il posizionamento delle due boe.

Esiste poi una catena di appuntamenti "linking" di cui il sistema è a conoscenza e sa di dover incontrare. Se il bordo non rileva il primo "appuntamento" non reagisce immediatamente ma aspetta di incontrare il secondo Punto. Se esso viene rilevato, il convoglio procederà a marcia regolare se invece, anche il secondo "appuntamento" viene saltato, il sistema comanderà la frenatura di servizio (Service Brake).

Si tratta di un ulteriore requisito RAMS introdotto dalle imprese ferroviarie che mirano a curare l'odometro di bordo, formato essenzialmente da 2 o 3 sensori determinanti velocità, spazio ed effetti di pattinamento e slittamento delle ruote dei treni .

Una funzione aggiuntiva da esaminare è quella del *cdb ombra* che invia *allarmi di emergenza condizionata*, per i quali viene comunque predisposta la frenatura che però non viene attivata. E' quindi il treno stesso che deve mandare un messaggio indicante che è lui stesso che sta occupando il cdb e manda questo messaggio rispondendo alla richiesta precedentemente mandata da parte dell'RBC. Questo allarme si trasforma spesso in *emergenza incondizionata* anche a causa di errori odometrici.

Il messaggio di emergenza condizionata è sempre mandato a ogni occupazione di cdb ogni 1800, 2000m, poi sarà il convoglio (il SSB in particolare) a valutare se è lui che lo sta occupando o se occorre trasformarlo in emergenza incondizionata.

La descrizione dell'architettura fisica del sistema prevede l'esistenza di un Posto Centrale della linea AV/AC più propriamente detto PCS: Posto Centrale Satellite in quanto ogni Posto Centrale di una tratta AV/AC sarà a regime, satellite di un unico Posto Centrale Operativo (PCO) e di supervisione (PSV) a livello nazionale.

Ciascuna tratta ad Alta Velocità si trova ad avere un unico Posto Centrale e più Posti Periferici ognuno con giurisdizione di 12 km.

Terminando la trattazione del 2° livello, occorre ricordare che l'obiettivo primario del sistema ERTMS di livello 2 è quello del controllo del *distanziamento dei treni* in piena linea. Il sistema di distanziamento, è costituito da uno o più RBC (in particolare, per la linea Milano-

Capitolo 1

Bologna sono tre, RBC30, RBC31, RBC32), gestiti all'interno del Posto Centrale e realizzanti, secondo criteri di sicurezza, le specifiche tecniche del sistema ERTMS/ETCS di livello 2 definito in ambito europeo che come visto, ha come obiettivo primario l'interoperabilità dei treni sulle linee ferroviarie europee. E' lo stesso RBC che, in funzione dello stato della linea (acquisito dagli apparati ed enti di stazione) e delle informazioni trasmesse ai treni, determina le autorizzazioni al movimento (MA) e le trasmette ai convogli attraverso il sistema terra-treno GSM-R, assicurando in questo modo il continuo controllo della marcia dei treni.

Nelle applicazioni dell'ERTMS di 2° livello, si segnala l'esistenza di due tipi di Sottosistemi di Distanziamento treni, sviluppati separatamente da due delle imprese facenti parte del Consorzio Saturno (Alstom e Ansaldo), che si differenziano per la struttura dei componenti ma aventi entrambi le medesime funzionalità e requisiti richiesti.

Per quanto riguarda il *sistema di gestione della via*, esso include la totalità delle funzioni di sicurezza di segnalamento ed è attualmente costituito da un unico Apparato Centrale Statico, che ha sede nel Posto Centrale della Tratta (PC), governante tutti i Posti Periferici (PP) dislocati lungo la linea. Il PC è collegato alle varie località di servizio attraverso una rete geografica utilizzante fibre ottiche ad alta velocità, che consentono la gestione delle interfacce operatore dei Posti Periferici (PP) e la distribuzione delle informazioni.

Occorre ricordare che per la fornitura dei diversi sistemi tecnologici, necessari ad assicurare la gestione della via ed il distanziamento in linea, è stato creato uno speciale ente concentrato in un Consorzio Tecnico chiamato *Consorzio Saturno*, rappresentante un pool di aziende riunite per la progettazione e realizzazione dei precedenti sistemi nelle tratte AV, di cui fanno parte Ansaldo, Alstom, Sirti e BBRail. In aggiunta agli specifici compiti, le aziende componenti il Consorzio Saturno, si occupano anche della fornitura dei sottosistemi di terra realizzanti il sistema ERTMS di livello 2, dei circuiti di binario ad audiofrequenza delle linee AV e dei sistemi di bordo, ultima parte componente il nuovo sistema ERTMS.

Nella figura 1.13, è rappresentato uno schema di massima rappresentativo del funzionamento del sistema ERTMS di secondo livello, sfruttante la tecnologia del Blocco Radio.

1.3.3 L'ERTMS di livello 3

Il sistema ERTMS di livello 3 è costituito e configurato da caratteristiche che si discostano notevolmente dall'ERTMS di livello 1:

- comunicazioni effettuate quasi esclusivamente via radio;
- autorità al movimento utilizzando il sistema GSM-R;
- verifica dell'integrità del treno effettuata direttamente tramite apparecchiature di bordo (Train Integrity Interface);
- assenza di segnalamento laterale fisso, con rilevamento della posizione del convoglio tramite strumenti a bordo treno comunicanti con le sole boe fisse;
- scomparsa del concetto di sezione di blocco grazie alla nascita del ***blocco mobile***

Questo livello di ERTMS è ancora in fase di studio per cui attualmente, non sono previste applicazioni ferroviarie poiché restano ancora da definire alcuni aspetti relativi all'importante tema della sicurezza. Presenta tuttavia particolare interesse in quanto prevede l'eliminazione di numerose apparecchiature di terra, affidando la localizzazione e il controllo dell'integrità del treno, a speciali apparati trasmettenti a bordo, dialoganti *in continuità con il Posto Centrale (PC)* dedicato all'elaborazione ed il controllo dei dati relativi alla marcia dei treni. Come precedentemente introdotto, tra le caratteristiche del 3° livello, ritroviamo la scomparsa del concetto di sezione di blocco fissa e la nascita della *sezione di blocco dinamica* o *blocco dinamico*, creata in funzione delle diverse esigenze di circolazione.

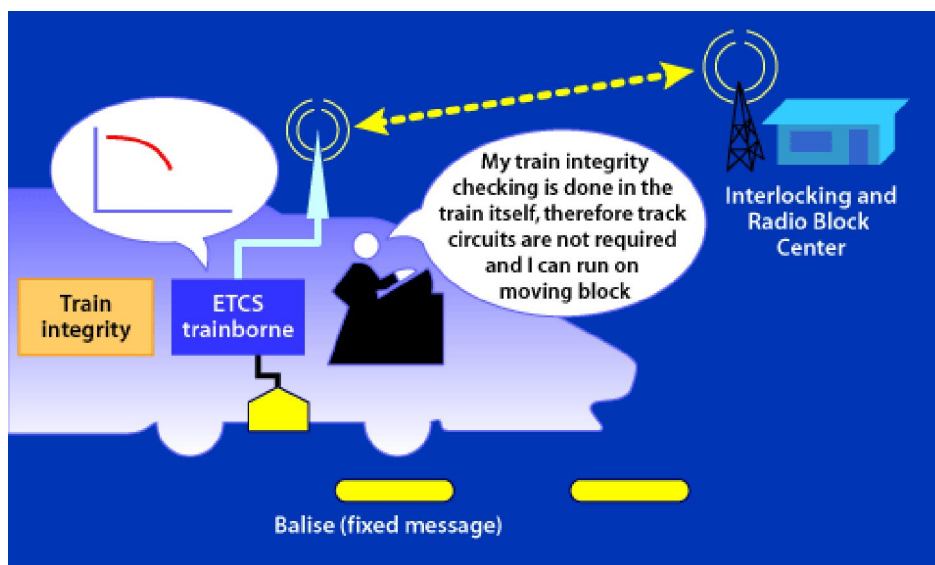


Fig. n. 1.12 Situazione relativa ERTMS L3

L'integrità del treno è eseguita dal convoglio stesso, per cui non sono più necessari i circuiti di binario e l'avanzamento è eseguito attraverso il blocco mobile. L'apparecchiatura di bordo, comunica direttamente con il sistema interlocking (un moderno sistema ACC) e con l'antenna RBC (Radio Block Centre) utilizzando un sistema *continuo* attraverso il *blocco radio*, peraltro già in uso nell'ERTMS di livello 2, tecnologia oggi utilizzata.

L'utilizzo del blocco mobile fa sì che, in un futuro ormai prossimo, due treni potrebbero viaggiare alla distanza minima di sicurezza necessaria per la frenatura, conseguenza che porterebbe un notevole aumento del traffico in linea e quindi un vantaggio sulla capacità del sistema ferroviario. Un ulteriore vantaggio, ma questa volta in termini economici, si avrebbe vista la scomparsa della segnaletica fissa in linea e sulla possibile interoperabilità dei diversi sistemi, traguardo al quale mirano oggi le ferrovie.

L'obiettivo che si è posto l'ERTMS di livello 3, è quello del controllo del distanziamento dei treni in piena linea utilizzando la tecnologia del blocco mobile e per quanto riguarda l'armamento, la parte innovativa del sistema riguarda l'inserimento dei deviatori a cuore mobile.

Il Livello 3, realizza un ATC di tipo continuo, con possibilità di utilizzo del Blocco Mobile, in quanto sfruttante un rilevamento sicuro della coda del treno (viene realizzata così l'interoperabilità tecnica ed operativa)

Capitolo 1

L'ERTMS/ETCS prevede anche particolari moduli di traduzione del segnalamento tradizionale sul SSB, chiamati *STM (Specific Transmission Module) o Livello 0 ERTMS/ETCS* che consentono l'utilizzo dell'interfaccia e dei dispositivi di comando e controllo ETCS su un'infrastruttura non interoperabile. Il livello STM consente, attraverso un'apparecchiatura supplementare a bordo, ai diversi sistemi nazionali di sicurezza, una facile lettura ed interpretazione delle informazioni da parte dell'apparecchiatura ETCS del convoglio. Questo livello viene utilizzato, nella sola parte di transizione e di passaggio dai vecchi sistemi di segnalamento e sicurezza alla nuova adozione dei sistemi ETCS, e mediante l'utilizzo di queste tecnologie a bordo e senza necessità di investimenti nell'attrezzatura di binario, è possibile l'integrazione tra i due sistemi.

Un discorso a parte riguarda i diversi modi operativi nei quali può funzionare il sistema ERTMS/ETCS, che verranno successivamente ripresi nella trattazione del nuovo Apparato Centrale Computerizzato Multistazione, per quanto riguarda la loro visualizzazione sul Quadro Luminoso. A seconda o meno che ci sia la presenza di un degrado, è consentita la visualizzazione della supervisione completa o parziale della marcia del treno. Ad esempio la modalità di **Full Supervision (Supervisione Completa)** presuppone il regolare funzionamento del sistema ERTMS/ETCS attualmente di livello 2. Al contrario, in presenza di particolari situazioni di degrado della linea (es. problemi ad un deviatore), il sistema realizza *Supervisioni Parziali*, specializzanti in:

- concessione di movimento del treno con controllo direttamente affidato al sistema effettuate la marcia a vista a 30 km/h, operando in modalità **On Sight**;
- concessione del movimento rispettando il limite di velocità precedente di 30 km/h o di 60 km/h che viene inserito dal Personale di Macchina (PdM) dopo ricevimento di apposita prescrizione di movimento, viene assegnata la modalità operativa di **Staff Responsible**.

Indipendentemente dalle precedenti modalità operative, il sistema segnala direttamente in macchina, la modalità di lavoro in cui si trova e la velocità istantanea del treno.

Si segnala anche la presenza di un *Livello 0* per l'ERTMS/ETCS avente caratteristiche ben diverse dai precedenti tre livelli:

Capitolo 1

- un treno equipaggiato con ETCS circola in questo caso su una *rete non attrezzata*;
- si utilizza il segnalamento convenzionale, luminoso e fisso a terra;
- il bordo ERTMS/ETCS monitora la massima velocità nominale del treno e la massima velocità consentita in questo Livello 0;
- l'interfaccia utente verso il macchinista non fornisce indicazioni al di fuori della velocità attuale del treno.

In conclusione, quando un rotabile avente carattere ETCS percorre una tratta non-ETCS si definisce a Livello 0.

Ogni rotabile che risulti essere attrezzato di apparecchiature ERTMS/ETCS può operare su qualsiasi linea del tipo ETCS senza trovarsi davanti a particolari restrizioni tecniche. Come infatti già introdotto, gli obiettivi principali del sistema sono l'ottimizzazione e la massimizzazione delle prestazioni delle linee ferroviarie e non solo per quelle ad Alta Velocità, per la realizzazione dell'interoperabilità dei vettori sulle diverse reti europee.

1.3.4 L'esercizio mediante l'utilizzo del Blocco Radio (BRa)

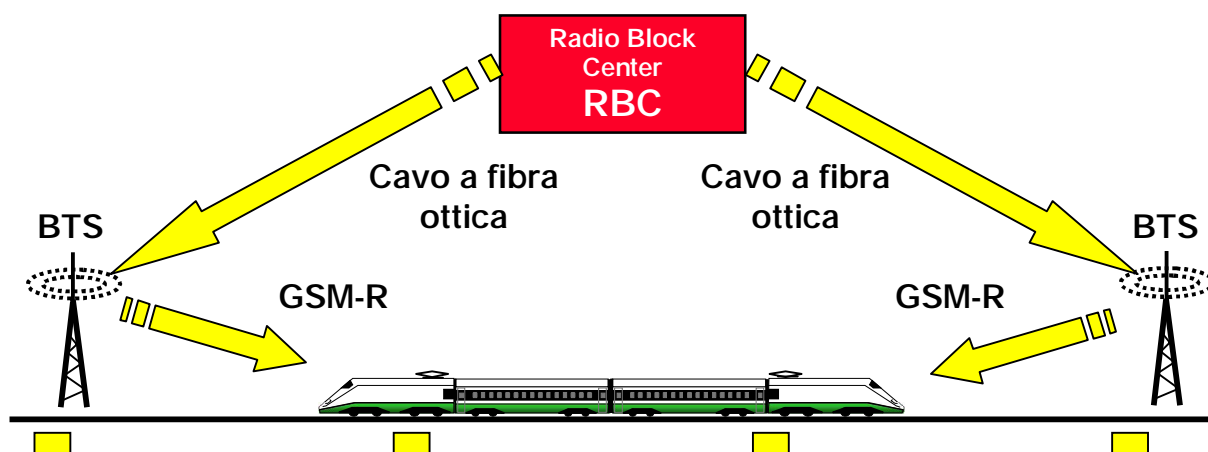


Fig. n. 1.13 Schema rappresentativo ERTMS livello 2

Come già anticipato, il sistema ERTMS di livello 2, svolge una serie di funzioni integrate tra le quali rientrano il segnalamento visualizzato direttamente in cabina di guida, la gestione attraverso il *Blocco Radio* ed il conseguente controllo della marcia del treno.

Questo innovativo sistema è costituito da due parti essenziali:

- 1) *Sottosistema di terra* (SST) comprendente:
 - Posto Centrale (PC) del Blocco radio (RBC);
 - sezioni di blocco radio;
 - Punti Informativi (PI)
- 2) *Sottosistema di bordo* (SSB) comprendente:
 - il Computer Vitale di Bordo (EVB);
 - i diversi moduli funzionali come Eurobalise, odometro di bordo, Driver Machine Interface (DMI);
 - le interfacce dei moduli precedenti.

La parte del sottosistema di terra (SST) ed in particolare del sottosistema di distanziamento (SDT), rientra nel più ampio sistema di segnalamento ETCS di 2° livello e costituisce il nucleo che acquisisce, elabora e trasmette tutte le informazioni necessarie alla marcia dei treni nell'area controllata della linea.

Per quanto riguarda invece il SSB, un esempio grafico e rappresentativo, è esposto nella figura 1.14 sottostante.

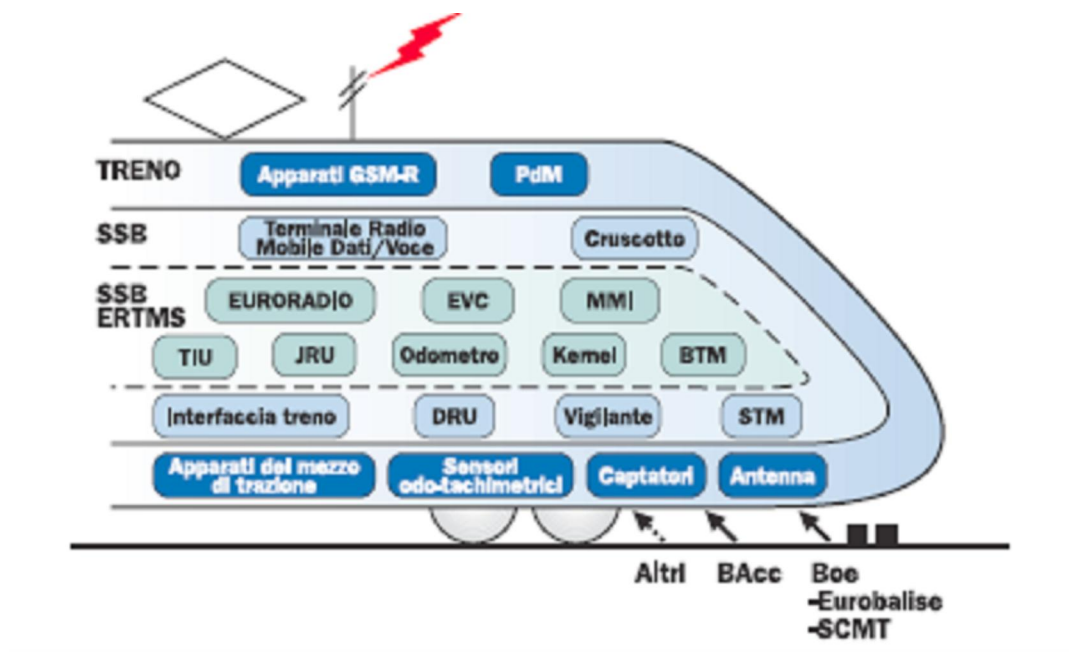


Fig. n. 1.14 Rappresentazione schematica del Sottosistema di Bordo

Nella figura precedente, si riconoscono tre diversi stadi funzionali del sistema, rappresentanti, partendo da quello più esterno, l'interfaccia del treno che racchiude il sensori per la trasmissione con le antenne di ricevitore, un guscio intermedio con all'interno varie apparecchiature per la raccolta dei dati diagnostici e per finire la parte più interna rappresentante il "cuore" del Sottosistema di Bordo vero e proprio dell'ERTMS nel quale rientrano il Computer Vitale di Bordo (EVC) costituente il nucleo centrale di elaborazione delle funzioni del SSB e gli altri sistemi caratteristici del bordo come quello di captazione dei segnali Eurobalise, l'interfaccia Man Machine Interface (MMI)...

Una ulteriore figura rappresentativa del sistema ed indicate le modalità di interfacciamento tra i diversi dispositivi, è sintetizzata nella figura 1.15 che segue.

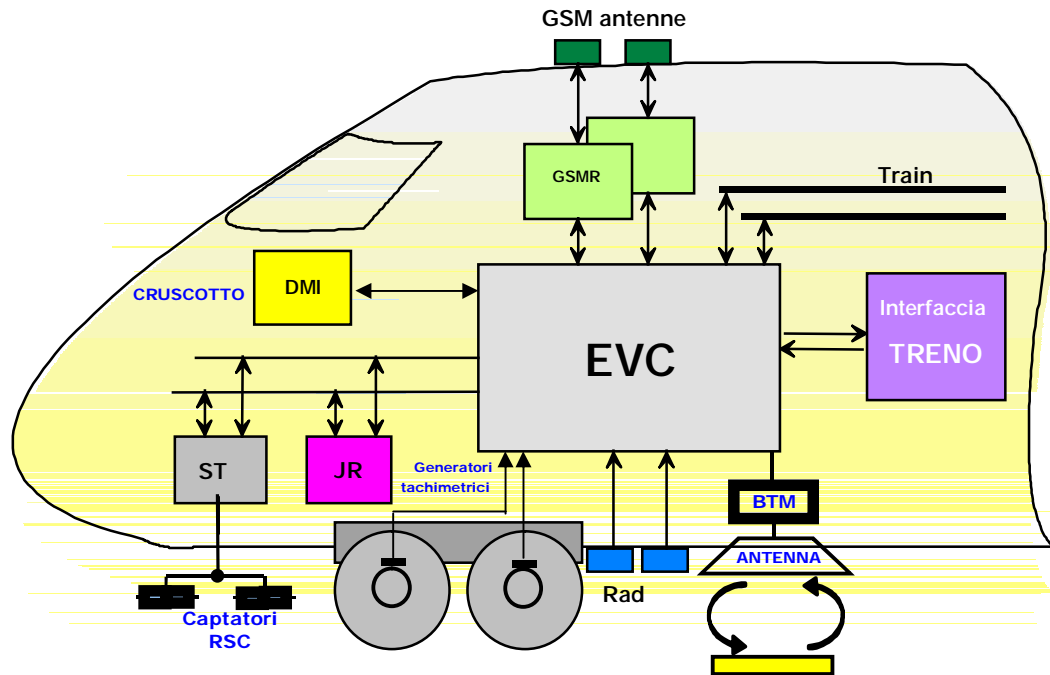


Fig. n. 1.15 SSB: dialogo tra i diversi dispositivi componenti

Tra le funzioni del sottosistema di bordo (SSB), rientra anche il controllo della velocità dei diversi convogli in linea.

Nella figura 1.16 sottostante è rappresentato un esempio di controllo dell'andamento in linea del convoglio nel quale è inserito un tipo di *profilo statico di velocità* (linea spezzata azzurra) che termina alla fine della EoA (End of Authority) e la velocità effettiva mantenuta dal convoglio durante il percorso (linea viola). Sulla linea rappresentante la marcia del treno, vi sono punti che sono stati presi come esempio per la visualizzazione del tachimetro in macchina e per le diverse condizioni che si presentano che vengono rappresentati con diversi colori, a seconda della condizione a cui si riferisce.

URGENZA	COLORE	SITUAZIONE DI ESERCIZIO ED AZIONE DEL P.d.C.
bassa priorità	bianco (o grigio)	non è richiesta un'azione immediata
media priorità	giallo	è richiesta un'azione appropriata e tempestiva (es. attivazione frenatura, abbassamento pantografi), in mancanza della quale si ha il cambiamento della colorazione (arancione)
alta priorità	arancione	è richiesta un'azione correttiva immediata (es. incremento dell'azione frenante) in mancanza della quale si ha il passaggio alla successiva colorazione (rosso)
altissima priorità	rosso	non è stato effettuato l'intervento richiesto o lo stesso non è stato effettuato in modo appropriato (intempestivo o insufficiente)

Tab. n. 1.1 La filosofia dei colori in macchina

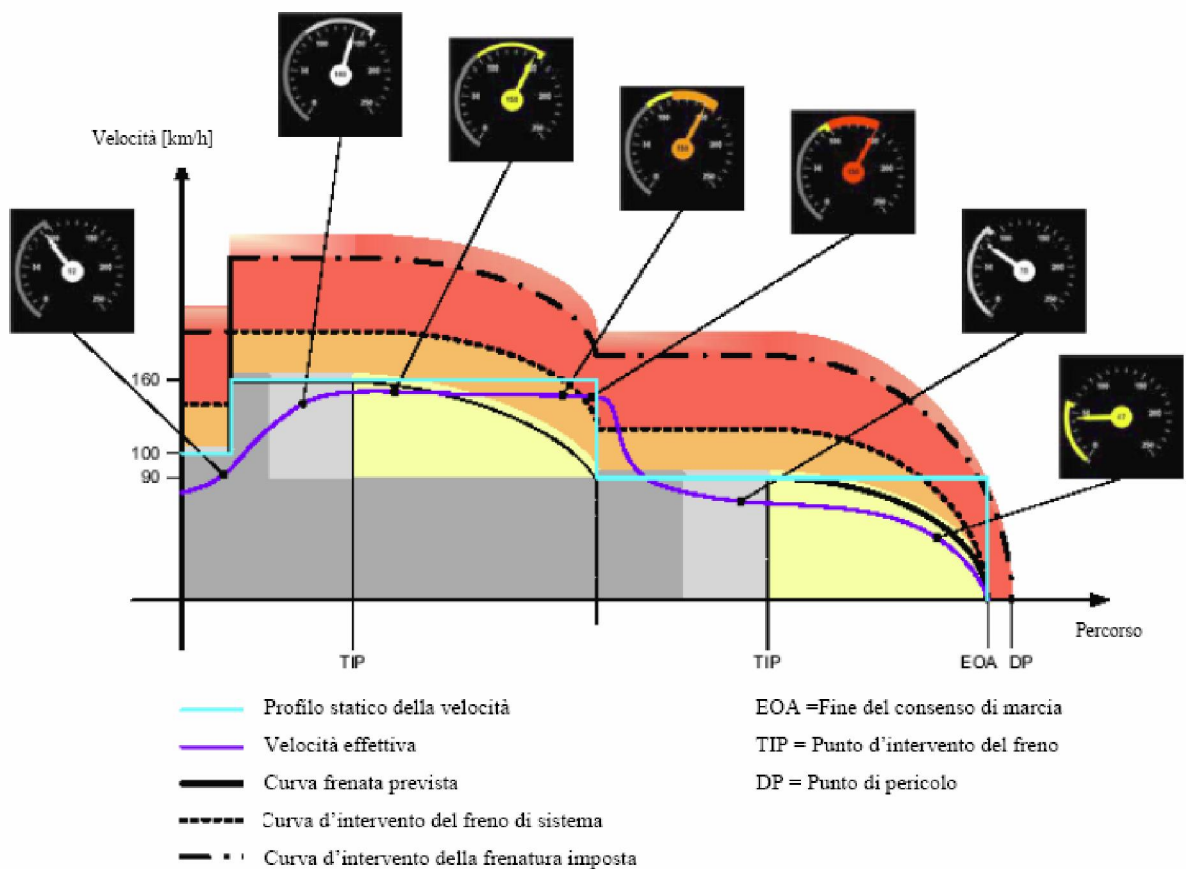


Fig. n. 1.16 Esempio di andamento di velocità

Capitolo 1

Analizzando la figura 1.16 precedente, ad esempio come si vede dal quarto punto (a partire da sinistra) il controllo della velocità è segnato in arancione che sta ad indicare di dover necessariamente effettuare un'azione correttiva immediata ad es. in questo caso di frenatura, affinché la curva della velocità effettiva (linea viola) rimanga al di sotto del profilo di velocità programmato (spezzata azzurra). Nel quinto punto, non essendo stato effettuato l'intervento richiesto o comunque non tempestivamente, la velocità effettiva rimane sopra a quella teorica e la colorazione si attesta al colore rosso, di altissima priorità con intervento del SSB facente precipitare la velocità riportandola entro il range di valori programmati e attestando la colorazione del tachimetro in macchina al colore bianco corrispondente a bassa priorità e a condizioni di normale circolazione.

1.3.4.1. La Movement Authority (MA)

In questo sistema, si è visto che la marcia del treno in AV ed il corretto distanziamento, avviene attraverso una concessione dell'Autorità al Movimento (MA) secondo una ben precisa logica:

1. aggiornamento all'RBC della posizione del treno tramite invio di messaggi di posizione (Position Report);
2. concessione di una nuova MA dopo il confronto della posizione del treno e della disponibilità della sezione della tratta, fino al successivo segnale virtuale (visto sul quadro sinottico del PC);
3. l'estensione della MA ha un minimo (che è la sezione di blocco) ed un massimo (che dipende dalla configurazione dell'RBC). Da notare è che nel passaggio tra due RBC l'estensione della MA si estende ulteriormente e arrivando fino ad una lunghezza di 15-16 km.

Ovviamente, anche se è giusto ricordarlo, la Movement Authority di un tratto di linea assegnata ad un treno è *unívoca*, pertanto non può essere assegnata contemporaneamente ad un altro treno, il che rafforza l'obiettivo della sicurezza poiché l'RBC è in grado di assegnare una MA ad un treno solo quando ha la certezza che tra treno e l'End of Authority (EoA) non vi sia un altro convoglio.

Capitolo 1

A seconda della modalità operativa con la quale il convoglio si trova a lavorare (es. Full Supervision, Staff responsabile ecc...) il sistema segnala comunque sempre in cabina di guida, la modalità stessa con la quale sta operando e la velocità istantanea del treno.

Il sistema di bordo e quello di terra, si scambiano quindi una serie di informazioni per la marcia sicura dei convogli:

- da Bordo a Terra → Position Report (PR), messaggio radio contenente la posizione, il modo operativo, la direzione del treno e la richiesta di MA;
- da Terra a Bordo → Movement Authority (MA) in base allo stato degli apparati e dei circuiti di binario, degli itinerari e dei dati della linea (es. pendenze e velocità massime). Dopo aver ricevuto, tramite il PR, le informazioni dal treno, verrà generata la MA che sarà inviata al treno insieme ai profili statici di velocità della linea (Static Speed Profiles SSP visti in fig. 1.16) e la conseguente curva di frenatura del profilo dinamico di velocità (Dynamic Speed Profile);
- messaggi di conferma (acknowledgement, ACK) terra-bordo e viceversa, indicanti l'avvenuta acquisizione delle informazioni necessarie alla marcia sicura.

Occorre ricordare alcune delle informazioni che caratterizzano una Movement Authority (MA) e che si ritroveranno anche nel seguito della trattazione:

1. **End Of Authority** (EoA): rappresenta il punto fino al quale il convoglio è autorizzato a proseguire. Sul Quadro Luminoso del nuovo Apparato Centrale Computerizzato Multistazione, è rappresentato con il termine della riga verde fosforescente di visualizzazione della MA;
2. **Limit of Authority** (LoA): è l'EoA quando il valore di velocità al termine della MA è diversa da zero, quindi il limite oltre al quale verrà rilasciata una nuova MA;
3. **Velocità di rilascio**: ha la funzione di agevolare l'avvicinamento di un treno ad una EoA ed in particolare è quella velocità indispensabile al treno in approccio ad una Eoa, per portarsi a 0 km/h;
4. **Overlap** (OVL): zona di protezione a valle della EoA, temporizzata;
5. **Danger Point** (DP): particolare punto a valle della EoA, posizionato non oltre la fine dell'Overlap (se presente), che può essere raggiunto dalla testa del treno senza incorrere a rischi;

6. **Punto Protetto:** è il punto da non superare e controllato dal sistema.

In definitiva, il Radio Block Centre, rappresenta un componente basilare dell'ERTMS/ETCS di 2° livello e le apparecchiature che lo compongono, sono in genere ubicate nel Posto Centrale di comando e controllo della linea in esame e della relativa gestione della circolazione. L'RBC gestisce lo scambio dei dati indispensabili per la marcia dei treni e per il di stanziamento, limitatamente alla propria area di giurisdizione (generalmente 70 km), concedendo successivamente, a seconda della disponibilità delle sezioni di blocco, le Autorizzazioni al Movimento per un percorso che viene così controllato.

Il Posto Centrale del Blocco Radio è costituito da una serie di apparati di elaborazione di blocco radio, chiamati RBC, relativi alle tratte in cui è stata suddivisa la linea e da un'Interfaccia Operatore. Ciascuna area, identificata lungo la linea e riportata nell'orario grafico, è delimitata dall'inizio e dal termine di sezioni di blocco radio. La libertà della via, come visto, viene effettuata tramite circuiti di binario del tipo ad audiofrequenza.

Attraverso una trasmissione via radio sfruttante il sistema GSM-R, i vari treni circolanti, ricevono tutti i parametri da rispettare come velocità in linea, vincoli restrittivi di percorso, rallentamenti ecc... e comunque quant'altro si renda necessario all'obiettivo preposto ovvero il distanziamento tra i treni.

Nel Blocco Radio risultano indispensabili, per la localizzazione del treno e non solo, i Punti Informativi (PI), rappresentati dalle boe posizionate a terra al centro dei binari di corsa (fig. 1.8).

Come è illustrato nella precedente figura 1.13, il sistema di trasmissione radio effettua un collegamento di tipo bidirezionale tra RBC e treno da controllare, attraverso antenne poste sia a terra (le BTS, Base Transceiver Station di figura 1.5, ovvero antenne fisse) e antenne installate a bordo dei convogli (stazioni mobili di figura 1.9). L'insieme delle informazioni trasmesse tra treno e RBC, relative al posizionamento del convoglio in linea e alle condizioni dell'infrastruttura, consente la trasmissione, direttamente in cabina di guida (specificatamente al computer di bordo EVC: European Vital Computer) dell'Autorizzazione di Movimento (MA) e quindi la libera circolazione dopo aver constatato la libertà della tratta. Le precedenti informazioni come visto, vengono visualizzate in macchina sulla Driver Machine Interface (DMI di figura 1.7) indicante una serie di informazioni tra le quali la principale è la *velocità obiettivo* rilevabile immediatamente in quanto identificata dal punto di variazione della colorazione.

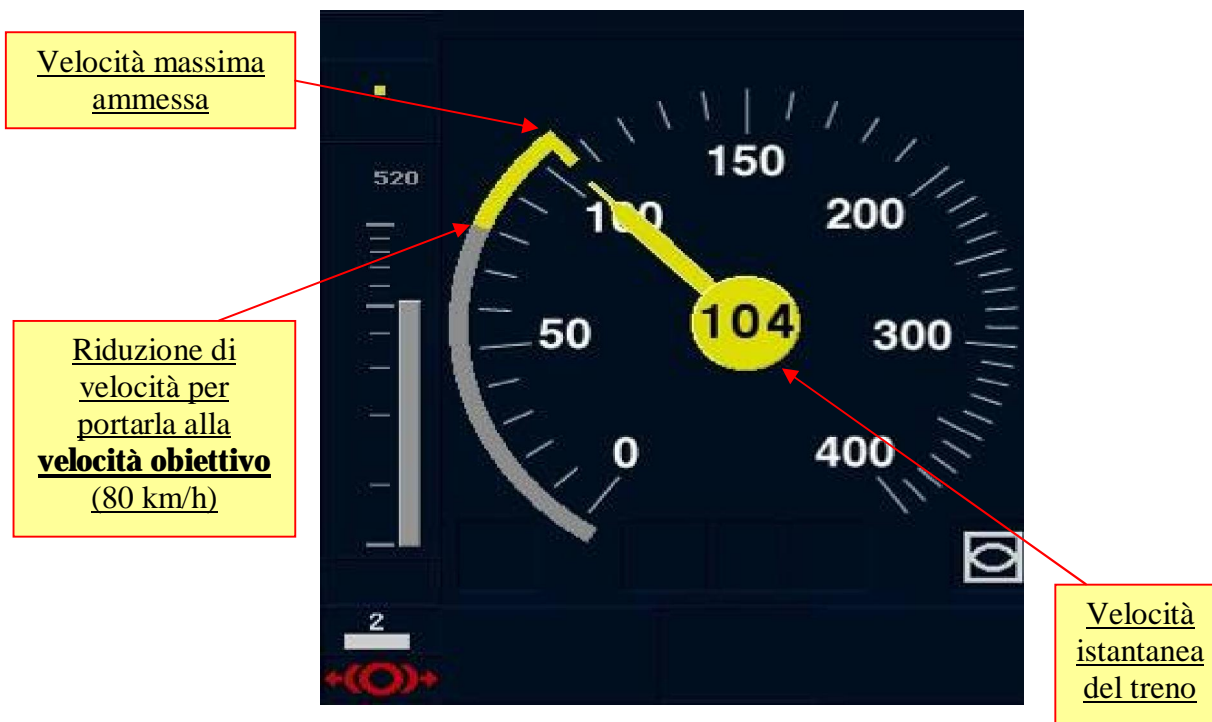


Fig.n. 1.17 Parte dell'interfaccia della DMI

Nella linee ad Alta Velocità ed in particolare nella linea che si sta esaminando nella trattazione ovvero la nuova linea AV Milano-Bologna, è possibile notare alcuni punti ed aree caratteristiche di notevole importanza quali:

- “*Punto di Confine*” ovvero un punto particolare di linea in cui avviene il passaggio dal sistema di circolazione ERTMS/ETCS di Livello 2 agli altri sistemi e viceversa.
- la cosiddetta “*Zona controllata*” è invece l’area nella quale la circolazione viene gestita interamente, per l’intera linea in esame, con il nuovo sistema ERTMS.
- all’interno della zona precedente, rientra la “*Zona di confine in uscita*” utile per la predisposizione del Sottosistema di Bordo (SSB) allo svolgimento delle diverse procedure di uscita dalla linea AV/AC e l’ingresso sulla linea tradizionale.
- adiacente alla precedente area controllata, è sita la “*Zona Esterna*” all’interno della quale sono svolte le funzioni che consentono l’ingresso nella zona controllata. La zona esterna è altresì composta da altre due aree di fondamentale importanza:
 - la “*Zona di connessione*” indispensabile per l’attivazione della connessione radio del convoglio;

Capitolo 1

- o la “*Zona di confine in ingresso*” all’interno della quale viene inviata al treno la prima Movement Authority per l’ingresso e la circolazione sulla linea AV/AC.

Si segnala che nelle due zone di confine (di ingresso e di uscita), è presente una sovrapposizione dei due sistemi di segnalamento limitrofi ed uno scambio di informazioni necessarie per la gestione della circolazione in sicurezza.

Per una migliore comprensione di quanto esposto, è inserita di seguito, una figura nella quale sono indicate graficamente e con una visualizzazione ancor più chiara, le informazioni sopra esposte.

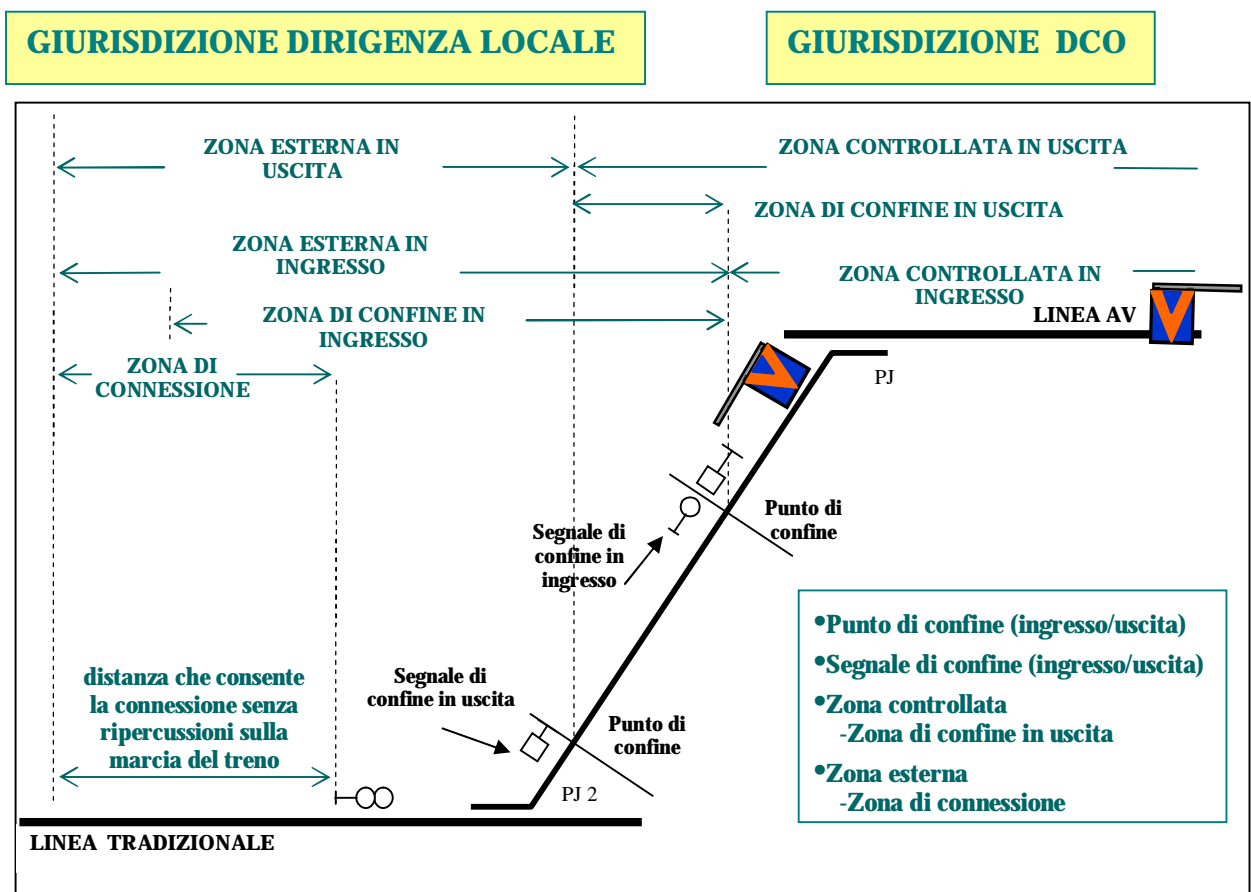


Fig. n. 1.18 Visualizzazione delle diverse zone

Nelle diverse linee ferroviarie tradizionali ed in particolare in quelle ad Alta Velocità, prese in esame nella presente trattazione, sono presenti anche una serie di Posti di Servizio (PdS) o comunque una serie di Postazioni Periferiche (PPF):

- Posti Tecnologici (P.T.), con le sole funzioni di logica del segnalamento;

Capitolo 1

- Posti di Movimento (P.M.), vere e proprie stazioni con binari;
- Posti di Comunicazione (P.C.), aventi la gestione di due coppie di deviatori, per consentire lo scambio tra i due binari di corsa;
- Bivi (PJ) o interconnessioni che si differenziano ulteriormente in:
 - PJ 1 quelli che si diramano dalla linea AV/AC;
 - PJ 2 quelli della linea storica che si immettono nelle interconnessioni.

I bivi elencati risultano visibili anche nella figura precedente.

1.3.4.2. La segnaletica

Come visto, le nuove linee veloci sono prive di segnali fissi luminosi e la protezione delle sezioni di blocco non viene affidata da sistemi di segnalamento bensì esclusivamente dal blocco radio, ma in linea si trova comunque una segnaletica (non luminosa), utile nel caso di modalità operative diverse dalla FS (Full Supervision) come ad esempio l'On Sight e in caso di necessità di particolari prescrizioni date al macchinista, da parte del DCO AV come "proseguire con marcia a vista fino al prossimo segnale di confine". In questo caso lo scopo della segnaletica è quella di guidare il conducente che sta operando sotto la propria responsabilità. Nelle figure sottostanti (1.20, 1.21) verranno elencati solo alcune delle possibili indicazioni che possono trovarsi in linea e delimitanti punti particolarmente importanti.



Fig. n. 1.19 Fotografia di come appare la segnalazione in linea

Capitolo 1

Come visto, gli impianti sono tutti muniti di ACC dotati di appositi segnali fissi per la delimitazione delle Stazioni e per la protezione di PC e Bivi.

In particolare, nelle interconnessioni, le varie sezioni di blocco costituenti la linea, vengono delimitate da *segnali di 1ª categoria di confine* (sia in ingresso in uscita) e da un *segnale imperativo*. Quest'ultimi impongono l'arresto del treno previa autorizzazione dell'Autorizzazione al Movimento (MA)

Le nuove linee AV/AC, sulle quali è stato attivato il sistema ERTMS/ETCS di 2° livello, sono state rese atte alla *banalizzazione* cioè alla marcia, indifferentemente, a destra, a sinistra o anche parallela dei convogli quindi, per quanto riguarda i segnali imperativi del blocco radio, quelli dei Posti di Servizio e sia per quelli in linea, in entrambi i sensi di marcia, essi vengono contraddistinti da numeri di quattro cifre, pari e dispari, rispettivamente per il binario pari e dispari, più l'aggiunta della progressiva chilometrica. Per la distinzione della circolazione a destra, oltre ai numeri, sul segnale viene aggiunta la lettera "d".

Per l'uso promiscuo di uno stesso binario nei due sensi di marcia, è necessario invertire il senso di orientamento del blocco radio sul binario medesimo. Per eseguire tale operazione nel posto centrale e nei diversi posti periferici esistono apposite funzioni. Nei posti periferici, tali interventi permettono di attuare la richiesta e la concessione di inversione del blocco radio.

L'orientamento di una sezione di blocco viene stabilito e determinato dall'orientamento del blocco nei due PdS limitrofi. Lo stato e l'orientamento delle sezioni di blocco sono trasmessi all'RBC dagli ACC dei Posti di Servizio, insieme alle condizioni determinanti le restrizioni sulla marcia dei treni in situazioni di degrado.

I segnali imperativi, vengono posti immediatamente prima del punto da proteggere ed in corrispondenza del termine della sezione di blocco che indica.

In particolare, per quanto riguarda i segnali imperativi di partenza, sullo stante, viene applicato un ulteriore cartello indicante altre informazioni come la località di servizio, il numero di binario e la direzione verso cui ci si inoltrerà.

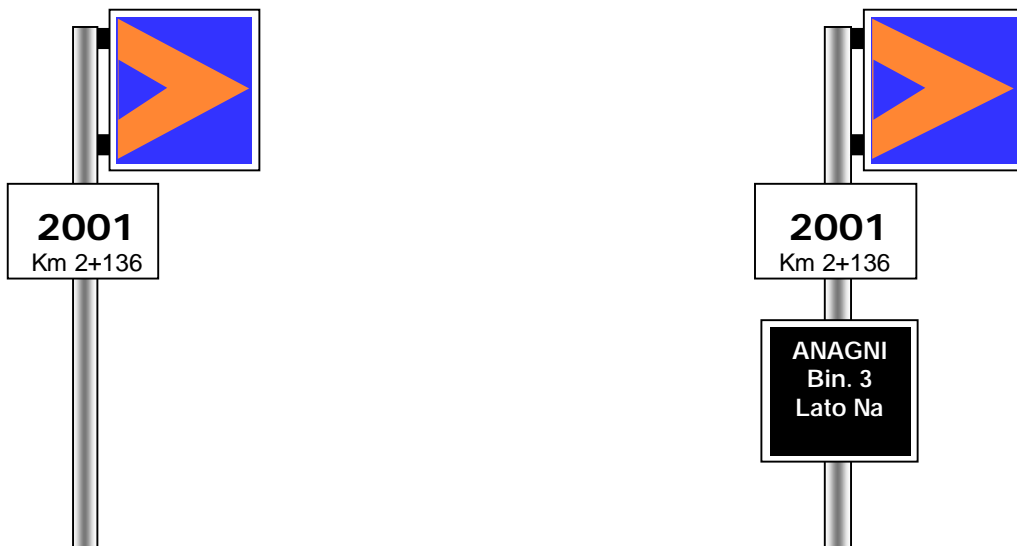


Fig. n. 1.20 Segnali imperativi, rispettivamente di protezione e di partenza

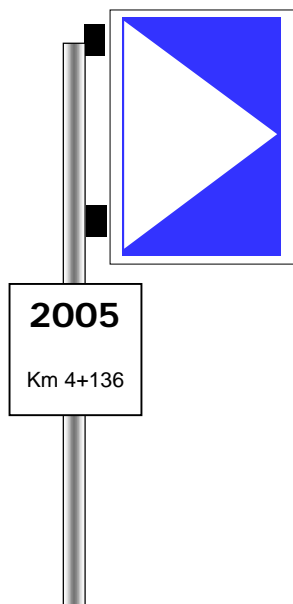


Fig. n. 1.21 Segnale imperativo di fine sezione di blocco

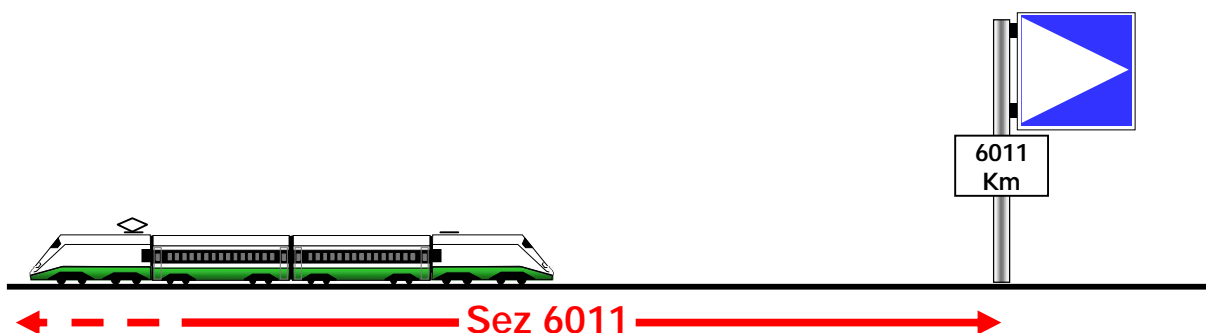


Fig. n. 1.22 Altro esempio del segnale di fine sezione

Nella figura 1.18, rappresentativa delle diverse zone di passaggio AV con la linea storica e nei relativi piani schematici, la segnaletica precedente viene invece raffigurata come segue (fig. 1.23) ed in particolare ritroviamo: per primo il segnale imperativo di località di servizio (sia di Protezione che di Partenza), segue quello di fine sezione ed infine i segnali di confine (tondeggianti) rispettivamente tra linea ERTMS/ETCS di Livello 2 con la linea tradizionale e il segnale di confine posto in uscita dalla linea ERTMS/ETCS L2 che fa da avviso ad un segnale successivo di prima categoria luminoso.

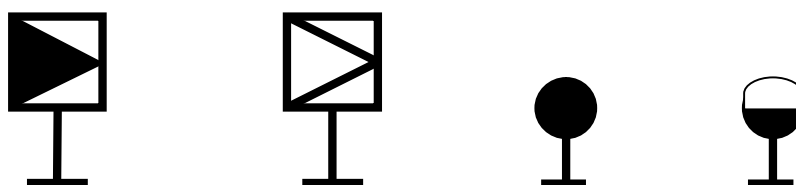


Fig. n. 1.23 Segnaletica che si ritroverà nei piani schematici

Nei binari da cui ha inizio la corsa di un treno attrezzato con questa moderna tecnologia, sono presenti inoltre, segnali con tabella rettangolare rifrangente recanti la scritta **START** caratterizzante per l'appunto lo "Start of Mission" ovvero tutte le necessarie autorizzazioni per l'inizio della corsa.

Eccezione nel discorso precedente, riguarda gli unici punti delle linee AV/AC, muniti di segnali luminosi tradizionali posti a lato, sono quelli di Confine cioè punti di interconnessione con le linee tradizionali e punti di passaggio tra i due sistemi ERTMS (linee veloci) e SCMT (linee tradizionali).

Capitolo 1

Se nella figura precedente si era vista la rappresentazione dei segnali di confine così come si trovano sui piani schematici, nella rappresentazione che segue, si rappresentano questi segnali come vengono visualizzati in piena linea. In particolare i Punti di Confine tra una linea AV/AC e le linee tradizionali, si individuano tramite un'apposita segnaletica di inizio e fine linea Alta Velocità e vengono protetti da segnali luminosi specializzati nei Segnali di Confine. Quest'ultimi se in uscita, vengono a coincidere generalmente con i segnali di protezione delle località di servizio delle linee tradizionali.



Fig. n. 1.24 Segnale di inizio linea AV attrezzata con sistema ERTMS/ETCS di Livello 2 e relativo segnale di avviso



Fig. n. 1.25 Segnale di fine linea AV attrezzata e relativo avviso

1.4 La nuova linea Milano - Bologna



Fig. n. 1.26 Inquadramento della linea Alta Velocità Bologna - Milano

Fonte: Cepav uno Consorzio per l'Alta Velocità

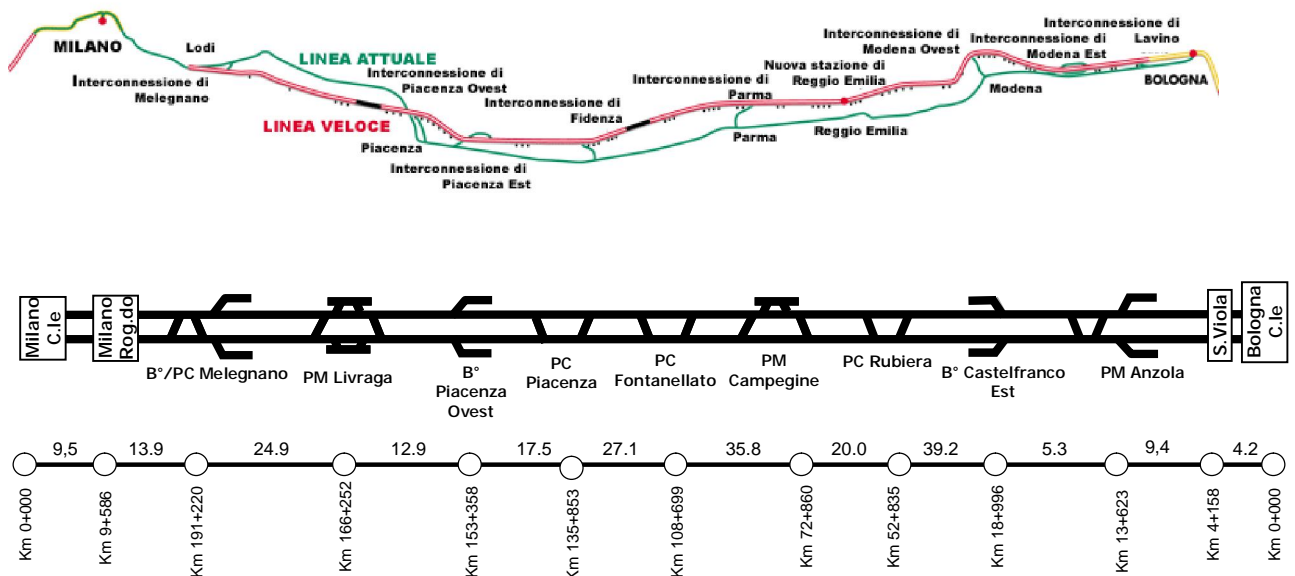


Fig. n. 1.27 Scenario infrastrutturale

Capitolo 1

La linea AV/AC Milano Bologna è lunga complessivamente 214 km (considerando anche le tratte in ingresso alle due città porta) di cui *185 km di linea AV* da Bivio Santa Viola/PC (vedi Piano Schematico di imbocco linea AV parte Bologna nell'*Appendice 2*) a Melegnano, con circa 4 km nell'ambito del nodo di Bologna (per ulteriori chiarimenti consultare l'*Appendice 3* di schema unifilare di parte di linea AV ambito Bologna) e 22 km nell'ambito del nodo di Milano. I circuiti di binario (cdb) anziché a correnti, sono alimentati con audio frequenze e non presentano giunti.

La gestione del traffico avviene nella sala di controllo della circolazione delle linee AV in apposita postazione (come sarà anche per la linea AV Bologna – Firenze che, come visto, avrà commercialmente traffico attivo da dicembre 2009). Questa linea AV è dotata di una sola stazione Reggio Emilia, che verrà completata entro due anni. Vi è quindi un collegamento diretto tra Bologna e Milano, con Reggio Emilia organizzata per il servizio viaggiatori, mentre per la gestione della circolazione, sono istituiti Posti Movimento e Posti Circolazione che sono 19 in totale comprese le interconnessioni. La linea è inoltre stata realizzata pensando ad un cadenzamento commerciale di 5 minuti (sono 2,5 min nel caso teorico) e risulta attualmente attrezzata nel seguente modo (in attesa dell'apertura ed attivazione delle altre interconnessioni non ancora esistenti e per il momento presenti sul Quadro Luminoso RBC ma segnalate in rosso es. Modena Ovest, Parma Est, Fidenza Ovest e Piacenza Est):

- Ø 3 interconnessioni:
 - PM Anzola – PM Lavino (parte nodo BO);
 - Castelfranco Est
 - Bivio Piacenza Ovest – PM Piacenza Ovest (in linea)
- Ø 2 innesti:
 - S. Viola
 - PC/Bivio Melegnano
- Ø 3 posti di comunicazione:
 - PC Fontanellato
 - PC Rubiera
 - PC Piacenza
- Ø 3 posti di movimento
 - PM Campegine (con un solo binario di precedenza e di un posto di comunicazione)
 - PM Livraga (con due binari di precedenza e di un posto di comunicazione)
 - PM Anzola che, essendo sprovvisto di binari di precedenza, funge da interconnessione e da PC.

Capitolo 1

La linea Alta Velocità Mi – Bo inizia dal Posto di Movimento di Santa Viola, circa a 3,5 km fuori Bologna e con due deviate, percorse a 100 km/h, arriva sui due binari veri e propri e predestinati all'Alta Velocità che, fino a Castelfranco Est, costeggiano la linea tradizionale.

La tensione di alimentazione della linea elettrica è di 25 kV corrente alternata (25.000 V c.a.) a partire come detto, dal Bivio S. Viola in uscita dal nodo di BO dove sono posizionati i sistemi di sezionamento (POC: Punti Origine Catenaria) necessari per il cambio di tensione di alimentazione dalla 25 kVc.a. della linea AV/AC ai 3 kV corrente continua (3.000 V c.c.) della linea tradizionale.

Come precedentemente introdotto, i tratti iniziali di uscita/entrata da BO e di uscita/entrata da Milano sono percorsi sulla stessa linea sia dai convogli tradizionali che da quelli AV.

Ritroviamo la presenza di altri POC in tutti i posti di interconnessione (ad eccezione di Anzola) e, in corrispondenza di questi punti, la lunghezza dei tratti neutri può variare da 116m a 245m, valori non comunque percepibili viste le alte velocità del convoglio.

Il primo bivio è Anzola e la prima interconnessione è al Lavino dove arriva anche la linea di cintura / passante.

Le due interconnessioni già attive (Parma est è un'interconnessione non ancora esistente) sono importanti sia in caso di problemi, sia in caso di futuro passaggio di treni merci nelle ore notturne sui binari dell'alta velocità, anche se al momento è tassativamente vietato il loro utilizzo.

L'interconnessione di Reggio Emilia è l'unica realtà per servizio viaggiatori AV ed i posti di comunicazione a Rubiera e a Fontanellato, si rendono fondamentali per il passaggio del convoglio da un binario all'altro.

Campegine e Livraga sono posti movimento con binari di scalo per la manutenzione. A Campegine tra l'altro, è stato previsto sul lato nord, un marciapiede di 300m per il trasbordo dei passeggeri tra un treno e all'altro in caso di guasto.

Si può ricordare anche che, lungo la tratta Mi – Bo, vi è la presenza di viadotti e gallerie:

- una in località Somaglia (tra Piacenza Ovest e Livraga) di lunghezza 1.019 m;
- una a Fontanellato di lunghezza 1.635 m.

Da notare che la linea AV bypassa Modena, passando circa in prossimità di Nonantola attraverso il Viadotto OMEGA à circonvallazione dell'abitato di Modena con velocità max di percorrenza 240 Km/h (velocità limitata non a causa del viadotto stesso ma per la presenza di raggi di curvatura ridotti).

Capitolo 1

Il primo posto di movimento dopo Castelfranco è Modena ovest attualmente non ancora attivo.

Come visto, le linee tradizionali e le linee AV sono comuni con una progressiva che va da 0 km (Bologna) fino al km 4+609 corrispondente a Santa Viola.

Per le linee AV la progressiva chilometrica è di fondamentale importanza perché è l'unica informazione che può far capire la posizione esatta del treno.

E' inserita di seguito, una breve galleria fotografica su alcune opere civili eseguite a favore della linea Mi-Bo e descritte precedentemente.



Fig. n. 1.28 Galleria artificiale di Somaglia

Capitolo 1



Fig. n. 1.29 Galleria artificiale di Fontanellato



Fig. n. 1.30 Costruzione del ponte sul fiume Po

Capitolo 1



Fig. n. 1.31 Fotosimulazione ponte sul fiume Po



Fig.n. 1.32 Il ponte sul fiume Po terminato a settembre 2006

Capitolo 1



Fig. n. 1.33 Viadotto “Omega”



Fig. n. 1.34 Affiancamento nuova linea AV/AC a linea storica MI-BO

Il sistema di segnalamento con cui è attrezzata la linea è il moderno ERTMS/ETCS L2 che non prevede l'utilizzo di segnali luminosi in linea (anche perché non comunque percepibili

Capitolo 1

dai macchinisti viste le alte velocità). Gli unici segnali fissi luminosi sono quelli ubicati nei punti di confine e quindi di passaggio dal sistema ERTMS/ETCS dell'AV al BAcc (Blocco Automatico correnti codificate) delle linee tradizionali.

Le linee AV per il momento attive sono:

- ∅ prima tratta: Roma – Napoli;
- ∅ seconda tratta: Torino – Novara (l'intera linea è la Torino – Novara – Milano della quale la prima parte attivata nel 2006 in occasione delle Olimpiadi mentre la seconda parte attualmente in fase di pre-esercizio);

Le precedenti gestite con SCC con invio segnale alle varie postazioni

- ∅ terza tratta: Milano – Bologna che è attualmente la più innovativa sia per il distanziamento, sia per l'apparato di gestione della linea. Gli Apparati Centrali sono tutti in un unico posto e vengono gestiti in sicurezza.

Essendo la terza tratta AV attiva, la velocità massima sulla linea è di 300 km/h (è questa la *velocità di condotta* anche se le linee ad Alta Velocità vengono testate con una *velocità di collaudo* di 360 km/h) in itinerario in linea ed in corretto tracciato.

La velocità viene ovviamente ridotta sugli itinerari deviati e si specializza in:

- 160 km/h per deviatori su binari di corsa;
- 60 km/h per quelli sui binari di precedenza dei Posti di Movimento.

- ∅ quarta tratta: Bologna – Firenze attualmente in fase di realizzazione; pre-esercizio previsto per giugno 2009 e apertura con il successivo cambio orario, e con integrazione nel 2010 con la FI – Roma (attualmente a 250 km/h con segnalamento laterale e che verrà convertita con ERTMS). La FI - NA nasce nel '72 ed era considerata come la nuova linea veloce utilizzando i sistemi dell'epoca.

Le due nuove linee AV Torino – Novara e Milano – Bologna, presentano un'architettura diversa tra loro:

- a. la Torino – Novara – Milano è lunga 120 km, dei quali come visto 80 già in esercizio da 3 anni, utilizzando due RBC e 14 apparati interlocking;

Capitolo 1

- b. la Milano – Bologna, in esercizio da dicembre 2008, lunga 185 km, impiegante un apparato interlocking che gestisce 19 stazioni.

In breve l'architettura è composta da un Posto Centrale con RBC e sistema di controllo e gestione del traffico ed in aggiunta, lungo la linea, apparati interlocking per ogni stazione che comandano e controllano gli enti di stazione della MI – BO. Si ha un solo apparato interlocking per tutta la linea e nelle diverse stazioni si hanno apparati di interfaccia. La comunicazione tra Posto Centrale e Posti Periferici della linea AV viene realizzata attraverso fibre ottiche.

Si analizzano brevemente le architetture componenti:

1. architettura RBC: è composto dalle 3 parti vitali dei 3 RBC + parte non vitale che ha interfaccia al sistema di controllo e circolazione. Esistono protocolli di comunicazione tra gli RBC stessi e tra interlocking;

2. architettura rete GSM-R: è una rete ridondante con anche ridondanza di cella che, in condizioni ottimali, garantisce un livello ottimale, e in caso di guasto cella, garantisce il livello minimo con circolazione comunque garantita;

3. architettura sistema di bordo: esiste una parte ridondata che è la parte safe, parte per BTM (Balise Transmission Module) per lettura dall'antenna, sottosistema radio, interfaccia operatore (DMI), JRU ovvero un registratore vocale.

Viene poi generato automaticamente un grafico fatto giornalmente dall'RBC con la velocità del treno durante la corsa, specializzato nel *log di bordo* e *log di RBC*.

La realizzazione della linea MI-BO, con queste tecnologie, ha avuto una razionalizzazione del lavoro rispetto alle linee tradizionali, con la realizzazione di una Postazione Centrale, avente all'interno attività di gestione della linea, regolazione, gestione e sicurezza per gli apparati su di esse per la gestione della via per distanziamento. Nella precedente postazione è inoltre presente anche il personale del DOTE (operatore trazione elettrica) e quella del coordinatore infrastruttura interagente con il personale, così come si ritroverà nella sala gemella di esercizio regionale.

Nella postazione chiave delle linee veloci ovvero nel PCS (Posto Centrale Satellite) della linea AV MI – BO, nella parte superiore del banco di manovra sono presenti 3 monitor da 52'' RBC chiamati nell'insieme QLV ossia Quadro Luminoso Video sul quale viene rappresentata l'intera linea MI – BO. Si tratta di uno schema generalizzato (non animato, sul

Capitolo 1

quale cioè non è possibile intervenire) dove i 185 km di linea, vengono rappresentati su tre livelli (corrispondenti a RBC detti livello 30, 31, 32) e, nel passaggio tra due di questi, vi è sempre una ridondanza di segnale.

Sul monitor sinottico si può notare anche l'Handover che rappresenta la zona di passaggio tra un RBC (Radio Block Center) 30, 31, 32 e un altro.

Compaiono sul QL (Quadro Luminoso) tutti i riferimenti, gli enti e le informazioni utili per l'esercizio della circolazione in sicurezza e che verranno analizzate in seguito (capitolo 2) nello studio della postazione dei DCO AV.

Il risultato organizzativo delle tecnologia del Posto Centrale, ha fatto sì che l'intera gestione della linea, per quanto riguarda sicurezza, apparati, trazione elettrica..., risulti affidata a 129 persone per l'intero tratto di 185 km.

Il personale impiegato per la manutenzione ha funzioni analoghe a quello delle linee tradizionali, anche in considerazione alle maggiori tecnologie e sollecitazioni delle opere civili, mentre si registra un recupero di risorse per il personale di gestione della circolazione.

1.5 La nuova linea Bologna - Firenze

Considerate invariate le proposte per la distribuzione delle diverse direttrici in afflusso e deflusso a/da Bologna C.le, ci si trova davanti ad una nuova sfida per l'Alta Velocità: la nuova tratta Bologna - Firenze, importante per il collegamento tra i due capoluoghi ma da tenere sotto osservazione per quanto riguarda la sicurezza, essendo la linea per il 93% della sua estensione, in galleria.

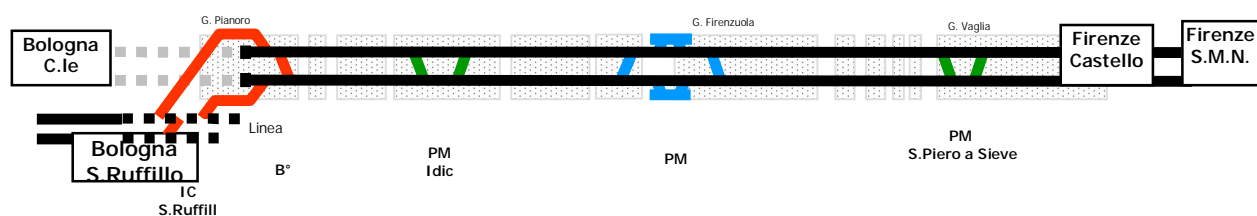






Fig. n. 1.35 Nuova tratta AV Bologna - Firenze

Capitolo 1

	Tratta in galleria
	Interconnessioni (1)
	Posti di movimento/manutenzione (1)
	Posti di comunicazione (2)

Legenda figura precedente

La linea ha una lunghezza di 78,5 km (da Firenze Castello a S.Ruffillo) e come precedentemente anticipato 73,4 km si trovano in galleria (93%) contandone fino a 9, principalmente per motivi di impatto ambientale. Le principali gallerie di cui è dotata la linea sono:

- km 10,8 galleria di Pianoro;
- km 15,2 galleria di Firenzuola;
- km 18,2 galleria di Vaglia.

Prendendo come riferimento la stazione di Bologna, la tratta inizia circa dal km 5 in prossimità dell'interconnessione di San Ruffillo con la linea esistente e termina al km 83,4 in corrispondenza della stazione di Castello, dove verrà costruita un'interconnessione munita degli attuali impianti ferroviari su superficie, che condurranno alla stazione di Firenze S.M. Novella.

In prossimità del Mugello, è situato uno dei due Posti di Comunicazione previsti per l'istradamento dei treni sui binari adiacenti in caso di necessità. L'altro Posto di Comunicazione, lato Bologna, è previsto invece al km 20,5.

Da ricordare anche l'altro punto caratteristico della linea, il Posto di Movimento di S. Pellegrino, indispensabile per le manovre di soccorso, la sosta e la manutenzione dei convogli.

L'integrazione strutturale con la linea ferroviaria esistente, avverrà attraverso l'interconnessione di San Ruffillo, in grado di indirizzare i treni verso l'interporto di Bologna-San Donato e sulle diverse relazioni ferroviarie afferenti come quella per Milano, per Verona-Brennero, Padova e per Ancona-Bari-Brindisi.

Grazie all'apertura della linea AV Bologna - Firenze, si avrà una riduzione del tempo di percorrenza tra i due capoluoghi di 29 minuti, considerando che attualmente si impiegano 59' che con l'apertura della nuova linea si ridurranno a 30'.

Capitolo 1

Come introdotto nel paragrafo 1.2, analizzando i diversi materiali rotabili utilizzati per l'Alta Velocità, per questa linea si rendono necessari elettrotreni diversi dal 500. Sono qui indispensabili gli ETR600 per sopperire alla tortuosità della linea e alla notevole pendenza (la massima raggiunge il 18%).

Negli anni si sono verificati e si dovranno ancora consolidare, cambiamenti operativi sia per la circolazione che per la disposizione delle diverse postazioni in sala.

Come visto, anche la localizzazione dei diversi Posti Centrali è, e sarà studiata, per una migliore integrazione ed operatività tra gli operatori gestori delle nuove linee veloci che interessano il nodo di Bologna.

Una schematizzazione di massima della già prevista e imminente predisposizione della sala Alta Velocità, viene rappresentata nella figura 1.36 seguente.

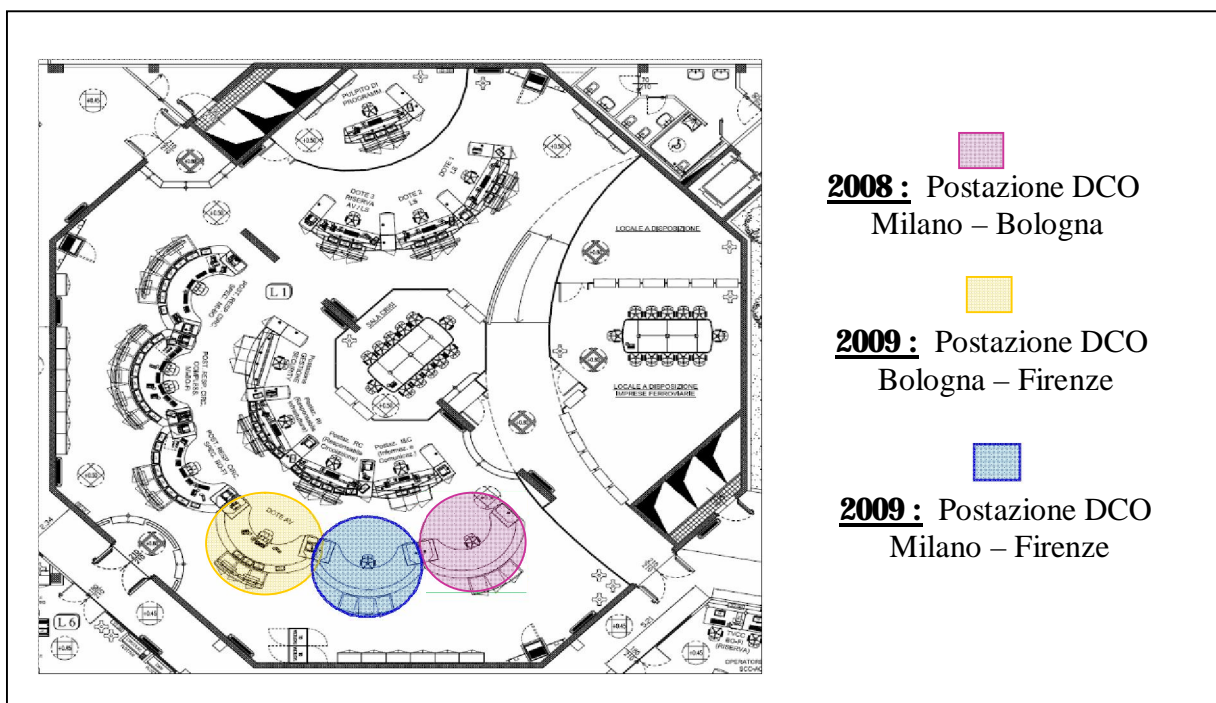


Fig. n. 1.36 Imminente predisposizione della sala AV

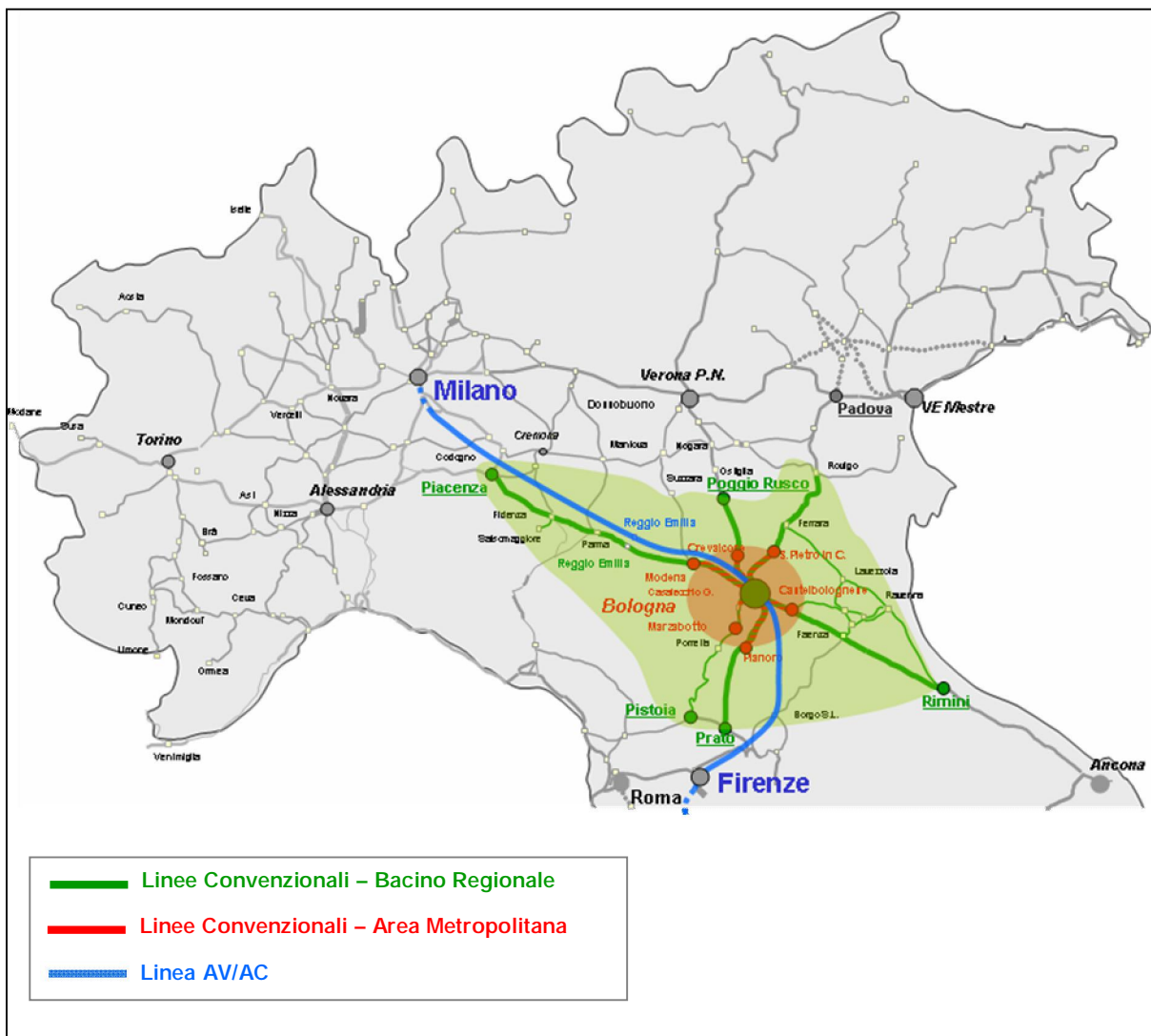


Fig. n. 1.37 L'evolversi della situazione negli anni

Fonte: RFI s.p.a.

CAPITOLO 2: LA SALA DI CONTROLLO CIRCOLAZIONE ALTA VELOCITA' DI BOLOGNA, IL POSTO CENTRALE SATELLITE (PCS)

2.1 Il sistema ACCM: Apparato Centrale Computerizzato Multistazione

Occorre innanzitutto puntualizzare che fino a poco tempo fa era presente una piramide di comandi ovvero esisteva un unico Posto Centrale (PC) con sede a Roma che aveva il comando su tre principali Posti Centrali Satellite (PCS) tra i quali rientravano Torino e Bologna.

Oggi giorno, con l'evoluzione dell'Alta Velocità e del suo attuale pieno esercizio, anche Bologna è diventato un Posto Centrale (PC) a tutti gli effetti.

Attraverso il *Progetto Costruttivo - Istruzione di dettaglio Interfaccia Operatore circolazione* sono state rese disponibili tutte le indicazioni e le istruzioni a tutti gli Operatori entrati in servizio sulla linea Alta Velocità (AV) e che precedentemente, ma anche attualmente, operano ancora nel nodo di Bologna per le linee storiche. Essi sono stati sottoposti a lezioni teoriche, pratiche e realmente operative sulla linea AV Torino – Novara già in funzione, per iniziare a prendere confidenza con il nuovo sistema di controllo della circolazione: *Apparato Centrale Computerizzato Multistazione (ACCM)*, già comunque stato in fase di pre-esercizio sulla linea AV Milano – Bologna.

Tra i vantaggi basilari che la nuova tecnologia del Multistazione ha portato si ricordano:

- a) integrazione delle funzioni di linea e di stazione in un solo Posto Centrale Unico;
- b) diagnostica particolareggiata di tutti gli impianti presenti in linea;
- c) migliore e tempestiva gestione della circolazione in caso di degrado.

Passando dall'apparato ACC classico al sistema Multistazione, si è così passati dal controllo di una stazione e di parte di linea con le stazioni limitrofe, alla supervisione dell'intera linea in un unico Posto Centrale verso i diversi posti periferici e di servizio.

Nella notte del 14 Dicembre 2008 e nella mattinata del 15 Dicembre ebbe inizio la vera e propria operatività della linea con inserimento di tutti gli Operatori, specializzati in Dirigenti Centrali Operativi (DCO), nella sala di controllo della circolazione nella postazione della linea AV Milano – Napoli e quindi sulla tratta Milano – Bologna.

Capitolo 2

Se un tempo, in ogni stazione, vi era la presenza del capostazione (DL, Dirigente Locale) e del DC, Dirigente Centrale che comandava e coordinava i vari DL a cui era affidata la sicurezza, oggi, con l'unione di queste due figure, quindi del Dirigente Locale e Dirigente Centrale, nasce il DCO ovvero il Dirigente Centrale Operativo che gestisce regolarità e sicurezza in un posto remotizzato. Certe operazioni però, necessitavano dell'intervento del capostazione in loco, figura ormai scomparsa, quindi queste vengono oggi eseguite direttamente dal treno, spingendo dalla sala di controllo circolazione il tasto "intervento di soccorso" e ordinando così al macchinista la marcia a vista (30 Km/h) per ragioni di sicurezza.

L'attuale sistema AV è un apparato telecomando dove nel SCC (Sistema Comando Controllo M: Multistazione) avviene tutto in sicurezza, uguale al sistema della sala superiore che governa il traffico delle linee tradizionali, con telecomando (CTC) dove però l'unica sicurezza rimane il segnale verde.

Tra le funzionalità aggiuntive che si sono raggiunte grazie al Multistazione spiccano:

- 1) possibilità da parte dell'Operatore (DCO AV/AC) del comando e controllo in sicurezza dei singoli Posti di Servizio;
- 2) la gestione della linea tra due PdS limitrofi;
- 3) stessa composizione della postazione come per i classici ACC (Terminale Operatore, Quadro Luminoso Video, Tastiera);
- 4) comandi "pesanti" impartibili per ogni singolo impianto e possibilità di esclusione di particolari PdS.

Entro breve tempo verranno installati anche monitor per visualizzazione delle immagini riprese dalle telecamere ubicate nei PdS con funzione di sorveglianza e/o accertamento a distanza (deviatoi, CdB).

Uno dei comandi fondamentali del sistema è l'ESIS ovvero Esclusione Stabilizzata di un ente (es. deviatoio, passaggi livello, c.d.b.) che viene attuato per effettuare operazioni di manutenzione o lavori e che viene impartito direttamente dall'Operatore di manutenzione che, attuando questa procedura, si è protetto da eventuali rischi (il comando è automatico). Quindi fino al suo "blocco", il DCO non ha competenze riguardo a quel particolare ente e può intervenire solo dopo liberazione dell'ente da parte dell'Operatore.

Capitolo 2

Il cosiddetto Multistazione è quindi un computer capace di controllare un sistema di segnalamento ferroviario per aree grandi e complesse, in linee di notevole lunghezza. Questo nuovo sistema, può inoltre essere commissionato per intero in “one-off” o per parti senza il bisogno di essere riconfigurato. Un esempio di apparato non multistation ma siglestation è Roma Termini che è in grado comunque di gestire un traffico medio di 400.000 pass/g.

La multistation invece, della linea MI – BO è stata un investimento conveniente in quanto, se fosse stata realizzata con singole stazioni, il numero di apparecchiature sarebbe aumentato considerevolmente. Come visto, con il sistema della multistazione, vi è una notevole riduzione delle apparecchiature il che porta a risparmi superiori al 50% tra cui anche un fattore di risparmio anche sulla manutenzione.

Altri esempi di impianti dove è stato o sarà installato il concetto di Multistazione sono i seguenti:

- linea Trento – Malè, in esercizio dal 2000 e percorsa a velocità di 90 km/h;
- secondo impianto installato in Inghilterra e approvato dalle ferrovie inglesi nel 2002, viene percorso a 200 km/h;
- linea Merano – Malles, con installazione nel 2005, percorsa a 120 km/h;
- nuova installazione in Inghilterra nel 2006 con velocità di percorrenza della linea a 200 km/h;
- installazione sulla Milano – Bologna a Dicembre 2008 con velocità di percorrenza di 300 km/h;
- in realizzazione linea in Turchia commissionata per il 2012.

Le installazioni sono presenti anche all'estero ma l'Italia rientra tra i primi posti come utente primario sia per data di utilizzo che per numerosità di installazioni.

La sala di controllo della circolazione, di forma ottagonale, racchiude al suo interno tutte le postazioni di gestione della circolazione dei convogli AV con direttrice rientrante nel nodo di Bologna, tra cui la postazione della direzione dell'infrastruttura, quella della circolazione, quella del DOTE (Dirigente Operativo Trazione Elettrica ovvero il gestore della rete elettrica) e tutte le imprese facenti parte o comunque collaboranti con le società del gruppo Ferrovie dello Stato ed in particolare con RFI (Rete Ferroviaria Italiana) tra le quali alcune di grande rilevanza sono Ansaldo e Alstom.

Capitolo 2

Il Posto Centrale del Blocco Radio (RBC) è costituito da due parti principali:

1. Apparati di Blocco Radio;
2. Interfaccia Operatore

I primi gestiscono, per il tratto di linea ad essi competente e sotto la propria giurisdizione, le informazioni statiche e dinamiche necessarie al corretto segnalamento delle condizioni in cabina di guida, alla gestione del Blocco Radio e al controllo in sicurezza della marcia del treno, occupandosi altresì della formazione del profilo statico, degli itinerari da percorrere, dei rallentamenti da inserire in linea e del corretto distanziamento.

Per quanto riguarda invece l'Interfaccia Operatore, si preferisce effettuare una descrizione più accurata in quanto si è avuta in prima persona, un'esperienza diretta sul funzionamento del sistema stesso.

Poiché il gergo ferroviario, di norma utilizza una serie numerosa di acronimi che comunque hanno un'importanza fondamentale per la comprensione del sistema, nell'*Appendice 1* si imposta una tabella contenente quelli più comunemente utilizzati

2.2 L'Interfaccia Operatore (IO)

Interessandoci dell'Interfaccia Operatore RBC (Radio Block Centre), essa è la parte di apparato che consente all'Operatore di Circolazione (quindi al DCO) di interagire con l'impianto attraverso funzioni di vario tipo e natura e che verranno analizzate in seguito.

Essa è costituita da due sottoparti per distinte tra loro e che assolvono diverse funzioni:

- **Quadro Luminoso "QL" (Sinottico generale)** con principale funzione di visualizzazione della linea in esame e dei convogli su di essa circolanti. Il QL riproduce schematicamente il dispositivo di armamento della linea e lo stato dei c.d.b. (circuito di binario). E' inoltre possibile la visione delle diverse operazioni svolte dall'apparato per il distanziamento treni.

Come si analizzerà in seguito, sui monitor del QL, apparirà la rappresentazione del piano schematico della linea su cui seguire l'esito dei comandi impartiti.

- **Banco di Manovra "BM"** con invece, funzione di attuazione e visualizzazione ottica dei comandi impartiti. Le specifiche funzioni vengono attivate mediante il

Capitolo 2

terminale operatore (TO), tastiera funzionale vitale (TF) ed il terminale comandi (TC) dispositivo di riepilogo dei comandi impartiti.

La funzione di visualizzazione viene riprodotta grazie ad una serie di segnalazioni luminose associate alle digitazioni di pulsantiera.

Occorre poi puntualizzare che l'intero sistema RBC è avviato e reso operativo, attraverso un'operazione su una chiave posta sul banco di manovra è che permette al DCO il controllo del sistema in sicurezza.

Inoltre per l'attivazione dei comandi leggeri, pesanti e di soccorso dell'ACCM vengono usate due chiavette USB distinte da inserire, o nel dispositivo sul banco di manovra vero e proprio, o nel dispositivo della cosiddetta "posizione specchio", situata a fianco della posizione operativa, dove si ha la ridondanza delle informazioni su monitor identici a quelli della posizione operativa. Ovviamente i comandi dell'ACCM devono essere attivi e funzionanti solo in una delle due posizioni.

2.2.1. Il Quadro Luminoso (QL)

Viene analizzata per prima la struttura del QL composto da uno sfondo e da simboli grafici rappresentanti i vari enti del sistema che possono avere diversa simbologia sia per forma che per colore. Per questo motivo generalmente gli enti fisici vengono suddivisi in tre famiglie:

- *rappresentazioni fisse permanenti*, costituite da simboli grafici statici cioè, che mantengono la stessa forma e colore anche con il cambio del processo ferroviario;
- *rappresentazioni dinamiche attivabili*, costituite dalle rappresentazioni grafiche attivate ad opera dell'Operatore RBC o in caso di anomalità;
- *rappresentazioni dinamiche permanenti*, che sono le rappresentazioni grafiche che cambiano colore e/o forma a seguito di variazioni dello stato degli enti fisici a loro associati.

Inoltre, per verificare la funzionalità del sistema, nella parte superiore di ciascun RBC sono presenti i cosiddetti "simboli di Vitalità", che garantiscono l'esistenza del collegamento tra ART (contenente i sistemi di allarme) con il server dell'Interfaccia Operatore; il simbolo corrispondente è costituito dalla sigla "RBC" stilizzata nella quale, su ciascuna delle lettere, si

Capitolo 2

alternano ciclicamente i tre colori fondamentali del video (verde, blu, rosso) (si veda figura seguente).



Fig. n. 2.38 Simbolo di vitalità

ENTI FISICI RILEVANTI: *rappresentazioni fisse permanenti*

- 1) **Nome della tratta di giurisdizione**; sempre indicata nel centro del QL (si veda figura sottostante)



Fig. n. 2.39 Nome tratta AV

- 2) **Nome Posti di Servizio**; indicati in prossimità del binario
- 3) **Posti Cambio Tensione di Alimentazione** o più propriamente conosciuti come (**POC**) ovvero **Punto Origine Catenaria**, ubicati nel punto di passaggio da un sistema di alimentazione ad un altro. Rappresenta il punto di inizio della 25.000 V corrente necessaria per la circolazione AV. Viene indicato sul QL con un simbolico grigio inanimato, che rimane cioè uguale di forma e di colore indipendentemente dagli eventi; ce n'è uno all'altezza di Castelfranco, uno dopo 1 km in uscita dalla stazione di Milano e un ad ogni interconnessione. Nel passaggio sotto questo punto al macchinista è richiesto l'abbassamento del pantografo (operazione effettuata automaticamente dal treno), rilevando così una lieve diminuzione di velocità che non viene comunque percepita a bordo treno, per poi essere ripresa come piena velocità subito dopo. Sopra o sotto ogni POC è visualizzata la progressiva chilometrica corrispondente.



Fig. n. 2.40 Simbologia POC

Si hanno però anche treni a politensione che circolano con entrambe le correnti dove, nel cambio della corrente, vengono scambiati i due pantografi di cui è dotato.

- 4) **Scudetti di itinerario dei Posti di Servizio (PdS);** ogni scudetto identifica un punto di itinerario della linea AV/AC. Essi sono contraddistinti da un numero identificativo posto il prossimità dei relativi scudetti, come in figura sottostante.

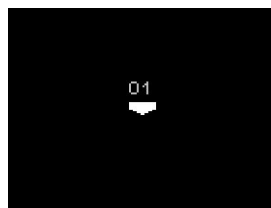


Fig. n. 2.41 Numerazioni scudetti

- 5) **Confini di competenza sistema di segnalamento AV e linee storiche LL (linee lente);** il simbolo facente capo ai posti di confine è rappresentato da una linea verticale a fianco della quale sono indicate le sigle alfanumeriche L2 (ETRMS livello2 per AV) e LT (per quanto riguarda le linee tradizionali) in corrispondenza dei punti di confine in ingresso ed in uscita per ogni binario.

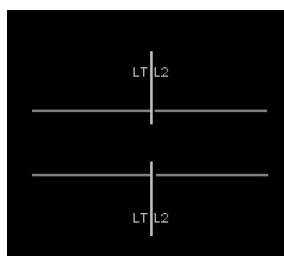


Fig. n. 2.42 Confini di competenza sistema di segnalamento AV con linea tradizionale

- 6) **Progressiva chilometrica Posti di servizio;** ogni posto di servizio ubicato sulla linea è contraddistinto da una propria progressiva chilometrica proprio per poterne identificare la posizione esatta.

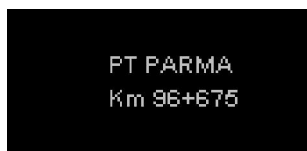


Fig. n. 2.43 Progressiva chilometrica PdS

ENTI FISICI RILEVANTI: *rappresentazioni dinamiche attivabili*

Tra queste rappresentazioni rientrano solo due categorie:

- 1) **Numerazione del circuito di binario (c.d.b.)**

Capitolo 2

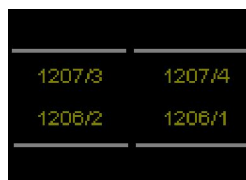


Fig. n. 2.44 Numerazione cdb

2) Numerazione e chilometrica delle E.o.A. (End of Authority)

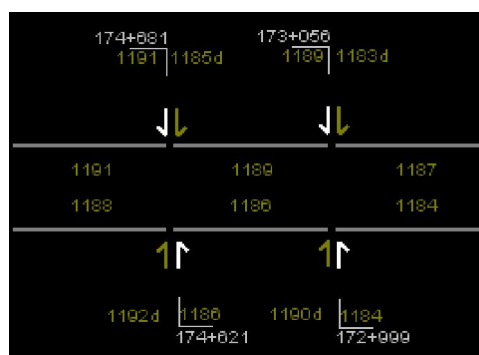


Fig. n. 2.45 Numerazione e progressiva delle EoA

La numerazione della End of Authority (EoA) è composta da un numero di colore giallo situato nei pressi del simbolo identificativo (freccia rivolta verso il binario schematizzato) che risulta di colore bianco, se è orientata nel senso di marcia legale dei treni (a sinistra), o di colore giallo se EoA orientate sul binario opposto ovvero di marcia illegale (destra).

Tali rappresentazioni sono attivabili o meno secondo discrezione dell'Operatore, a seconda che voglia vedere tutta la situazione della linea nel massimo dettaglio, o solo la rappresentazione delle informazioni più significativamente rilevanti. In questo ultimo caso le varie chilometriche non compariranno e quindi verranno oscurate sul QL facendo apparire l'immagine più "pulita" e libera da simbologia a volte eccessiva.

ENTI FISICI RILEVANTI: *rappresentazioni dinamiche attivabili*

Queste rappresentazioni sono sempre presenti sul QL e si esplicano con simboli grafici di diversa forma e colore in funzione dello stato degli enti fisici ad essi associati.

1) C.D.B. delle sezioni di blocco radio della linea

I c.d.b. di linea sono rappresentati con una serie di segmenti separati da tratti discontinui e rappresentati i giunti. Si veda figura seguente.

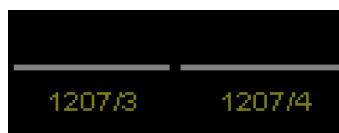


Fig. n. 2.46 Rappresentazione c.d.b. di linea

A seconda del colore e quindi dall'aspetto assunto dal segmento, si evince una diversa segnalazione per l'andamento del convoglio:

- Aspetto GRIGIO à c.d.b. LIBERO
- Aspetto ROSSO à c.d.b. OCCUPATO

2) C.D.B. delle sezioni di blocco radio di stazione

I c.d.b. di stazione sono rappresentati da poligonali, semplificanti in modo semplice, il piano del ferro come piano schematico del PdS cui appartengono, attraverso segmenti e giunti di separazione tra una poligonale e l'altra.

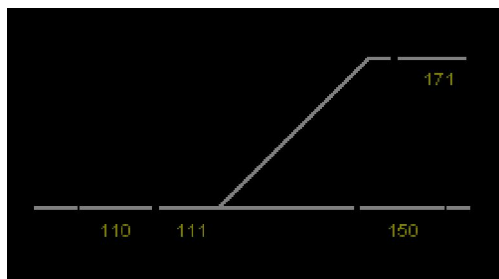


Fig. n. 2.47 Rappresentazione c.d.b. di stazione comprendente un deviatoio

Anche in questo caso, a seconda del colore assunto dal c.d.b., si ha una diversa segnalazione:

- aspetto GRIGIO à c.d.b. LIBERO (NON facente parte di un itinerario già assegnato)
- aspetto BIANCO à c.d.b. LIBERO (ma facente parte di un itinerario integro e non assegnato ad una Movement Authority)
- aspetto ROSSO à c.d.b. OCCUPATO

3) Disponibilità di un itinerario

Gli scudetti di itinerario relativi a punti della linea sono rappresentati da un simbolo di forma pentagonale con punta rivolta nel verso del binario schematizzato sul QL.

Anche in questo caso, ad ogni colore, corrisponde una precisa indicazione:

- scudetto BIANCO à punto origine NON BLOCCATO con itinerario allo stato di riposo quindi punto non utilizzabile per l'estensione di una MA (Movement Authority)

Capitolo 2

- scudetto ROSSO à punto origine BLOCCATO, con possibile per estensione di una MA o già assegnato.

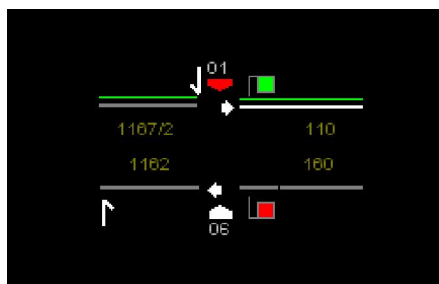


Fig. n. 2.48 Esempi di scudetti di linea (punta rivolta verso il binario)

Al contrario dei precedenti scudetti di linea, quelli di stazionamento sono sì rappresentati con lo stesso simbolo di forma pentagonale, ma con la *punta rivolta nella direzione del movimento*.

Per quanto riguarda la loro colorazione di rimanda a quanto detto agli scudetti di linea.

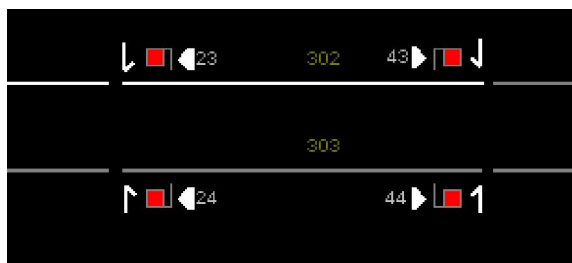


Fig. n. 2.49 Esempi di scudetti degli stazionamenti (punta rivolta nella direzione di movimento)

4) Orientamento del blocco

Esso viene rappresentato con una freccia (destra o sinistra) al livello del cdb nei punti di linea dei PdS.

5) Zona di stazione (IS)

Le zone di stazione vengono rappresentate con una cornice di colore rosso che racchiude l'area di stazione interessata e dove è indicata la sigla "ZE_{xx}", intendendo con "xx" l'identificativo della zona esclusa, es. ZE01 come si vede da figura sottostante.

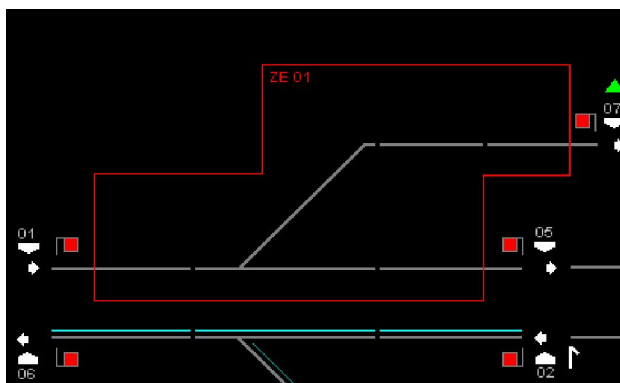


Fig. n. 2.50 Rappresentazione di una Zona di stazione

6) Visualizzazione delle EoA

La End of Authority è visualizzata sul QL con un simbolo costituito da una mezza freccia di colore bianco, rivolta verso il binario cui si riferisce ed orientata secondo il senso di marcia dei treni; viene posta alla fine dell'ultima sezione assegnata ad una MA. L'altra mezza freccia, che completa la metà freccia precedente, è di colore giallo, stando a significare che non è attiva in quel momento e quindi orientata nel senso opposto al senso di marcia dei treni. Se invece, ci si trova di fronte ad una mezza freccia rossa, la chiusura dei segnali è in atto. Per la simbologia si veda la figura sottostante.

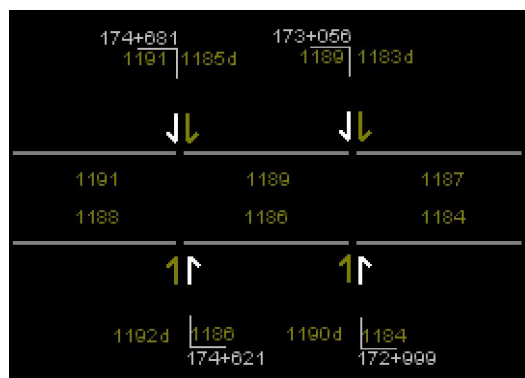


Fig. n. 2.51 Rappresentazione EoA

7) Segnali imperativi dei Posti di Servizio

Nel QL, si notano anche i segnali imperativi (quindi di prima categoria, che sono obbligatoriamente da rispettare) dei PdS, come riportato in figura.

Capitolo 2

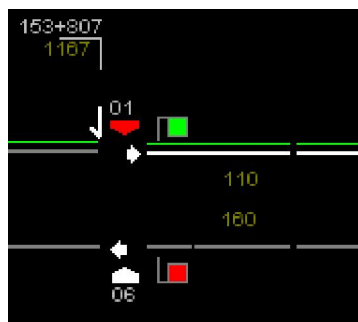


Fig. n. 2.52 Esempio di segnali imperativi di PdS

I vari stati che i segnali imperativi possono assumere, sono riassunti nella tabella sottostante:

Componente	Segnalazione	Aspetto
Stante GRIGIO Segnale ROSSO	Via impedita	
Stante GRIGIO Segnale VERDE	Via libera	
Stante GRIGIO Segnale BIANCO per IT di Arrivo AZZURRO per IT di Partenza	Via libera con degrado di 1° livello	
Stante ROSSO Segnale ROSSO	Chiusura segnale in atto	

Tab. n. 2.2 Colorazione dei segnali imperativi

N.B. Il degrado di 1° livello corrisponde all'assegnazione della marcia a vista ossia percorrenza della tratta a 30 km/h

8) Visualizzazione dell'icona treno

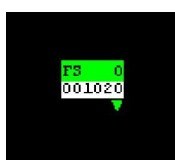
Sulle tracce della linea è rappresentata, in tempo reale ed in movimento, l'icona treno che riporta il Modo Operativo del treno, la velocità corrente ed il numero identificativo del convoglio in esame. Sono informazioni disposte su due righe in una tabellina rappresentante proprio l'andamento del treno in prossimità della EoA della MA assegnata al treno stesso.

Capitolo 2

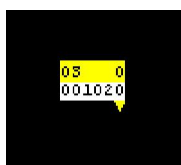


Fig. n. 2.53 Rappresentazione dell'icona treno

La seconda riga dell'icona treno rimane sempre di colore bianco ed indicante il numero del treno, mentre la prima riga cambia colore a seconda del diverso stato di operatività cui ci si trova davanti:



- VERDE à treno in modalità **FS: Full Supervision** (piena supervisione, modalità automatica);



- GIALLO à treno in modalità **OS: On Sight** (Marcia a vista 30 km/h) o **SR: Staff Responsible** (sotto responsabilità del personale operante, quindi del DCO che esercita o meno il comando del segnale e del macchinista a cui spetta l'attivazione del comando impartito);



- ROSSO à treno in modalità **PT: Trip** (arresto del treno per svariate cause tra cui rientrano ad es. Superamento della velocità massima ammessa o il mancato collegamento radio) o **Post Trip** (arresto già riconosciuto).

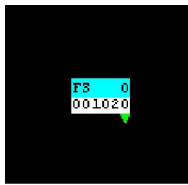
Quando vi è l'arresto di un treno, viene attivata la modalità SR (icona gialla sul QL).

L'operazione viene comunicata o con *modulo cartaceo* (che deve quindi rimanere agli atti) *MAO TELEC* oppure mediante *comunicazioni verbali registrate*, attraverso le

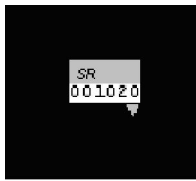
Capitolo 2

quali il DCO, avvisa il macchinista di applicare una predefinita Procedura es. Procedura C: proseguimento fino al successivo segnale fisso alla velocità di 60 km/h. Prima di effettuare una comunicazione verbale registrata, è però indispensabile assicurarsi che il macchinista abbia il cab radio attivo in macchina, operazione che è comunque visibile sul monitor di chiamata vocale, se la spia SCR è luminosa di colore verde.

- BIANCO à treno in modalità **SB: Stanby**



- AZZURRO à treno in modalità Mancato Aggiornamento, position Report



- GRIGIO à treno in modalità indeterminazione della posizione effettiva

A volte sotto il simbolo dell'icona treno, appare una barretta di diverso colore che simboleggia un allarme di Rilevamento Temperatura Boccole (RTB) che si manifesta di colore giallo, se siamo in presenza di un allarme cosiddetto “caldo” o rosso se “caldissimo”. Questi due sinonimi caldo e caldissimo corrispondono ad una temperatura prefissata oltre la quale, nel primo caso si è già in una situazione critica, che comporta una diminuzione di velocità, mentre nel secondo caso il treno viene fermato per ragioni di sicurezza.

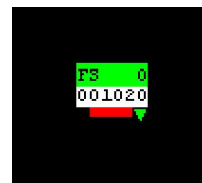
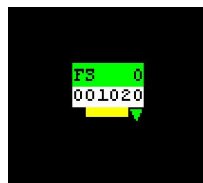


Fig. n. 2.54 Situazioni critiche di RTB

Capitolo 2

La posizione di ogni singolo posto di Rilevamento Temperatura Boccole (RTB) è visualizzata con un'apposita icona visualizzata sul QL con la sigla "RTB" all'interno di una cornice rettangolare.

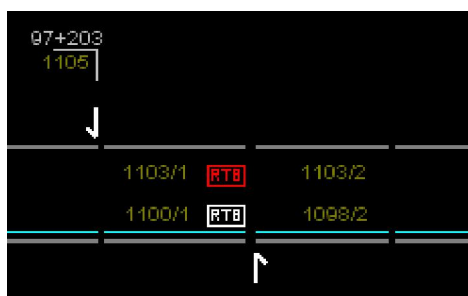


Fig. n. 2.55 Due diverse segnalazioni di RTB, normale (bianca) e con esclusione (rossa)

9) Movement Authority

Questa importante e fondamentale assegnazione data al treno, viene visualizzata sul QL con una linea disposta immediatamente sopra e ravvicinata a quella del normale tracciato, con un colore variante a seconda della MA assegnata da RBC e ricalcante la colorazione dell'icona treno in uso. Si veda nella figura successiva una schematizzazione di quanto esposto:



Fig. n. 2.56 Schematizzazione di MA (linea verde) assegnata al treno in arrivo
Ovviamente anche le MA cambiano colore a seconda della modalità operativa di assegnazione al SSB (Sotto Sistema di Bordo), ossia è di colore verde se MA in Full Supervision, è invece di colore giallo se assegnata in On Sight, così come analizzato precedentemente per quanto riguarda l'icona treno. Se sopra la normale linea, non vi è nessun colore, significa che per il momento, non è stata assegnata nessuna MA.

10) Velocità di uscita

Esiste una velocità che deve essere rispettata dai treni in uscita dall'area L2, Limit of Authority (LoA), e conseguentemente in corrispondenza delle interconnessioni con le linee storiche. Questa velocità, viene indicata sul QL in numeri arabi dentro una cornice rettangolare, situata nella zona di confine tra L2 e LT.

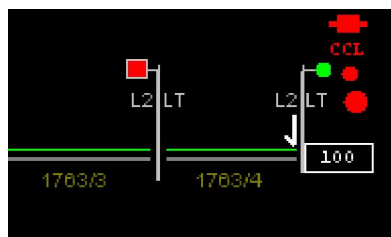


Fig. n. 2.57 Velocità per interconnessione L2/LT

Da notare che il limite di velocità è di 100 km/h in ingresso nel nodo di Bologna per il convoglio ad Alta Velocità, che deve portarsi in deviatà per connettersi alla linea storica.

Al contrario, in ingresso a Milano, il limite di velocità è di 230 km/h perché il convoglio ad Alta Velocità, si trova già in corretto tracciato, mentre è qui il convoglio sulla linea storica, che deve effettuare la deviatà per l'ingresso in stazione.

Il consenso di apertura del Segnale di Confine viene rappresentato sul QL con una sigla CMA all'interno di cornice rettangolare (stessa simbologia della velocità di uscita) posta in prossimità della linea di confine LT/L2 e viceversa. Ovviamente, per queste particolari zone di passaggio, esistono particolari segnali di confine (vedere punto seguente).

11) Segnali di confine nei passaggi L2/LT e LT/L2

Questa particolare segnaletica, è presente sul QL proprio in prossimità della linea di confine predetta. Essa può assumere diversi aspetti a seconda dell'indicazione che fornisce:

- Stante e contorno segnale GRIGIO; segnale vero e proprio ROSSO à
Segnale di confine disposto a VIA IMPEDITA

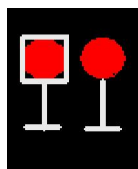


Fig. n. 2.58 Segnale a via impedita

- Stante e contorno segnale GRIGIO; segnale vero e proprio VERDE à
Segnale di confine disposto a VIA LIBERA

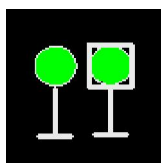


Fig. n. 2.59 Segnale a via libera

Capita, a volte, di dover effettuare una Chiusura Urgente (CU) di linea e di stazione per motivi gravi ed imminenti. Questa si manifesta sul QL con la sigla “CU” di colore rosso, posta in prossimità dei punti e dei Posti di Servizio generatori dell’allarme.

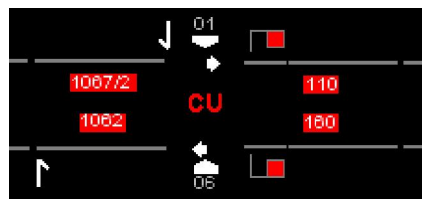


Fig. n. 2.60 Schematizzazione di Chiusura Urgente

Il testo bianco su sfondo rosso, rappresenta il numero del c.d.b. sul quale è in atto la CU.

12) Posti cambio fase (PCF);

Essi sono rappresentati sul QL distinti per binario conformemente al piano schematico in prossimità del binario su cui insiste il dispositivo. I PCF, possono assumere carattere rosso (attivo/non alimentato) o verde (disattivo/alimentato). Sono presenti uno ogni 12 km e ve ne è attivo uno ogni 48 km. Come introdotto, si ha la presenza di due diversi tipi di corrente; la 25.000 V corr. alternata solo per le linee AV e la 3.000 V corr. continua per le linee tradizionali. Nel passaggio sotto il PCF il convoglio si trova a dover rallentare per la presenza di un tratto neutro.



Fig. n. 2.61 Una delle due simbologie del PCF

POC e PCF sono contraddistinti dalla progressiva chilometrica ubicata in prossimità del simbolo stesso (vedere figura precedente).



Fig. n. 2.62 Le due situazioni limite per i PCF

13) Area di manovra (ZM)

Così come è possibile delimitare un’area di stazione, è anche possibile farlo per un’area di manovra che questa volta viene delimitata e quindi visualizzata sul Q,L con un

Capitolo 2

riquadro di colore verde, perimetrante i PdS in cui è ammesso questo specifico movimento.

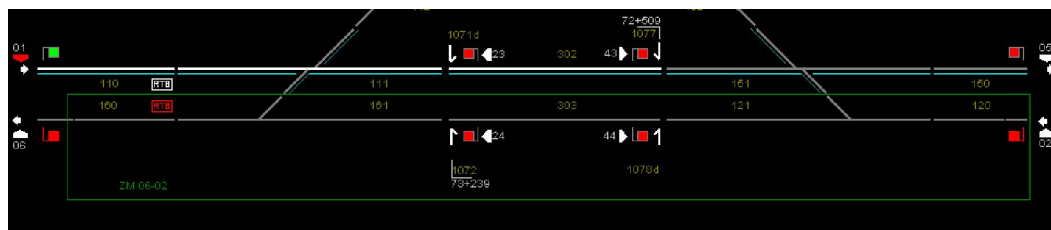


Fig. n. 2.63 Rappresentazione Aree di Manovra

14) Rallentamenti

Punto importante da analizzare sono i rallentamenti sulla tratta, che vengono evidenziati sul QL con una linea continua di diverso colore, da associarsi alla classe di velocità del rallentamento stesso e disposta immediatamente accanto alla linea rappresentativa dei c.d.b. di linea e/o di stazione.

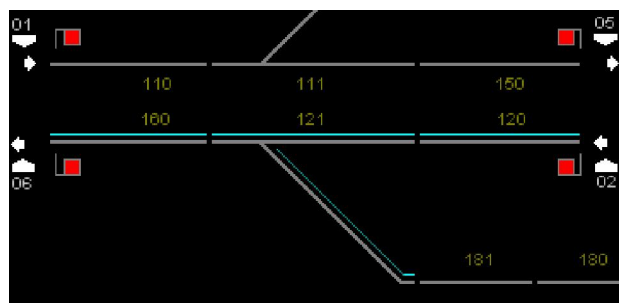


Fig. n. 2.64 Rappresentazione di un rallentamento

In questo nuovo e innovativo apparato, i rallentamenti non sono più analizzati con il vecchio modulo cartaceo di colore giallo denominato “M3”, qui tutto è gestito in maniera informatica. Nella compilazione dei fascicoli rallentamenti (nel monitor relativo al Radio Blocco) viene indicata la progressiva del punto di inizio dei lavori, la progressiva finale, il binario interessato (D per binario dispari e P per quello pari), la velocità di rallentamento, e l’RBC dove avverrà il rallentamento (programmato, predefinito o puntuale) e si presenterà sulla linea un diverso colore che sarà:

- AZZURRO in caso di rallentamenti > 60 km/h
- ARANCIONE nel caso di rallentamenti con velocità compresa tra 30 e 60 km/h
- MARRONE se velocità < 30 km/h (caso quasi mai verificato perché rientra nella “marcia a vista”)

15) Stato di inizializzazione del sistema RBC

Questo stato viene visualizzato o meno sul QL dall'accensione della scritta rappresentata in figura seguente:

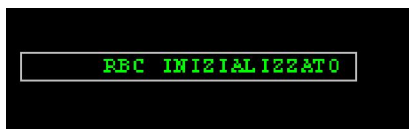


Fig. n. 2.65 RBC inizializzato

Al contrario apparirà la stessa cornice ma con scritta in rosso “RBC DA INIZIALIZZARE”.

16) Handover di RBC (HO)

Già accennato il concetto, nella spiegazione della suddivisione della linea MI – BO sui 3 livelli RBC 30, 31, 32.

La sua rappresentazione è rappresentata come sfondo sul QL con una linea gialla verticale rappresentante appunto il confine tra due RBC confinanti. Da notare che la rappresentazione dei confini di HO è distinta per binario e la visualizzazione di confine dipende dall'orientamento del senso del blocco.

Dall'analisi delle performance dei treni Frecciarossa, effettuata nei primi mesi di esercizio commerciale della nuova linea veloce Milano-Bologna, si è riscontrato come nei due handover di linea, si manifestino maggiori criticità rispetto ad in piena linea. L'anormalità che si è presentata con maggior frequenza è stata la perdita di connessione tra i due RBC consecutivi.

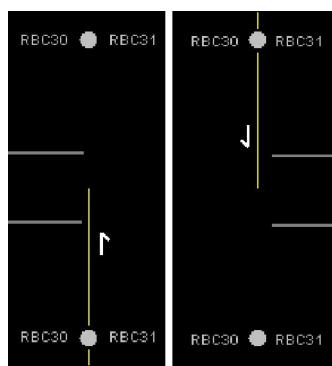


Fig. n. 2.66 Zona di Handover tra due RBC

La connessione tra due RBC confinanti è evidenziata dall'accensione di un'apposita spia che può assumere vari colori:

Capitolo 2

- spia GRIGIA, HO a riposo e collegamento tra i due RBC presente
- spia VERDE, HO in atto e collegamento tra i due RBC presente
- spia ROSSA, HO interrotto e/o collegamento tra RBC non presente

2.2.2. Il Banco di Manovra

Come è evidenziato dal precedente titolo, il banco di manovra dell'apparato RBC è costituito principalmente da:

- un terminale operatore/terminale comandi (TO/TC) con il compito dell'attivazione dei comandi verso RBC e visualizzare allarmi ed eccezioni verificatesi in linea;
- un mouse (anche se per comodità risultano essercene più di uno) per la selezione dei comandi necessari per le finestre di allarme/eccezioni e tutte le altre operazioni connesse;
- una tastiera funzionale (TF) detto in gergo "tastierino" con funzione di conferma vitale di un comando precedentemente impartito (zero – invio).

Il Terminale Operatore/Terminale Comandi, come si vede dall'associazione stessa, si ripartisce in due aree funzionali:

- quella relativa al Terminale Comandi dove sono impostati e visualizzati i rallentamenti in atto sulla linea e le tabelle dei dati treni connessi con RBC;
- quella relativa al Terminale Operatore, che è essa stessa comprensiva di varie operazioni tra cui un'Area Comandi, un'Area di Dialogo, un'Area per allarmi ed eccezioni ed infine un'Area Comandi per la Visualizzazione del QL.

Capitolo 2



Fig. n. 2.67 TO/TC visione delle varie Aree Funzionali

Prima di occuparci di un'analisi più accurata del Banco di Manovra si vuole dare una descrizione qualitativa degli elementi componenti, nella fattispecie, dei monitor presenti nella postazione AV in esame.

Il Banco di Manovra (BM) rappresenta la parte sottostante della postazione di controllo della circolazione e si compone di 12 monitor, ognuno dei quali avente uno specifico compito:

- Ø **2 monitor di chiamata vocale**, per collegamento diretto con i macchinisti attraverso un tastierino di composizione numero, corrispondente al numero del treno, posizionati uno all'inizio della postazione e uno alla fine, per una migliore gestione senza interferenze tra i due DCO sempre presenti;



Fig. n. 2.68 Monitor sala AV per chiamata vocale

Capitolo 2

- Ø **monitor CCL**: Comando Centrale Linee; 2 monitor per l'inquadramento del nodo di Milano a inizio postazione e un monitor per inquadramento nodo di Bologna sul lato opposto. Non si tratta di un sistema di sicurezza ma solo di regolarità ovvero zoom di punti della linea (dettaglio es. Mi Rogoredo, Mi Lambrate). Come visto, sono monitor specifici di visualizzazione della circolazione nei due nodi delle stazioni di BO (2 monitor) e di quella di MI (2 monitor) per seguire l'ingresso e/o l'uscita del convoglio in stazione sia a Milano che a Bologna.
- Ø **un QLV** (Quadro Luminoso Video) ACCM: Apparato Centrale Computerizzato Multistazione **o NVC** Nucleo Vitale Centrale, per la visualizzazione di una situazione particolare quindi l'esercizio dei singoli impianti es. zona Livraga, zona Anzola oppure operazioni da effettuarsi sui deviatori, aventi tra l'altro, propria simbologia dove ad ogni colore corrisponde una particolare situazione:
- verde: automatico
 - bianco: conferimento normale
 - azzurro: conferimento rovescio
 - marrone: disalimentato, no corrente

Rappresenta il nuovo e più tecnologicamente avanzato ACEI.

Il NVC è un'unità particolarmente significativa per la gestione dell'intero sistema; vi è infatti, una sequenza di comandi classificati come:

- comandi leggeri (colore verde): per i quali non è richiesta nessuna conferma funzionale sul tastierino di conferma (0 - invio) tra i quali rientra ad es. la attivazione / distruzione di un itinerario
- comandi pesanti (colore giallo): per i quali è richiesta conferma ad es. ZOM = zone di manovra
SE = segnale n. 01 à automatico à apertura segnale
- interventi di soccorso (colore rosso)

A seconda dell'operazione richiesta un pallino sullo schermo assume diversi colori tra cui: rosso (operazione OK), rosso/verde (richiesta consenso), verde/nero (consenso dato).

Vengono evidenziati ora alcuni comandi tra i più significativi:

es. TX = tasto esclusione ente, in un particolare caso può essere TX cdb, TX deviatore con accertamento; siamo nel caso di degrado di 1° livello quindi prima di schiacciare TX

Capitolo 2

occorre accertarsi che il deviatoio sia integro e sia nella posizione voluta e corretta per l'itinerario da percorrere. E' richiesta al macchinista la marcia a vista (30 km/h).

C'è anche il TX deviatoio con degrado (rallentamento) di 2° livello, se quindi non c'è nessuno sulla linea, si accende il segnale luminoso azzurro/blu del deviatoio ed è il macchinista stesso responsabile. Anche in questo caso è richiesta la marcia a vista.

I *deviatoi* in linea sono del *tipo oleodinamico* e, rispetto ai vecchi deviatoi, hanno la particolarità di avere le due parti componenti quindi, l'ago e il cuore, con possibilità di movimento, sono più lunghi e quindi percorribili a velocità più elevate. Per quanto riguarda le velocità variano a seconda del tipo di passaggio da effettuare:

- tra 2 binari in corretto tracciato velocità 160 km/h
- tra un binario in linea ed uno in deviata velocità 60 km/h

Per la manovra dei deviatoi un tempo si usava la cassa di manovra, oggi deve essere eseguita la MESP = Manovra Elettrica Sul Posto, dove l'unica operazione da effettuare è solamente quella di dare una diversa posizione ad una levetta.

Alcuni altri tasti sono ad es. il TCL = Tasto Controllo deviatoi Laterali. In caso di esclusione di una zona di stazione ad es. per risolvere problemi o per poter effettuare lavori su un binario, automaticamente sul binario attiguo la velocità viene ridotta a 150 km/h.

Segnale IST = Istradamento (percorso che va fatto per le manovre)

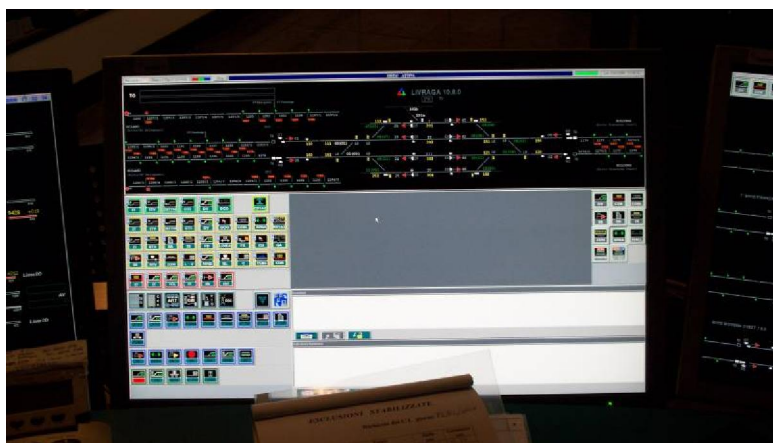


Fig. n. 2.69 Monitor ACCM o NVC Nucleo Vitale Centrale

Ø **2 monitor “quadri sinottici”** con visione generalizzata della linea sui quali è possibile interagire ed impartire operazioni necessarie per la corretta circolazione.



Fig. n. 2.70 Monitor per visione ed intervento sulla linea

Ø **TCA: Terminale Comandi Automatici** (fa parte dell' SCC); esso impartisce comandi ai posti periferici. In questo caso si opera in maniera diretta su una stazione senza dover andare direttamente in linea. Tra le operazioni fattibili si evidenziano: blocco di un treno (la linea assume carattere tratteggiato) o scambio di binario.

All'interno si ha anche una Gestione Informazioni con informazioni su linea, anomalie, informazioni dati treni ecc... Inoltre è possibile la selezione di itinerari rappresentati con linee di diverso colore che, se gialle, significano che l'itinerario non è ancora occupato.

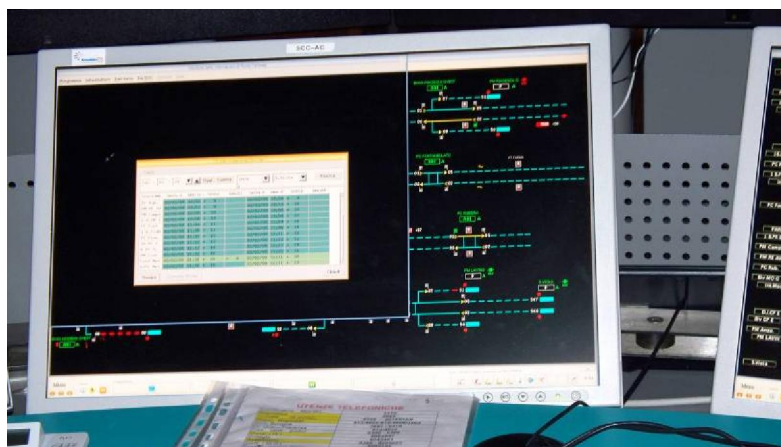


Fig. n. 2.71 TCA con visualizzata la finestra per attribuzione delle cause di ritardo

Ø **monitor Train Graph** dove avviene la visualizzazione delle tracce orarie che vengono rappresentate su un grafico avente in ascissa il tempo ed in ordinata lo spazio percorso (visione dei punti rilevanti sulla linea es. stazioni) dove, la marcia del treno, è schematizzata come una linea spezzata di data pendenza. In questo monitor sono consentite, in caso di problemi (quindi punti di conflitto tra due treni), varie opzioni di

Capitolo 2

scelta tra cui: il blocco del primo treno o il distanziamento cliccando solamente sulla traccia oraria in esame.



Fig. n. 2.72 Schermo del train graph rappresentante le tracce dei treni circolanti

Ø **Radio Blocco**: per una gestione trasparente dei posti di cambio fase (PCF). Questa è un'operazione da mandare e da richiedere al DOTE che è l'organismo che realmente effettua queste operazioni.

Come già anticipato avviene qui anche la gestione degli eventuali rallentamenti in linea, il tutto in maniera informatizzata.

Visualizzate e analizzate in questo sistema, anche le emergenze con possibile invio ad un particolare treno o a tutti i convogli, l'arresto eccezionale in caso di eventi gravi ed rilevanti ai fini della sicurezza.



Fig. n. 2.73 Monitor del Radio Blocco

Ø **PIC: Piattaforma Integrata Circolazione**; sistema informatico ed operativo di gestione ritardi, segnalazioni allarmi (es. 220 Km/h per serpeggiamento carrello) e

Capitolo 2

problemi avvenuti durante la giornata riassunti nel quadro dopo compilazione del report. Esso è da chiudere e terminare a fine giornata, ha una finalità statistica. Sono da inserire qui anche i “materiali diversi” ossia “con diversione” in cui rientrano i convogli a cui viene data una limitazione di velocità (per problemi di carattere tecnico e/o operativo). Occorre anche considerare che un treno viaggiante a 300 km/h deve rientrare in officina per controlli e manutenzione ogni 800.000 Km, ma limitandolo a viaggiare a 250 Km/h, i km possono arrivare fino a 1 milione e 100 km aumentando così la data di rientro in officina e non dovendo più avere tutti i treni in manutenzione contemporaneamente. Il Report ha un carattere tabellare in cui sono presenti: n. treno, materiale, locomotore, nid_engine (numero apparecchio di bordo SSB macchina in trasmissione), tipo di bordo (Alstom, Ansaldo), scostamento linea MI, scostamento linea AV, scostamento nodo BO, limitazioni di velocità, motivi di ritardo, ritardo in origine, ritardo a destino.

Ci si può ritrovare davanti anche alla dicitura “serpeggio carrelli” ma va considerato che le vetture con $V > 180$ Km/h hanno un dispositivo antiserpeggio.

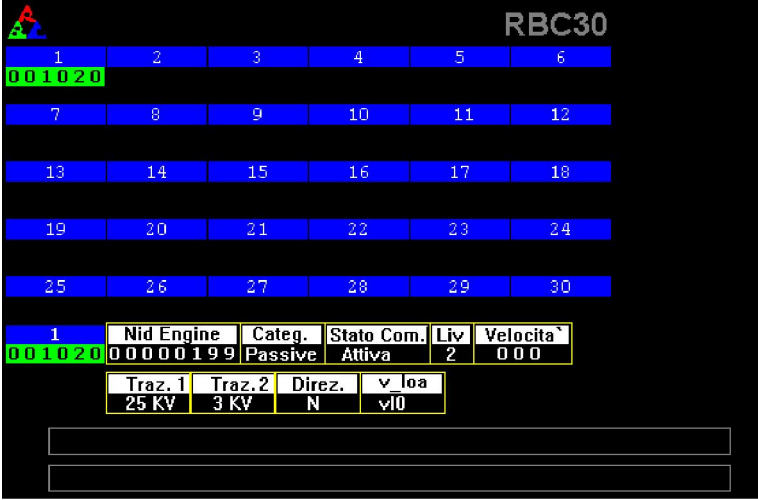
Gli ETR inoltre, oltre al precedente dispositivo, hanno anche un controllo in macchina antiserpeggio che, in caso di allarme di malfunzionamento, abbassa automaticamente la velocità.

Fig. n. 2.74 Monitor rappresentante PIC

Capitolo 2

2.2.2.1 Terminale Comandi

Riprendendo la trattazione del terminale comandi, è qui contenuta la Tabella Riepilogativa dei Rallentamenti, precedentemente impostati dall'operatore e segnalati sull'interfaccia corrispondente. La tabella della figura 2.75 sottostante contiene i dati treno e le informazioni precedentemente riportate:



The screenshot shows a terminal window titled "RBC30" with a 30-column table of deceleration data. The first row contains the numbers 1 through 30. The second row contains the values 001020. Below the table is a summary table with the following data:

Nid Engine	Categ.	Stato Com.	Liv	Velocita`
00000199	Passive	Attiva	2	000

Below the summary table is another table with the following data:

Traz. 1	Traz. 2	Direz.	v loa
25 KV	3 KV	N	v10

Fig. n. 2.75 Tabella dati treno

2.2.2.2 Terminale Operatore

Come precedentemente anticipato, l'Area Comandi di questo terminale, contiene una serie di pulsanti di comandi, tra i quali rientrano:

- pulsanti di attivazione rallentamenti, TX su rallentamenti, configurazione PCF, emergenze varie e allarmi;
- pulsanti di comando selezione RBC

Dall'Area Comandi è attivabile anche una finestra di dialogo che permette all'operatore la selezione di un'attivazione/impostazione di un comando.

Di notevole rilevanza è l'Area allearmi ed eccezioni del Terminale Operatore comprendente diverse icone tra cui allarmi Boe, PI e PI Commutati ed un'icona per ogni RBC.



Fig. n. 2.76 Struttura area comandi

Capitolo 2

Per poter impartire un qualsiasi comando è necessario selezionare l'RBC di competenza, cliccando sulla relativa icona e, ogni qualvolta l'RBC venga spento, è necessaria la sua inizializzazione, che si visualizzerà sul QL con scritta verde entro un riquadro.

Di notevole importanza sono anche i comandi relativi ai rallentamenti, tra i quali rientrano:

- imposizione di un rallentamento (con successiva attivazione);
- revoca di un rallentamento (con successiva conferma).

La visualizzazione dei rallentamenti, avviene sul monitor in corrispondenza al relativo RBC, del colore corrispondente alla velocità max impostata, attraverso una visualizzazione dei parametri principali (numero rallentamento, binario, punto iniziale, punto finale, velocità consentita). La tabella di visualizzazione dello stato del rallentamento, può assumere diversi aspetti, a seconda dello stato attuale per quella unità; ad es. se la visualizzazione è azzurra (come solitamente appare), il rallentamento risulta presente e si ha una velocità di percorrenza superiore a 60 Km/h. Se l'icona rappresentativa è verde, il rallentamento è attivabile per quell'unità; se l'icona risultasse rossa, il rallentamento è in fase di cancellazione/revoca.

ID	Tipo	Binario	P.to Iniziale	P.to Finale	VEL	RBC 30	RBC 31	RBC 32
1	PUNT	D	190+000	185+000	75	OK		
2	PUNT	D	190+030	187+040	45	OK		
3	PUNT	P	165+000	146+000	285	OK		
4	PUNT	D	023+040	186+060	35	AT	AT	AT
5	PUNT	P	006+050	190+040	20	OK	OK	OK
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								

Fig. n. 2.77 Tabella di visualizzazione parametri sulla stato dei rallentamenti

Capitolo 2

Nota. Può capitare la coincidenza di più rallentamenti sovrapposti. In questo caso, il colore della striscia del rallentamento sul QL, è relativo al rallentamento con velocità più restrittiva.

Tra le icone dell'Area Comandi è presente anche quella relativa ai "Tratti neutri" contenente una colonna nella quale compare l'elenco dei PCF della tratta di giurisdizione dell'apparato e presenti sul QL.



Fig. n. 2.78 Icona "tratti neutri"

Gli arresti di emergenza treno, possono essere attivabili o su di un treno in particolare o per tutti i treni; questo avviene nel caso di eventi gravi e di grande pericolosità.



Fig. n. 2.79 Icone di arresto rispettivamente di un singolo treno o di tutti i treni

Tra gli arresti di emergenza, rientrano anche quelli per allarme caldo e caldissimo delle boccole, in riferimento alle diverse temperature assunte da queste; rappresentazione trovata in precedenza in apparizione al di sotto dell'icona treno.



Fig. n. 2.80 Icona RTB: Rilevamento Temperatura Boccole

2.2.2.3. Area Comandi: visualizzazione sul QL del Terminale Operatore

In questa area, sono presenti le icone che permettono l'attivazione dei c.d.b. e delle EoA che quindi verranno visualizzate o meno sul QL e l'attivazione della finestra delle "Eccezioni" corrispondenti ad un particolare RBC.



Fig.n. 2.81 Attivazione/disattivazione c.d.b., EoA

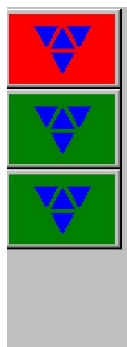


Fig.n. 2.82 Attivazione finestra eccezioni

L'attivazione della precedente finestra eccezioni, evidenzia un nuovo ordine, attraverso un cambiamento del suo stato di visualizzazione:

- verde: assenza di messaggi nella finestra delle eccezioni;
- rosso: presenza di messaggi

Ogni messaggio contenuto nella finestra delle eccezioni viene visualizzato preceduto da un simbolo che ne identifica la tipologia:

- *messaggi impulsivi*, riguardanti comandi andati perduti e quindi non durevoli nel tempo; essi sono preceduti dalla relativa icona (la seconda nella figura sottostante);
- *messaggi "in atto"*, riguardanti comandi che rimangono in uno stato di sospensione in grado di fermare la logica; anch'essi contraddistinti dalla relativa icona (la terza in figura).



Fig. n. 2.83 Icone eccezioni in atto

La prima icona nella figura precedente identifica la presenza di nuovi messaggi nella finestra delle eccezioni.

2.2.2.4. Descrizione Area Allarmi

In quest'area sono contenute le varie segnalazioni degli allarmi dovuti ad anomalie di sistema. Gli allarmi, vengono suddivisi in due grandi categorie: allarmi "lievi" ed allarmi "gravi" ai quali competono le rispettive icone gialle e rosse.



Fig. n. 2.84 Icone aree Allarmi, Registrazione, Telecomandi (ART) e Triple Modulary Redonandancy (TMR)



Fig. n. 2.85 Diversa visualizzazione di allarme “lieve” e “grave”

Altri importanti allarmi che si possono verificare, sono quelli relativi ad anomalie di Boe, PI (Punti Informativi) e PI C (Consecutivi, quindi salti di due Punti Informativi successivi), che vengono visualizzati diversamente a seconda del loro stato e in corrispondenza dell’RBC competente.



Fig. n. 2.86 Icone allarmi Boe e PI

Il sopravvenire di un allarme, viene visualizzato con il cambiamento di colore, per l’immediata visualizzazione da parte degli Operatori.

La figura seguente raffigura l’intera postazione AV Milano-Bologna come realmente appare, con la specializzazione dei diversi monitor componenti.

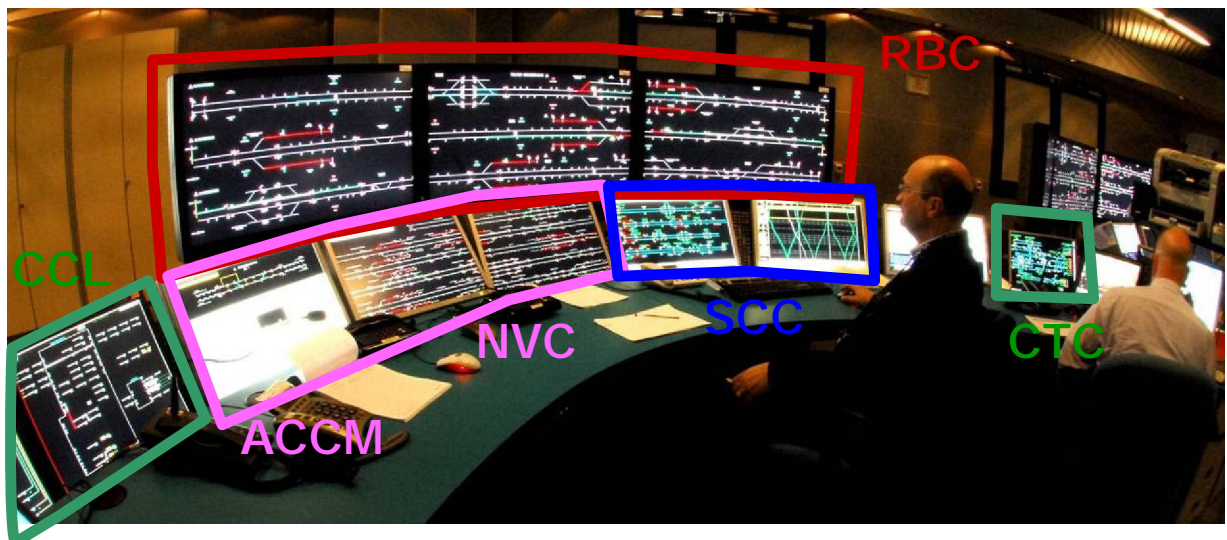


Fig. n. 2.87 Visione globale della postazione AV Milano-Bologna

CAPITOLO 3: LA SALA DI ESERCIZIO RETE REGIONALE DI BOLOGNA

3.1. Configurazione e diversi compiti

La sala di controllo ed esercizio della circolazione, ricopre un ruolo importante ai fini dell'impatto dell'Alta Velocità sul normale traffico regionale dell'Emilia-Romagna in quanto, è proprio al suo interno che viene sviluppato e controllato il traffico metropolitano e regionale delle linee storiche. Anch'essa è di forma ottagonale, rispecchiante la sottostante sala AV, essa è suddivisa ad anelli concentrici quindi con sviluppo su più livelli e, attualmente (fino al 24 Maggio), racchiude al suo interno il nodo di Bologna Centrale e tutte le postazioni di gestione della circolazione dei treni regionali a breve percorrenza suddivisi nelle sette linee afferenti nel nodo stesso che si specializzano in:

- BO – Milano
- BO – Verona
- BO – Padova
- BO – Ancona
- BO – Prato
- BO – Pistoia

In aggiunta alle precedenti, si ha anche la linea BO – Portomaggiore, di competenza e gestione non di RFI ma della società FER.

In sala, sono presenti due piantine illustrative: una rappresentate la situazione attuale di disposizione delle postazioni, l'altra mostrandone la configurazione futura e definitiva che si verrà a presentare dopo l'avvio dell'ACC.

Questa disposizione, è stata pensata per avere una corretta operatività tra i diversi operatori in servizio mirando, per la circolazione, al raggiungimento di obiettivi e standard di regolarità, sicurezza e qualità. L'assetto della sala e quindi la sua configurazione, non è sempre stata statica ma è mutata nel corso degli anni attraverso operazioni di sviluppo ed evoluzione per ricercare al meglio gli standard precedenti, sia nell'attesa che dopo l'avvento in sala dell'ACC curante Bologna C.le.

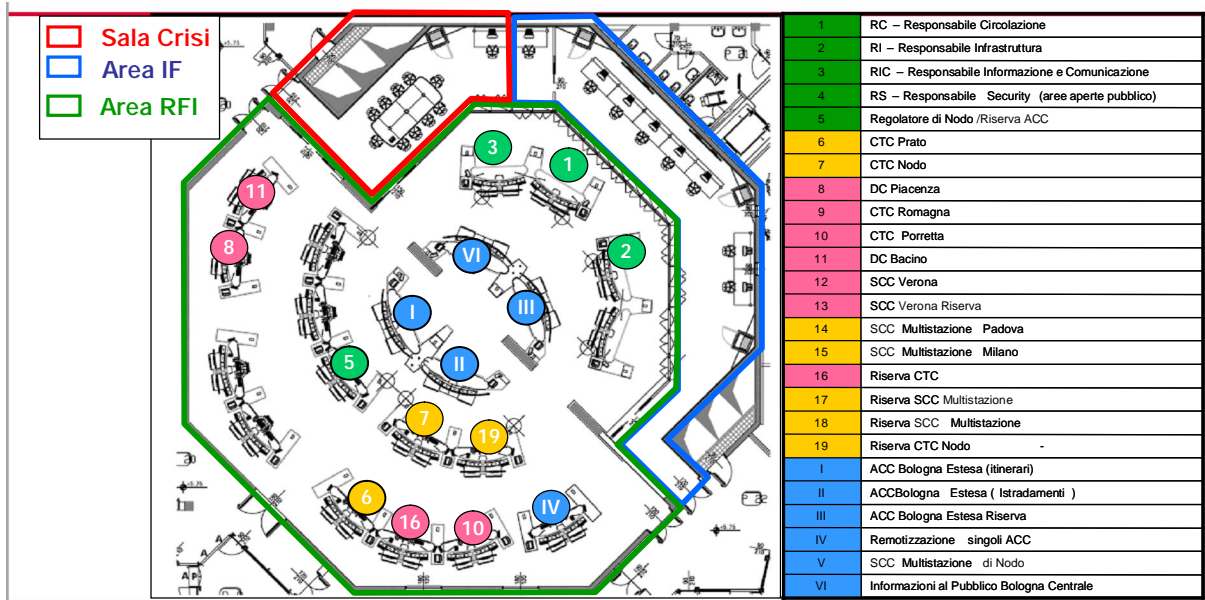


Fig. n. 3.88 Esempio di una delle due piantine in sala: configurazione a regime

Nel Posto Centrale di Bologna, attraverso la centralizzazione dei diversi sistemi di comando e controllo, aggiunti a quelli di supervisione della circolazione e del traffico, dello stato dell'infrastruttura e del materiale rotabile, si è permesso lo sviluppo dell'ottimizzazione della circolazione dei treni. Non mancano inoltre (vedi figura sottostante) delle aree interessate e preposte all'informazione e comunicazione alla clientela (IaP, Informazioni al Pubblico).

Nella figura seguente, viene dato uno schema di massima delle diverse zone, trattate più dettagliatamente in seguito.

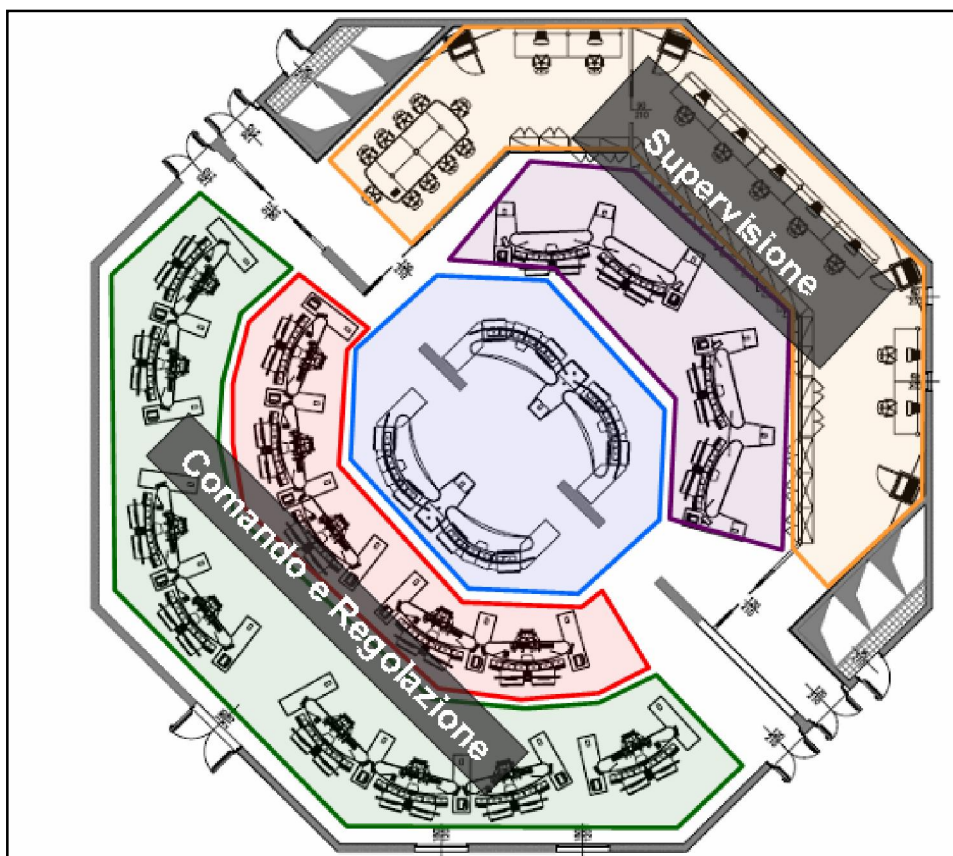


Fig. n. 3.89 Configurazione della sala di esercizio rete regionale

Le diverse aree vengono qui evidenziate con diversi colori:

- BLU à ACC Bologna
- ROSSO à Rete Strategica
- VIOLA à Postazioni di supervisione
- ARANCIONE à Area per le IF (Imprese Ferroviarie)
- VERDE à Restanti linee
- GIALLO à Area Info

Si trattano ora nel dettaglio le diverse aree componenti la sala, descrivendo le caratteristiche ed i compiti.

AREA BLU

- *Corpo centrale.* in fase di realizzazione con progetto di attuazione previsto per il 24 Maggio 2009 dell' ACC di Bo Centrale. In questa parte, trovano sede, l'ACC di Bologna Estesa sia per gli itinerari che per gli istradamenti, la loro postazione di riserva e la

Capitolo 3

remotizzazione dei singoli ACC. Risulta oggi di grande importanza anche la postazione di Informazione al Pubblico (IaP) di Bologna Centrale. Nella postazione di Bo C.le viene anche eseguito un test sui gestori d'area (cdb, segnali, deviatori...) per il loro regolare funzionamento.

Prima del 24 maggio, la cabina, aveva la visione di Bologna ed era gestita attraverso un ACELI (Apparato Centrale Elettrico a Leve di Itinerario), mentre le diverse linee gestite con CTC (Centralized Train Control). Successivamente la cabina verrà sostituita con ACC (Apparato Centrale Computerizzato) e alla stessa maniera saranno gestite le linee. L'idea è quella di implementare l'ACC di Bo con la località di Santa Viola e di San Ruffillo, attivando il nodo, un tempo fino a Imola, fino a Castel Bolognese.

Precedentemente all'attivazione, è stata eseguita anche una situazione simulata; attraverso l'M53 vengono rappresentati i binari di stazione con loro occupazione e/o liberazione e le diverse manovre, es. di spostamento materiali fatti tra i binari per i treni in arrivo/ricovero.

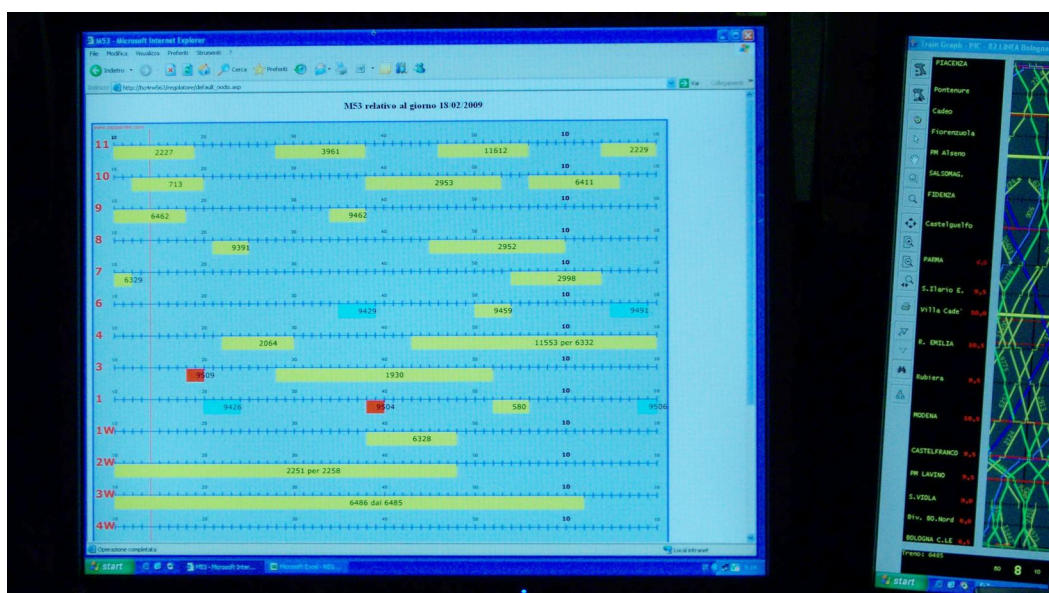


Fig. n. 3.90 Riproduzione M53 di Bologna C.le

AREA ROSSA

rappresenta il 1° livello ovvero il primo anello a partire dal corpo centrale, all'interno del quale è presente il Nodo di BO C.le e le postazioni dei DCO della rete strategica:

- *Nodo di Bologna C.le*. che gestisce la circolazione di tutte le linee afferenti nel nodo, è equipaggiata nella parte superiore, con due monitor rappresentanti i binari della diverse

Capitolo 3

linee afferenti nel nodo, i binari di stazione di BO C.le, piazzale Ovest, Est, tutti i punti rilevanti per la corretta circolazione ed i punti critici e di conflitto (es. Santa Viola).

I diversi monitor sottostanti rappresentano i train graph delle diverse linee tra cui rientrano quello della cintura, la direttrice MO – BO – S. Ruffillo – Firenze che ha nella parte inferiore l'orario relativo alla Porrettana (Bo C.le – Casalecchio), Castelmaggiore – Bo – Crevalcore... Il nodo di Bo C.le comprende inoltre, oltre al piazzale centrale:

- Bologna Arcoveggio;
- Salesiani (sotto il ponte di Galliera)

Di rilevanza strategica ai fini della corretta circolazione dei treni, è il “**sottovia buca**”, binari interrati dal posto Ravone (circa all'altezza degli ultimi depositi prima dell'ingresso in stazione C.le), per i treni provenienti dalla Milano tradizionale e che devono recarsi sulla linea di Ancona. Un tempo il sottovia buca, veniva usato come scalo merci, oggi invece, è stato dotato di segnaletica completa e può essere percorso, come visto, dai treni in arrivo dalla Milano storica, e che in sua assenza avrebbero dovuto tagliare sia la linea di Verona, che la nuova linea AV Mi-Bo. E' stato quindi attivato, con la principale funzione di evitare le interferenze dopo l'avvio dell'Alta Velocità. I binari di stazione interessati dal transito nel sottovia buca sono quelli cosiddetti “alti” ovvero l'8, il 9, il 10 e l'11.

I vari DCO hanno nel nodo la funzione, sia di regolazione del traffico che di controllo della regolarità avendo unito le funzioni del DM (Dirigente Movimento) e del DC (Dirigente Centrale).

Quando negli schermi del nodo o della postazione specchio, compare il simbolo **Cs**, significa che si sta effettuando una richiesta di consenso al DCO e solo dopo la realizzazione di tutte le condizioni necessarie per la sicurezza, Bo C.le chiederà l'apertura del segnale allo stesso.

Nel nodo, sono visibili solo sei delle sette linee, in quanto la BO – Portomaggiore ha binari a parte (posizionati al Piazzale Est).

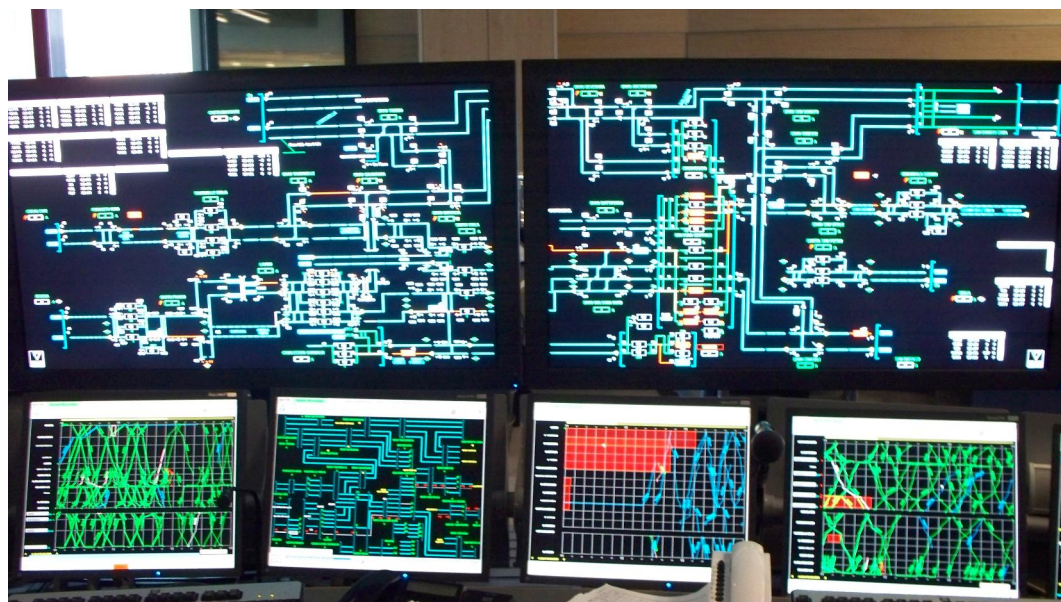


Fig. n. 3.91 Postazione Nodo

- *Postazione specchio del nodo* o *Riserva CTC Nodo*. di uguale configurazione a quella del nodo, utilizzabile in caso di problemi ed incongruenze nella postazione nodo originale, avente anche una schermata allarmi per Train Trip es. alimentazione di rete. Viene utilizzata per operazioni di supporto per la corretta circolazione dei convogli nel nodo e per l'occupazione dei binari di Bo C.le

I monitor sottostanti, servono per il richiamo di diversi impianti di stazione quindi diventa possibile la selezione itinerari con zoom di bivi e stazioni ad es. per interruzioni (segnalate) con una retinatura singola sulla zona interessata che, se è rossa e solo da un lato, ovvero interessa un solo binario, se è una retinatura doppia, è attiva su entrambi i binari. Se è di colore verde si tratta di una programmata interruzione.

E' segnalata una lista degli orari di arrivo dei convogli in entrata a Bologna ovvero quello che l'apparato si aspetterebbe di trovare in normali condizioni di circolazione.

La fermata di un treno, è possibile effettuarla in tre diverse maniere:

- attraverso la selezione itinerari (andando a deselezionare una tratta);
- bloccando il "macaco" (non consentendo il passaggio);
- mettendo la stazione in manuale (situazione drastica che provoca l'arresto di TUTTI i treni).

Altra operazione possibile è la chiusura segnali, effettuata con comando manuale che ha priorità su tutti gli altri comandi. E' decisa dal DM capo di stazione.

Capitolo 3

- *Regolatore di nodo*. situato in posizione strategica ovvero a fianco delle precedenti che è una nuova figura, rappresentante la “regia” per le operazioni scelte dai diversi responsabili. Egli deve curare gli accadimenti e le scelte sulla direttrice FI – MI, la convivenza dell’AV con il traffico locale e curarne la compatibilità ma non solo; esso funge da “collante” tra nodo e linee. Deve cucire tra loro le varie sezioni quindi occuparsi della corretta collaborazione tra il nodo e le 7 linee (anche se in realtà ne vengono visualizzate solo 6). Esso non ha funzioni di comando ma solo di controllo per la corretta e regolare circolazione dei convogli in sicurezza; rientra nelle aree viola di supervisione anche se spazialmente è situato a fianco del nodo, posizione più consona per le funzioni che deve svolgere.

Nella postazione del regolatore, è presente anche un monitor indicante l’ordinaria assegnazione dei binari di stazione, nel quale i treni “normali” (ovvero con regolare fermata a Bologna) vengono rappresentati in giallo, i convogli ad Alta Velocità sono azzurri, mentre i fast (non fermanti a Bologna) sono indicati in rosso; questo per una visione immediata della reale e/o imminente occupazione dei binari stessi.

Per quanto riguarda quelli della stazione Centrale, dedicati ai treni AV per i treni dispari in programma sono l’1, il 3 e il 6.

Per quanto riguarda i treni fast, con il solo transito a Bologna, ma che non fermanti, si ha:

- binario 3 C.le per i fast dispari;
- binario 1 C.le per i fast pari

Nelle linee AV ma anche nelle normali linee, in caso di problemi, è possibile anche realizzare la *precedenza dinamica*, intendendo con questa il sorpasso in linea tra due treni, uno nel binario legale ed uno inviato nel binario di destra, da effettuarsi solo in presenza di determinate caratteristiche e requisiti della linea.

N.B. Un *binario* si dice *illegale*, quando la linea NON E’ banalizzata. Sulle linee banalizzate, un treno che non è sul regolare binario, viene a posizionarsi sul *binario di destra*.

Punto chiave negli schermi del nodo e del regolatore è il cosiddetto “*macacò*” così chiamato dagli operatori in servizio ma che essenzialmente si identifica nella *sospensione autocomando o contrappeso*, necessario per la chiusura/apertura di un itinerario già assegnato ad un treno.

Nella stazione di Bologna, esistono inoltre particolari incongruenze, nel senso che un treno dispari in arrivo da Modena, quando viene a trovarsi in cintura e avente come itinerario di

Capitolo 3

arrivo Castelmaggiore, passa sul binario pari pur restando un treno di numero dispari. E' nella stazione di Castelmaggiore che avviene il cambio del numero per il treno che diviene pari.

All'interno della sala verranno inoltre a trovarsi, dopo l'attivazione del 24 Maggio, le linee strategiche:

- *postazione linea Padova*
- *postazione linea Milano storica* (tradizionale, non AV)
- *postazione linea Prato* (che va da San Ruffillo a Prato (esclusa))
- *postazione ACC Multistazione di cintura*

AREA VERDE

Rappresenta il 2° livello, all'interno del quale sono presenti le restanti postazioni delle linee secondarie e quelle di bacino.

Come visto, la totalità delle linee afferenti nel nodo è:

- *postazione CTC Porretta* (da Casalecchio Garibaldi, ancora presenziata ma qui esclusa, a Pistoia). E' una linea specializzata per il solo trasporto viaggiatori.
- *postazione Verona*
- *postazione Rimini*
- *postazione Pistoia* (a fianco della linea Prato)

La linea Bologna – Portomaggiore non compare in sala in quanto, come visto precedentemente, è gestita dalla società FER (Ferrovie Emilia Romagna), anche se in essa sono comprese parti di tratte sotto giurisdizione di RFI (da Vignola a Casalecchio esclusa) e dotata di propri binari.



Fig. n. 3.92 Postazione linea Porretta

- *postazione di Bacino Emilia-Romagna*. comprendente all'interno anche il mozzicone BO – Rimini (Castel Bolognese, Imola) considerando che da Imola a BO si hanno compiti spettanti al DCO del nodo, e fino a Rimini se ne occupa BO; successivamente le funzioni passano al coordinatore di Ancona. Vengono rappresentati i tratti di linea afferenti ma non ancora con telecomando. Questa postazione, si compone di 3 monitor: uno per la linea Bologna-Milano tradizionale, uno per la Bologna-Rimini fino a Castel Bolognese e uno per la Bologna-Ferrara dove i dati vengono inseriti manualmente ma non vi è una corretta interfaccia con quelli del PIC.

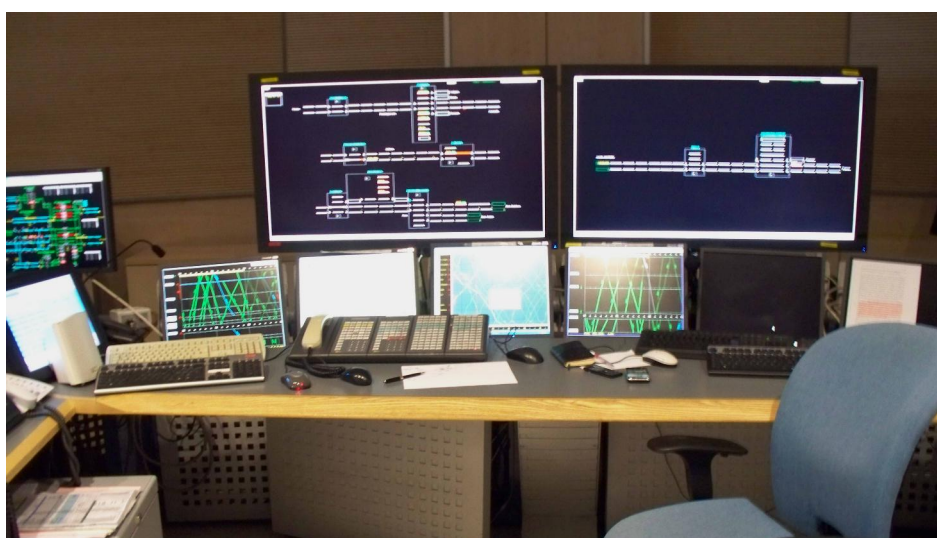


Fig. n. 3.93 Postazione del Bacino

Capitolo 3

- Esiste anche una *postazione "ibrida"* avente il principale compito di essere configurata per assumere le funzioni di una specifica linea in caso di evenienza. Essa viene avviata da un operaio sempre presente 24h su 24 e da un tecnico di Alstom (azienda fornitrice del servizio). Viene quindi a risultare una postazione specchio adattabile alle diverse esigenze.

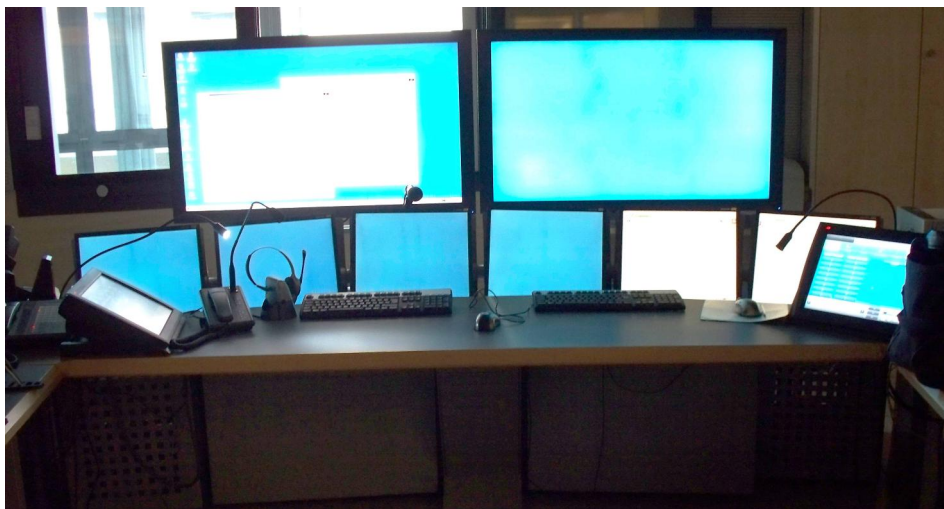


Fig. n. 3.94 Postazione ibrida configurabile

- *Ufficio movimento Santa Viola.* questa località risulta particolarmente importante, in quanto punto di possibile impatto dell'AV con le altre direttrici regionali interessate. La postazione di Santa Viola è un sistema *NON probante* in quanto vengono dati dei comandi e ricevuti dei controlli non nell'immediato (è un CTC), ovvero quello che si vede non è detto che sia realmente così. Certe operazioni qui non sono possibili anche se esso oggi è chiamato *CTC evoluto*, che ha cioè conservato la stessa logica e le stesse funzioni del vecchio CTC che però era manuale.

Un'operazione possibile è il *doppio ricontrollo*, che è una tattica che dà priorità in un punto specifico, visualizzandolo poi sullo schermo e dando una visione di quello che realmente succede in campagna es. un semaforo visto in questa postazione come verde, può essere visto rosso dal macchinista; ciò che fa testo in questo caso, è quello che è visibile da parte del macchinista. In ultima analisi, l'ultima strada da seguire se il segnale è visto di due colori diversi, è quella di dare al macchinista prescrizioni di superamento del segnale a bassa velocità (marcia a vista a 30 km/h).

Al contrario del CTC, l'*SCC* è *probante* ovvero quello che si vede sul monitor è realmente quello che succede in campagna.

Capitolo 3

L'orario ferroviario, è stato concepito, per soddisfare le esigenze di regolarità del traffico locale dopo l'avvio dell'alta velocità; ad es. i convogli percorrenti i binari di corretto tracciato della Verona, che prima avevano come punto di arrivo il binario 6, oggi hanno avuto lo spostamento ai binari dell'ovest per cercare una soluzione che fornisca la minima quota di punti di conflitto tra le due linee.

Un tempo, le postazioni di Bo C.le e le 6 linee afferenti erano divise, mentre oggi sono racchiuse entrambe nello stesso posto per una migliore interoperabilità tra i diversi operatori.

AREA ARANCIONE

- *Sala COT = Centro Operativo Territoriale*, è una sala di crisi per effettuare decisioni difficilmente gestibili (ad es. soppressioni treni, deviazioni, caduta di linea area). E' anche munita di uno schermo per riprodurre il nodo in caso di anormalità e prendere le necessarie decisioni.
- *Area IF = Imprese Ferroviarie*, comprendente la *SOP: Sala Operativa Passeggeri*, di competenza di Trenitalia con gestione dei treni a lunga percorrenza ed il *SOR: Sala Operativa Regionale*, avente diversi compiti; *FER: Ferrovie Emilia Romagna*, realtà tutt'ora in espansione.

AREA VIOLA

- *Postazione Coordinatore di RFI*. con gestione dell'immediato, rappresenta un dirigente coordinazione movimento, avente compiti di controllo della circolazione (es. anormalità, gestione in tempo reale...)
- *RIF = Referente Imprese Ferroviarie*. che si occupa della programmazione a lungo termine.
- *RIC = Responsabile Informazioni Circolazione*, con il compito di informazioni al pubblico, oggi rientranti nelle tre principali mission da ricercare e tra cui troviamo anche sicurezza e regolarità oltre, come visto, alle informazioni al pubblico. Il referente ha a disposizione tabelle di informazione per i viaggiatori; questa figura trasmette le informazioni alle stazioni e al nodo, e da essi partirà il sistema informativo per l'utenza, riferendo dati provenienti da parte del CTC. Questo sistema ha la visualizzazione di tutti i treni in circolazione poi, impostando dei filtri per la visualizzazione di quelli in ritardo, li

Capitolo 3

analizza e li comunica alle stazioni corrispondenti ed interessate. Attualmente, ogni sistema di gestione, ha un sistema di informazioni al pubblico, che legge però solamente i ritardi e non gli eventuali cambi di binario. Gli annunci che il sistema fornisce sono due:

- uno quando il treno è sul BA in approccio;
 - l'altro quando il convoglio è in arrivo al segnale dopo formazione di itinerario.
- *RIT= Responsabile Informazioni Treno* (di compito di Trenitalia); con postazione situata di fianco alla precedente postazione del RIC, esso cura il passaggio di informazioni a bordo treno, quindi al capotreno, che le comunicherà ai viaggiatori.
 - *Responsabile sicurezza*. non ancora esistente ma che verrà attivato a breve.

FUORI SALA

- presenza di un *Operaio H24* (in caso di problemi è sempre reperibile): egli rileva errori, guasti e comandi della diagnostica. Oggi tutti i comandi di notevole importanza sono sotto punta (con emissione di un grafico tipo sismografo che rimane piatto in caso di normale funzionamento, mentre scatta in caso di guasto o errore) quindi controllati istantaneamente.
- *Nucleo interruzioni*: effettua la programmazione della manutenzione ad es. semestrale, facendo una coordinazione delle esigenze della manutenzione con la normale circolazione.
- *Presidio prescrizioni*: ad es. di segnalazioni o rallentamenti; si tratta di prescrizioni temporanee; un tempo tante stazioni avevano il “copione eventi” oggi ci sono nuove postazioni organizzative che fanno un copione per tutti i treni.
- *Segreteria tecnica*. vi è dietro un discorso organizzativo, cartaceo, regolamentare...
- *Sportello RIF*: Referente Impresa Ferroviaria

Ogni anno, oltre a tutte le disposizioni necessarie per lo svolgimento delle attività, ogni funzione del personale predetto ed agente in sala, viene elencata nel *RDS: Registro Disposizioni di Servizio* ovvero il vademecum delle mansioni degli operatori.

Occorre accennare brevemente le sigle dei treni Eurostar sia quelli circolanti sulle linee veloci, sia quelli transitanti sulle linee tradizionali:

Capitolo 3

-inizio con 95 à treni FAST o NO STOP;

-inizio con 94 à normali treni AV.

I precedenti sono i convogli che si ritrovano sulle linee ad Alta Velocità. Al contrario, quelli circolanti sulle linee “storiche” sono:

-inizio con 97 à treni Eurostar City;

-inizio con 96 à normali treni Eurostar, come visto non circolanti sulle linee AV.

Se nel Train Graph della postazione AV Milano-Bologna (e comunque in ogni altra postazione di una linea veloce), le tracce orarie vengono indicate con colore verde e sono univoche in quanto sono previsti solo treni Alta Velocità, al contrario, nei monitor delle tracce del nodo di Bologna, si ha una diversa colorazione delle spezzate a seconda del tipo di convoglio circolante e della relativa percorrenza:

-*linee verdi* à indicanti i treni viaggiatori

-*linee gialle* à treni interregionali (attualmente chiamati regionali veloci)

-*linee azzurre/blu* à treni merci o vetture vuote rientranti nella stazione di origine

-*linee rosse* à presenza di locomotori isolati;

-*linee arancioni* à ci si trova davanti a treni merci che trasportano *materie pericolose e nocive*, cliccando sulla traccia oraria in esame, si ottiene una lista che fornisce il codice ONU, il codice di pericolo ed in aggiunta il tipo di materiale trasportato. Tutto ciò diventa utile in caso di disastri e/o incidenti, per saper fornire alle autorità arrivate in soccorso, tutte le indicazioni necessarie al corretto intervento.

Se le precedenti linee risultano essere tratteggiate, significa la presenza di treni straordinari.



Fig. n. 3.95 Monitor train graph del nodo

Foto capitolo 3 di Sara Morselli

3.2. Centralized Traffic Control (Controllo Centralizzato del Traffico, CTC)

Genericamente il CTC (Centralized Traffic Control) Controllo del Traffico Centralizzato, è un'apparecchiatura necessaria ed indispensabile per esprimere la volontà del dirigente (specializzato in DCO: Dirigente Centrale Operativo) nei riguardi della circolazione sui posti satelliti a distanza.

Il concetto di volontà, può significare il verificarsi due diverse condizioni:

1. esprimere operazioni di comando;
2. effettuare richieste di controlli (o di ricontrolli, che sono comandi a tutti gli effetti).

Il Comando centralizzato del traffico (C.T.C.) è costituito da un posto centrale (PC) e da posti periferici (PP) che sono collegati da un canale di trasmissione per l'effettuazione di teleoperazioni che consentono l'invio di comandi dal posto centrale verso la periferia e la ricezione di controlli in senso inverso. Il CTC viene quindi a porsi come un posto di relazione tra il PC e i vari PP con sicurezza di esercizio affidata agli apparati locali e garantita con disposizione a via libera dei segnali, e distanziamento ad opera dei diversi sistemi di blocco (automatico o conta assi).

3.3. Sistema Comando Controllo (SCC)

Su determinate linee, esiste ed è già attivo, un particolare tipo di CTC, chiamato Sistema Comando e Controllo (SCC). I precedenti dispositivi, sono telecomandi, di nuova generazione, che permettono la gestione di linee ad alta e media frequentazione permettendo di inviare comandi e ricevere controlli in sicurezza. Quest'ultimo è inoltre un apparato tecnologicamente innovativo e maggiormente evoluto che consente di gestire, con modalità automatica, la regolazione della circolazione ferroviaria su linee e nodi.

Grazie ad esso, si è in grado di aumentare il servizio offerto alla clientela, attraverso la regolarità nella marcia dei treni ed a una puntuale informazione;

L'SCC, è costituito da quattro Sottosistemi, completamente integrati fra di loro, ognuno dei quali fornisce agli altri, on line, tutte le informazioni che li riguardano. I sottosistemi anticipati si specializzano in:

- SOTTOSISTEMA CIRCOLAZIONE
- SOTTOSISTEMA DIAGNOSTICA

Capitolo 3

- SOTTOSISTEMA INFORMAZIONI al PUBBLICO
- SOTTOSISTEMA SICUREZZA e TELESORVEGLIANZA

La loro integrazione, è assicurata da un software che garantisce il trasferimento dei dati a tutti i sottosistemi interessati.

Il sistema è poi interfacciato con PIC, per la trasmissione dei diversi dati di andamento, di composizione treno e delle altre informazioni utili per la circolazione; interfaccia anche con sistema RTB per acquisizione dei dati relativi al treno per il quale è stata rilevata la temperatura delle boccole che ha determinato l'allarme.

In questo innovativo sistema, al contrario del CTC, la sicurezza viene garantita dall'acquisizione nel Posto Centrale, dei diversi controlli provenienti da ciascuno dei Posti Periferici, secondo la modalità del "polling" ovvero di cicli di "interrogazioni automatiche". Questa tecnica prevede che ogni quattro secondi circa, a seguito di tali "interrogazioni", vengano inviati al centro tutti i controlli relativi allo stato particolareggiato degli enti rilevato su tutti i PP collegati.

Gli impianti telecomandati, possono essere gestiti attraverso due modalità:

- *manuale*. per la quale il DCO deve inviare manualmente il comando di itinerario per i movimenti dei treni;
- *automatica*. nella quale il sistema, attua il programma elaborato in fase previsionale, risolvendo automaticamente anche eventuali conflitti nati, inviando automaticamente al Posto Periferico i comandi di itinerario. E' la soluzione in genere preferita in caso di traffico regolare, ma occorre certe volte, l'intervento dell'operatore per risolvere problemi nati in seguito di ritardi, precedenza, situazioni particolari.

Per quando riguarda le funzioni di Comando e di Controllo, possiamo trovare un'affinità con l'SCC rientrante nel sistema ACCM delle reti ad Alta Velocità, in quanto anche in questo, si hanno tre tipologie di comando:

- semplici
- protetti
- sicuri

I comandi e controlli *semplici* sono quelli per cui un improprio invio, produce effetti solo sulla regolarità della circolazione ma *non sulla sicurezza*, garantita dalla funzionalità degli

Capitolo 3

apparati del P.P. Tra di essi rientrano ad esempio la formazione e la distruzione di un itinerario, la manovra dei deviatori ecc...

I comandi *protetti* riguardano enti telecomandabili per la manovra per i quali è stato introdotto un dispositivo tecnologico nel P.P. ed una interazione fra P.P. e P.C. realizzata mediante il contributo dell'operatore, al quale spetta il compito di confermare posto, ente e comando da inviare.

Sono comandi particolari e delicati che richiedono conferma da parte dell'operatore. Tra di essi si hanno attivazione e rimozione di un fuori servizio (fs), attivazione del segnale di avanzamento e di avvio con aspetto lampeggiante...

Tra i comandi e controlli *sicuri* rientrano alcune tipologie di comandi protetti e di controlli elevate al livello di Comando / Controllo Sicuri. L'operatività di questi Comandi deve essere distinta da quella dei Comandi Protetti con una procedura ad hoc emanata dalle Unità Periferiche competenti. In questi comandi sono ad es. compresi alcune liberazioni di soccorso come quelle del Bca. Questa categoria di comandi, fa già parte dei precedenti comandi protetti ma in questo caso, i comandi fatti vengono immediatamente eseguiti.

Per quanto riguarda i Posti Periferici (presenziati o impresenziati), essi sono gestiti con sistemi di diverso tipo e tecnologia a seconda del tipo di linea:

- ACEI semplificati per linee a semplice binario;
- ACEI – ACC per linee a doppio binario;
- ACEI – ACC per linee a semplice e doppio binario esercitate con SCC.

I Posti Periferici, sono muniti di diverse apparecchiature tra le quali rientrano quelle per la manovra a mano degli scambi, per la chiamata all'agente treno, segnalazione dell'avanzamento del treno, dopo superamento del segnale di protezione di stazione (attivabili solo in condizioni di presenziamento) che, nel caso di linee gestite con SCC, la segnaletica di stazione di protezione e partenza è munita di segnale di avanzamento attivabile anche dal Posto Centrale.

I PP sono in parte muniti, dei moderni *deviatori oleodinamici* (si veda figura 3.96 sottostante), più lunghi dei tradizionali deviatori e con una tangente tale da non far percepire, a bordo treno, il cambio di binario. Essi sono nati per essere utilizzati dai nuovi treni ad Alta Velocità, che possono percorrerli a velocità più elevate rispetto a quelle dei normali deviatori.

Capitolo 3



Fig. n. 3.96 Deviatoio oleodinamico PP Tavernelle Emilia, linea tradizionale Verona-Bologna

Foto di Sara Morselli

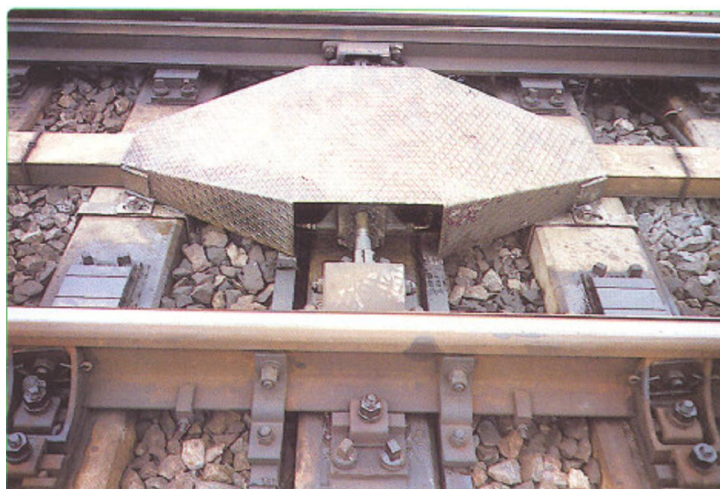


Fig. n. 3.97 Uno degli attuatori dei deviatori oleodinamici

Foto di Carlo Salmi

Come raffigurato nella fotografia 3.97 precedente, la manovra e l'assicurazione dei deviatori oleodinamici, avvengono attraverso dispositivi denominati attuatori

La Gestione della Circolazione, è lo strumento più importante a disposizione degli operatori aventi la gestione della circolazione ovvero il DCO che si avvale, della precedente, per effettuare interventi nei P.P. telecomandati attraverso l'ausilio sia del personale delle stazioni, che del personale dei treni.

Capitolo 3

I punti critici da controllare per avere una corretta e sicura regolarità dei convogli, sono le stazioni (presenziate o meno) nelle quali devono gestirsi incroci, precedenza e manovre.

Per la costituzione di un itinerario, il DM di una stazione porta (ovvero Posti Periferici particolari nei quali il DCO ha il compito di concedere consensi per i treni entranti nella tratta di giurisdizione), per l'inoltro di ciascun treno verso il tratto telecomandato, effettua la richiesta di consenso al DCO che lo concede con l'apposito comando. La richiesta, con relativa concessione, in certi CTC viene effettuata automaticamente se essi risultano dotati di dispositivi atti alla gestione automatica del numero treno.

Tutti gli itinerari nelle stazioni intermedie, vengono predisposti dal DCO, se esse sono gestite in telecomando, oppure dall'agente in loco, dopo aver ottenuto il consenso dal DCO, se risultano invece presenziate.

Nelle linee gestite con il più avanzato SCC, il sistema acquisisce automaticamente il numero dei treni che entrano nell'area controllata e provenienti dalle diverse linee dotate di altri sistemi di gestione (es. CTC, SCC...).

Nell'analisi dei due sistemi operanti sulle linee tradizionali, la prima domanda da porsi è: Chi è il DCO? Da questo punto è possibile enunciare la differenza tra DC (Dirigente Centrale) e DCO (Dirigente Centrale Operativo) che sta nel fatto che il DC decide il da farsi e che provvedimenti prendere e successivamente da ordini al capostazione, mentre il DCO prende sì le decisioni, ma nel frattempo opera effettivamente. Il DCO viene quindi ad assumersi personalmente la dirigenza movimento dei PdS (Posti di Stazione) che sono stazioni da considerarsi abilitate.

Per Sicurezza, si intende quella garantita dagli apparati di stazione (ACEI e BA) e ci si può avvalere di:

- Dirigente Movimento (DM) della stazione posta (sono quelle che immettono i treni nella tratta);
- personale dei treni (es. agente treno);
- personale che presenzia i PdS (sono appositi incaricati come ad es. operai manutenzione).

Capitolo 3

Gli strumenti a disposizione del DCO per mettere in pratica quanto precedentemente detto, sono i CTC o il più evoluto SCC che da comandi e controlli più avanzati. Queste apparecchiature servono per telecomandare determinate linee.

Si segnala anche l'esistenza di dispositivi RAR ovvero dispositivi di Rilevamento Attraversamento a Raso, in quelle stazioni prive di sottopassi e dove risulta necessario controllare la libertà del binario (è il capotreno che azionando una maniglia è in grado di azionare il dispositivo).

Un esempio di linea a semplice binario è la Poretana provvista di CLE: Comando Locale di Emergenza che è una ripetizione dell'itinerario e viene usato in caso di disconnessione dal CTC (viene considerata disconnessione l'impossibilità di effettuare un comando da parte del DCO).

Il telecomando di linee a doppio binario è un sistema più evoluto; il CTC evoluto non si ritiene più evoluto per quanto riguarda la sicurezza in quanto esso ha soltanto funzioni aggiuntive per l'effettuazione di operazioni sul singolo treno. Evoluto si intende quindi dal punto di vista gestionale.

Precisazione: ci sono treni che per orario, hanno l'obbligo di tenere la destra perché dal 1° binario di San Benedetto, non c'è il deviatore per andare a sinistra. In tutti gli altri casi la doppia destra è vietata.

Esistono delle chiavi di settore, azionate tramite elettromeccanica e attraverso le quali vengono messi fuori servizio binari di stazione (da ricordare che i settori esistono solo sulla direttissima). Stesso concetto per le chiavi di zona che però sono di tipo elettrico.

L'SCC è un sistema di telecomando di nuova generazione nel quale, la grossa differenza rispetto al CTC, è che esso ritiene probanti i segnali, al contrario del CTC dove questo non accade.

Nell'SCC alcuni comandi, tra i quelli denominati "sicuri" sono probanti ma i segnali diventano probanti solo se in linea è visto il segnale verde (è quindi il macchinista che detiene l'ultima parola). Nel CTC nulla è probante.

L'SCC è dotato di tasti di soccorso grazie ad un ciclo di ricontrollo.

Come già anticipato il CTC è un sistema che permette al DCO di inviare un comando in periferia e ricevere un controllo. In questi apparati, la sicurezza è affidata agli apparati di stazione.

Capitolo 3

Nel CTC, il comando parte dal DCO e raggiunge l'elaboratore/modem, arriva all'ACEI e agli enti di stazione e successivamente torna al DCO (il CTC volgarmente compie le stesse funzioni di un piccione viaggiatore) avendo così effettuato un comando a distanza.

L'SCC è quindi un CTC super evoluto che effettua gli stessi comandi ma li attua in maniera diversa ed in questo modo il controllo avviene in sicurezza.

Anche l'SCC, come il CTC, è interfacciato con PIC per la trasmissione di tutti i dati di andamento del treno. L'inconveniente rilevato è che la trasmissione dei dati, non avviene in tempo reale in quanto se un treno si ferma, la traccia orario non si sposta automaticamente in avanti, ma deve essere traslata a mano dopo consiglio del RIC e di altri operatori competenti.

E' il ciclo di "polling" che ogni 4 secondi garantisce la sicurezza al contrario del vecchio CTC nel quale ad es. se per mezz'ora non si ha il passaggio di un treno, viene perso il controllo, mentre come visto, nell'SCC c'è un "refresh" ogni 4 secondi e nel quale non è necessario un ricontrollo.

Questi impianti telecomandi, come visto, sono gestiti in diversa maniera:

- *manuale*, è quindi il DCO che deve effettuare i comandi manualmente per il treno che altrimenti non svilupperebbe un itinerario;
- *automatico*, il sistema elabora automaticamente il programma revisionale.

Lasciando che il sistema lavori in automatico, in questo caso si deve operare per lo sbloccamento di un treno che ha già fatto l'itinerario. Nei vecchi CTC al contrario, si operava per far marciare un treno, non per fermarlo.

Per effettuare una distruzione di un itinerario, si hanno due maniere:

- istantaneamente se il treno ha già occupato il cdb di approccio;
- dopo 5 minuti se non lo ha occupato, in quanto è percepibile che il convoglio si è fermato.

Come visto per la trattazione del nodo di Bologna nella sala di esercizio rete regionale, il comando di *sospensione autocomando* ("macaco" in gergo ferroviario) è un'operazione fondamentale per eseguire le manovre in stazione, da aggiungersi alla chiusura segnali.

Un altro esempio di sistema a telecomando è il cosiddetto punto-punto come la stazione di San Pietro in Casale e quella di Poggiorenetico. Si tratta di stazioni che vengono telecomandate da un altro posto satellite (stazioni, bivi...) che è da considerare abilitato ed impresenziato.

Capitolo 3

Trattando ulteriormente le differenze funzionali tra SCC e CTC, troviamo:

- l'SCC, in caso di anomalità, può usare dispositivi di avanzamento e avvio senza necessità di dare prescrizioni al treno (dal 14 dicembre 2008, *I'M40 telec*, fascicolo necessario per i diversi ordini al treno, si trova a bordo treno);
- nell'SCC, in caso di presenziamento, non è necessario dare la situazione del treno, quindi i fonogrammi non sono più necessari;
- l'SCC gestisce direttamente il sistema RTB.

Inoltre, occorre precisare che in linea sono presenti, in corrispondenza di ogni deviatoio, segnalato con apposita tabella, le rispettive casse di manovra e sopra di esse sono presenti gli schermi dei deviatoi che, se accesi a luce blu, sono percorribili a marcia a vista in quanto risultano posizionati correttamente per l'itinerario scelto. Il segnale indicatore di deviatoio, è un segnale luminoso, necessario anche di notte per segnalare al macchinista la diversa posizione assunta dallo stesso e quindi il tracciato da seguire (vedi fig. 3.98).



Fig. n. 3.98 Tabella-Indicatore deviatoio con luce blu

Foto di Sara Morselli

Il DCO, per esigenze di servizio e per effettuare la corretta circolazione dei treni, ha a disposizione una serie di Moduli necessari per diverse operazioni tra i quali rientrano:

Capitolo 3

M125a per la registrazione delle anomalie riscontrate nel normale funzionamento dell'apparato, M3 e M40 per le diverse prescrizioni ai treni...

Presso il Posto Centrale (PC) si trova il "Registro disposizioni di servizio" (RDS) M365PC, redatto dal Reparto Territoriale Movimento Competente, all'interno del quale, sono elencate tutte le caratteristiche e particolarità delle linee gestite in regime DC/DCO. Analogo documento, è situato presso ogni Posto Periferico (PP) delle diverse linee, redatto dai vari reparti territoriali competenti della tratta.

L'SCC è attualmente un ottimo sistema per la gestione delle linee, destinato però ad essere soppiantato dall'innovativo ACCM, oggi utilizzato come visto nelle nuove linee veloci (es. Milano – Bologna).

Nei sistemi a telecomando, non vi è la necessità di personale che presenzia in luogo in quanto i treni hanno un traffico gestito in maniera automatica. Per effettuare diverse operazioni rispetto a quelle stabilite dall'automatismo della macchina, è il DCO che deve impartire i diversi ordini, ad es. per precedenza, manovre, apertura segnali ecc...

E' nei diversi Posti Periferici che la circolazione deve essere esaminata con maggiore attenzione e proprio per questo motivo, i PP sono muniti di:

- apparecchiature per la manovra a mano degli scambi in caso di guasti;
- dispositivi di chiamata telefonica dell'agente treno in caso di problemi;
- di ripetizioni relative alle condizioni di determinati enti verificabili dall'agente treno;
- di segnali di avanzamento, di fondamentale importanza per il regolare traffico dei convogli, che però diventano attivabili solo in condizioni di presenziamento dell'ente.

Si è visto che con la nascita dell'Alta Velocità e successivo utilizzo anche per le linee tradizionali, si utilizzano deviatori di tipo oleodinamico (con 4 o 8 attuatori) a seconda delle diverse velocità e tangenti. Anche i deviatori di questo tipo, possono essere manovrati a mano in caso di problemi (ad es. Castelfranco), estraendo la chiave dall'unità bloccabile e successivamente aprendo la centralina oleodinamica, si inserisce la chiave nella posizione voluta dove la lettera C, suggerisce Corretto tracciato, mentre la D sta per Deviato. Questa operazione va effettuata tenendo premuta la leva, in quanto la manovra è "a ritorno elastico" e nel frattempo va pompato l'olio.

Capitolo 3

Un altro modo per l'azionamento dei deviatori oleodinamici è la cosiddetta *MESP: Manovra Elettrica Sul Posto*, manovra manuale ma nel contempo elettrica effettuabile solo sulle linee ad Alta Velocità.

Come già introdotto, il DCO è un Operatore con il compito di gestire la linea a lui affidata e assumere la dirigenza del movimento. Per fare questo, egli si avvale, per interventi nei P.P. telecomandati, sia del personale delle stazioni, che del personale dei treni specializzato nell'Agente Treno che è il capotreno in linee a semplice binario o il macchinista su linee a doppio binario. Questa figura ha competenze di verifica e conferma per il DCO (es. manovra a mano dei deviatori).

Gli orari ufficiali di circolazione dei treni, vengono redatti a Roma mediante l'ausilio del *programma Roman*, software di supporto agli oraristi, per la programmazione della circolazione.

La gestione della circolazione è invece compito delle diverse figure professionali presenti nella Sala Regionale, tra cui l'agente PIC, il coordinatore e i diversi DCO che, in casi di eventi non considerati nella normalità, intervengono per modificare situazioni ed effettuare precedenze, incroci e ogni operazione indispensabile per la regolarità. Oggigiorno, al contrario degli anni '70, il personale dei treni non interviene mai nel controllo degli incroci.

Occorre segnalare che sui CTC di ultima generazione, nei vari PP, sono individuati, ai fini delle manovre e dei lavori di manutenzioni, diversi settori.

I deviatori rientranti all'interno del settore, possono essere manovrati tramite una chiave che normalmente rimane bloccata nel pannello topografico posto presso l'Ufficio Movimento e in una unità bloccabile in prossimità dei deviatori stessi.

Per concedere il settore è necessario da parte del DCO, un consenso elettrico svincolante la chiave nell'unità bloccabile.

Nei Posti Periferici invece gestiti con SCC, i diversi settori sono sostituiti dalle "Zone", ciascuna protetta da un'apposita chiave, specifica per la rispettiva zona. Le diverse zone, vengono rappresentate su un pannello topografico, posto nei vari Uffici Movimento, che evidenzia tutte le zone e le rispettive chiavi.

Nel precedente pannello, trova posto anche la chiave "TI" (Titolare Interruzione) che inibisce l'estrazione di chiavi non indispensabili per l'effettuazione di lavori non autorizzati dal DCO.

Capitolo 3

Le chiavi di zona, sono particolari apparecchiature che consentono l'esclusione dalla circolazione treni di determinati binari o tratti di binario, nell'ambito della stazione, con loro impiego ammesso per l'esecuzione dei lavori, agli enti cui si riferiscono, in regime di interruzione.



Fig. n. 3.99 Pannello delle chiavi di zona e rappresentazione delle diverse zone della stazione di Castelfranco Emilia

Foto di Sara Morselli

In conclusione, in caso di normale e regolare circolazione, il sistema funziona in maniera automatica senza necessità di intervento da parte dell'operatore, situazione però che si verifica assai raramente viste anche le necessarie opere di manutenzione in linea che conseguentemente richiedono interruzioni. Il DCO si trova quindi a dover intervenire per la soluzione di conflitti e/o problemi presentatesi nella circolazione.

CAPITOLO 4: IL NODO DI BOLOGNA ED IL PIANO SCHEMATICO

4.1. Piano Schematico

Prima considerare la realtà di un piano schematico, è bene conoscere alcuni elementi fondamentali che durante la consultazione di questo documento, potrebbero essere utili per comprendere gli itinerari stabiliti per i convogli.

Il *piano schematico*, potrebbe essere paragonato ad una pianta topografica non in scala, dove è rappresentato il piazzale di una stazione con i binari, i segnali, gli scambi, i passaggi a livello, i marciapiedi indispensabili per il servizio viaggiatori e il fabbricato viaggiatori (FV) assieme alle cabine contenenti le apparecchiature elettriche operanti sugli scambi, sui segnali... tali enti sono atti a garantire, con la massima sicurezza, il movimento di qualsiasi veicolo circolante su rotaia. Da quanto enunciato precedentemente, è possibile dedurre che la *stazione* altro non è che una località di servizio dotata di binari tecnologicamente attrezzati e protetta da segnali grazie ai quali è possibile gestire lo spostamento di mezzi sui binari.

Come è noto, le stazioni possono essere distinte in vari tipi:

- secondo la *tipologia del servizio da svolgere*: stazioni merci (es. scalo S. Donato), stazione di deposito (come Bologna Ravone), stazioni viaggiatori nelle quali è possibile effettuare un pubblico servizio nei confronti degli utenti aventi necessità di recarsi in altre località.
- altra classificazione in base alle *necessità della linea*: tra cui stazione estrema o capo tronco, stazione di diramazione e posto di movimento ovvero stazioni particolari non effettuanti né servizio viaggiatori, né merci all'interno delle quali si eseguono operazioni di precedenza, incroci, cambi di marcia...
- altre stazioni sono classificate e denominate in base alla *disposizione dei binari di corsa e di ricevimento* delle linee confluenti tra cui: stazione di testa o terminale, di transito o stazioni miste.
- ultima classificazione avviene in base alla *presenza o meno del personale in servizio* dando così luogo a stazioni abilitate, disabilitate o in inclusione telecomando.

Da quanto espresso precedentemente, si può capire come la **stazione di Bologna Centrale**, ricopra un ruolo di notevole importanza in quanto pur essendo *stazione viaggiatori di transito* (per il collegamento delle città di Firenze e di Milano, sia per l'AV/AC che per la linea storica), *e di diramazione* sul nodo più importante d'Europa, è inoltre *stazione mista*

Capitolo 4

(terminale e di testa) in quanto i due piazzali attigui Est e Ovest, attribuiscono all'impianto anche caratteristiche di *stazione terminale*.

Per la stazione di Bologna, sono anche previsti itinerari ben stabiliti per l'effettuazione di manovre, come ad esempio l'utilizzo di bretelle (attraversanti l'intera sede ferroviaria in entrambi i sensi) per l'arrivo o partenze in Piazzale Ovest.

Per la corretta lettura del piano schematico, diviene indispensabile, conoscere alcuni termini particolarmente ricorrenti come:

1. **Itinerario:** percorso compiuto da un treno e regolato da segnale alto, che può essere *di arrivo* quando viene percorso da un punto di linea e termina sul binario di stazionamento, *di partenza*, quando viceversa inizia dal binario di stazionamento e si dirige in piena linea, o *di libero transito* quando l'intera stazione viene attraversata come somma dei due itinerari di arrivo e di partenza, consentendo al treno di raggiungere la linea dalla parte opposta del piazzale attraversato;
2. **Punto di origine:** particolare punto in cui ha inizio l'itinerario o il movimento, di un treno o di una manovra;
3. **Punto finale:** quello in cui ha termine l'itinerario o l'istradamento considerato;
Se l'itinerario dovesse risultare particolarmente lungo o complesso, esso può comporsi di due parti chiamate emi-itinerari, con estensione compresa tra punto di origine-punto intermedio (1° emi-itinerario) e punto intermedio-punto estremo finale (2° emi-itinerario);
4. **Istradamento:** è un movimento di manovra compiuto dai rotabili nell'ambito del piazzale e regolato da apposita segnaletica (normalmente segnale basso), anch'esso componibile da due emi-istradamenti se complesso o lungo;
5. **Intersezione:** dispositivo di armamento che consente ad un rotabile l'attraversamento a raso di un binario in rettilineo con un analogo binario.

Oltre ai precedenti punti, sul piano schematico sono raffigurati deviatori, segnaletica di stazione (di avviso, di protezione e di uscita), circuiti di binario (di immobilizzazione, di occupazione, di ricoprimento ecc...) e tutti gli enti utili per la regolare circolazione in sicurezza. Nelle **Appendici 7, 8, 9** si allegano i Piani Schematici particolarmente importanti per lo studio dell'AV Milano-Bologna: Santa Viola, Bologna Nord e Bologna Centrale.

4.1.1. I percorsi di ingresso e uscita della linea Alta Velocità MI-BO

Per quanto riguarda l'impatto dell'Alta Velocità nel nodo, il primo posto particolarmente importante per la gestione della circolazione è S. Viola (per la linea Verona), proseguendo si incontra bivio Bologna Nord (per la linea Milano) giungendo infine a Bologna Centrale.

Attualmente quindi, i nuovi convogli provenienti da Milano sulla linea AV/AC giunti a Bivio Santa Viola vengono deviati sul binario dei treni dispari provenienti da Verona e dopo il superamento del Bivio Bologna Nord, entrano in Bologna Centrale sul terzo binario.

Per il transito dell'Alta Velocità come visto, vengono utilizzati, in entrata e in uscita, i binari della linea Verona ed in particolare:

- la linea entra a Bologna dal punto 6 (punto di demarcazione di forma triangolare/pentagonale con al suo interno il numero 6, rappresentato sul piano schematico);
- l'uscita della linea avviene dal punto 5 (stessa rappresentazione triangolare sul piano schematico).

Gli itinerari per le nuove linee veloci sono già stati programmati e rimangono tali durante la regolare circolazione, mentre vengono adattati all'esigenza in caso di problemi imprevisti.

Si analizzano ora gli itinerari precedentemente introdotti e riguardanti la regolare marcia dei convogli AV e risulta quindi indispensabile, per una corretta comprensione, munirsi del piano schematico di Bologna Centrale allegato alla tesi di laurea come **Appendice 9** (N.B. Tutti i binari presenti nella seguente esposizione, vanno intesi partendo da Bologna Centrale):

- *partenza dal binario I verso Milano* avente itinerario formato dai seguenti due emi-itinerari: il 1° consistente in binario I – punto di demarcazione A (chiamato punto A speciale AV); mentre il 2° diventa punto A speciale – punto 5 (di uscita precedentemente introdotto);
- *ingresso al binario I in corretto tracciato da Firenze* con itinerario composto dai due emi-itinerari: il 1° consistente in inizio dal punto 17 – punto di demarcazione J; il 2° conseguentemente è punto J – binario I;
- *partenza dal binario III verso Milano* con itinerario formato da: 1° emi-itinerario binario III – punto di demarcazione B speciale AV (passando per deviatori 43a, 42, 31a) e proseguendo con 2° emi-itinerario punto B - punto 5 di uscita;

Capitolo 4

- *uscita dal binario III in corretto tracciato verso Firenze* come somma di: 1° emi-itinerario binario III – punto intermedio L con aggiunta al 2° emi-itinerario punto L – punto 16;
- *ingresso dal binario VI* (dai binari della Verona) *da Milano* come somma dei due emi-itinerari punto di demarcazione 6 – punto D e punto D – binario VI;
- *partenza dal Binario VI per Firenze* avente un itinerario composto da: 1° emi-itinerario binario VI – punto N e punto N – punto di demarcazione 16.

Per quanto esposto, con l'attuale sistema, il *movimento Nord-Ovest* (verso Milano) rispetto a Bologna C.le, può essere effettuato alle seguenti condizioni:

- blocco di tutte le partenze per Verona;
- blocco di tutti gli arrivi dalla Verona e dalla linea Milano;
- blocco di tutte le partenze per Milano dal quinto all'undicesimo binario;
- possibilità di effettuare la partenza per Milano dal primo marciapiede centrale;
- possibilità dei movimenti da e per il Deposito Locomotive servendosi degli appositi binari dedicati a tale servizio;
- praticabili tutti gli arrivi e le partenze sulla linea Venezia servendosi dei binari alti di stazione (7÷11);
- effettuabili dal piazzale Ovest tutte le partenze verso la linea Milano storica;
- per il lato Sud, sono possibili tutti gli spostamenti di arrivo e di partenza da e per le linee Ancona e Firenze.

Per le precedenti considerazioni, rimangono praticabili e senza problemi i seguenti movimenti:

- tutti gli arrivi dalla linea Firenze verso il piazzale Est e il primo binario;
- tutti i movimenti da e per la linea Veneta (ovvero la Bologna – Portomaggiore) verso il piazzale Est in quanto sulla tratta in esame, circolano i treni dell'Impresa Ferroviaria "FER", aventi binario proprio e indipendente;
- tutti gli arrivi e partenze da e per la Rimini dal quarto all'undicesimo binario;
- dagli stessi binari sono però attuabili tutti i movimenti da e per il Fascio Salesiani.

Capitolo 4

Per quanto riguarda invece, i movimenti dei Frecciarossa nel *lato Sud* (verso Firenze) di Bologna C.le, essi sono più limitati in quanto i binari interessati da tali movimenti sono in numero inferiore rispetto al lato Nord della stazione, questo fino all'apertura del servizio commerciale Alta Velocità Bologna – Firenze. Pertanto un treno AV/AC in partenza, verso questa direzione, necessita delle seguenti condizioni:

- blocco di tutti gli arrivi e partenze dalla linea Rimini verso il piazzale Est;
- blocco di tutti gli arrivi dalla Firenze verso i binari dal quarto in avanti.

Per ciò che riguarda l'arrivo dei convogli Frecciarossa dalla linea Firenze in primo binario Centrale, l'impatto sull'impianto bolognese è il seguente:

- blocco di tutte le partenze verso la linea per Rimini – Ancona e Firenze dal piazzale Est;
- blocco di tutti gli arrivi dalla linea Ancona verso il piazzale Est.

Sul *lato Nord* la partenza di un treno diretto a Milano sulla linea AV/AC, nel vecchio impianto di cabina A produce il seguente impatto:

- non sono fattibili le partenze e gli arrivi dai binari di Piazzale Ovest verso Milano, Verona e Venezia;
- dal terzo all'undicesimo binario, non è possibile effettuare nessun arrivo e nessuna partenza verso la linea Milano in quanto tagliante il percorso della linea Alta Velocità;
- sempre dal terzo binario e previa consultazione delle tabelle delle condizioni, non è possibile eseguire nessuna partenza verso le linee di Milano e Venezia; inoltre non è attivabile nessun arrivo dalla linea Verona, inibendo in questo modo, qualsiasi passaggio sul punto "B" (vedi Piano Schematico di Bologna C.le) in quanto esso diviene un punto di convergenza.

Anche in questo caso, rimangono effettuabili i seguenti itinerari:

- dal quarto all'undicesimo binario sono praticabili tutti gli itinerari da e per la linea Venezia;
- tutti i movimenti da e per il Deposito Locomotive servendosi dei propri binari di servizio.

Capitolo 4

Analizzando la complessità della situazione in cui ci si viene a trovare dopo l'avvio dell'esercizio delle nuove linee veloci, l'unica opportunità è stata quella di studiare percorsi che non interferissero in alcun modo con la circolazione AV e che comunque rispettassero le esigenze di traffico delle linee tradizionali, azione che si è concretizzata con la nascita dei **“Percorsi Alternativi”** eliminanti le problematiche nate.

Occorre innanzitutto ricordare che la stazione di Bologna C.le, è dotata apparecchiature che si specializzano in un A.C.E.L.I . (Apparato Centrale Elettrico a Leve di Itinerario), discorso però che rimane valido fino all'attivazione dell'ACC il 24 Maggio.

Come visto, ogni itinerario del Piano Schematico è composto da due *emi-itinerari* di binario (inizio itinerario – punto intermedio, punto intermedio – fine itinerario o punto finale). Gli emi-itinerari sono due per binario, per un totale di quattro per tratta, considerazioni da tenere a mente in quanto sempre presenti nella trattazione

4.1.2. Zona di uscita e movimenti incompatibili

Sul piano schematico è possibile notare anche la *zona di uscita* (chiamata anche zona di frenata o di scivolamento) che è una particolare zona, a valle del segnale di arresto di binario, che deve essere rispettata dai treni per il mantenimento della sicurezza. Ad es. nel caso di un treno in uscita da uno dei binari di stazione C.le e di entrata di un altro convoglio da una delle direttrici di stazione, è consentito il movimento contemporaneo dei due treni solo se vi è il rispetto della predetta distanza, in quanto in caso di slittamento del materiale di uno dei due treni, con conseguente aumento della distanza di frenatura, sia possibile evitare lo scontro tra essi. Questa distanza, cambia estensione a seconda di diverse condizioni:

- 50m nel caso di segnaletica distinta per binario;
- 100m nel caso di segnaletica non distinta;
- 200m è invece fissata, nel caso di uscita Alta Velocità.

Ovviamente, per il rispetto della zona di uscita (e non solo), certi *movimenti* risultano *incompatibili* come ad esempio:

- Ø da Milano arrivo in binario 4 con partenza da binario 3 per Milano, a causa di un deviatoio in comune (incompatibilità per deviatoio);

Capitolo 4

- ∅ arrivi in binario 6 da Milano o Verona con partenza dal binario 8 per Firenze per il rispetto della zona di uscita (incompatibilità per convergenza su deviatoio);
- ∅ arrivo/Partenza binari 10/11 non possibile movimento contemporaneo verso nord causa insufficienza zona di uscita (incompatibilità per convergenza sullo stesso punto).

4.1.3. I Percorsi alternativi delle linee tradizionali e la tabella delle Condizioni

Per cercare poi di limitare i possibili impatti dell'Alta Velocità nel nodo di Bologna, sono stati studiati i cosiddetti “**percorsi alternativi**” per i treni provenienti e diretti verso le direttrici interessate dal tracciato AV/AC, tra i quali rientrano:

- per quanto riguarda la *tratta Piacenza-Ancona*, la partenza al minuto 38 di ogni ora, ha come percorso in orario il Sottovia Buca, interessante Bologna Ravone (per i treni in arrivo) e il Deposito Locomotive;
- i convogli provenienti *da Verona* con arrivo al minuto 32 da Bivio Santa Viola, vengono istradati a destra sul binario Dispari Milano e arrivano ai binari del Piazzale Ovest;
- i treni *da e per Venezia*, vengono invece attestati ai binari “alti” di stazione (8, 9, 10, 11).

Esiste anche una *Tabella delle Condizioni* per Bo C.le, da usare solo in caso di guasto, schematizzante tutti gli enti di stazione interessati ai diversi movimenti possibili, che viene consultata manualmente per sapere se una data manovra da effettuarsi, rientra appunto tra quelle compatibili in tabella.

Tra i possibili impatti delle linee ad Alta Velocità troviamo:

- impatto di un treno in transito in uscita a Bologna e diretto verso Milano;
- partenza dei treni AV con sosta in stazione e transitanti attraverso il punto A (vedi piano schematico) e diretti verso Milano (punto 5), che impattano con arrivi dai punti B e D parte Nord;
- fino all'apertura della linea AV Bologna-Firenze, nella parte sud non si riscontrano impatti significativi.

Capitolo 4

Generalmente i binari di stazione centrale dedicati ai treni ad Alta Velocità sono l'1, il 3 e il 6 ed in particolare:

- il primo binario è utilizzato dagli arrivi di corretto tracciato provenienti dalla Firenze e per le partenze in corretto tracciato verso Milano;
- il terzo binario gli riceve arrivi in corretto tracciato dalla Milano e le partenze in corretto tracciato verso Firenze;
- il sesto binario è dedicato agli arrivi in corretto tracciato dalla Verona;

Per le soluzioni non rientranti nelle precedenti, e che quindi necessitavano una o più deviate, un tempo, era necessario il transito sui deviatori a 60 km/h, che veniva solitamente ridotto a 30 km/h. Per gli itinerari in corretto tracciato non era indispensabile la precedente riduzione di velocità perché in termini teorici, la linea poteva essere percorsa alla massima velocità stabilita, soluzione mai comunque adottata per rispetto della sicurezza.

Uno dei punti considerati “critici” per la regolare circolazione dei treni, è il Bivio di S. Viola che però non provoca nessun impatto sull’Alta Velocità, grazie ai predetti Percorsi Alternativi. L’impatto maggiormente significativo avviene invece, a Bologna C.le e al massimo al Bivio Bologna Nord in condizioni anormali.

Quando invece sarà attiva ed in esercizio la nuova linea AV/AC Bologna – Firenze, si avranno tre impatti; San Ruffillo sarà il primo punto da tenere sotto controllo ed in seguito i due precedenti punti, già descritti per la MI – BO ma ovviamente percorsi in verso opposto.

Innanzitutto occorre spiegare gli *scopi della tabella delle condizioni*; essa viene rappresentata come un insieme di schede, presentate come delle tabelle, nelle quali vengono indicate le condizioni indispensabili affinché un dato movimento non vada ad interferire con un altro.

Nella tabella delle condizioni, sono quindi visibili tutti i movimenti che risultano incompatibili con altri.

Piano schematico alla mano, è possibile dare un esempio immediato di quanto appena spiegato: emi-itinerario I binario-punto L (I/L) incompatibile con l’itinerario dal III binario sempre diretto verso il punto L (III/L); non risulta possibile effettuare contemporaneamente queste due partenze.

Per quanto riguarda i movimenti della linea AV Bologna-Milano, le lettere di interesse sono A, B, C, D, E, F (anche se E, F, solo marginalmente in quanto si riferiscono alla direttrice di

Capitolo 4

Venezia). I punti di demarcazione G e H non vengono interessati in quanto posizionati sulla direttrice Piazzale Arcoveggio).

Per un qualsiasi movimento, si ha la necessità di avere a disposizione:

- un dirigente;
- un capo squadra deviatori;
- un deviatore.

Per fare partire un convoglio verso Milano o Verona (o comunque verso le linee situate a Ovest rispetto a Bologna), il dirigente di cabina A deve effettuare al DCO, una richiesta di consenso per l'invio del treno e per rendere operativa la richiesta di itinerario, va dato un consenso al deviatore, accendendo un pulsante su un quadro luminoso schematizzante e rappresentante il binario di partenza ed il punto intermedio dell'emi-itinerario sul quale transiterà il treno. La successione degli eventi è la seguente:

1. il Dirigente costruisce l'itinerario di partenza dal binario al punto intermedio e da quest'ultimo al punto finale di linea;
2. con la precedente operazione verrà inviata la richiesta al DCO nodo.

Le decisioni della possibilità o meno di un movimento per un treno, sono elaborate dall'A.C.E.L.I. (Apparato Centrale Elettrico a Leve di itinerario) di Bologna C.le, munito di serratura elettrica, grazie al quale vengono rispettate le condizioni dettate dalle rispettive tabelle delle condizioni, inerenti come detto alla possibilità alla sicurezza dei movimenti fra loro.

Attualmente (fino al 24 Maggio) si trova in una delle cabine posizionate sui binari di stazione, ma in tempi oramai brevi, verrà collocato al centro della sala regionale di Movimento.

La tabella delle condizioni è rimasta la stessa anche dopo l'avvento dell'AV, ma verrà a modificarsi con la trasformazione dell'impianto da ACEI ad ACCM, con il cambio delle condizioni e l'aumento del numero delle manovre possibili grazie alla liberazione elastica dell'itinerario.

Come già introdotto un itinerario sul piano schematico, è dato dalla somma di due emi-itinerari, indicati in gergo ferroviario come:

- per *itinerario di partenza*. binario – punto / punto – linea;
- per *itinerario di arrivo*. linea – punto / punto – binario.

Capitolo 4

4.1.3.1. Esempio di procedura “manuale” per il movimento di un convoglio

Per una migliore comprensione delle capacità del sistema e di quello che attualmente l'ACELI effettua per un singolo movimento di un treno, viene descritta la procedura “manuale” così come andrebbe impostata in mancanza dell'elaboratore. Vengono allegate al termine della trattazione dell'elaborato, le parti salienti della Tabella delle Condizioni (vedi **Appendice 4**)

Esempio. Partenza per Milano dal I binario

1. consultazione della prima parte della tabella delle condizioni per la visione del primo emi-itinerario componente l'itinerario di partenza: Cs I/A; partenza dal I binario verso il punto A;
2. analisi dei movimenti incompatibili con il precedente: B/Ip, B/Iip, B/IIIp; arrivi dal punto B verso i binari I, II e III Piazzale Ovest in quanto incrociati l'itinerario di partenza. Altri movimenti incompatibili segnalati come B/I, Ip/A, Iip/A, IIIp/A perché aventi deviatoi in comune, III/A e 8/B perché interferenti al movimento in esame;
3. consultazione della seconda parte della tabella delle condizioni per la visione del secondo emi-itinerario componente l'itinerario di partenza: Cs A/3; partenza dal punto A verso il punto 3;
4. analisi dei movimenti incompatibili con il precedente: C/3, E/3, G/3 in quanto taglienti l'itinerario precedente dall'alto; A/5, A/7, A/9 perché taglienti l'itinerario in esame dal basso;
5. considerare la presenza di consensi rovesci, in parte validi per i binari del Piazzale Ovest, in quanto non compatibili con il consenso in atto;
6. ricordarsi che gli itinerari sono a loro volta formati da più istradamenti es. per l'itinerario in esame I/3 un istradamento è 41/40; occorre conoscere le condizioni richieste per la posizione dei deviatoi;
7. controllo della tabella degli istradamenti: i deviatoi in ordine incontrati risultano essere il 58 e il 56, ed in particolare si raggiunge prima la cassa del deviatoio 58b (preso di calcio e non di punta) poi la cassa 56a. Si ricorda che da 41 a 40, si può proseguire sul binario “dritto” chiamato così se non sono presenti deviazioni e intersezioni da altri binari. Importante è anche la visualizzazione dei numeri dei deviatoi ovvero se questi non risultano sotto barrati, essi sono posizionati in posizione normale. (es. come segue: 40 e non 40) Con “posizione normale” si intende il percorso principale che i

Capitolo 4

veicoli percorrono in quell'ambito di piazzale (cioè non è detto che sia in posizione dritta o rovescia);

8. verifica dei circuiti di binario interessati nell'istramento: quello incontrato immediatamente è il numero 32 in linea indicato come $\textcircled{32}$ incontrato a valle del segnale. I cdb devono essere liberi e non occupati da guasti ed in aggiunta si richiede la libertà anche dei numeri 33 e 26 che non sono cdb di linea ma laterali al percorso.
Circuiti di binario: occupazione tramite segnale basso che può essere occupato (disposto a via impedita il segnale) da un mezzo in transito che appunto predispone a via impedita il segnale di manovra, aperto precedentemente per l'istramento desiderato.
9. controllo delle prosecuzioni obbligatorie: in quanto è stato previsto uno spazio di fermata. Si verifica che verso il cdb 39 non si ha la presenza di segnali ma c'è la necessità di avere il consenso dal 1° binario → è indispensabile controllare la tabella dei consensi;
10. avendo ora a disposizione la precedente tabella, si esamina il consenso dal I binario (cs I) analizzando gli emi-itinerari non compatibili come ad esempio I/A che sembra un controsenso ma effettivamente non è possibile effettuarlo se I/A è attualmente in atto. Condizioni a parte sono anche i "se e ma" che danno movimenti incompatibili per parte in comune con itinerari verso i binari del piazzale Ovest es. 8/B se attivo B Ip ÷ B/IVp);
11. considerare la validità alcune regole pratiche come: costruire prima l'itinerario a monte e successivamente a valle.
Se un itinerario è composto da due emi-itinerari senza la presenza di segnale alto in mezzo, si deve costruire prima il punto a valle e, una volta bloccato, costruire quello a monte per l'apertura del segnale alto. In pratica quindi si costruisce prima a valle, in precedenza all'apertura del segnale e poi si blocca; successivamente si costruisce l'itinerario a monte, si congiunge con il precedente itinerario già costruito e si apre il segnale.
12. infine si ricontrollano gli istradamenti incompatibili per l'itinerario prefissato, oltre a quelli incompatibili con l'istramento comandato dal segnale.

Capitolo 4

Il precedente esempio, mette in evidenza la complessità delle operazioni da effettuarsi per un *singolo itinerario* ed il transito di *un convoglio* in uscita dalla stazione di Bologna C.le.

Il sistema stesso, semplifica il lavoro degli operatori a cui spetta però il compito della manovra delle diverse leve dell'apparecchiatura ACELI. Come visto, questo elaboratore verrà prontamente sostituito con il nuovo ACCM (il 24 maggio 2009), già in uso sulle recentissime linee veloci, tecnologicamente avanzato e di ultima generazione che permetterà un controllo ancora più sicuro del traffico di stazione e la semplificazione delle diverse operazioni.

4.2. L'A.C.E.L.I. e la Cabina A di Bologna Centrale



Fig. n. 4.100 La Cabina A di Bologna C.le dove ha sede l'A.C.E.L.I.

L'unificazione degli itinerari, utilizzando l'Apparato Centrale Elettrico (A.C.E.) avvenne nel 1936. L'Apparato Centrale Elettrico a Leve di Itinerario (A.C.E.L.I.) è un'evoluzione del precedente apparato, sfruttando una liberazione rigida dell'itinerario, che viene quindi a liberarsi solo quando l'ultimo asse dell'ultimo convoglio ha liberato il punto finale dell'itinerario. Un'ulteriore differenza tra i due apparati è che gli ACE avevano una serratura meccanica, ovvero una serie di catenacci nella parte sottostante del banco di manovra che stabilivano le diverse condizioni di movimento, mentre l'ACELI ha una serratura elettrica con

Capitolo 4

relè e relè combinatori a due posizioni (che non sono eccitato e diseccitato ma normale e rovescia) aventi il compito o di garantire istradamenti/itinerari o la loro liberazione.

Inoltre l'ACELI si trova ad essere, rispetto all'ACE, "più elastico" in quanto avente punti intermedi di itinerario, come visto formato da due emi-itinerari.

Ad esempio nel punto estremo-intermedio A, c'è un pedale o punto a II che effettua la liberazione del primo emi-itinerario, rendendo utilizzabili tutti gli enti (es. deviatoi) compresi tra il segnale ed il punto di demarcazione.

Per la liberazione dell'intero itinerario, occorre attendere la liberazione del 2° emi-itinerario.

Il numero di un punto di linea è scritto in numeri arabi ed è corrispondente allo stesso numero del pedale (P) ma scritto in numero romano.

Punto di demarcazione 3 à PIII

Punto di demarcazione 5 à 2 pedali: PA^I per partenze dal piazzale Ovest

PA^{II} per partenze in corretto tracciato dal 1° binario

Tutte le numerazioni incontrate nel piano schematico, partono da sinistra verso destra in senso orario, rispetto alla posizione dell'operatore. Bologna ha inoltre delle particolarità.

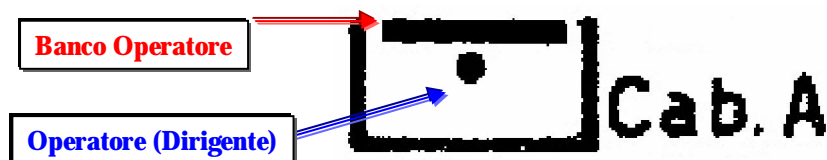


Fig. n. 4.101 Rappresentazione del simbolo di cabina così come appare sul Piano Schematico

I circuiti di binario, un tempo avevano numerazione diversa da come vengono rappresentati attualmente in quanto si mira ad un'uniformazione della rappresentazione delle stazioni e dei piazzali.

Per quanto riguarda gli apparati di sicurezza, nel momento di configurazione di itinerari di stazione, sono a disposizione enti predisposti a ricevere il treno in uno spazio di sicurezza per un'eventuale allungamento della frenata. Generalmente si tratta di 50m (è la regola) che però possono variare a seconda delle necessità di piazzale come ad es. la pendenza della linea. Questa zona di uscita, garantisce quindi il cosiddetto spazio di frenata.

Capitolo 4

Come visto, nella stazione di Bologna Centrale, è in esercizio un A.C.E.L.I. che si differenzia, rispetto al precedente A.C.E. per diversi aspetti:

- non esiste la serratura mezzanica poiché i collegamenti vengono realizzati secondo condizioni elettriche;
- l'operatore di cabina non deve muovere tante leve ma soltanto una poiché le altre si muovono di conseguenza e contemporaneamente (da segnalare però, la presenza di un Ripartitore di Manovra nella cabina di S. Donato per il quale i deviatori non si muovono tutti insieme);
- non avviene la liberazione elastica dell'itinerario ma per emi-itinerari;
- discorso che vale anche per i deviatori che non vengono riportati in posizione ma rimangono nell'ultima configurazione utilizzata;
- esistono particolari dispositivi che consentono di mantenere bloccata la manovra fino a che il transito del treno non è terminato;
- sul quadro luminoso, le lampadine sono sempre e inizialmente configurate come spente ed in particolare, per i cdb, si ha:
 - luci bianche accese quando si viene a formare un itinerario;
 - luci bianche lampeggianti, quando viene effettuata una manovra con scambi che si muovono;
 - luci rosse quando il circuito di binario viene ad occuparsi.
- non avendo però collegamento meccanico, le leve sono sprovviste di qualsiasi dispositivo di immobilizzazione che riesca ad evitare un idebito comando, in questo caso la sicurezza è racchiusa nella serratura elettrica.

L'apparato in esame, ma comunque anche qualsiasi altro apparato, è dotato di una centralina di riserva che fa sì che in caso di mancanza di corrente, intervenendo tempestivamente, non si venga a compromettere la circolazione.

I Dirigenti Movimento ed i tecnici che dal 1981 sono rimasti in forza presso la sala operativa di Bologna Centrale, hanno vissuto un mutamento storico unico, essi infatti hanno avuto l'onore, assieme ad altri, di traghettare le ferrovie da un vecchio sistema solidamente consolidato ad uno tecnologicamente più avanzato ed efficiente, capace di gestire una mole di traffico maggiore, comprensivo delle nuove linee Alta Velocità, rispetto a quello movimentato dagli impianti storici.

Capitolo 4

Il particolare momento che le ferrovie emiliane stanno vivendo, ha coinvolto nel processo di trasformazione, l'intero sistema, interessando non soltanto il nodo bolognese che si è ingrandito includendo anche quegli impianti che un tempo erano gestiti da Direnza Centrale, ma nella stessa sala operativa come visto, sono arrivati e giungeranno entro il 2009, tutti quei DCO che operano sulle rimanenti linee emiliano – romagnole.

Sfogliando il calendario, la prima tappa sarà raggiunta quando il vecchio impianto di Bologna Centrale a fine Maggio (il 24) verrà sostituito dal nuovissimo sistema computerizzato ACC.

Attualmente le cabine in esercizio, fino alla data storica del 24 Maggio 2009, sono due:

Ø cabina A: lato Ovest;

Ø cabina B: lato Est.

Ciascuna delle precedenti cabine, intervengono per lo svolgimento di determinate funzioni, tra le quali rientrano:

- controllo delle partenze e degli arrivi dei treni dal proprio lato;
- arrivi dei treni dal lato opposto;
- movimenti di manovra interessanti la propria zona.

Occupandoci della circolazione e dell'impatto della linea AV/AC Milano – Bologna, è utile conoscere in particolare la cabina A, sotto la quale transita il nuovo Frecciarossa proveniente da Milano e con destinazione il binario 6; al contrario per il treno in partenza dal binario 1 e quindi in uscita da Bologna C.le, i deviatori che esso utilizza, non sono rientranti nella tratta sotto-cabina.



Fig. n. 4.102 Passaggio della nuova linea AV (sotto o fuori cabina)

Nella cabina A, ha sede il Dirigente Movimento che ha giurisdizione su entrambe le cabine, concede il consenso degli arrivi e delle partenze, regolando la circolazione da entrambi i lati.

In ciascuna cabina poi, hanno sede un Caposquadra Deviatori e uno o più deviatori. Il primo provvede all'azionamento delle leve e dei tasti dei Banchi di cabina e riceve, dai vari Capimanovra del piazzale, le manovre da eseguire coordinando le richieste a seconda delle necessità. Tutte le manovre vengono eseguite negli intervalli liberi da treni.

All'interno della Cabina A, sono presenti due banchi, indispensabili per effettuare tutte le operazioni per la corretta circolazione dei treni:

- il 1° è il *Banco di Manovra* sul quale agisce il Caposquadra deviatori e sul quale si trovano le leve di comando, i tasti di soccorso e varie apparecchiature;
- il 2° è il *Banco del Deviatore*.

In aggiunta ai precedenti, vi è anche il *Banco dei Consensi del Dirigente* avente leve e tasti con diverse funzioni:

- leve dei consensi (di itinerari, istradamenti, segnali, deviatori, ecc...);
- tasti (TID) per la liberazione artificiale degli itinerari.

Oltre ai precedenti, sui diversi banchi di cabina sono presenti anche Tasti di Soccorso (Ts) per l'effettuazione di operazioni di soccorso per supero di anomalità.

Capitolo 4

Un esempio della rappresentazione sul piano schematico, delle leve appena descritte viene data nella figura sottostrante.



Fig. n. 4.103 Rappresentazione delle Leve da segnale e leve di emi-itinerario

Come è possibile notare dalla figura n. 4.105 rappresentante un particolare del Banco di Manovra, accanto a ciascuna leva di itinerario è presente una lampadina di colore verde nel lato verso cui la leva è girata e che si accende quando dall'altra Cabina (la B) giunge un consenso. Essa si spegnerà quando il convoglio arriverà sul binario di stazionamento.

Come per i banchi, per quanto riguarda i Quadri Luminosi della Cabina A, essi si dividono in:

- 1) Quadro Luminoso (di dimensioni più piccole) del Dirigente Movimento;
- 2) Quadro Luminoso (più grande) degli Operatori del Banco di Manovra.

Nel primo quadro, ovvero quello del Dirigente Movimento, viene rappresentato schematicamente il piazzale di stazione con la relativa segnaletica. I segnali alti sono rappresentati da luci che si accendono e si spengono, mentre quelli bassi sono solo indicati come posizione e non come aspetto ottico.

Di norma, il Quadro Luminoso del Dirigente, è generalmente spento e le indicazioni, necessarie per la marcia dei treni, si accendono in maniera pressoché uguale alla segnalazione dei segnali esterni ovvero rappresentano l'aspetto reale del segnale esterno.

Inoltre, vi è l'indicazione dei segnali di avanzamento (in gergo ferroviario "civetta") che si accendono a luce bianca fissa, e risultano indispensabili per il richiamo del treno in caso di mancanza di condizioni di piazzale.

Quando il Dirigente, concede un consenso, sul proprio Quadro Luminoso, si accende una striscia bianca, rappresentativa del consenso dato, per l'effettuazione dello sviluppo finale dell'itinerario che verrà eseguito dal Deviatore.

I consensi per gli arrivi, iniziano dal segnale di arrivo, al punto intermedio e da quest'ultimo terminano al segnale di partenza e al binario. Ovviamente per i consensi in partenza, il concetto precedente è valido ma al contrario. Come più volte introdotto, in gergo ferroviario, un itinerario viene brevemente descritto come: linea / punto – punto / binario.

Capitolo 4

Se ci si trova davanti ad un consenso incompleto, la luce è rossa in quanto a valle del circuito di scivolamento, viene a mancare una condizione, il segnale non si aprirà ed il treno verrà richiamato al binario attraverso il segnale di avanzamento.

La freccia di binario, indicata alla fine della linea, si accende solo dopo aver ricevuto il consenso da parte del DCO (si tratta in questo caso di un consenso imperativo). La freccia invece che compare sul piano schematico, indica il senso di marcia in caso di presenza di blocco non reversibile.. Sarebbe quindi come poter confrontare il caso stradale, non utilizzando le regole di marcia italiane, di guida a destra, ma utilizzando quelle inglesi di marcia a sinistra.

4.2.1. Esempio di concessione di consenso espressa per un convoglio diretto verso Milano

Viene ora esaminato un esempio di un consenso per un treno diretto verso Milano:

1. il Dirigente deve concedere il consenso per la costruzione dell'itinerario dal binario di partenza per il treno sul 1° binario, verso il punto di demarcazione numero 3 in direzione MI. Nel frattempo, richiede il consenso per la partenza al DCO;
2. il DCO concede il consenso per l'itinerario Bin. I / punto A – punto A / punto 3;
3. il Deviatore, avendo già ottenuto il consenso, inizia la costruzione dell'itinerario programmato;
4. completata la costruzione dell'itinerario e effettuato il bloccamento dell'itinerario, si arriva all'apertura del segnale di partenza sottostando a due indicazioni:
 - a) considerare l'indicatore di direzione acceso sotto il segnale n. 2;
 - b) se esistono le condizioni necessario, si accende un indicatore detto "rappel" che indica: "ricordati (traduzione letterale del termine francese) che alla velocità con la quale sei entrato, con quella stessa velocità puoi partire".
5. a questo punto, il treno può partire ed andare a prendere possesso dei circuiti di occupazione (permanente il 32 ed il treno dispone successivamente a via impedita il segnale di partenza);
6. il convoglio avanza e viene ad occupare il pedale PA^{II} e, dopo la liberazione del circuito di binario 30, effettua la liberazione del primo emi-itinerario. Si evince che gli enti dal binario I al punto A sono tutti utilizzabili in quanto liberi;

7. l'intero itinerario viene considerato libero dopo l'azionamento del pedale PIII e la liberazione del cdb 27.

4.2.2. Distribuzione di piazzale:

Essa viene rappresentata nel Quadro Luminoso di cabina dove, ogni binario in piena linea, come visto viene contrassegnato da un numero arabo.

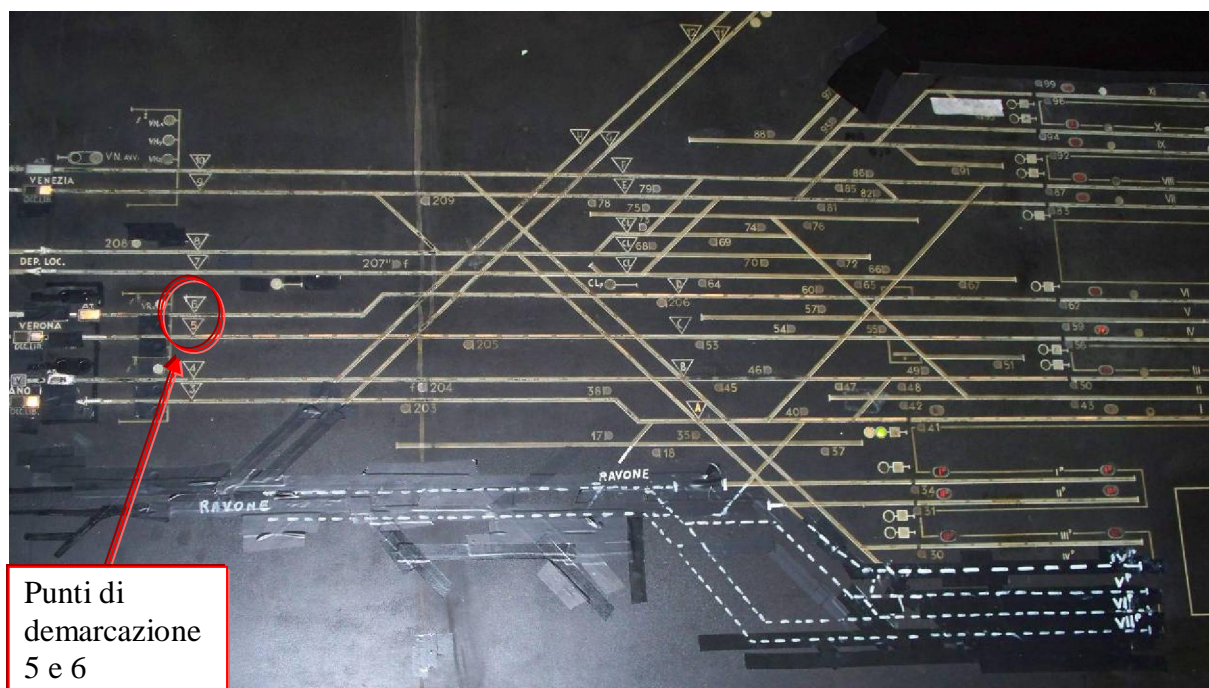


Fig. n. 4.104 Rappresentazione del Quadro Luminoso della Cabina A

Tra la simbologia, si notano due particolarità:

- Bivio Reno che attualmente è la linea di Milano;
- i punti di demarcazione 5 e 6, che sono quelli sui quali attualmente insiste la direttrice AV/AC da Bivio Bo Nord a Santa Viola, punto nel quale iniziano i binari ad essa dedicati.

Capitolo 4



Fig. n.4.105 Particolare del Banco di Manovra della Cabina A

Fotografie capitolo 4 di Sara Morselli

Al contrario dei binari in piena linea, quelli di stazione sono indicati con numeri romani da I a XVII (attualmente e fino all'inaugurazione della stazione sotterranea AV/AC solo solo XI), per quanto riguarda il fascio centrale e i binari di stazionamento ovvero quelli sui quali il treno sosta per servizio viaggiatori. Per i binari del Piazzale Ovest, si ha un'indicazione da Ip a VIIp con "p" che sta per "ponente".

Come già introdotto, per disciplinare la circolazione dei treni, si sono fissati dei punti caratteristici indicati con lettere maiuscole e chiamati *Punti di Demarcazione*. In particolare la zona di Cabina A è punti da A a H, e la zona di Cabina B è punti da J a P.

Ed in aggiunta per la circolazione delle locomotive, esistono binari dedicati aventi come sigli CLp (3 binari: 2 per gli arrivi da deposito e 1 per le partenze).

I segnali (di 1ª categoria e di avviso) sono contrassegnati da lettere caratteristiche della provenienza ovvero segnalati come:

- Milano è segnalato come Bivio Reno;
- Verona è come la sugla stessa di provincia VR;
- Venezia è con la sigla VN.

Occorre poi aggiungere alle precedenti sigle, un termine aggiuntivo, come X, Y, Z indicante le tre direzione verso le quali il transito poteva essere destinato ovvero:

Capitolo 4

- X à verso l'Arcoveggio;
- Y à verso i binari di Bologna C.le;
- Z à diretti verso il Piazzale Ovest.

I numeri arabi, invece, posso indicare diversi enti tra i quali rientrano i Punti di Transito, i Circuiti di Binario (come già introdotto) e i segnali di manovra (bassi, girevoli) in gergo indicati come “marmotte” e rappresentati con il simbolo seguente.

55-58 ●

Fig. n. 4.106 Simbologia del segnale basso girevole marmotta

A fianco del simbolo, è presente una lista con altri numeri arabi indicanti i punti verso i quali è possibile dirigersi.

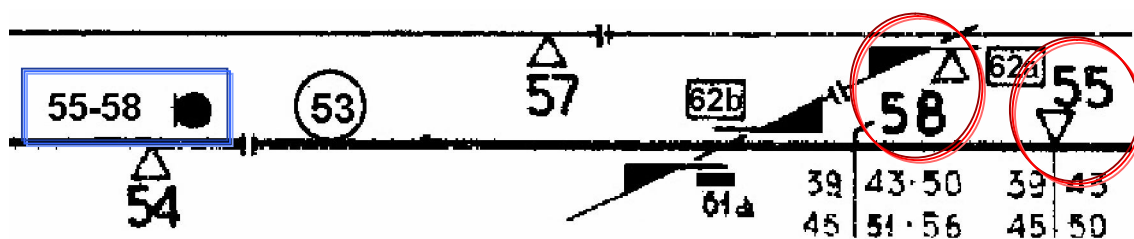


Fig. n.4.107 Indicatore di possibile direzione

Per quanto riguarda i binari di Bologna, un tempo vi erano due tipi di armamento: quello pesante (UIC 60) e quello leggero (UIC 46) a seconda se si trattava di percorso principale o secondario. Oggigiorno, vi è stata un'uniformità di percorsi e conseguentemente di armamenti, riportantoli tutti all'armamento pesante.

I segnali di partenza da Bologna C.le, sono provvisti di un indicatore di direzione che è rappresentato da un numero a seconda della direzione scelta per la marcia del treno:

- numero 1 per Ravone;
- numero 2 per MI;
- numero 3 per VR;
- numero 4 per DL (Deposito Locomotive);
- numero 5 per VE;
- numero 6 per Arcoveggio

4.3 Modello di esercizio pre e post Alta Velocità

Viene ora tratteggiata una rapida rappresentazione di come è mutata la situazione dei flussi di traffico delle varie linee confluenti nel nodo, dopo l'avvento dell'Alta Velocità, analizzando la situazione come di trovava prima del Dicembre 2008 e dopo l'entrata in esercizio della nuova linea veloce Milano – Bologna.

4.3.1. Situazione pre AV

Partendo ad analizzare la situazione dei flussi prima della nascita dell'Alta Velocità, per quanto riguarda prima i convogli Regionali, dalla rappresentazione di fig. 4.108 che segue, ritroviamo:

- linea Bologna – Pistoia/Vignola, Regionali attestati ai binari “alti” del piazzale Ovest ovvero 4, 5, 6, 7 Ovest (vedi parte bassa-sinistra di figura);
- linea tradizionale Milano – Bologna, Regionali attestati ai binari, 1, 2 e 3 del piazzale Ovest (vedi parte bassa-sinistra di figura);
- linea Bologna – Prato, convogli Regionali sfruttanti inizialmente una parte di binari di ingresso alla stazione, in comune con la linea Venezia – Ancona/Bari per poi dividersi immediatamente dopo dirigendosi verso il binario 11 di stazione centrale (vedi parte destra-centrale di figura);
- linea Verona – Bologna, Regionali attestati, sfruttanti in partenza e/o in arrivo i binari 7 e 11 di Bologna C.le (vedi parte centrale-sinistra di figura);
- linea Bologna – Firenze, Regionali attestati ai binari 1 e 2 di piazzale Est (vedi parte bassa-destra di figura). I binari del precedente piazzale sono quattro in totale, ma due di questi (il 3 ed il 4) venivano utilizzati dai convogli FER della linea Bologna – Portomaggiore, come visto non di competenza di RFI;
- linea Milano – Roma, treni a Lunga Percorrenza utilizzanti, per questo passaggio Nord-Sud, principalmente i binari 1, 6 ed in maniera pressochè uniforme il 3 (60% dei convogli giornalieri) ed il 4 (restante 40%);
- linea Milano – Roma, convogli Eurostar attestati invece, ai soli binari 1 e 3 di stazione centrale e attraversanti Bologna, come in precedenza;
- linea Milano – Ancona/Bari, sia per i convogli a Lunga Percorrenza che per i treni Eurostar, erano stati definiti e dedicati i binari 4 e 8 di stazione;

Capitolo 4

- linea Venezia – Ancona/Bari, come visto avente in comune la parte sud con la linea Milano – Ancona/Bari e con la linea Bologna – Rimini, attestati ai binari 9 e 10 centrale e condividenti la parte nord con la linea Venezia – Roma;
- linea Venezia – Roma, tagliante la stazione da Nord-Ovest a Sud-Est e viceversa, con convogli attestati ai binari 7 e 8.

Già dalla situazione che si presentava prima della nascita dell'Alta Velocità, era possibile comprendere la difficile situazione del nodo di Bologna, stazione di passaggio ma soprattutto di attraversamento di molteplici linee nelle diverse direzioni. Come si evince dalla figura seguente alcune linee, tra le quali la Bologna – Pistoia/Vignola, si trovavano deviatoti praticamente sgombri da traffico di altre linee, mentre altri scambi di ingresso/uscita dalla parte Nord erano sovraccaricati, vedi quelli di ingresso delle linee provenienti da Milano verso Roma e Ancona.

Per questo motivo, l'Alta Velocità poteva portare ad interferenze con i traffici già esistenti, problema che comunque è stato pienamente superato ricorrendo ai “percorsi alternativi” aventi modificato, seppur in minima parte, la percorrenza di alcune linee.

La rappresentazione di impatto di quanto annunciato, è raffigurata nella figura 4.108 seguente, caratterizzante il traffico prima della nascita della linea veloce Milano – Bologna.

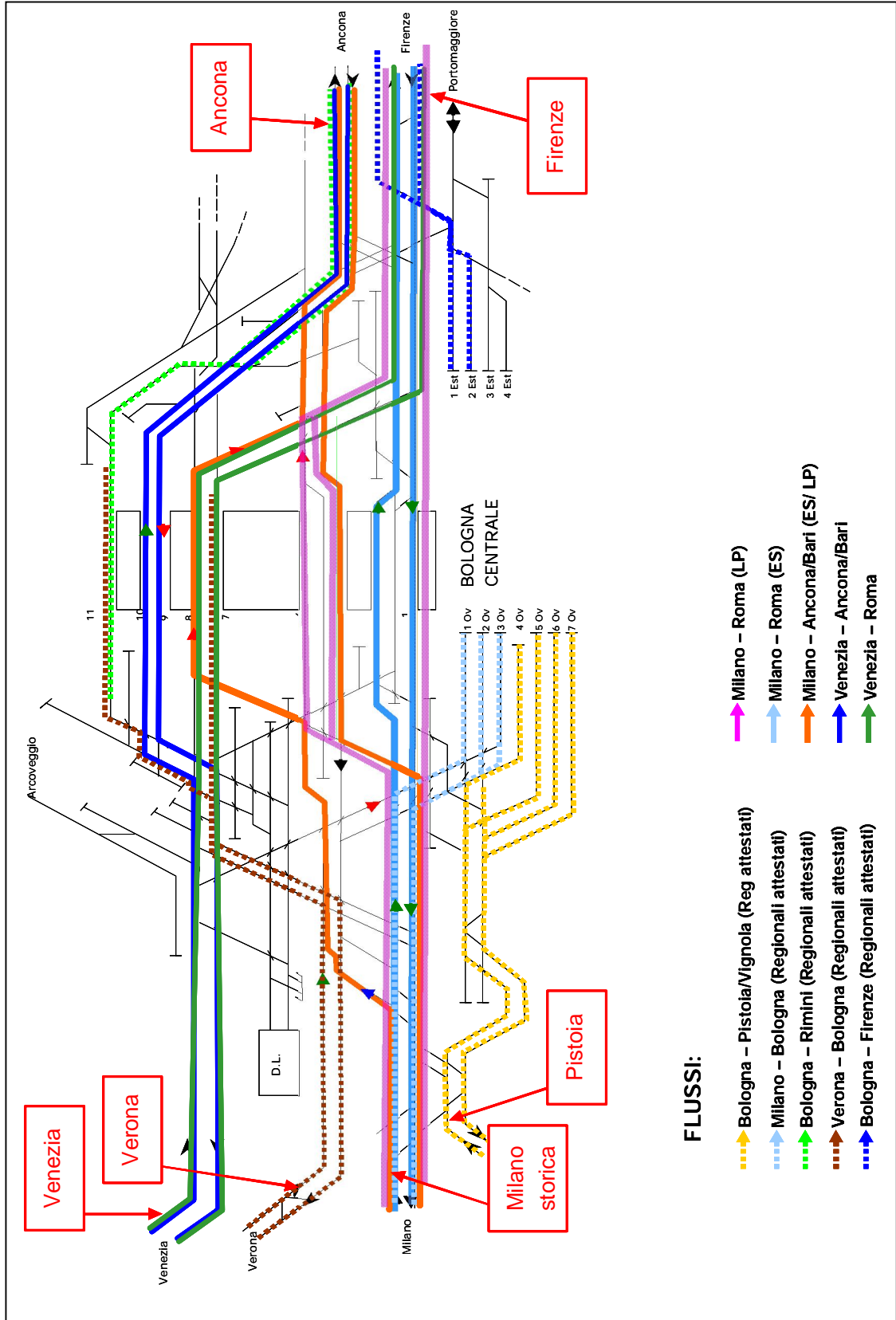


Fig. n. 4.108 Situazione dei flussi prima della nascita dell'AV

4.3.2. Situazione post AV

Come è stata analizzata la situazione dei flussi delle linee, prima del 14 Dicembre 2008, si procede in maniera analoga all'esame del quadro globale attuale, analizzando però soltanto le direttrici che hanno subito mutamenti dopo l'entrata in esercizio dell'Alta Velocità e l'ingresso/uscita della nuova linea veloce.

- linea Verona – Bologna, Regionali che in precedenza venivano attestati ai binari 7 e 11 di stazione centrale, oggi giorno hanno come termine di corsa i primi tre binari del piazzale Ovest (1,2 e 3 Ovest) condividendo parte del tracciato di ingresso ed il termine della corsa con i Regionali della linea Milano – Bologna;
- linea Bologna – Firenze, Regionali aventi attualmente la possibilità di occupare tutti e quattro i binari componenti il Piazzale Est invece che solo i primi due, come visto precedentemente. Occorre però tenere in considerazione che il binario 4 di questo piazzale è condiviso con i convogli FER della linea Bologna – Portomaggiore;
- linea Milano – Bologna AV/AC, attraversante il tracciato della linea Verona, che come visto è stata attualmente attestata al Piazzale Ovest, andante ad occupare i binari 1 e 6 di Bologna Centrale. Per i convogli AV è attrezzato, con le boe a terra necessarie per la marcia, anche il binario 3, utilizzato per i treni (dispari) Fast o di transito da Milano a Bologna.

Per tutte le altre linee non si sono avute modificazioni o comunque non di importanza rilevante ai fini del tracciato di ingresso/uscita dalla stazione di Bologna Centrale, merito prima di tutto dello studio e dell'efficienza dei predetti "percorsi alternativi".

Al contrario, è aumentata l'offerta del tipo di convogli circolanti, anche per categoria. Si ricordano per le diverse linee:

- se in precedenza all'ingresso dell'AV, sulla linea Milano – Roma erano presenti treni di tipo Eurostar, oggi giorno sostituiti dai treni ad Alta Velocità, ora per essa si hanno treni a Lunga Percorrenza, Intercity ed Espressi;
- sulla linea Milano – Ancona/Bari, si avevano treni Eurostar e a Lunga Percorrenza, offerta che oggi è stata ampliata attraverso Eurostar, Intercity ed Espressi.

Viene ora inserita, la visualizzazione globale dei flussi allo stato attuale attraverso la fig. 4.109.

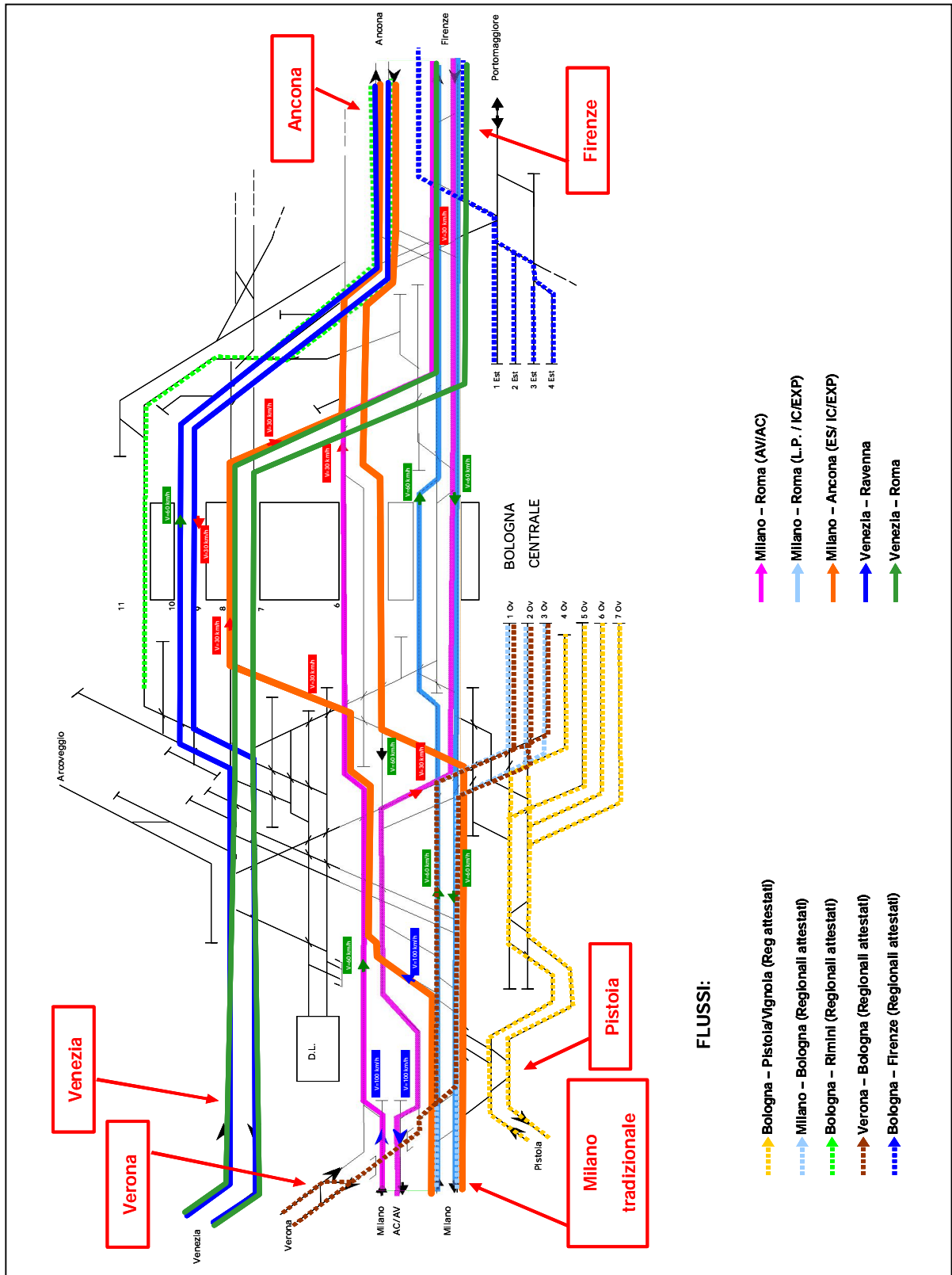


Fig. n. 4.109 Situazione dopo l'entrata in esercizio dell'Alta Velocità

4.3. L'ACC: potenziamento tecnologico della stazione di Bologna C.le

Le ferrovie italiane stanno attraversando un momento epocale. Prima l'avvio dell'Alta Velocità, ora nella notte tra il 23 e il 24 maggio 2009, è stato il turno anche della stazione di Bologna C.le di rinnovarsi, alla quale spetta il più importante potenziamento tecnologico della stazione dagli anni '50 a oggi. Si passa così dal vecchio sistema ACELI (Apparato Centrale Elettrico a Leve di Itinerario) di cabina, risalente al 1952 che ha gestito il traffico ferroviario del più importante nodo ferroviario d'Italia per 57 anni, all'avanzato ACC (Apparato Centrale Computerizzato) targato 2009 e realizzato da RFI e Italferr (gruppo Fs). La denominazione di ACC, è stata ufficializzata con apposita Disposizione, emanata da RFI nel 2006, data dalle quale in tutti i testi normativi contenenti la terminologia ACS "Apparato Centrale Statico", sono stati sostituiti con i termini ACC. L'attivazione del nuovo sistema, è stata coordinata dalla società RFI, che ha seguito passo passo, la graduale diminuzione del traffico fino alla chiusura completa della stazione di Bologna alle ore 22.30 per permettere agli operatori e tecnici in servizio, la sostituzione dei due apparati.

L'ACC è il recentissimo sistema di controllo e gestione degli enti di stazione permettente la circolazione dei treni, attraverso i più elevati standard di sicurezza all'interno di uno stazionamento.

Per mezzo di questo nuovo dispositivo, di massimo livello tecnologico nel settore del segnalamento ferroviario, ogni ente di stazione gestore della circolazione, è sottoposto al controllo di un elaboratore a logica programmata, in grado di curare la circolazione dei convogli avendo a disposizione orari ed informazioni prelevabili da una memoria dinamica. Se prima si parlava di M53 cartaceo, oggi si parla di M53 "dinamico".

L'ACC, è inoltre dotato di un sistema di ridondanza dei comandi e dei segnali (qui multipli che assolvono a diverse funzioni e aggiunti 380 di nuovi) chiamato TMR (Triple Modular Redundancy), formato da tre Unità di Elaborazione (UE) in grado di gestire le operazioni logiche di coordinazione dell'impianto e da Posti Periferici (PP) di installazione delle apparecchiature statiche per la manovra e i movimenti (Unità di Elaborazione delle Logiche di Movimento, UEL), il controllo (attraverso una Unità Interfaccia Operatore, UIO che varia a seconda dell'azienda costruttrice) e la diagnostica degli enti componenti l'impianto (curata anche dall'Unità Funzione di Supporto, UFS).

Capitolo 4

Il più evidente cambiamento che l'installazione dell'ACC ha portato, è lo spostamento delle cabine di gestione della circolazione situate sui binari, all'ubicazione nella "torre di controllo" (sede anche di RFI Movimento) all'interno della sala di esercizio della Rete Regionale. L'ubicazione non è stata casuale, ma pensata per realizzare una sinergia, unica in Italia, tra la gestione ed il controllo della circolazione dei treni della Stazione Centrale, del nodo di Bologna e delle linee ferroviarie convenzionali dell'Emilia Romagna, consentendo di rendere ancora più tempestive, precise e incisive le informazioni per i viaggiatori.

Tra le altre *caratteristiche rilevanti*, che si discostano notevolmente dal vecchio sistema, si ricordano:

- la costituzione degli organi di comando degli itinerari tramite da una "Tastiera Funzionale" (TF) e da tasti e levette singoli;
- le ripetizioni relative allo stato degli enti ed ai comandi impartiti sono visualizzate sul terminale video (QLv) e sui tasti e levette singoli;
- l'apparato è del tipo detto "**a leve libere**", in quanto gli organi di comando sono privi di collegamenti meccanici o di vincoli elettromeccanici che ne impediscono l'azionamento. Tutti i collegamenti necessari sono infatti realizzati nelle funzioni logiche software (SW) al contrario del vecchio ACELI di cabina;
- l'apparato è anche definito "**a comando perduto**", in quanto il comando impartito si effettua soltanto se ogni condizione da verificare è soddisfatta fino al momento in cui la funzione di comando resta attiva e si distrugge automaticamente appena cessa la funzione di comando stessa, qualora siano in atto condizioni incompatibili interessanti il movimento comandato;
- l'apparato realizza la "**distruzione automatica del comando**", ovvero il comando attuato si annulla automaticamente al passaggio del treno che lo ha utilizzato e, pertanto, all'operatore non è richiesta nessuna operazione per rimettere l'apparato nello stato di riposo come precedentemente si trovava. I deviatori restano quindi nell'ultima posizione comandata;
- l'apparato "**realizza la liberazione elastica**", ossia la cessazione del bloccamento dell'itinerario, dei deviatori e di eventuali altri enti. Ciò avviene quando il treno in partenza ha liberato l'itinerario medesimo oppure quando un treno in arrivo si è ricoverato completo sul binario di stazionamento;

Capitolo 4

- l'apparato prevede **la funzione di soccorso TX** mirata per ente, che consente di superare le condizioni mancanti richieste per la formazione degli Itinerari e degli Istradamenti
- l'apparato consente l'esclusione di singoli enti, rendendoli indisponibili per la realizzazione di Itinerari ed Istradamenti;

Inoltre attraverso l'ACC, si riscontrano anche *vantaggi tecnico-operativi* quali:

- maggiore regolarità dell'esercizio grazie all'ottimizzazione della circolazione anche in caso di criticità;
- mantenimento del livello di sicurezza;
- aumento delle potenzialità di traffico dell'impianto, che passa alla gestione dei 1200 treni/g contro i 600 gestiti con il vecchio sistema. Quindi potenzialità esattamente raddoppiata rispetto al passato;
- riduzione dei tempi di fuori esercizio dell'impianto, per un utilizzo più flessibile dei binari di stazione, una semplificazione e una maggiore rapidità delle operazioni di ingresso/uscita dei treni;
- semplicità operativa grazie anche alla nuova interfaccia di tipo elettronico e non più elettromeccanico;
- ottimizzazione delle fasi di manutenzione grazie alla supervisione sulla diagnostica degli apparati contribuendo alla prevenzione dei guasti e alla riduzione dei tempi di intervento;
- gestione delle anomalie e delle emergenze con il massimo livello di sicurezza

Il nuovo apparato, può essere gestito in tre maniere:

1. *maniera manuale*, delegando all'Operatore solo il compito di controllo e di supervisione;
2. *modalità semi-automatica*, che necessita il consenso definitivo da parte dell'Operatore, dopo che l'Apparato stesso ha predisposto l'itinerario di istradamento. E' la modalità solitamente utilizzata come default;
3. *maniera totalmente automatica*, con manovre gestite interamente dall'Apparato, che predispone gli apparati di stazione alla giusta configurazione solo dopo aver ottenuto il

Capitolo 4

rispetto di tutte le condizioni di sicurezza e anticipatamente di 1 minuto e mezzo rispetto all'ora di arrivo/partenza previsto per il treno.

L'ACC in cifre	
Binari	26 interventi, interessanti: <ul style="list-style-type: none">• 16 centrali - di cui 5 attualmente fuori servizio per i lavori di realizzazione stazione sotterranea AV• 7 Piazzale Ovest• 3 Piazzale Est
Circuiti di binario	400
Deviatoi	320
Segnali aggiunti	380
Segnali rimossi di vecchia generazione	125
Cavi	500.000 metri
Investimento	90 milioni di euro
Movimenti a regime	1.200
Personale al lavoro per l'attivazione	300
Personale gestore del sistema	Circa 20 turnificati

Tab. n. 4.3 I numeri del nuovo sistema ACC

Lo studio delle conseguenze del cambiamento dei due sistemi, è stato studiato prendendo in considerazione i movimenti interferenti creanti conflitti di due diversi tipi:

- di taglio; definizione del vero senso della parola ovvero taglio di un tracciato ferroviario di un treno da parte di un altro convoglio. Questi tipi di conflitti possono avvenire per diversi movimenti come un transito e un arrivo, una partenza con un arrivo, una partenza con un arrivo ecc...
- di stazionamento. Questa interferenza è dovuta a causa di due convogli che devono andare ad occupare lo stesso binario di stazione e che comunque si trovano ad utilizzare l'ultimo deviatoio di ingresso anche se in momenti successivi ma comunque in comune.

Capitolo 4

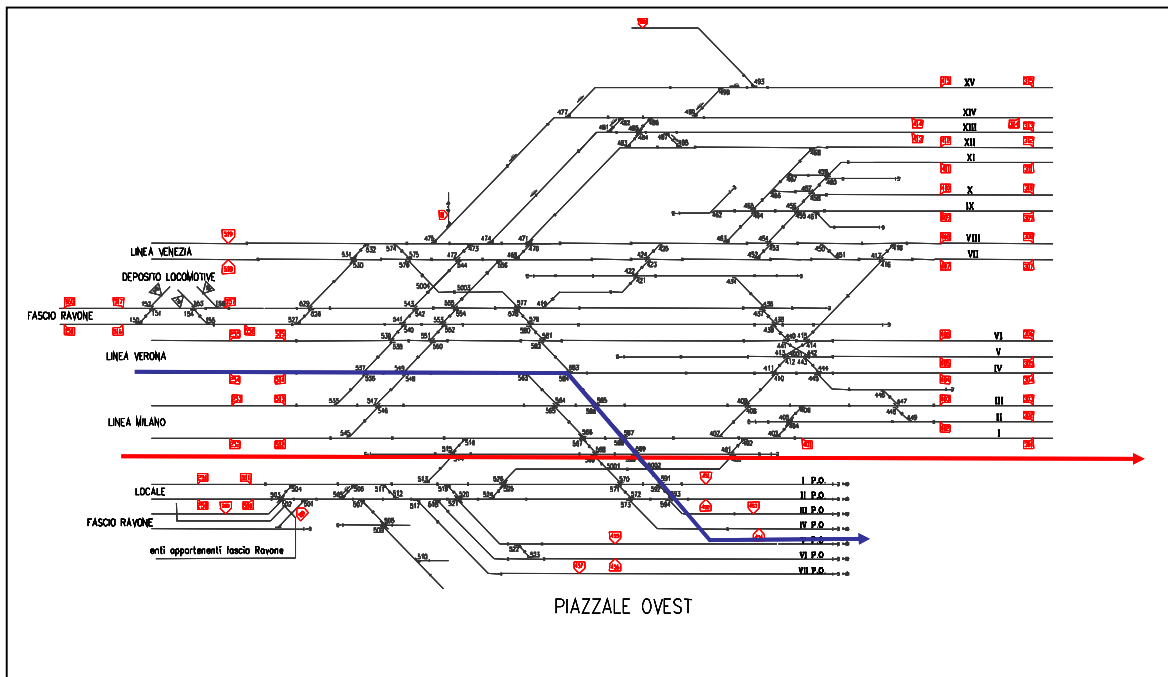


Fig. n. 4.110 Esempio di conflitto di taglio

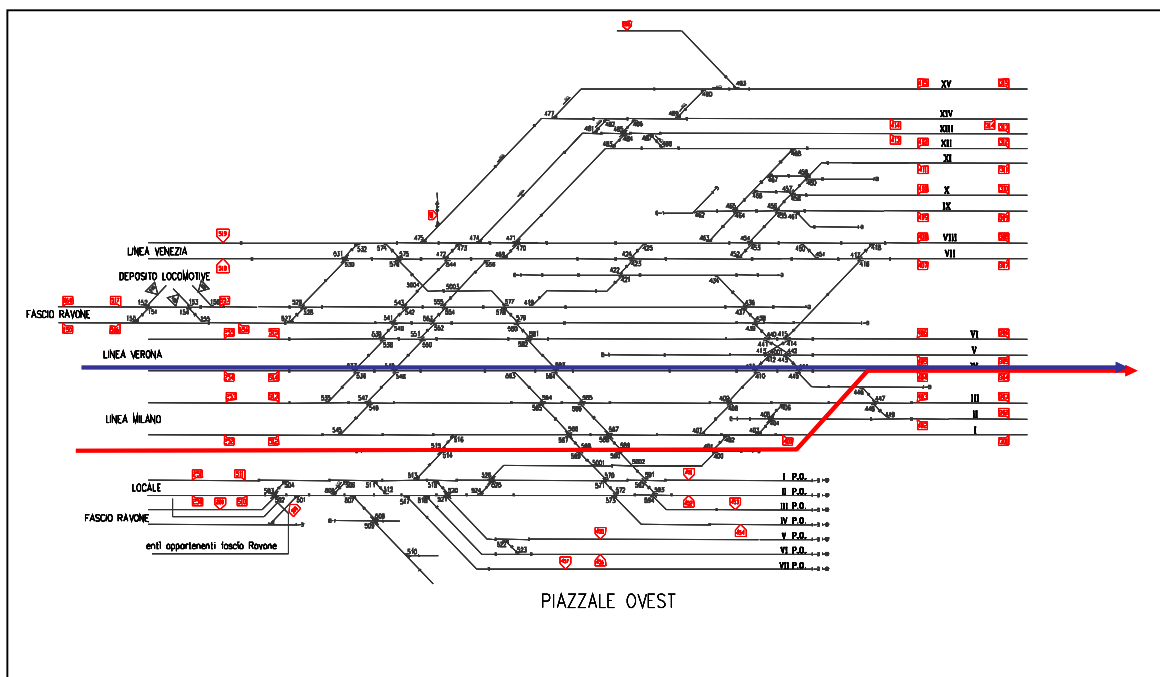


Fig.n. 4.111 Esempio di conflitto di stazione

Capitolo 4

Il raddoppio della potenzialità del traffico, gestito dall'ACC rispetto all'ACELI, si spiega come:

- diminuzione del distanziamento tra i treni in arrivo a Bologna C.le dai Bivi adiacenti; ad es. per il Bivio S. Vitale il distanziamento con l'ACELI era di 8 minuti, attualmente con il nuovo ACC, si riduce a 7;
- velocizzazione dei movimenti di ingresso/uscita per alcune linee come ad es. la Bologna-Ancona;
- attivazione del BAB (Blocco Automatico Banalizzato) 3/3 sulla linea Bologna-Ancona;
- Possibilità della marcia parallela;

Inoltre, questo raddoppio del traffico, si vede ancor più chiaramente analizzando la tempistica dei movimenti interferenti (considerati al netto del Servizio Viaggiatori), così com'erano quando era in servizio l'ACELI e come si trovano attualmente:

Tipo movimento	Situazione con ACELI	Situazione con ACC
Arrivo-Arrivo	7'	5' (minimo 4')
Transito-Arrivo	7'	5' (minimo 4')
Partenza-Arrivo	8' (minimo 7')	7' (minimo 5')
Partenza/Transito-Arrivo	5'	5' (minimo 4')
Arrivo-Partenza	3' (minimo 2')	3' (minimo 2')

Fig. n. 4.4 Confronto della tempistica dei movimenti

Oltre a ciò, ci è manifestato anche un incremento esponenziale degli itinerari possibili, rispetto alla Tabella delle Condizioni sfruttata dall'ACELI, infatti oggi giorno sono possibili ben 1200 itinerari contro i 149 precedenti.

Per la conclusione del paragrafo dedicato al modernissimo ACC, si inseriscono due fotografie raffiguranti il cambiamento della tecnologia dei due diversi Apparati .



Fig. n. 4.112 L'ACELI di cabina A di Bologna del 1952



Fig. n. 4.113 Il nuovo ACC di Bologna Centrale del 2009

CAPITOLO 5: ANALISI DELLE PERFORMANCE DEI TRENI FRECCIAROSSA MILANO-BOLOGNA

5.1. Periodo dal 14/12/2008 al 31/01/2009

L'effettuazione di un'analisi statistica, in particolare nel primo mese e mezzo di esercizio della nuova linea AV MI – BO, si rende necessaria, ai fini di un corretto studio delle problematiche e criticità riscontrate in linea, per poter poi così intervenire più velocemente, senza perdersi ed esattamente nei punti risultati interessati dall'analisi stessa, evidenziando anche i diversi tipi di bordo del rotabile.

Analizzando i report giornalieri dei treni "Frecciarossa" nel periodo in esame, si è evidenziata la situazione seguendo il seguente schema riassuntivo:

- *scenario infrastrutturale reale*
- *indice di performance: Puntualità (arrivo a destino I_{15} entro i 15 min)*
- *caso applicato: specializzazione delle linee nel Nodo di Bologna curando in particolare lo studio della puntualità treni pendolari totale e nelle fasce critiche*

5.1.1 Criticità rilevate in linea

L'analisi delle performance dei treni Frecciarossa lungo la tratta Milano – Bologna, è stata redatta per lo studio di alcune criticità che si possono manifestare durante il regolare esercizio e che possono conseguentemente portare a riduzioni di velocità. Tra le anomalie che sono state riscontrate, fin dal 14 Dicembre 2008 ovvero fin dal primo giorno di esercizio commerciale del nuovo servizio di treni veloci, si ritrovano:

5.1.1.1) perdita di connessione tipo "safe" con RBC

5.1.1.2) perdita di due Punti Informativi (PI) consecutivi

5.1.1.3) allarme emergenza condizionata/incondizionata portante all'arresto del treno

Le precedenti anomalie saranno studiate in dettaglio nelle pagine seguenti.

Per quanto riguarda lo *scenario infrastrutturale*, rispetto alla situazione di *Gennaio 2009* (periodo immediatamente successivo all'apertura della tratta MI-BO) si vede che la linea può venire schematicamente rappresentata come nella figura sottostante:

Capitolo 5

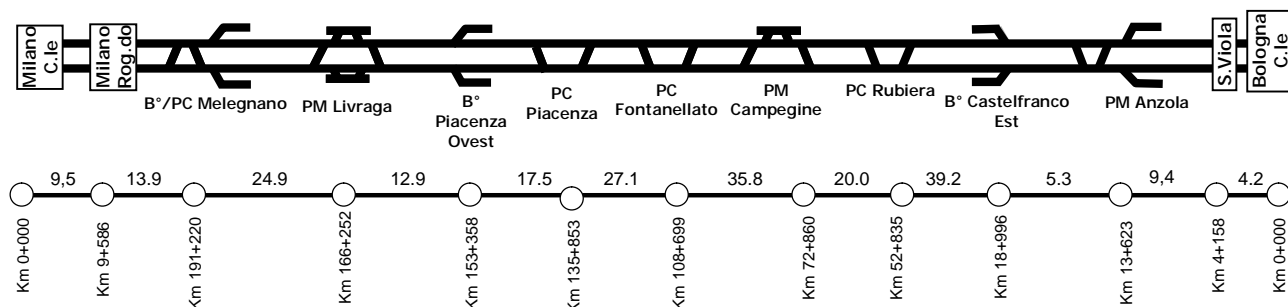


Fig. n. 5.114 Scenario infrastrutturale linea AV Milano-Bologna a gennaio 2009

Fonte: RFI s.p.a.

In figura è rappresentata la situazione della linea a gennaio 2009, quindi in pieno esercizio dell'AV. Si notano i diversi posti di servizio (pds), le interconnessioni (alcune sono ancora da realizzare), i posti di movimento e quelli di comunicazione (con passo medio tra ognuno di 30 km) e i diversi innesti.

Come già precedentemente introdotto, l'esercizio della linea, viene garantito dalla corretta integrazione di più sottosistemi tra cui rientrano il Nucleo Vitale Centrale (NVC), Radio Block Center (RBC) e il Sistema di Comando e Controllo (SCC) che, operando all'unisono, rendono la circolazione fluida e priva di grosse problematiche.

Lo studio si è immediatamente spostato all'esame dell'*indice di performance*, in questo caso la *Puntualità*.

Dall'analisi dei treni Frecciarossa arrivati a destino secondo l'indice di puntualità I_{15} (risultati con ritardo < di 15 minuti per cui, ai fini statistici, considerati in orario) nel periodo 14/12/2008 – 31/01/2009, è risultato un trend positivo di convogli arrivati entro tale fascia di 15 minuti, incrementando la puntualità dal 90 al 95% rispetto al periodo gennaio-dicembre 2008.

Nella figura 5.115 sottostante è rappresentata la puntualità nell'orario 2009 per i 2.138 treni circolati.

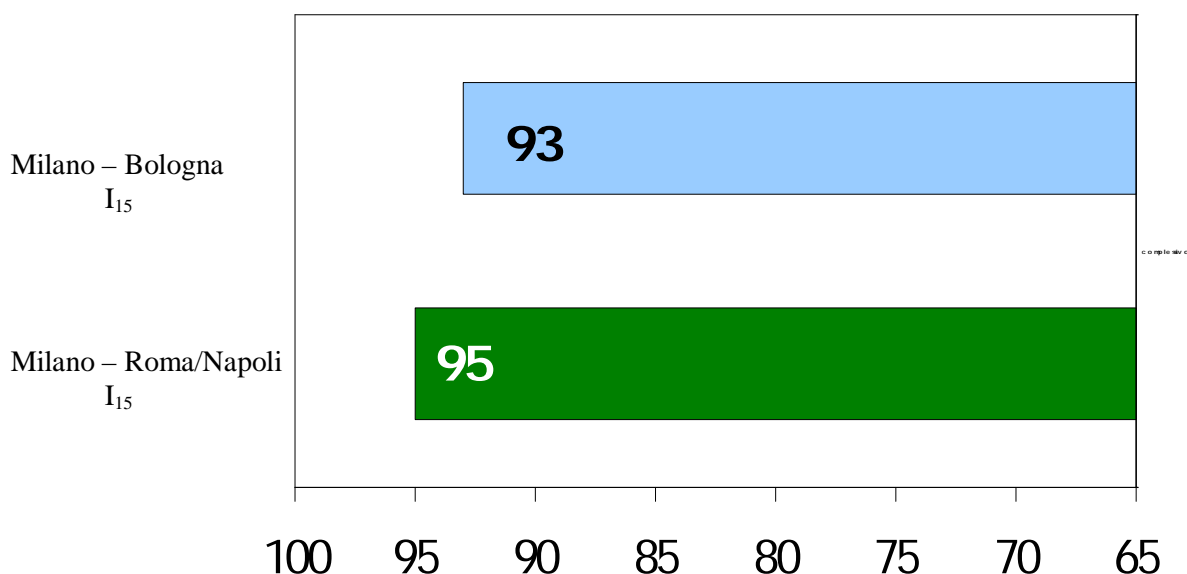


Fig. n. 5.115 Indici di puntualità nel periodo considerato

Fonte: RFI s.p.a.

L'ultimo studio è stato quello di esaminare un *caso applicato: specializzazione delle linee nel Nodo di Bologna*.

Dall'analisi effettuata dopo attivazione dell'AV, è risultato un alleggerimento del traffico sulla linea tradizionale Piacenza-Bologna e, grazie al nuovo orario ferroviario, vi è stato anche un aumento della qualità del servizio per i treni regionali e metropolitani in ingresso al Nodo di Bologna. Ciò è stato possibile, grazie all'impiego di un canale di ingresso (per i treni dispari della direttrice Piacenza-Ancona) che non interferisce con la circolazione dei treni Frecciarossa ovvero attraverso:

- utilizzo per la direttrice Piacenza-Ancona, dell'itinerario sottovia Buca (Ravone);
- utilizzo dell'itinerario in ambito Santa Viola, per la direttrice Poggio Rusco-Bologna.

Questi due nuovi accorgimenti, hanno eliminato molti dei precedenti punti di conflitto con i nuovi treni AV impattanti con le linee storiche, proprio in ambito Santa Viola.

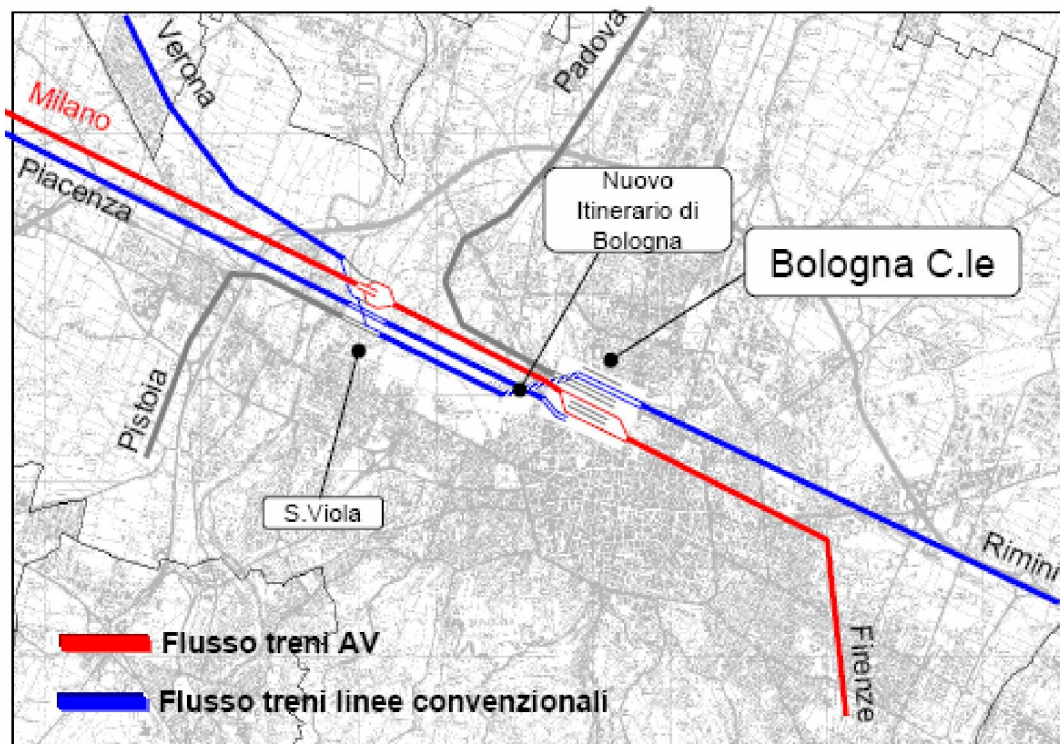


Fig. n. 5.116 Specializzazione Nodo Bologna

Fonte: RFI s.p.a.

Utilizzando le precedenti soluzioni indicate, le interferenze al giorno in meno rispetto al flusso AV sono **16** con l'utilizzo del sottovia "buca" e **39** grazie al nuovo itinerario in ambito Santa Viola.

Lo studio è dunque proseguito curando la *puntualità dei treni pendolari totale nelle fasce critiche*.

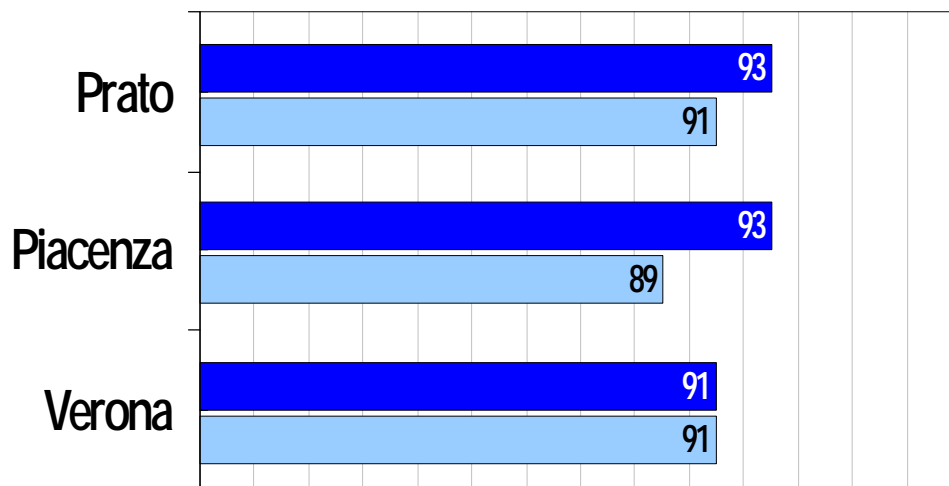
Si rappresenta come primo risultato, quello raggiunto nelle 24 h della giornata, considerando per le linee in esame il numero di treni al giorno come segue:

- linea Prato à 37 treni/g
- linea Piacenza à 100 treni/g
- linea Verona à 52 treni/g

Successivamente verranno esposti i risultati di puntualità, sempre dei treni pendolari delle linee suddette, ma nelle due fasce particolarmente importanti da osservare in quanto soggette al maggior traffico durante le 24 ore, ovvero la fascia di afflusso (06.00 – 09.00) e quella di deflusso (17.00 – 19.00).



LEGENDA  



Puntualità

06

Tri in afflusso

00

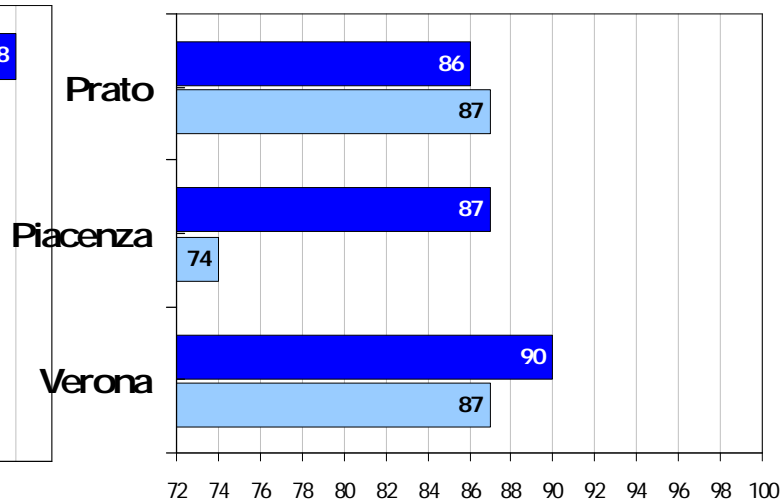
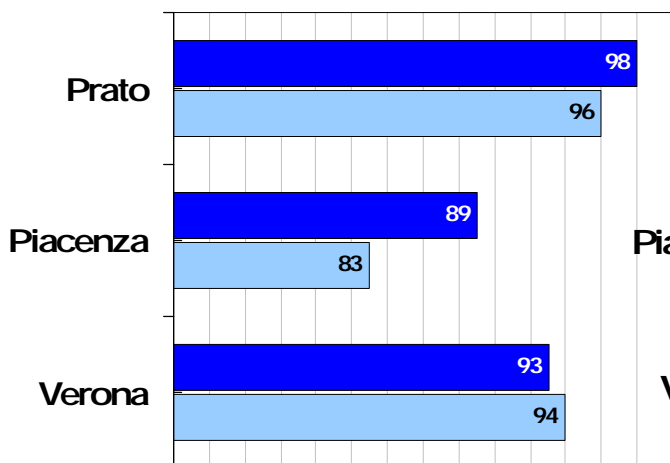
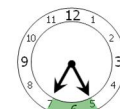
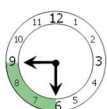


Fig. n. 5.117 Puntualità treni regionali

Fonte: RFI s.p.a.

Capitolo 5

Tornando ai treni Frecciarossa, dall'analisi effettuata per lo studio delle anomalie, si è riscontrato non esserci criticità di sistema tali da portare a degradi di puntualità particolarmente rilevanti, per cui si è posta l'attenzione agli eventi che si sono presentati più frequentemente e che portano a importanti limitazioni di velocità tra cui rientrano:

- materiale in diversione, che richiede limitazione di velocità a 250 km/h;
- serpeggio carrelli, con riduzione di velocità a 220 km/h;
- rotabile non controllato, per il quale si effettua una riduzione di velocità a 200 km/h;

Le precedenti anomalie sono legate essenzialmente a problemi riguardanti i bordi componenti i locomotori. Le successive anomalie non sono immediatamente legate al materiale stesso ma spesso a problemi di comunicazione tra il sottosistema di terra e quello di bordo, a condizioni meteorologiche avverse portanti ad errori di odometria o a problematiche varie incorse durante la percorrenza della tratta.

- perdita di connessione del tipo "safe" con RBC;
- slittamento materiali;
- perdita di due punti informativi (PI) consecutivi;
- allarme emergenza condizionata/incondizionata che ha portato all'arresto del treno;
- accudienze e richieste locomotore di soccorso.

Per alcune di queste criticità di sistema, sono stati effettuati grafici che le rappresentano sia dal punto di vista spaziale (evidenziando la progressiva di accadimento dell'evento lungo la linea) sia il tipo di materiale rotabile utilizzato (Alstom o Ansaldo).

Nel periodo osservato, ed in particolare nei giorni 6, 7 e 8 gennaio, si sono presentate situazioni di criticità dovute a sede ferroviaria innevata / ghiacciata portanti a limitazioni di velocità a 160 km/h. Essendo però eventi non riconducibili a problemi né dell'infrastruttura né dei rotabili, non sono stati approfonditi.

Tra le criticità analizzate con maggior dettaglio e per le quali sono stati effettuati i grafici precedentemente illustrati, ritroviamo:

5.1.1.1) perdita di connessione tipo "safe" con RBC;

5.1.1.2) perdita di due Punti Informativi (PI) consecutivi;

5.1.1.3) allarme emergenza condizionata/incondizionata portante all'arresto del treno.

5.1.1.1 Perdita di connessione tipo "safe" con RBC

Con il manifestarsi di questo evento, il convoglio, viene a perdere il contatto con l'RBC che non è più in grado di ricevere la MA (Movement Authority) che sovrintende alla marcia del treno e di consentire la via libera dell'itinerario. Come anticipato, è stata analizzata la criticità sia rispetto alla situazione spaziale in linea, sia associando l'evento alle diverse tipologie di bordi, con risultati nella figure sottostanti, evidenziando in **rosso** gli eventi che hanno portato all'arresto ed in **blu** quelli per i quali il treno non si è arrestato.

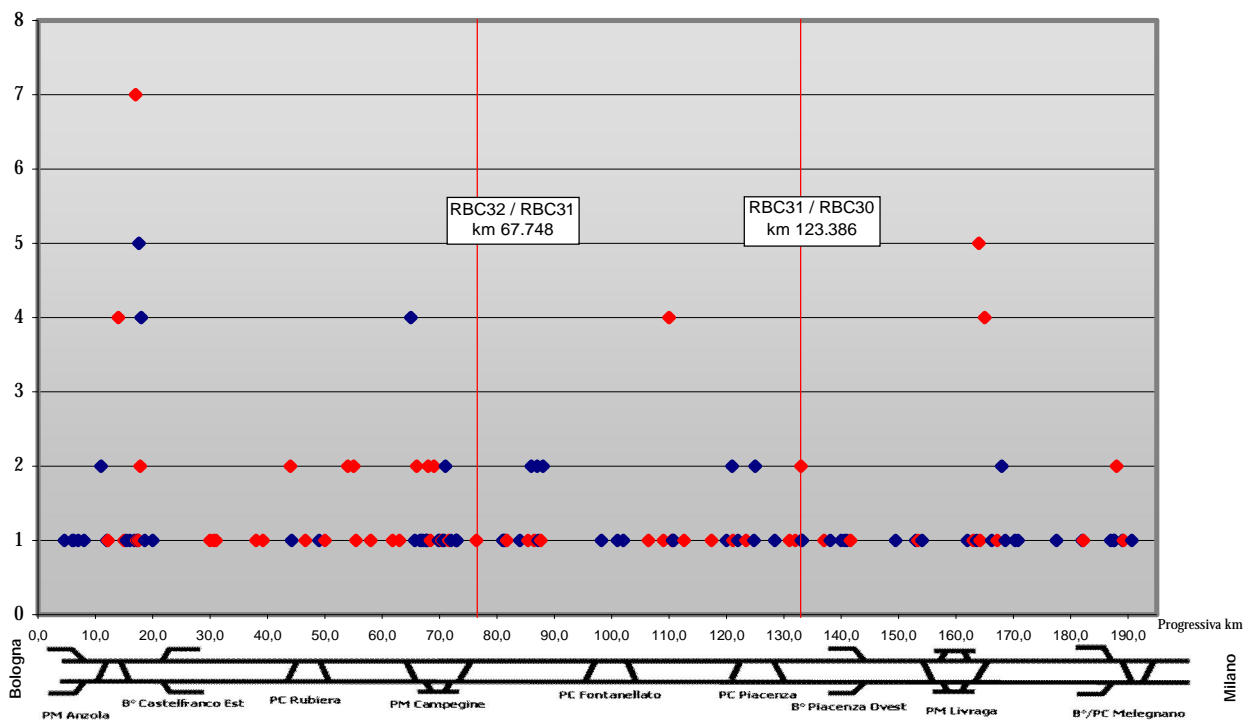


Fig. n. 5.118 Rappresentazione spaziale perdite di connessione

Nella parte sottostante della rappresentazione è posizionato lo scenario infrastrutturale della linea, rispettando esattamente le progressive di linea, per rendersi conto al primo impatto di dove realmente si è manifestata la criticità e poter valutare eventuali addensamenti della stessa in punti particolari.

Dal grafico 5.118 precedente quindi è possibile notare alcuni eventi singolari che si sono ripetuti più volte come ad es. numero 7 eventi al km 17.

Capitolo 5

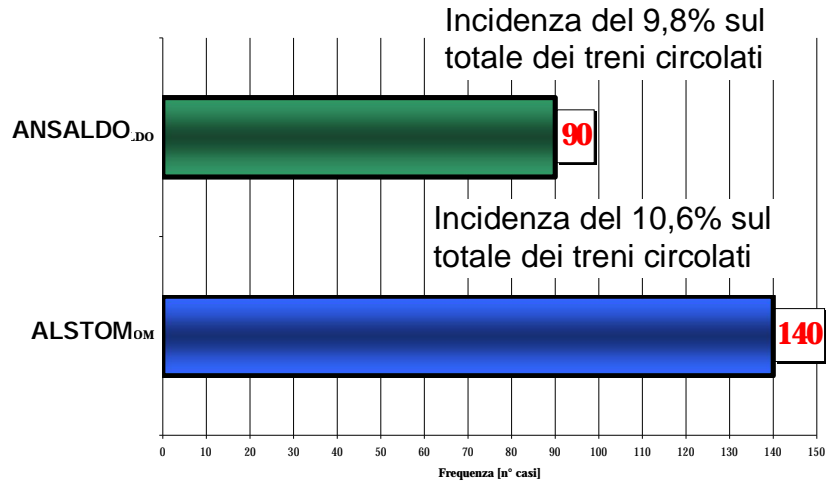


Fig. n. 5.119 Rappresentazione perdite di connessione dal punto di vista del bordo

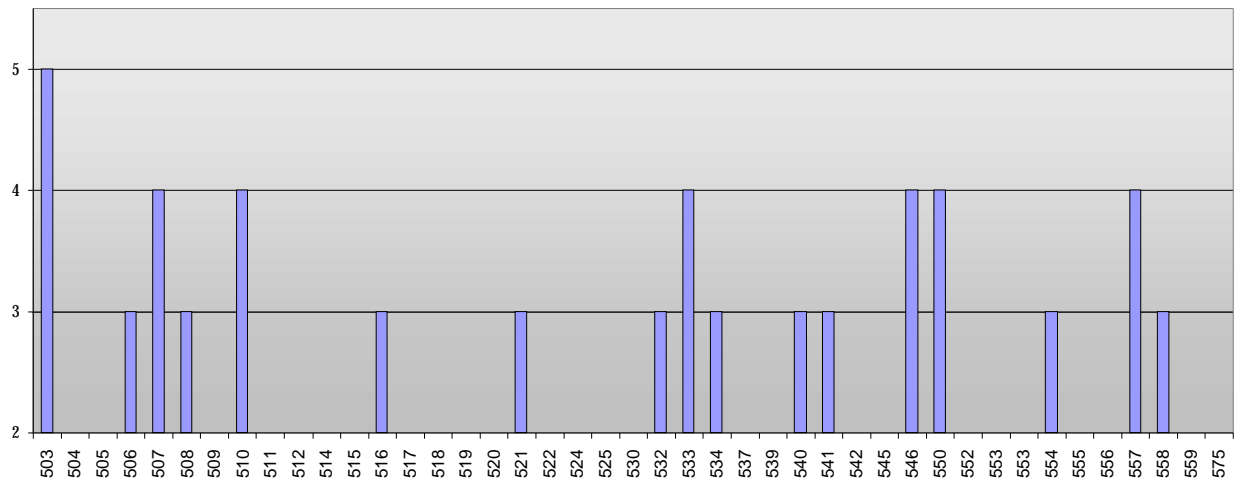


Fig. n. 5.120 Frequenza dei guasti relativi al bordo ALSTOM

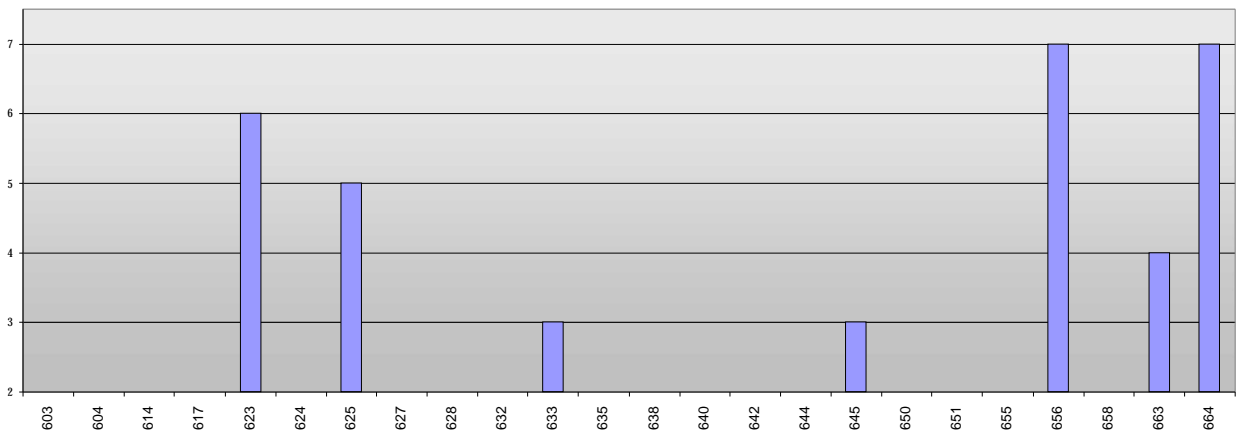


Fig. n. 5.121 Frequenza dei guasti relativi al bordo ANSALDO

Capitolo 5

La gestione della disconnessione radio, in un sistema come l'ERTMS/ETCS che si fonda per funzionare proprio sull'invio di connessione radio tra terra e bordo, è un evento di estrema importanza in particolare per quanto riguarda la sicurezza. Una disconnessione è da curare con particolare interesse anche ai fini della dinamica di marcia del convoglio che, dopo un tempo di buco radio, inizia a frenare attraverso la frenatura di servizio (service brake) affinché sia garantita la sicurezza. Parallelamente viene ricercata nuovamente la connessione radio tra sistemi di terra (RBC) e sistemi di bordo (EVC).

Si ricordano brevemente, alcune delle grandezze caratteristiche, utili per la comunicazione radio, alla scadenza delle quali viene azionata la frenatura.

TNV_Contact (7 sec): tempo massimo accettabile dal parte del SSB senza la ricezione di nuovi messaggi validi. Se la differenza tra il tempo in esame e il momento di ricezione dell'ultimo messaggio valido ricevuto dal SSB, supera il TNV_Contact, il sottosistema di bordo comanda la frenatura di servizio, immediatamente riarmabile in caso di ricezione di un nuovo messaggio;

TNV_ReleaseConn (32 sec) indicato anche come **T_WAITMSG** nel sottosistema di bordo Alstom: tempo intercorso tra la scadenza del TNV_Contact e il primo messaggio valido ricevuto dal SSB. Alla scadenza di tale tempo, il sottosistema di bordo, comanda il rilascio della connessione sicura, tentando comunque di stabilirne una nuova;

Message_timer (2 sec): tempo intercorso tra due messaggi vuoti consecutivi;

T_ACK (3 sec): tempo, oltre il quale, in assenza di messaggi di riconoscimento (Acknowledgment, ACK) da parte del SSB, RBC rinvia il messaggio;

Mute timer (20 sec): tempo scaduto il quale, se non viene ricevuto nessun messaggio, l'RBC classifica il treno come "muto" con conseguente mancato rilascio della Movement Authority.

Una rappresentazione della parametrizzazione delle variabili di gestione del canale radio è raffigurata nella figura seguente dove è illustrata la modalità di comunicazione tra RBC e EVC.

Capitolo 5

I colori sono così rappresentativi:

_____ flusso informativo tra RBC e EVC senza disturbi sul canale radio specializzato come:

- l'RBC invia un messaggio valido UMV;
- ricezione del messaggio di riconoscimento (ACK) da parte del sottosistema di bordo, *prima* della scadenza del T_ACK;
- tempo intercorso tra la ricezione da parte di EVC del messaggio A (MSG A) e il timestamp dell'ultimo messaggio valido (UMV) *minore* di TNV_Contact che porta ad avere nessuna reazione della frenatura di servizio.

_____ flusso informativo tra RBC e EVC in presenza di disturbi sul canale radio specializzato come:

- ricezione del messaggio di riconoscimento (ACK) da parte del SSB, *dopo* la scadenza del T_ACK con conseguente ritrasmissione del messaggio da parte di RBC;
- tempo intercorso tra la ricezione da parte di EVC del MSG A e il timestamp dell'ultimo messaggio valido (UMV) *maggiore* di TNV_Contact con conseguente comando della frenatura di servizio.

_____ flusso informativo tra RBC e EVC in presenza di sensibili disturbi sul canale radio, specializzato come:

- tempo intercorso tra la ricezione da parte di EVC del MSG A e il timestamp dell'ultimo messaggio valido (UMV) *maggiore* di TNV_Contact con comando della frenatura di servizio;
- assenza di messaggi validi ricevuti da EVC per un tempo superiore al timer T_WAITMSG con comando dell'EVC al rilascio della connection safe.
- inizio dei tre tentativi di riconnessione con al termine dei quali, in caso di fallimento di stabilire una nuova connessione, si dichiara chiusa la sessione di comunicazione.

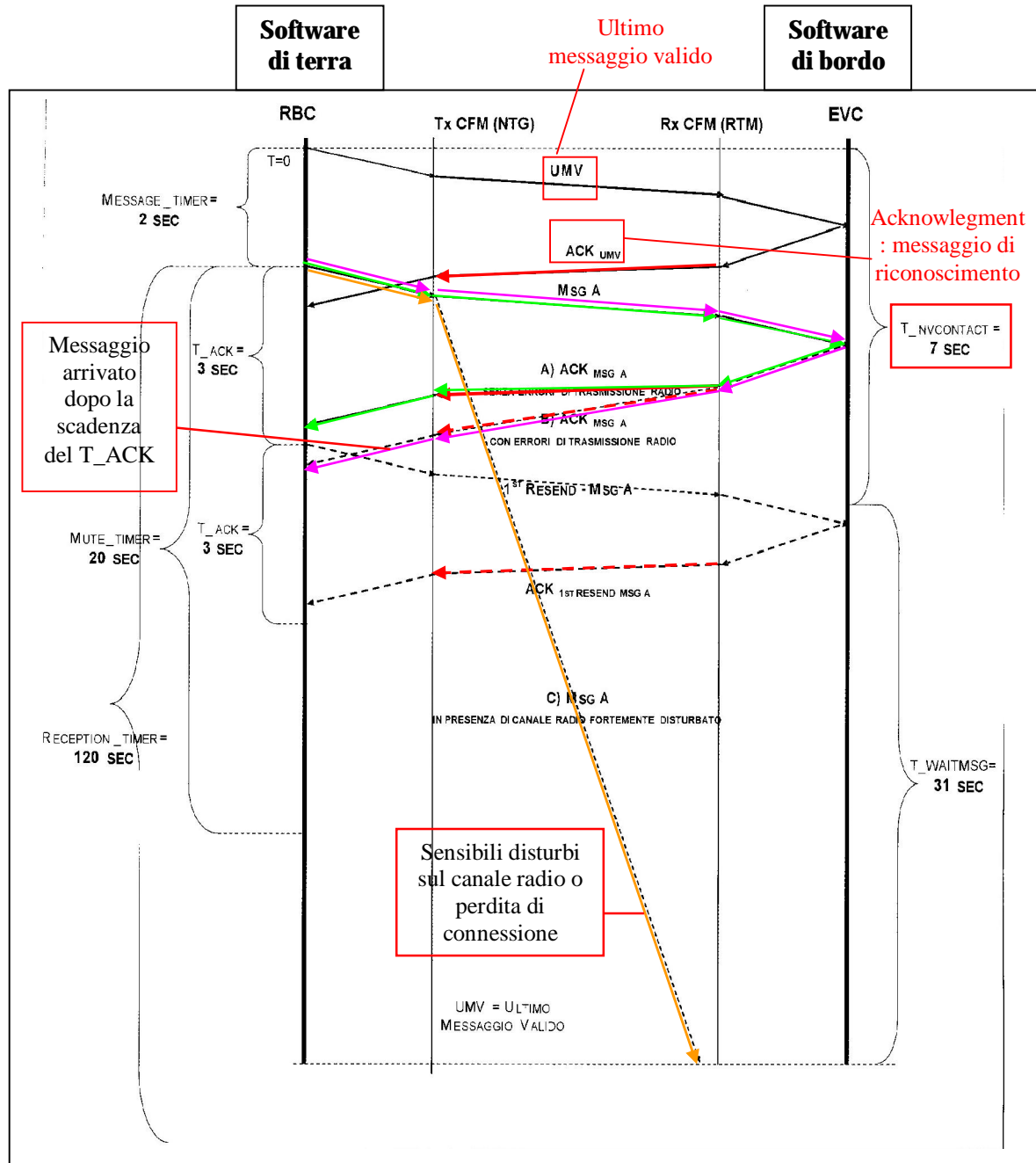


Fig. n. 5.122 Esempio di comunicazione tra RBC e EVC

5.1.1.2 Perdita di due Punti Informativi (PI) consecutivi

Questo evento, viene a verificarsi quando il convoglio non rileva per due volte consecutive, informazioni riguardo alla propria posizione. In questo caso, può verificarsi l'arresto del treno, se il punto informativo successivo non viene rilevato entro limiti di tempo prefissati. La

Capitolo 5

criticità avviene solitamente per slittamenti delle ruote che fanno incontrare il punto informativo in ritardo rispetto “all’appuntamento” in programma che l’odometro di bordo (calcolando la velocità del treno) aveva precedentemente calcolato.

Anche per questo evento, è stato rappresentato in grafico, sia la distribuzione spaziale di tali eventi che l’associazione ai diversi bordi.

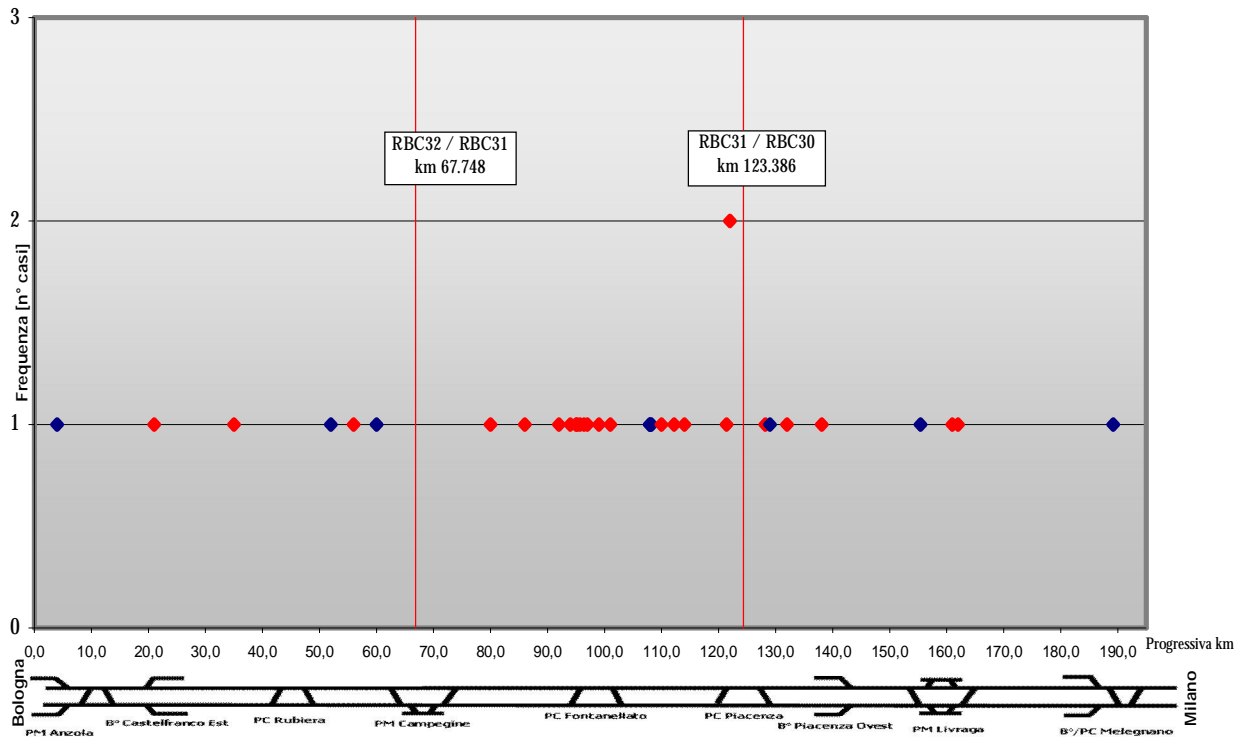


Fig. n. 5.123 Rappresentazione spaziale perdite due PI consecutivi

E' inoltre possibile osservare un addensamento del numero di perdite di 2 punti informativi consecutivi tra PM Campegine (km 72+860) e PC Piacenza (km135+853), informazione utile per localizzare correttamente l'evento lungo la linea e poter quindi intervenire.

Capitolo 5

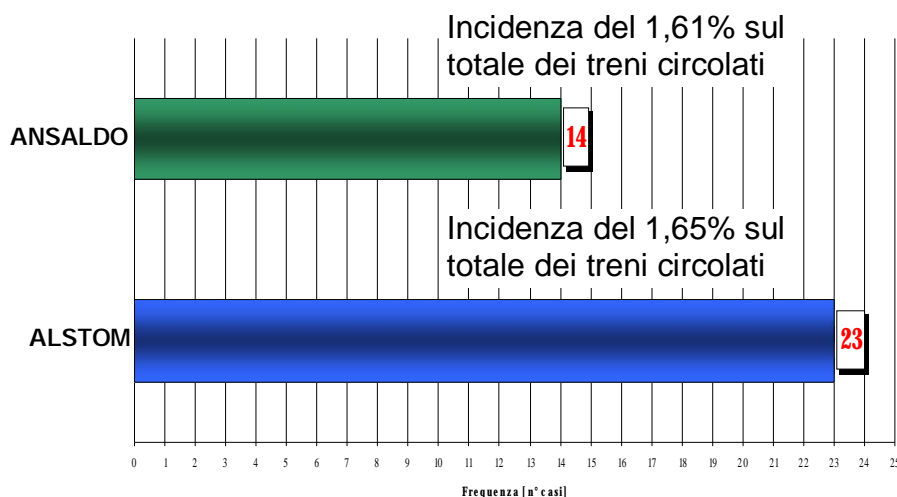


Fig. n. 5.124 Rappresentazione salto di due PI dal punto di vista del bordo

5.1.1.3 Allarme emergenza condizionata/incondizionata portante all'arresto del treno

E' un allarme che viene generato a bordo treno dovuto a guasti di varia natura, non riconosciuti dal sistema stesso. L'analisi del guasto che ha provocato l'allarme, viene fatta a posteriori dal personale competente. Anche questa criticità, può comportare l'arresto del treno.

In tutti i casi monitorati e analizzati, l'evento può essere associato all'errore odometrico conseguente allo slittamento dei materiali.

Come per gli altri eventi, anche questo allarme di emergenza è stato evidenziato analizzando la distribuzione spaziale e la diversa tipologia di bordo.

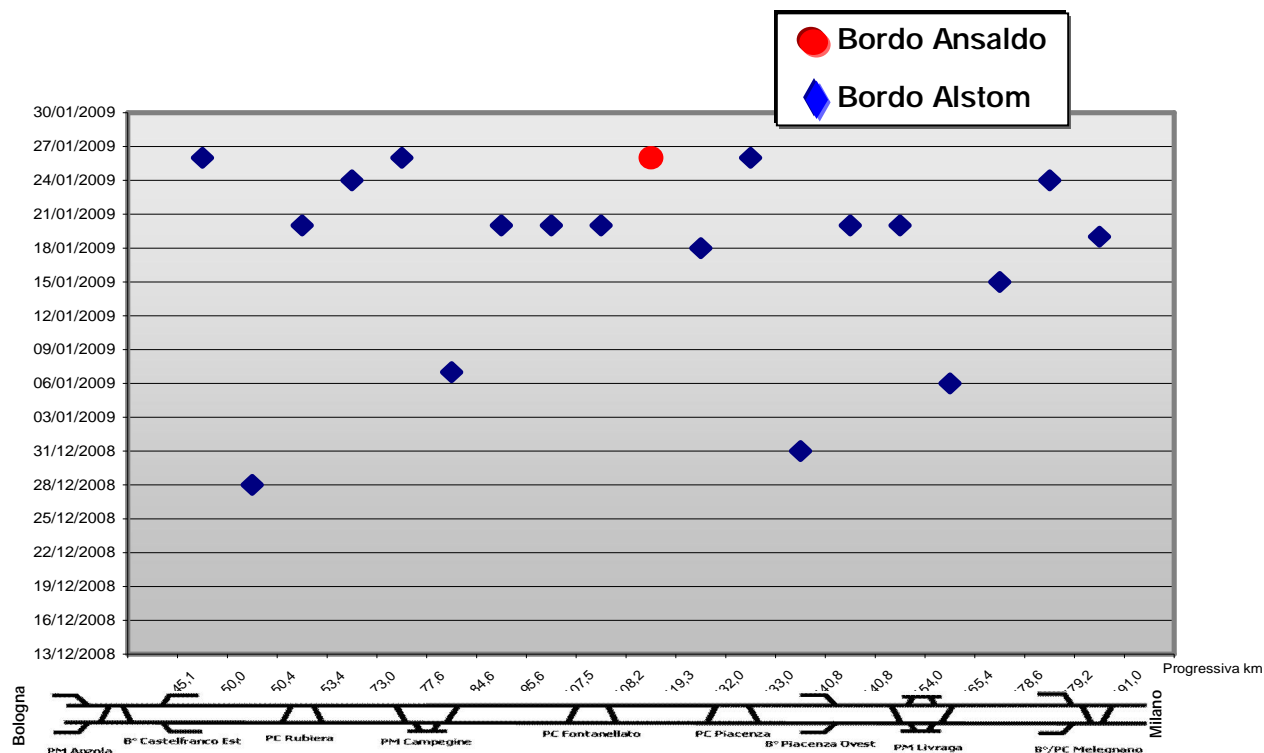


Fig. n. 5.125 Distribuzione spaziale dei guasti

Fonte: RFI s.p.a.

5.1.2 Altri casi di specializzazione

Si ricordano anche *altri casi di specializzazione* quali:

5.1.2.1) specializzazione delle linee

5.1.2.2) potenziamento tecnologico del Nodo

La variazione del modello di esercizio della stazione di Bologna (M53), si è resa necessaria, nell'ottica dell'incremento dei treni Frecciarossa e per il raggiungimento di una migliore convivenza dei treni a Lunga Percorrenza (LP) con la circolazione dei treni regionali/metropolitani.

5.1.2.1) Specializzazione delle linee

Le azioni che si intendono sviluppare per perseguire questo obiettivo sono di seguito riportate:

- ripristino, per il traffico metropolitano della linea Bologna-Poggio Rusco, della stazione di BO Arcoveggio realizzando, in questa maniera, il Piazzale Nord di

Capitolo 5

Bologna. Attraverso questa operazione si noterà l'alleggerimento del carico sulla stazione di Bologna C.le sul lato Nord e riducendo altresì i punti di conflitto nati dopo l'avvento dell'Alta Velocità;

- potenziamento del nuovo itinerario S. Viola-Bologna Ravone-Bologna C.le (tramite il sottovia buca) con realizzazione di un doppio binario che consentirà il movimento contemporaneo per i diversi treni della relazione Milano-Adriatica. Relazione precedente che verrebbe a trovarsi totalmente libera da impatti con l'Alta Velocità;
- riservare i binari alti della stazione di Bo C.le (9, 10, 11) alla nuova relazione Rimini/Ravenna – Bologna – Venezia con la modifica dell'attuale relazione Piacenza – Rimini attestando i treni da Piacenza al piazzale Ovest di Bologna ed evitando in tal modo ogni interferenza con il flusso AV.

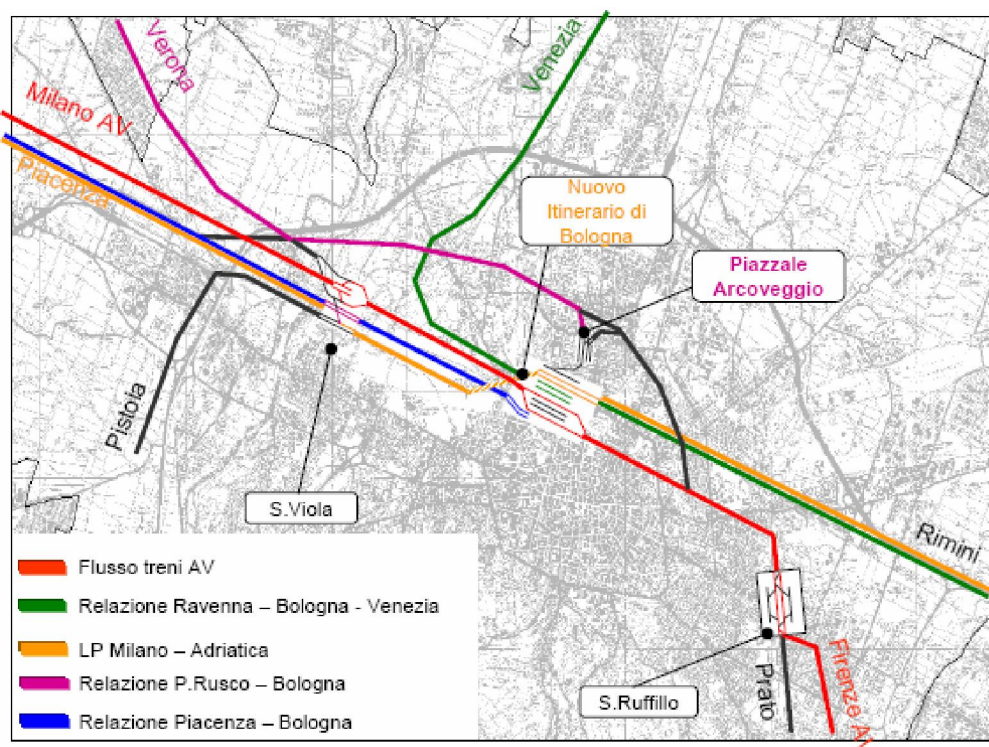


Fig. n. 5.126 Proposte di specializzazione per le linee

Fonte: RFI s.p.a.

Capitolo 5

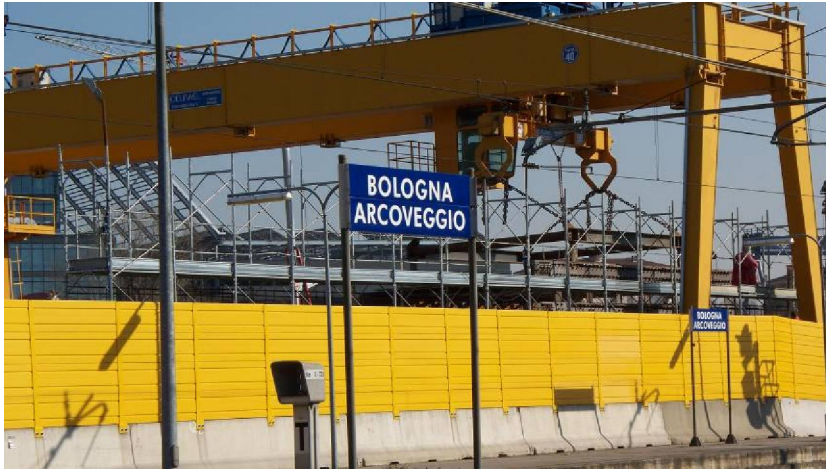


Fig. 5.127 Piazzale Arcoveggio, pensato ripristinato per la linea BO-Poggio Rusco



Capitolo 5



Fig. n. 5.128 Postazione ACC Santa Viola

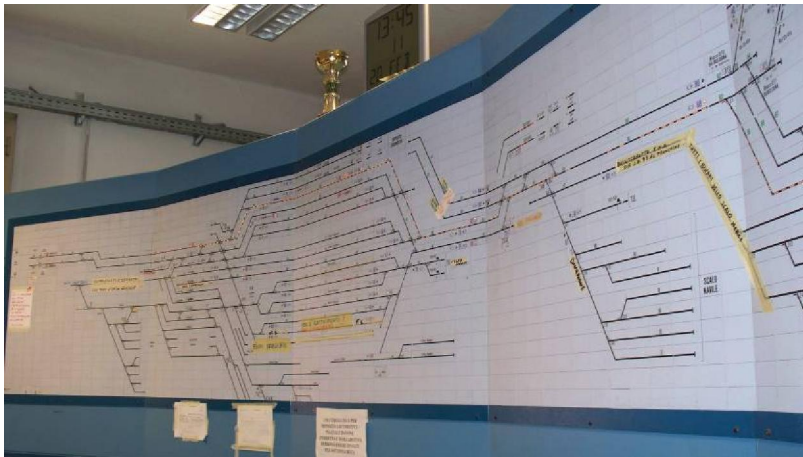


Fig. 5.129 Postazione ACEI fascio Ravone



Fig. n. 5.130 Il sottovia Buca

Foto precedenti di Sara Morselli

5.1.2.2) Potenziamento tecnologico del Nodo

Grazie ai due interventi prevalentemente a carattere tecnologico che saranno completati nel corso del 2009, si avranno benefici di capacità sia della stazione di Bologna C.le che sulla gestione integrata dei treni Frecciarossa nell'ambito del nodo ferroviario. Verrà quindi considerata la disponibilità a nord e a sud delle due linee specializzate AV Milano-Bologna e AV Bologna-Firenze (pre-esercizio a partire da giugno 2009 e apertura servizio commerciale a dicembre 2009). I due interventi precedentemente citati sono:

- 24 Maggio 2009: trasferimento nel nuovo fabbricato ed attivazione del nuovo ACC di Bologna C.le;
- Dicembre 2009: attivazione del nuovo ACC di Bologna Estesa che verrà a racchiudere al suo interno gli impianti di S.Viola, Bologna C.le, bivio Crociali e Bologna S. Ruffillo.

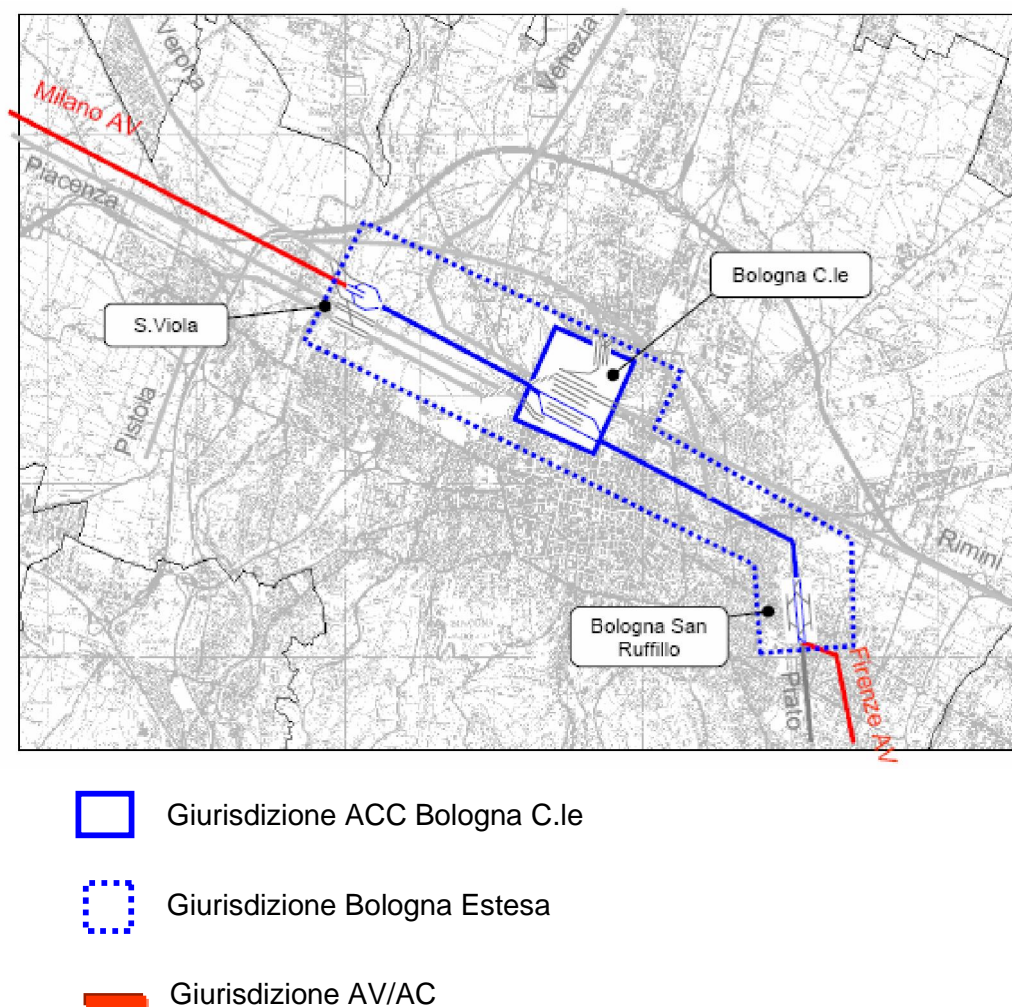


Fig. n. 5.131 Potenziamento tecnologico nodo di Bologna: interventi chiave

Fonte: RFI s.p.a.

5.2. Periodo dal 01/02/2009 al 28/02/2009

Considerato immutato lo *scenario infrastrutturale* della linea (precedentemente introdotto), vengono aggiornati i *dati relativi alla puntualità*, del secondo mese di esercizio, dei treni Frecciarossa e di quella dei treni pendolari delle linee maggiormente coinvolte nelle possibili interferenze. Nella figura sottostante viene rappresentata la puntualità nell'orario 2009 per la totalità dei treni circolati.

Come per il mese precedente è stato effettuato lo studio riguardo *l'indice di performance* specializzato nella *Puntualità*.

Capitolo 5

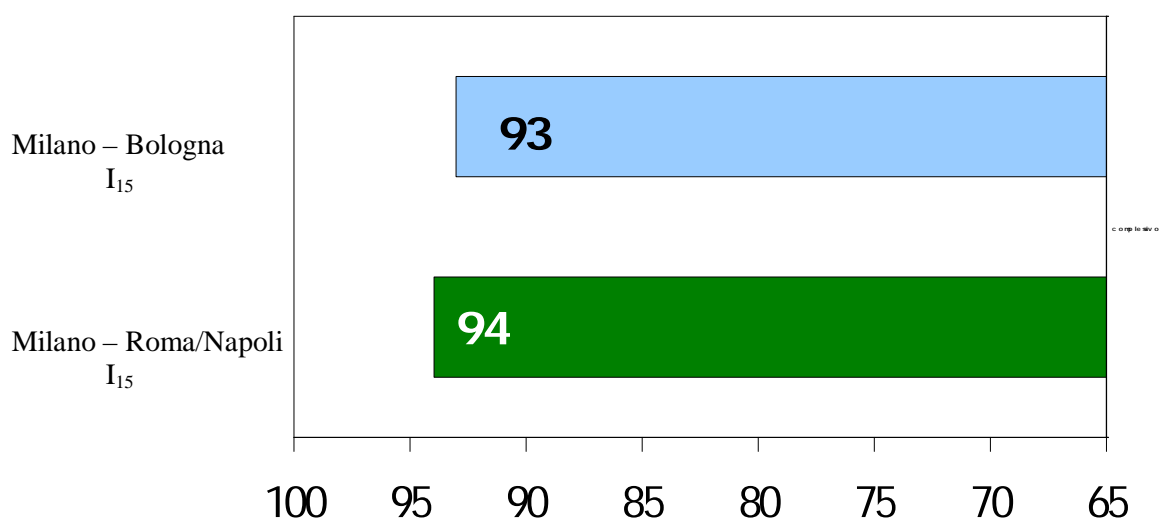


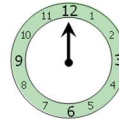
Fig. n. 5.132 Indici di puntualità nel periodo considerato

Fonte: RFI s.p.a.

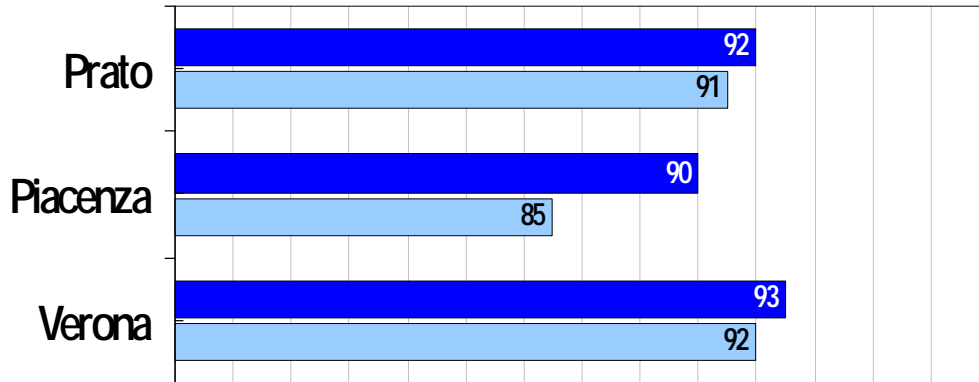
Rispetto al precedente periodo preso in esame gli indici di puntualità, considerando lo “standard B” e l’arrivo entro i 15 minuti successivi all’orario previsto, sono rimasti pressoché invariati, se non uguali, per le due linee prese in esame.

Come per il mese e mezzo di esercizio già considerato (metà Dicembre e Gennaio) è stata esaminata la *puntualità e i benefici per i treni pendolari*. La soluzione per ovviare ad eventuali disagi causati dall’avvio della nuova linea veloce si è avuta attraverso l’utilizzo dei “**percorsi alternativi**” precedentemente illustrati e, grazie al consolidamento dei risultati conseguiti, si è manifestato un incremento di puntualità per i treni pendolari delle linee esaminate con maggiore attenzione, verificatosi sia nelle 24 ore della giornata (+5%, contro il + 4% del mese precedente) ma in prevalenza nella fascia di deflusso da Bologna per la linea di Piacenza (+ 18% contro il + 13% del primo mese). Incrementi positivi, anche se meno significativi, inoltre per le linee Prato e Verona rispettivamente +1% e +4%.

Come per il mese precedente, si sintetizzano i risultati ottenuti mediante grafici; in ordine il totale delle 24 ore, la fascia di afflusso e la fascia di deflusso.



LEGENDA



Puntualità

06



Arrivi in afflusso

1.00

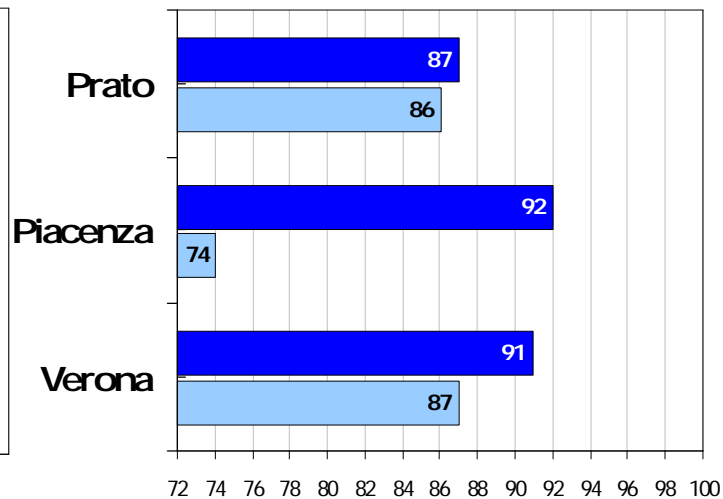
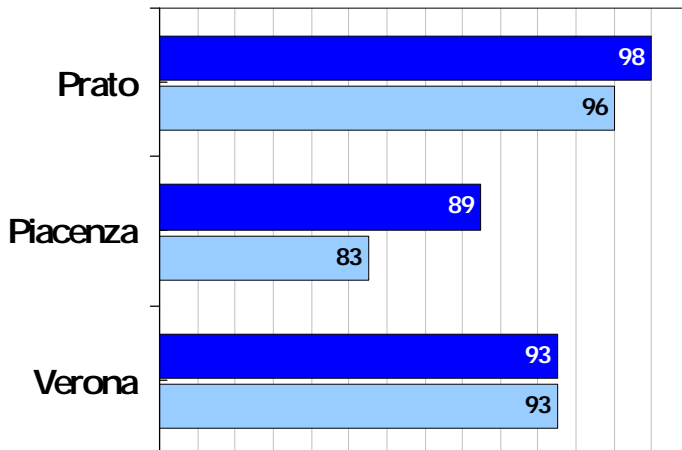


Fig. n. 5.133 Puntualità treni regionali

Fonte: RFI s.p.a.

5.2.1 Criticità rilevate in linea

Tra le criticità analizzate con maggior dettaglio (incluso anche quelle dovute al materiale rotabile) e per le quali sono stati effettuati grafici come in precedenza, ritroviamo:

5.2.1.1) perdita di connessione tipo “safe” con RBC

5.2.1.2) perdita di due Punti Informativi (PI) consecutivi

5.2.1.3) materiale in diversione

5.2.1.4) serpeggio carrelli

5.2.1.5) rotabile non controllato

5.2.1.6) allarme emergenza condizionata/incondizionata portante all’arresto del treno

5.2.1.1 Perdita di connessione tipo “safe” con RBC

Per quanto riguarda la ripetitività delle disconnessioni / mancate connessioni lungo la chilometrica di linea, si è notata una diminuzione degli eventi rispetto al primo mese ed un’alta concentrazione di questa criticità nella zona di passaggio tra due RBC successivi.

Viene ora rappresentato l’evento dal punto di vista della progressiva chilometrica; la figura rappresenta la situazione cumulata dell’evento, quindi il quadro globale dall’inizio del servizio commerciale.

Capitolo 5

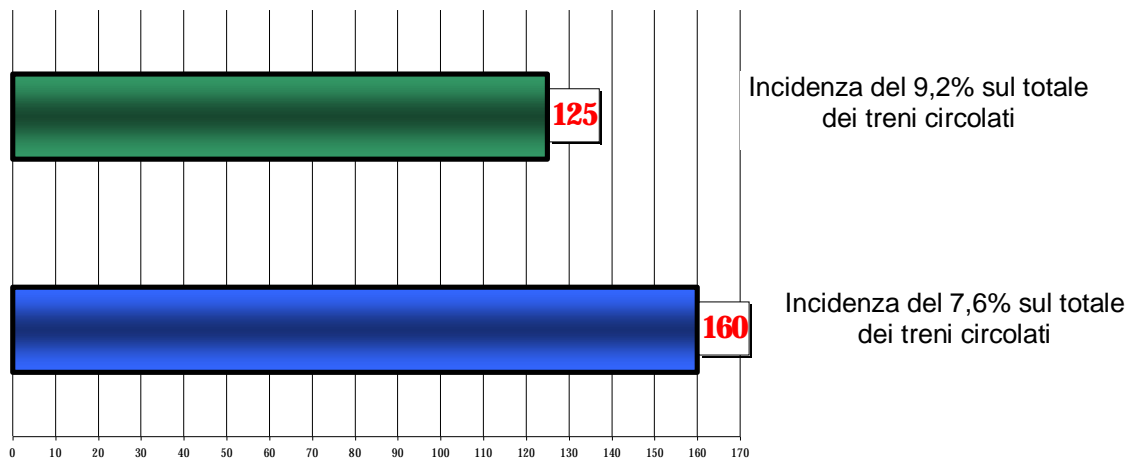


Fig. n. 5.135 Rappresentazione perdite di connessione dal punto di vista del bordo

E' da notare, come risulta aumentato il numero di eventi verificatesi, in quanto risultano ovviamente aumentati il numero dei treni circolanti nell'intero periodo di esercizio.

L'analisi è stata ampliata, controllando quei rotabili per i quali questo evento si è manifestato con maggior frequenza e rappresentati in grafico dove, in ascissa è indicato il numero del locomotore ed in ordinata il numero di eventi:

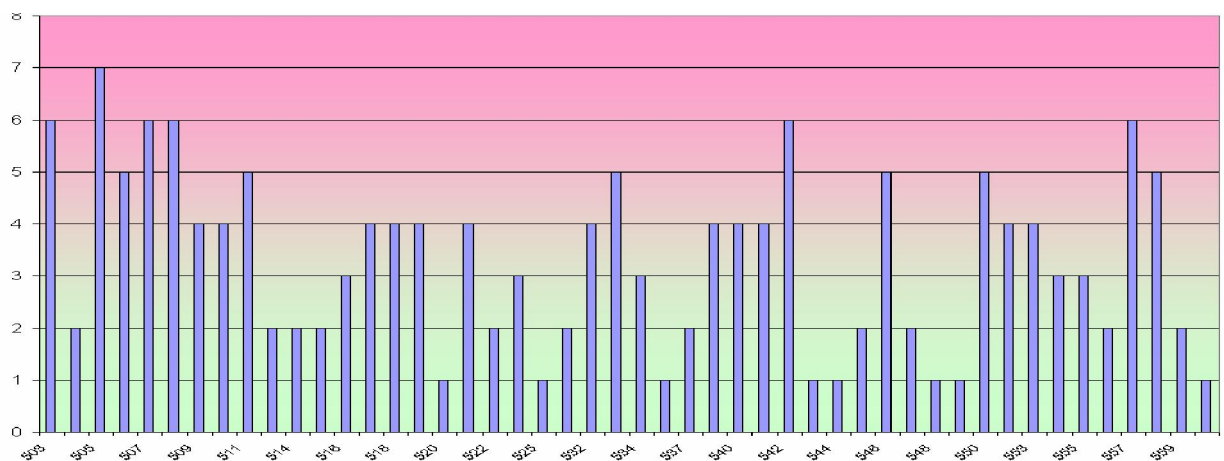


Fig. n. 5.136 Perdita di connessione BORDO ALSTOM

Capitolo 5

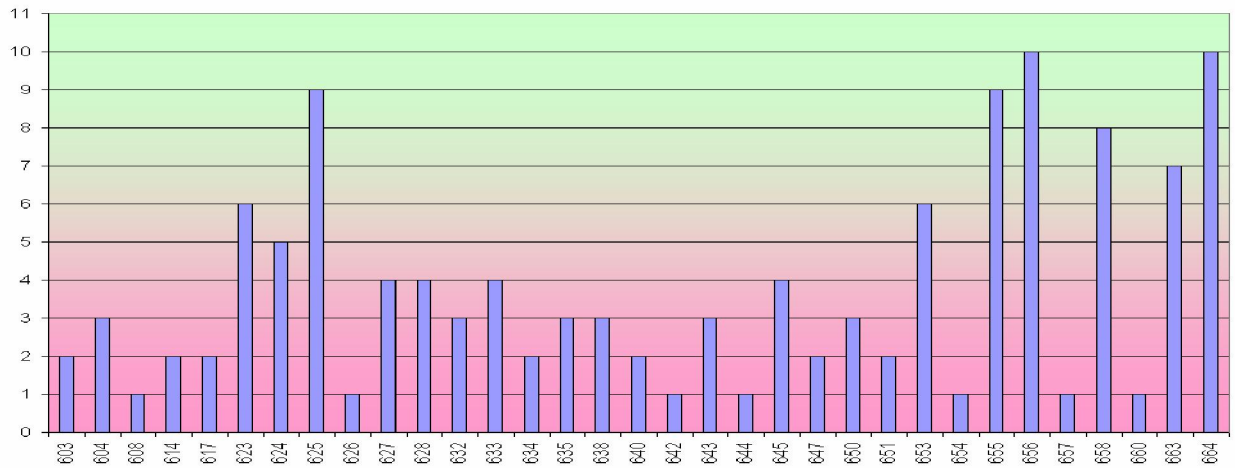


Fig. n. 5.137 Perdita di connessione BORDO ANSALDO

5.2.1.2 Perdita di due Punti Informativi (PI) consecutivi

Lo studio della distribuzione spaziale di questi eventi lungo la progressiva chilometrica, ha portato ai seguenti risultati:

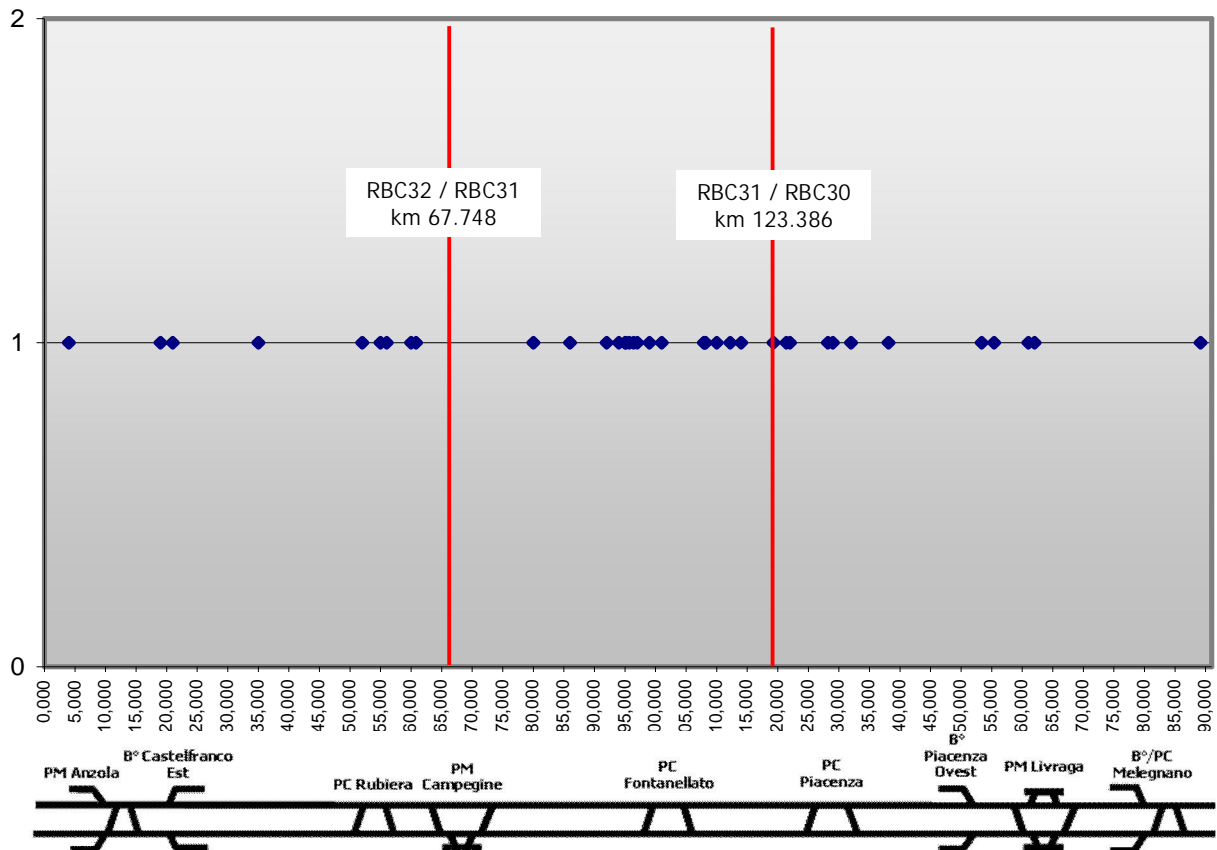


Fig. n. 5.138 Rappresentazione della perdita di 2 PI nella progressiva chilometrica

Capitolo 5

Prendendo in osservazione la *perdita di 2 Punti Informativi consecutivi*, se nel primo mese e mezzo di esercizio si è riscontrato un numero sufficientemente alto di questi eventi, probabilmente a causa delle cattive condizioni meteo dovute alla stagione invernale in atto, verificatisi in maniera abbastanza distribuita lungo la progressiva di linea, con una concentrazione rilevante attorno al km 100 ± 5km; nel secondo mese, si è affermato un netto calo di eventi rispetto al periodo precedente, con il verificarsi di sole 5 criticità, distribuite uniformemente sulla progressiva chilometrica. La rappresentazione degli eventi totali nell'intero periodo di esercizio è raffigurata precedentemente.

5.2.1.3 Allarme emergenza condizionata/incondizionata portante all'arresto del treno

Come già introdotto, questa criticità si manifesta come un allarme, generato a bordo treno, dovuto a guasti di varia natura, non riconosciuti dal sistema stesso. Rappresentato nella figura sottostante la sua distribuzione lungo la progressiva di linea.

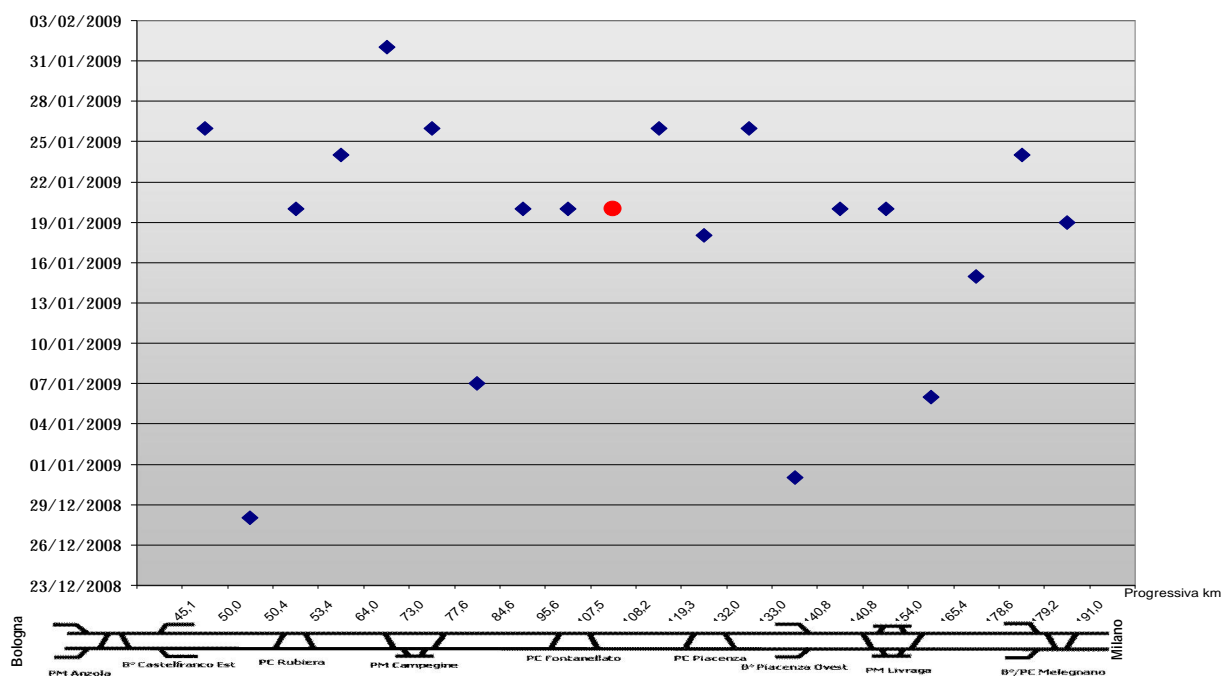


Fig. n. 5.139 Rappresentazione spaziale allarme emergenza condizionata/incondizionata

Fonte: RFI s.p.a.

Capitolo 5

Per quanto riguarda le tre successive criticità ovvero *Materiale in diversione*, *Serpeggio carrelli* e *Rotabile non controllato* esse sono caratteristiche del materiale rotabile e risultano quindi indipendenti dall'accadimento sulla progressiva chilometrica, che per questo motivo non viene esaminata. L'analisi delle precedenti situazioni viene quindi rappresentata e studiata solo per il diverso tipo di bordo.

5.2.1.4 *Materiale in diversione*

Si tratta di una criticità portante ad una limitazione di velocità a 250 km/h, già introdotta precedentemente e rientrante nella spiegazione della Piattaforma Integrata Circolazione (PIC). Si tratta di una limitazione tecnica di velocità per motivi operativi che evitano il rientro contemporaneo in officina per manutenzione, di tutti i convogli viaggianti a 300km/h.

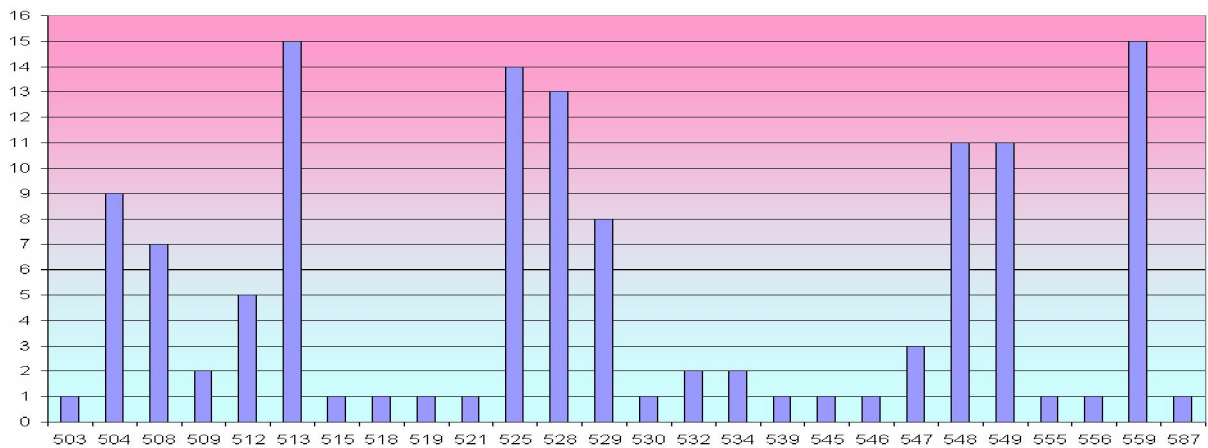


Fig. n. 5.140 Materiale in diversione per BORDO ALSTOM

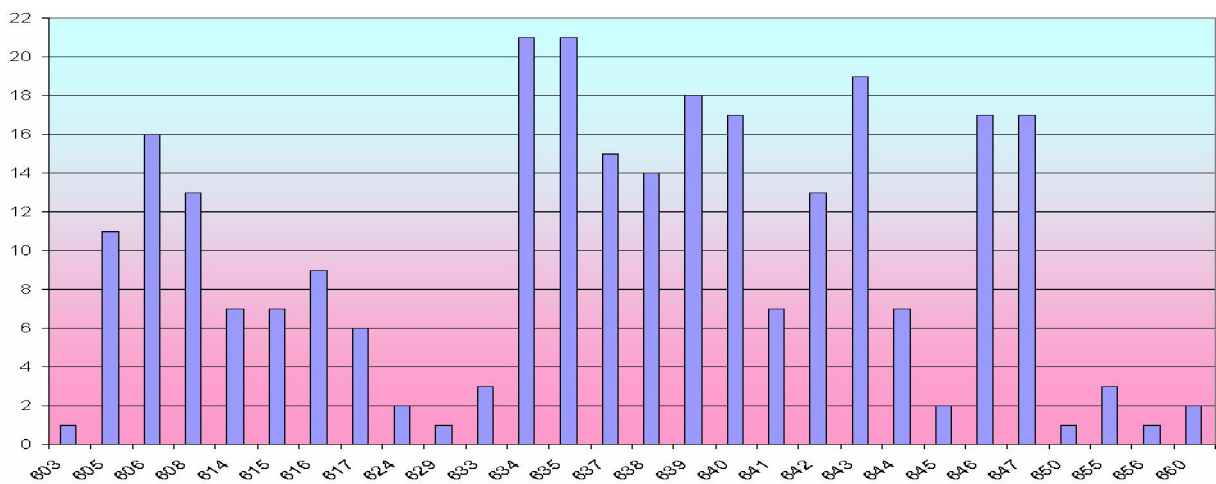


Fig. n. 5.141 Materiale in diversione per BORDO ANSALDO

5.2.1.5 *Serpeggio carrelli*

Evento negativo portante ad una limitazione di velocità pari a 220km/h; anch'esso dipendente solamente dal tipo di bordo:

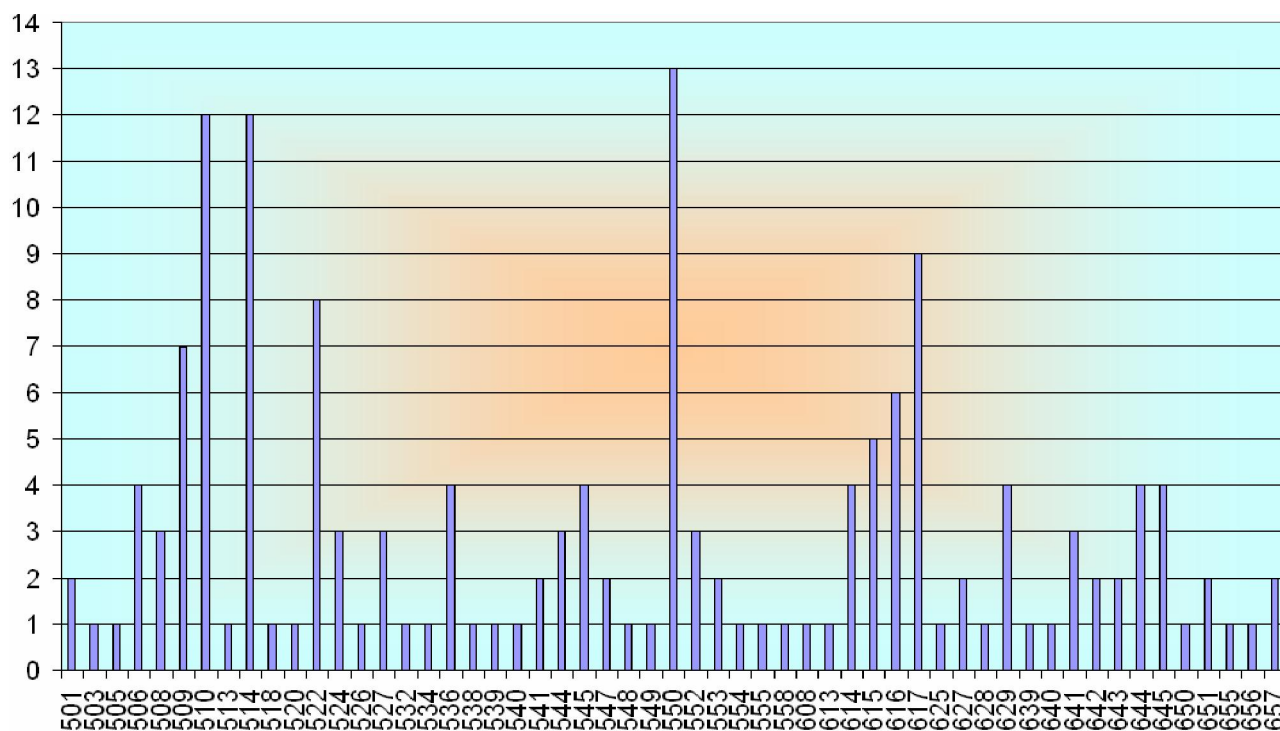


Fig. n. 5.142 Serpeggio carrelli PER ENTRAMBI I BORDI

5.2.1.6 *Rotabile non controllato*

L'uso della dicitura *rotabile non controllato* sta ad indicare un particolare avvenimento che richiede una ulteriore riduzione di velocità, portata a 200km/h, per una mancata segnalazione del SIB (Sistema Informativo di Bordo) alla cabina di una qualsiasi anomalia che si sia verificata in uno o più rotabili facenti parte del convoglio e dotati di apposita apparecchiatura di segnalamento. Evento non particolarmente numeroso per frequenza con soli 4 eventi verificati nel solo mese di febbraio.

La rappresentazione della criticità nell'intero periodo di esercizio e di seguito rappresentata:

Capitolo 5

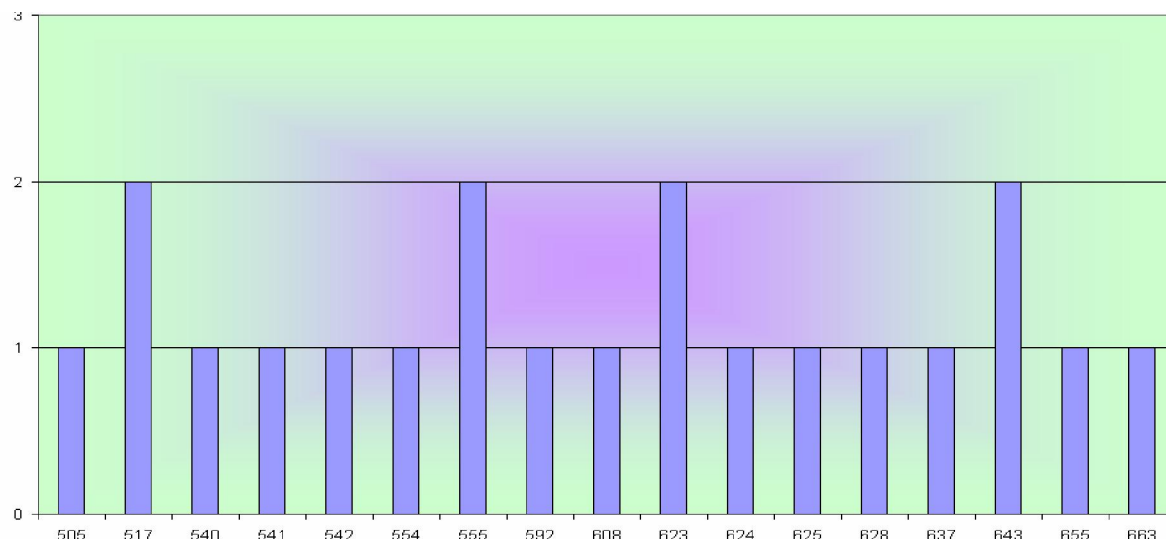


Fig. n. 5.143 Rotabile non controllato in relazione al tipo di bordo

L'analisi delle criticità che portano a significative riduzioni di velocità, si rende necessaria per lo studio dell'analisi statistica di puntualità dei treni Frecciarossa.

Limitazioni di velocità a 280 km/h o 270 km/h ad es. per tornitura bordini/materiale rotabile, non sono state considerate in quanto non particolarmente rilevanti ed incidenti ai fini della puntualità dei treni.

Come visto, lo studio dei suddetti eventi è stato sviluppato sia lungo la progressiva chilometrica di linea, sia per materiale rotabile nel primo mese e mezzo di esercizio inizialmente e successivamente, integrando l'analisi con il mese di febbraio.

Attraverso un'analisi incrociata dei due periodi, è stato possibile esaminare con maggior dettaglio, i punti della linea in cui gli eventi si sono verificati con maggior frequenza e visualizzare i locomotori che hanno presentato maggiori criticità.

5.3 Analisi di particolari casi che si sono presentati durante i primi mesi di esercizio

Dopo aver realizzato un'accurata analisi delle criticità riscontrate in linea a partire dal momento dell'avvio dell'esercizio commerciale della nuova linea AV Milano – Bologna (14 Dicembre 2008), si è fatto un ulteriore passo in avanti andando ad analizzare:

- 1) uno degli eventi più importanti rispetto alla gestione della circolazione e quindi particolarmente impattante sulla regolarità, in quanto il suo verificarsi provoca

Capitolo 5

sulle prime una diminuzione di velocità ed in seguito l'arresto del treno: la *Perdita di due Punti Informativi*,

- 2) l'evento che in assoluto si è manifestato con maggior frequenza e che può provocare l'arresto (se avviene la frenatura) oppure solo una lieve diminuzione di velocità fino alla ripresa del successivo messaggio vitale: *errore di supervisione collegamento radio / Perdita di connessione radio*

Dall'esame dei dati, si sono scelte le giornate nelle quali si sono evidenziati più eventi e i locomotori che hanno presentato maggiori problematiche per quanto riguarda le due criticità introdotte.

5.3.1 Perdita di 2 PI: per progressiva chilometrica

Giornate	N. eventi	Progressiva	N. Locomotore	Tipo bordo	N. Treno
14-gen	4	km 121+400	558	ALSTOM	9442
		km 114+000	604	ANSALDO	9449
		km 86+000	629	ANSALDO	9453
		km 100+000	546	ALSTOM	9450
15-gen	4	km 129+000	604	ANSALDO	9504
		km 52+000	528	ALSTOM	9428
		km 66+000	623	ANSALDO	9439
		km 99+000	552	ALSTOM	9512
24-gen	7	km 35+000	556	ALSTOM	9433
		km 94+000	555	ALSTOM	9442
		km 132++000	555	ALSTOM	9442
		km 128+200	544	ALSTOM	9447
		km 95+000	653	ANSALDO	9494
		km 95+700	643	ANSALDO	9449
		km 92+000	535	ALSTOM	9446

Tab. n. 5.5 Perdita di 2 PI per progressiva chilometrica

5.3.2 Perdita 2 PI: per numero eventi/locomotore

N. Locomotore	N. eventi	Giornate	N. Treno	Giornate	Giornate	N. Treno
544	3	01-gen	N.C.	23-gen	24-gen	N.C.
510	2	26-gen	N.C.	04-feb	///	N.C.
546	2	14-gen	N.C.	31-gen	///	N.C.
550	2	06-gen	N.C.	16-gen	///	N.C.
 552	2	08-gen	9448	15-gen	///	N.C.
555	2	24-gen	N.C.	24-gen	///	N.C.
604	2	14-gen	N.C.	15-gen	///	N.C.
656	2	18-gen	N.C.	26-gen	///	N.C.

Tab. n. 5.6 Perdita 2 PI, associazione evento a locomotore

N.C. = Non Considerato

Tra tutti quelli esaminati dopo una prima scrematura, per quanto riguarda il locomotore **552** componente il treno **9448** si è in possesso sia del file di log di bordo che del file di log di RBC che permetterà un'analisi maggiormente approfondita.

Inoltre, essendo un evento causato da errori odometrici per problemi di slittamento, questa criticità è andata via via a diminuire nel tempo grazie al miglioramento delle condizioni meteorologiche e all'esperienza acquisita che ha permesso di adottare specifici accorgimenti atti ad evitare il verificarsi dell'evento.

5.3.3 Errore di supervisione collegamento radio: per progressiva chilometrica

Giornate	N. eventi	Progressiva	N. Locomotore	Tipo bordo	N. Treno
19-feb	12	km 14+600	627	ANSALDO	9501
		km 105+000	653	ANSALDO	9424
		km 55+000	527	ALSTOM	9500
		km 69+800	527	ALSTOM	9500
		km 110	527	ALSTOM	9500

Capitolo 5

Giornate	N. eventi	Progressiva	N. Locomotore	Tipo bordo	N. Treno
		km 17+600	559	ALSTOM	9429
		km 148+000	556	ALSTOM	9506
		km 54+000	660	ANSALDO	9438
		km 175+600	656	ANSALDO	9519
		km 133+000	656	ANSALDO	9519
		km 12+000	542	ALSTOM	9449
		km 148+000	653	ANSALDO	9450
16-gen	10	km 164+000	527	ALSTOM	9507
		km 17+600	614	ANSALDO	9509
		km 164+000	650	ANSALDO	9429
		km 17+200	658	ANSALDO	9443
		km 55+000	559	ALSTOM	9440
		km 164+000	549	ALSTOM	9515
		km 67+600	549	ALSTOM	9515
		km 17+000	623	ANSALDO	9517
		km 121+000	550	ALSTOM	9450
		km 164+000	539	ALSTOM	9452
04-feb	10	km 70+000	625	ANSALDO	9426
		km 124+000	625	ANSALDO	9426
		km 111+000	533	ALSTOM	9504
		km 20+800	532	ALSTOM	9506
		km 67+000	542	ALSTOM	9428
		km 125+000	542	ALSTOM	9428
		km 131+000	503	ALSTOM	9443
		km 12+000	511	ALSTOM	9447
		km 96+200	547	ALSTOM	9494
		km 88+300	617	ANSALDO	9446
16-feb	10	km 17+600	635	ANSALDO	9429
		km 86+300	655	ANSALDO	9491
		Km 190+600	627	ANSALDO	9430

Capitolo 5

Giornate	N. eventi	Progressiva	N. Locomotore	Tipo bordo	N. Treno
		km 81+200	624	ANSALDO	9436
		km 17+000	536	ALSTOM	9441
		km 133+600	624	ANSALDO	9445
		km 189+200	539	ALSTOM	9514
		km 133	650	ANSALDO	9449
		km 66+000	658	ANSALDO	9451
		km 109+800	550	ALSTOM	9452
17-feb	10	km 86+000	545	ALSTOM	9505
		km 69+500	628	ANSALDO	9500
		km 124+800	628	ANSALDO	9500
		km 141+000	658	ANSALDO	9502
		km 12+400	535	ALSTOM	9431
		km 60+000	524	ALSTOM	9511
		km 165+000	656	ANSALDO	9442
		km 17+400	604	ANSALDO	9447
		km 87+000	513	ALSTOM	9494
		167+600	655	ANSALDO	9451
18-feb	10	km 17+800	624	ANSALDO	9507
		km 88+000	504	ALSTOM	9426
		km 18+000	557	ALSTOM	9441
		km 31+200	553	ALSTOM	9440
		km 18+000	634	ANSALDO	9519
		km 17+200	552	ALSTOM	9449
		km 69+000	619	ANSALDO	9452
		km 126+000	619	ANSALDO	9452
		km 75+200	619	ANSALDO	9452
		km 87+000	619	ANSALDO	9452

Tab. n. 5.7 Errore di supervisione collegamento radio per progressiva chilometrica

5.3.4 Errore di supervisione collegamento radio: per numero eventi/locomotore

N. Locomotore	N. eventi	Giornate	N. Treno	Giornate	N. Treno	Giornate	N. Treno	Giornate
527	4	19-feb	N.C.	19-feb	N.C.	19-feb	N.C.	16-gen
619	4	18-feb	N.C.	18-feb	N.C.	18-feb	N.C.	18-feb
542	3	19-feb	N.C.	04-feb	N.C.	04-feb	N.C.	///
624	3	16-feb	9436	16-feb	N.C.	18-feb	N.C.	///
656	3	19-feb	N.C.	19-feb	N.C.	17-feb	N.C.	///
658	3	16-gen	N.C.	16-feb	9451	17-feb	N.C.	///

Tab. n. 5.8 Errore di supervisione collegamento radio associazione evento/locomotore

Tra tutti quelli esaminati dopo una prima scrematura, per quanto riguarda il locomotore **624** componente il treno **9436** si è in possesso sia del file di log di bordo che del file di log di RBC, ma l'evento è stato soggetto solamente ad una *leggera frenatura* quindi nel grafico del file di RBC la velocità del convoglio in linea rimane pressoché inalterata e non si ritiene necessario esaminare il caso poiché non provocante ritardi o irregolari condizioni di marcia. Al contrario, per quanto riguarda il locomotore **658** componente il treno **9451**, essendo in possesso di entrambi i dati necessari all'analisi, verrà esaminato con maggior dettaglio.

Si riprende la trattazione del punto *5.3.2 Perdita 2 PI: per numero eventi/locomotore*, inserendo il grafico rappresentativo del log di RBC, schematizzante la corsa del treno **9448** che ha percorso la tratta in un ora e sette minuti da Bologna a Milano con un ritardo di due minuti sul normale tempo di percorrenza.

Per una migliore consultazione del grafico di fig. n. 5. 114, si può consultare lo stesso, in dimensioni reali, nell'*Appendice 5*.

Capitolo 5

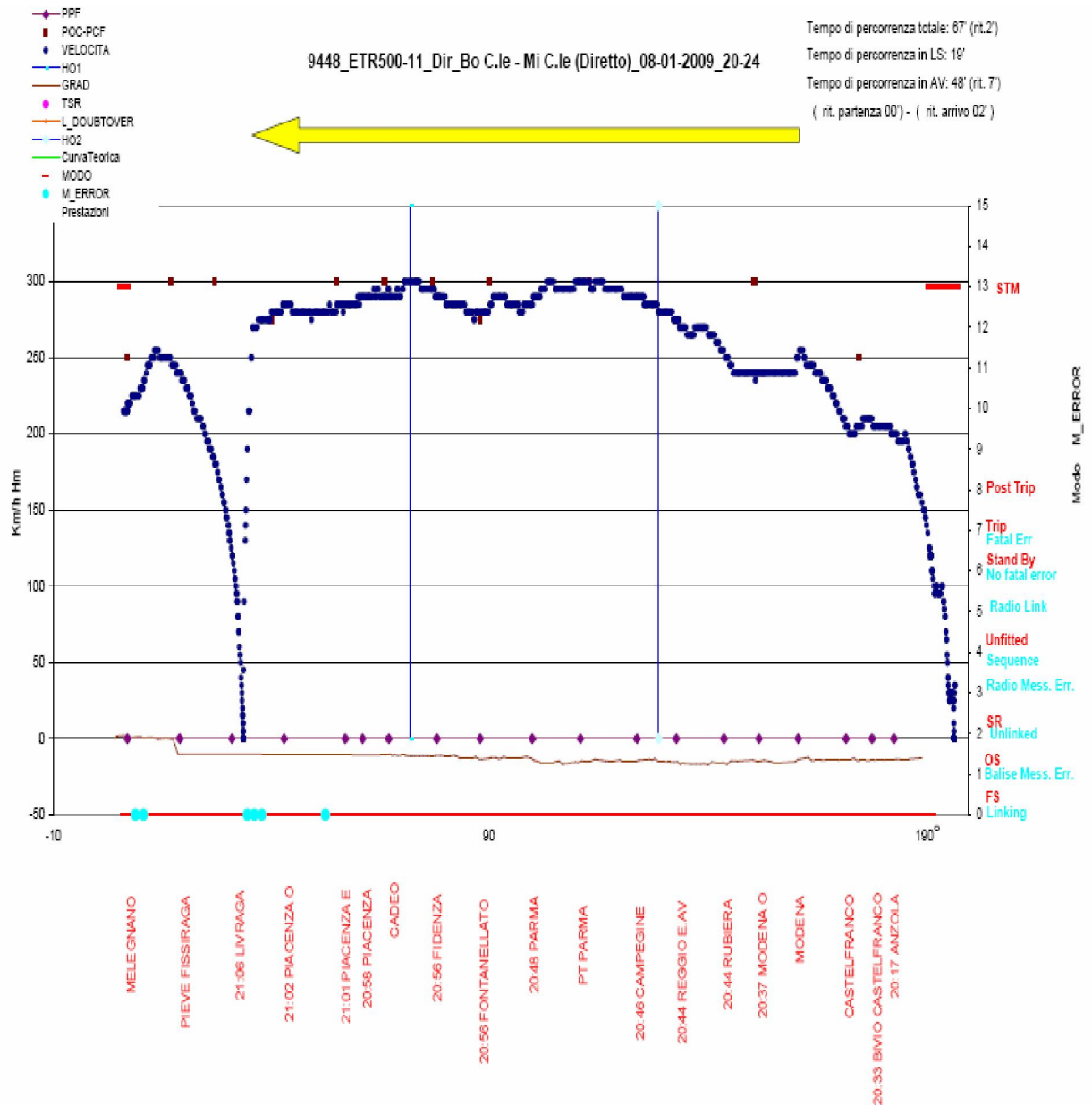


Fig. n. 5.144 Grafico del log di RBC della corsa del treno 9448 del 8 gennaio 2009

Prendendo in esame la corsa reale del treno commerciale **9448** che ha presentato per errori di odometria, la perdita di due Punti Informativi durante la corsa, viene esaminato innanzitutto il *grafico spazio/velocità*, indicante i PdS e le località, ricavato direttamente dalle registrazioni degli RBC tramite i propri dispositivi di registrazione dati. E' questo il caso di una corsa avvenuta con degrado e comunque con il manifestarsi di una delle criticità precedentemente esaminate. Queste rappresentazioni, vengono oggi utilizzate per il controllo delle prestazioni del sistema di segnalamento utilizzato per le linee veloci.

Capitolo 5

Per una corretta lettura della criticità rilevata, occorre una breve spiegazione della rappresentazione grafica precedente:

- nell'asse delle ascisse vengono riportate i posti di servizio della linea AV/AC Milano – Bologna ed i tempi di passaggio del convoglio;
- nell'asse delle ordinate di sinistra sono indicate le velocità del treno;
- nelle ordinate di destra si segnalano i modi operativi dell'ERTMS/ETCS con i relativi numeri previsti da UNISIG.

Nella figura 5.144, la traccia reale ed istantanea del treno viene rappresentata con i *punti blu*, descrittivi i position report che il treno invia periodicamente all'RBC sia in condizioni nominali che in seguito a cambiamento di modalità operativa o passaggio sui Punti Informativi di riferimento spaziale detti Last Relevant Balise Group (LRBG).

Nella legenda del grafico sono indicate inoltre tutte le informazioni che si possono trovare nel grafico; una fra tutte il *punto azzurro* indica gli **M_error** ovvero una delle possibili criticità rilevate e leggibili in corrispondenza dell'ordinata destra. Ad esempio per questo caso, il valore 0 (zero) della variabile M_error corrisponde a “Balise Consistency: Linking” ovvero per quanto riguarda la consistenza delle boe, è stato saltato un appuntamento.

Si tratta di un tipo di errore inviato quando un PI è fuori finestra di appuntamento o linking (captato troppo presto, finestra di appuntamento chiusa e PI non incontrato, PI fuori finestra). Se invece si ritrovava M_error con valore 1, l'errore viene in questo caso inviato quando ci sono telegrammi non codificati (anche se PI captato in finestra) o PI captato ma non è coerente.

Nella parte bassa del grafico è visibile inoltre il Gradient Profile (corrispondente al Pacchetto 21) ovvero il profilo altimetrico della linea, per poter individuare immediatamente se un problema può essere causato dalla pendenza (sempre espressa in ‰).

Valore variabile M_ERROR	Tipo di errore	Codifica per SSB
0	Balise Consistency: linking	Errore di appuntamento inviato quando un PI è fuori finestra di appuntamento (o di ricezione) o linking (captato troppo presto o PI fuori sequenza)
3	Radio Consistency: unlinked error	Errore inviato quando un messaggio radio è stato ricevuto ma si riferisce ad un gruppo di boe non note o non coerenti
5	Radio Consistency: radio link	Errore inviato per la scadenza del TNV_Contact a causa della perdita della connessione safe

Tab. n. 5.9 Numeri identificatori dell'Errore

Il ***Pacchetto 5*** è quello identificatore del Linking delle boe e si esprime di seguito come avvengono le comunicazioni del *log di RBC*, rappresentate in formato testo e dal quale viene poi ricavato il grafico spazio/velocità precedente. Per esaminare il caso è di seguito espressa la modalità di comunicazione dell'RBC.

08/01 20.21.32.514 EC received 3239900 RBC_TO_TRAIN: Data, ora e messaggi iniziali.

NID_PACKET = 5 Linking: Numero di identificazione del pacchetto

Q_DIR = 1: Direzione di validità dei dati inviati (secondo l'orientamento del LRBG); (1 se nominale e 0 se reverse)

L_PACKET = 654: Lunghezza del pacchetto in bit

Q_SCALE = 1: Qualificatore della scala utilizzata per la rappresentazione delle variabili distanza del pacchetto; (scala di 1 metro)

D_LINK = 400: Distanza dall'ultimo LRBG

Q_NEWCOUNTRY = 0: Qualificatore per indicare se l'ultimo gruppo di boe incontrate fa parte dello stesso paese (0 stesso paese, stesso gestore ferroviario)

NID_C = 256: Codice usato per identificare il paese in cui il gruppo di boe sono situate

Capitolo 5

NID_BG = 4982: Numero identificativo del PI in esame

NID_LRBG: accoppiamento delle due situazioni precedenti ovvero l'identificativo del paese (256) + l'identificativo del PI (4982), solitamente indicato nel log come:

NID_LRBG:NID_C = 256

NID_LRBG:NID_BG = 4982

Q_LINKORIENTATION = 0: Indicatore di direzione delle boe che il treno ha incontrato (0 direzione reverse)

Q_LINKREACTION = 2: Indicatore del problema causato dopo il saldo dell'appuntamento con la boa

...

Le stesse informazioni proseguono per le successive boe saltate e per la prima ad essere nuovamente rilevata in appuntamento. Come si evince, il sistema comunica con il treno in una messaggistica codificata e complessa; per questo motivo quindi, vengono realizzati i grafici precedenti che permettono di capire immediatamente il problema incorso ma che attraverso di essi non è possibile lo studio al pieno del problema.

Per l'analisi del caso in esame, essendo in possesso sia del log di bordo che del log di RBC ed inoltre del piano schematico di linea, è possibile visualizzare le boe incriminate (lette o saltate) che hanno portato al verificarsi dell'evento.

Per quanto riguarda invece la lettura del *log di bordo*, per il caso in esame esso si presenta come:

MsgType	Msg#	Type	Date	Time	LRBG	D_LRBG	Speed	Level	Mode
DRU/JRU	0	4 (Service Brake State)	08/01/2009	20:07:08.600	256/5022	506.9	0	LEVEL 2	Full_Supervision
DRU/JRU	1	4 (Service Brake State)	08/01/2009	20:06:06.000	256/4982	3409	270	LEVEL 2	Full_Supervision

Tab. n. 5.10 Log di bordo ALSTOM

La lettura viene fatta per colonna ma partendo dalla riga in basso. Questo è valido per il bordo ALSTOM (essendo locomotore 552) ma non per il bordo ANSALDO, per il quale la lettura va fatta dall'alto. Questa è una delle molteplici differenze tra i due bordi delle due imprese ferroviarie principali che sono stati incontrati nell'analisi.

Capitolo 5

1^a colonna MsgType: DRU = Diagnostic Recorder Unit e JRU = Juridical Recorder Unit, dispositivi aventi sede nel Sotto Sistema di Bordo aventi le funzioni rispettivamente di Diagnostica e di registrazione Giuridica (fa le veci di una scatola nera);

2^a colonna Msg: non importante ai fini dell'analisi;

3^a colonna Type: indica il tipo di provvedimento preso dopo il verificarsi dell'evento e con il numero 4 si indica la Service Brake State ovvero la Frenatura di Servizio;

4^a colonna Date: data nella quale si è verificata la criticità in oggetto;

5^a colonna Time: avendo introdotto che per i bordi Alstom la lettura dell'evento avviene dal basso, la seconda boa che è stata persa è stata rilevata alle ore 20:06:06.00 ed il nuovo punto informativo è stato letto alle ore 20:07:08.600, dopo esattamente 1 secondo e due centesimi di secondo;

6^a colonna LRBG: Last Relevant Balise Group (ultimo gruppo di Boe rilevate dal sistema) già introdotte nel log di RBC, e suddivisa in 256 che come visto è il NID_C ("C" indica Country) valore indicativo per l'Italia è e rimane questo. E' una variabile che compone il telegramma (messaggio) per l'identificazione del paese;

7^a colonna D_LRBG: distanza dall'ultima LRBG;

8^a colonna Speed: sempre leggendo dal basso verso l'alto, 270 km/h è la velocità alla quale stava viaggiando il treno quando ha perso il secondo punto, 0 km/h è la velocità alla quale è arrivato il convoglio. Visto il grande gap di velocità, si saranno certamente persi o uno o due PI; situazione comunque ancora da verificare attraverso l'analisi dell'evento sul piano schematico di linea;

9^a colonna Level: Livello dell'ERTMS/ETCS in atto, L2 in questo caso;

10^a colonna Mode: Modalità operativa di esercizio, in particolare Full Supervision (marcia regolare ed indicazione verde dell'icona treno sul Quadro Luminoso).

Ricapitolando il caso trattato:

Evento: Perdita di 2 PI con arresto del treno;

Data: 8 gennaio 2009;

Locomotore: 552;

Treno: 9448;

Progressiva in cui si è verificato l'evento: km 161 tra Piacenza Ovest e Livraga;

Capitolo 5

Prima Boa persa: **4982**

Progressiva Boa 4982: km 157+528

Effetto: Perdita del PI, 3409m (D_LRBG) dopo la progressiva della Boa 4982 ovvero:

$$\begin{aligned} \text{progressiva Boa 4982 } \grave{a} & \quad \text{m } 157.628 + \\ (\text{D_LRBG}) \grave{a} & \quad \text{m } 3.409 = \\ & \quad \text{m } \mathbf{160.937} \end{aligned}$$

Di seguito è visualizzato uno stralcio del piano schematico della linea AV contenente la Boa 4982.

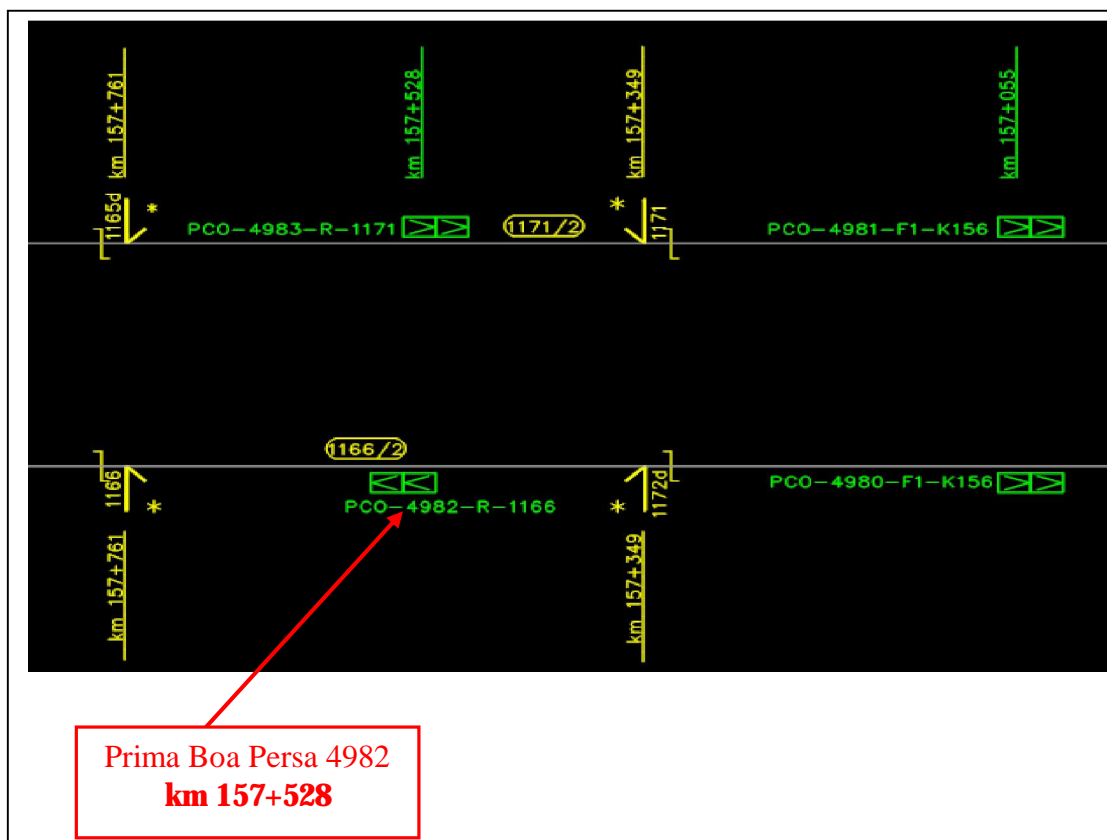


Fig. n. 5.145 Visualizzazione della Boa 4982 sul piano schematico della linea AV

Confrontando il risultato ottenuto con il piano schematico della linea AV si vede che le successive boe 4984 e 5016 **non** sono state rilevate in quanto la loro progressiva è minore della progressiva della boa 4982 + D_LRBG = 160.937m, poiché:

Progressiva Boa 4984: km 159+181;

Progressiva Boa 5016: km 160+841

Capitolo 5

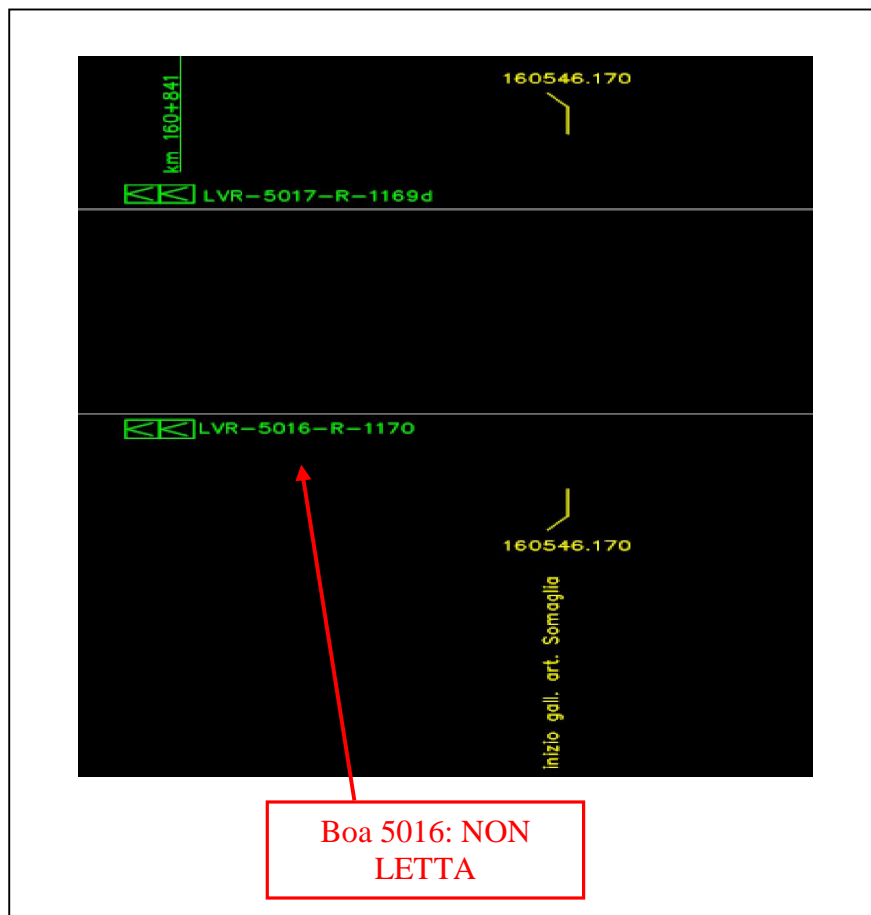


Fig. n. 5.147 Rappresentazione della boa 5016 sul piano schematico

Al contrario le successive boe 5018 e 5020 avendo una progressiva superiore a quella a cui si sta facendo riferimento, vengono lette entro la finestra di ricezione in quanto:

Progressiva boa 5018: km 161+241

Progressiva boa 5020: km 162+530

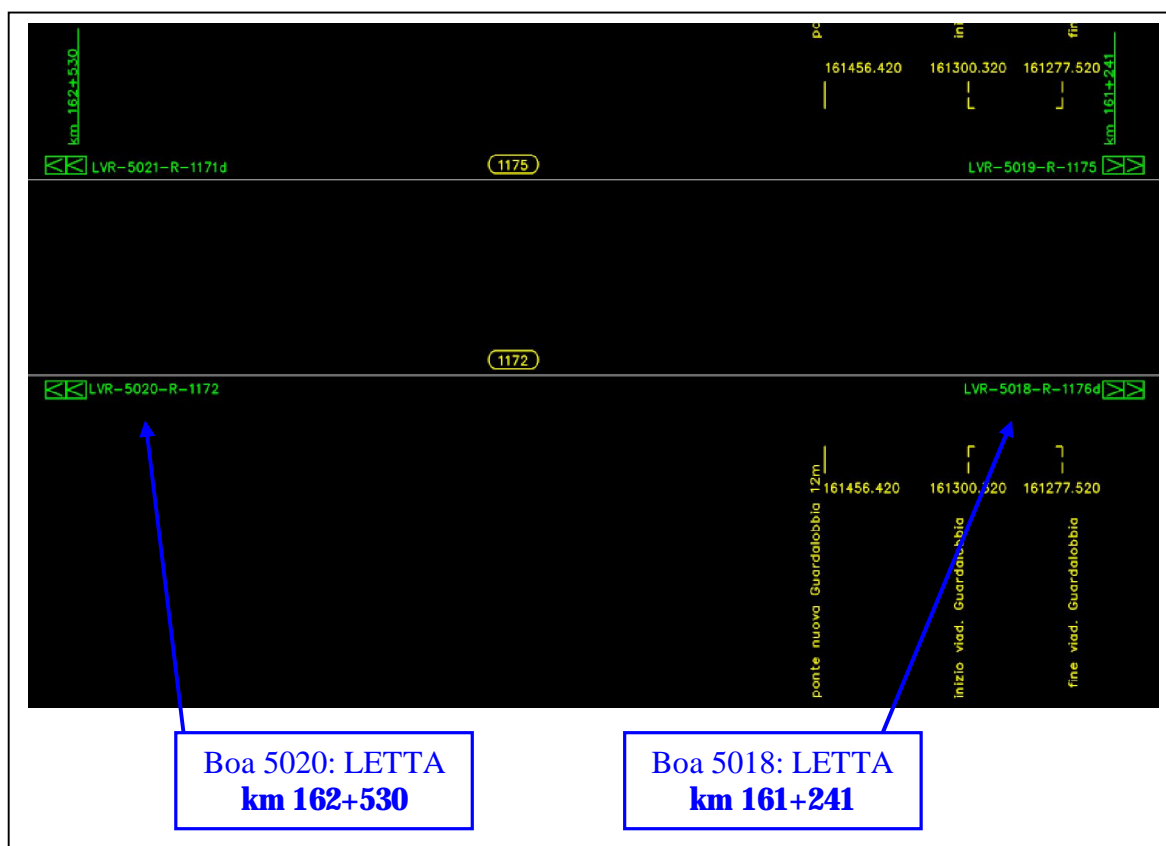


Fig. n. 5.148 Rappresentazione sul Piano Schematico delle boe lette 5020 e 5018

Risulta utile sottolineare che l'intero evento presentato (a partire dall'ultimo PI letto, alle Boe saltate, alla corretta lettura delle successive Boe), si è svolto in un tratto soggetto alla presenza della *galleria Somaglia* avente progressiva km 160+546, immediatamente precedente alla Boa 5016 che è stata rilevata non in appuntamento ed inoltre comprensivo del *viadotto Guardalobbia* con progressiva km 161+300 quasi in parallelo alla Boa 5018.

In aggiunta a quanto esposto, confrontando i risultati ottenuti con il piano schematico della linea, si è rilevato che l'evento si è manifestato in un tratto pressoché pianeggiante (tra le pendenze < 1‰), aspetto visibile anche nella legenda del grafico di fig. 5.144 rappresentante l'andamento della corsa del treno monitorata dall'RBC, per cui non risulta possibile imputare il manifestarsi dell'evento a nessuna delle cause esposte se non alle cattive condizioni meteo del periodo (8 gennaio), che hanno portato al verificarsi di errori di odometria con conseguente "salto" del PI.

Capitolo 5

Si riprende la trattazione del punto *5.3.4 Errore di supervisione: per numero eventi / locomotore*, come per il precedente caso analizzato, si inserisce per prima cosa il grafico del log di RBC, che permette una visione immediata del problema e schematizzante la corsa del treno **9451** (relativa al 16 febbraio) che ha percorso la sola tratta AV (in mancanza dei dati esterni ad essa in ingresso ed in uscita) in 45 minuti e 32 secondi.

Considerando che la tratta AV è stata programmata e prevista per essere percorsa (in condizioni ottimali) in 41 minuti, il ritardo dei 4 minuti e 32 secondi che il treno ha accumulato, mette in evidenza il funzionamento del SSB con una sola radio e l'intervento della frenatura che ha portato il convoglio dai 300 km/h a cui stava viaggiando a 160 km/h durante il manifestarsi dell'evento, questo per permettere la riconnessione dell'unica radio funzionante con il successivo Radio Blocco (in gergo ferroviario anomalia chiamata "*Handover con una sola radiò*").

Nella maggior parte dei casi l'M_error = 3 non risulta direttamente correlato all'anomalia handover con una sola radio, infatti il primo può essere causato da problemi di decodifica che hanno portato ad una vera e propria disconnessione, essendo materiali già esistenti che sono stati successivamente adattati alla nuova tecnologia attualmente in uso per l'Alta Velocità.

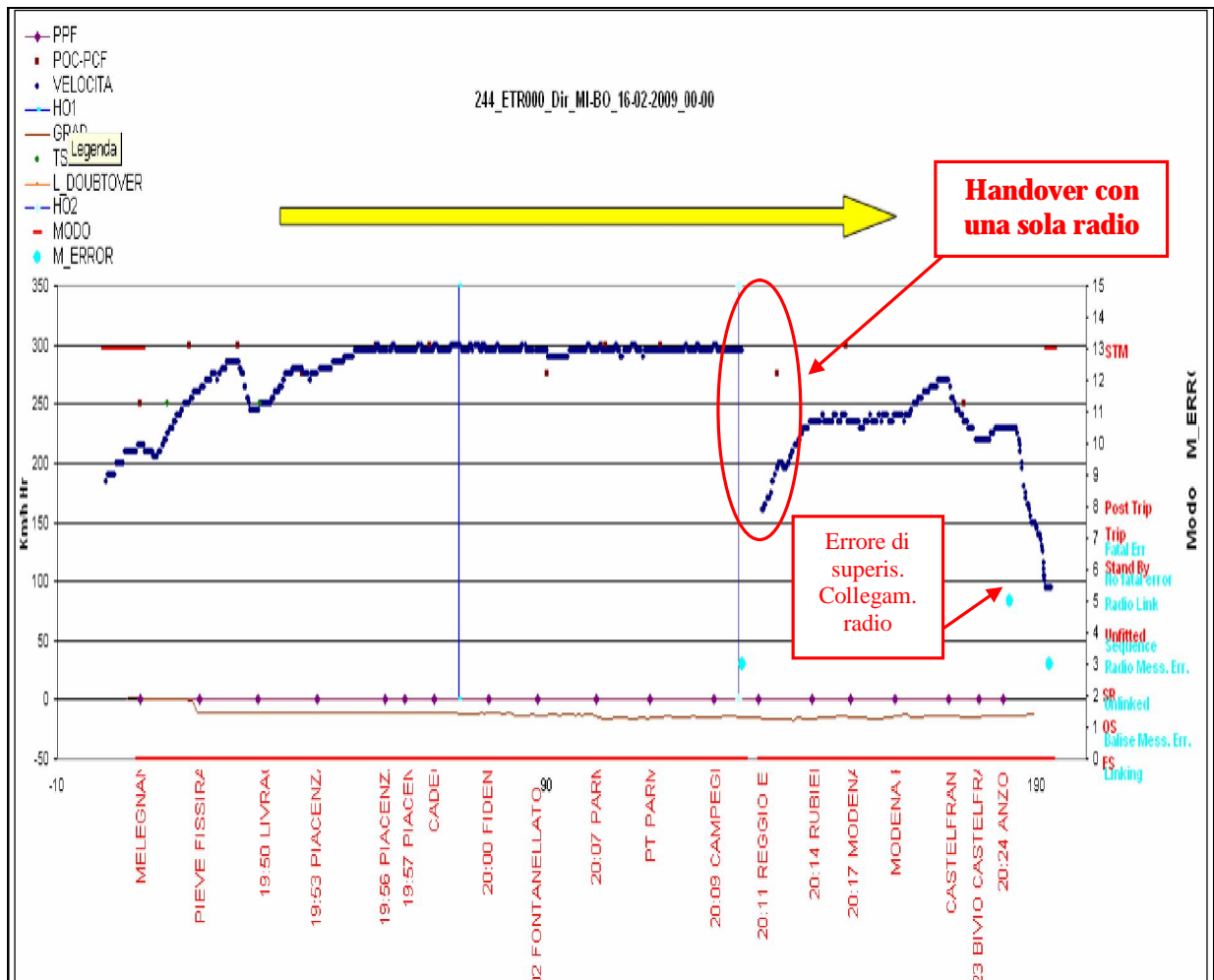


Fig. n. 5.149 Grafico del log di RBC della corsa del treno 9451 del 16 febbraio 2009

Come per il caso esaminato precedentemente, viene per prima cosa considerato il grafico spazio/velocità del treno commerciale **9451** per il quale la lettura della rappresentazione grafica è analoga al caso suddetto, con l'unica eccezione nel verso della corsa; essendo quindi in questo caso un treno dispari, circolante sul binario dispari, si sta percorrendo la tratta Milano-Bologna. La stessa rappresentazione, ma in dimensioni originali, è inserita nell'**Appendice 6**.

Dall'analisi del grafico precedente si vede immediatamente che in questo caso si sono verificati due tipi di M_error (punti azzurri e lettura sull'ordinata destra) e iniziando l'analisi partendo da sinistra del grafico, si incontra per primo l'**M_error = 3** ovvero *Radio Message Error*; successivamente l'**M_error = 5** *Radio Link* (che è il vero e proprio *errore di*

Capitolo 5

collegamento radio facente parte del **Pacchetto 4** identificato come Error Reporting) ed ancora una volta un **M_error = 3**.

Come per il caso precedentemente trattato, viene espressa la modalità di comunicazione dell'RBC ed esaminato per primo il caso di M_error = 3 (precisamente si tratta di una lettura incompleta del messaggio ricevuto) esaminando, come per il caso precedente del linking di PI, il *log di RBC*.

Primo M_error = 3 incontrato (Handover con una sola radio):

16/02 20.10.47.060 TRAIN_TO_RBC: Data, ora di accadimento dell'evento e messaggi iniziali di comunicazione e configurazione del sistema

NID_PACKET = 0 Position Report: Numero di identificazione del pacchetto

L_PACKET = 114: Lunghezza del pacchetto in bit

Q_SCALE = 0: Qualificatore della scala utilizzata per la rappresentazione delle variabili distanza del pacchetto

NID_LRBG:NID_C = 256: Codice identificativo del Paese (per l'Italia appunto 256)

NID_LRBG:NID_BG = 4487: Identificativo del PI

D_LRBG = 3318: Distanza dall'ultimo LRBG

Q_DIRLRBG = 0: Orientamento del treno rispetto all'orientamento del LRBG (0 = reverse)

Q_DLRBG = 0: : Indicatore esprimente l'orientamento LRBG (0 = reverse)

L_DOUBTOVER = 116: rappresenta la differenza tra il più basso limite dell'intervallo di confidenza ed il valore stimato di D_LRBG

L_DOUBTUNDER = 116: rappresenta la differenza tra il più alto limite dell'intervallo di confidenza ed il valore stimato di D_LRBG

Q_LENGTH = 0: Qualifica ed identifica l'integrità del treno disponibile (0 = informazione di integrità del treno non disponibile)

V_TRAIN = 59: Velocità del treno al momento dell'evento (da moltiplicare per 5 perchè data su scala di 5 quindi $59 \times 5 = 295$ km/h come si vede dal grafico)

Q_DIRTRAIN = 0: Direzione di movimento del treno rispetto all'orientamento del LRBG (0 = reverse)

M_MODE = 0: Modalità operativa a bordo (0 = Full Supervision)

M_LEVEL = 3: Livello operativo corrente, corrispondente all'ERTMS di livello 2

Capitolo 5

NID_PACKET = 4 Error Reporting: Numero identificatore del pacchetto

L_PACKET = 29: Lunghezza del pacchetto in bit

M_ERROR = 3: Numero identificatore del tipo di errore

Occorre segnalare che in assenza di problemi di handover con una sola radio, il messaggio con il quale il bordo comunica è il seguente:

16/02 19.59.34.479 TRAIN_TO_RBC

Safe Disconnection Requested à Richiesta di disconnessione dall'RBC 30 ore **19.59.34.479**

16/02 **19.57.21.082** TRAIN_TO_RBC

Safe Connection Requested to 31 à Richiesta di connessione all'RBC 31 ore **19.57.21.082**

L'handover viene qui effettuato con entrambe le radio attive e con richiesta di connessione all' RBC accettante (31) effettuata PRIMA della richiesta di disconnessione con l'RBC cedente (30). Questa è la procedura corretta e senza presenza di anomalità!

16/02 **19.57.26.361** TRAIN_TO_RBC

NID_MESSAGE = **155 Initiation of a Communication Session (Train)**

...

16/02 **19.57.27.166** RBC_TO_TRAIN

NID_MESSAGE = 32 **Configuration Determination**

...

16/02 **19.57.29.217** TRAIN_TO_RBC

NID_MESSAGE = 159 **Session Established**

Al contrario, in caso di handover con una sola radio (è il primo punto azzurro che si incontra) il bordo dialogherà nel seguente modo:

16/02 20.10.51.367 TRAIN_TO_RBC

Safe Disconnection Requested à Richiesta di disconnessione dall'RBC 31 ore **20.10.51.367**

16/02 **20.11.27.543** TRAIN_TO_RBC

Safe Connection Requested to 32 à Richiesta di connessione all'RBC 32 ore **20.11.27.543**

L'handover viene qui effettuato con solo una radio attiva in quanto la richiesta di disconnessione dall' RBC 31 è effettuata PRIMA della richiesta di connessione con l'RBC successivo 32. Questa procedura porta quindi all'insorgere dell'anormalità

M_ERROR = 3!

16/02 **20.11.33.878** TRAIN_TO_RBC

NID_MESSAGE = 155 **Initiation of a Communication Session (Train)**

...

16/02 **20.11.34.542** EC received 804776 RBC_TO_TRAIN

NID_MESSAGE = 32 **Configuration Determination**

...

16/02 **20.11.36.386** TRAIN_TO_RBC

NID_MESSAGE = 159 **Session Established**

...

M_error = 5 incontrato come secondo (Errore supervisione collegamento radio):

16/02 20.24.59.088 TRAIN_TO_RBC: Data, ora di accadimento dell'evento e messaggi iniziali di comunicazione e configurazione del sistema

NID_PACKET = 0 Position Report: Numero di identificazione del pacchetto

L_PACKET = 114: Lunghezza del pacchetto in bit

Q_SCALE = 0: Qualificatore della scala utilizzata per la rappresentazione delle variabili distanza del pacchetto

NID_LRBG:NID_C = 256: Codice identificativo del Paese (per l'Italia appunto 256)

NID_LRBG:NID_BG = 4111: Identificativo del PI

D_LRBG = 2264: Distanza dall'ultimo LRBG

Q_DIRLRBG = 0: Orientamento del treno rispetto all'orientamento del LRBG (0 = reverse)

Q_DLRBG = 0: Indicatore esprime l'orientamento LRBG (0 = reverse)

Capitolo 5

L_DOUBTOVER = 95: rappresenta la differenza tra il più basso limite dell'intervallo di confidenza ed il valore stimato di D_LRBG

L_DOUBTUNDER = 95: rappresenta la differenza tra il più alto limite dell'intervallo di confidenza ed il valore stimato di D_LRBG

Q_LENGTH = 0: Qualifica ed identifica l'integrità del treno disponibile (0 = informazione di integrità del treno non disponibile)

V_TRAIN = 46: Velocità del treno al momento dell'evento (da moltiplicare per 5 perchè data su scala di 5 quindi $46 \times 5 = 230$ km/h come si vede dal grafico)

Q_DIRTRAIN = 0: Direzione di movimento del treno rispetto all'orientamento del LRBG (0 = reverse)

M_MODE = 0: Modalità operativa a bordo (0 = Full Supervision)

M_LEVEL = 3: Livello operativo corrente, corrispondente all'ERTMS di livello 2 in quanto a questo valore va tolta una unità

NID_PACKET = 4 Error Reporting: Numero identificatore del pacchetto

L_PACKET = 29: Lunghezza del pacchetto in bit

M_ERROR = 5: Numero identificatore del tipo di errore

Si è scelto di esaminare un caso contenente un errore di collegamento supervisione radio in quanto la gestione della disconnessione radio, per un sistema che si basa essenzialmente su di essa, per quanto riguarda l'invio delle informazioni tra terra e treno, rappresenta un evento di estrema importanza in primis per quanto riguarda la sicurezza ed in secondo luogo per la necessità di funzionamento.

Per quanto riguarda la dinamica di marcia del treno, una disconnessione porta ad un "buco radio" durante il quale non vi è più comunicazione tra i due apparati e nel corso del suo accadimento, fa partire la frenatura di servizio (Service Brake) affinché sia garantita e mantenuta la sicurezza.

Parallelamente, come già introdotto, il Sottosistema di Bordo inizia il tentativo di ripristino della connessione, eseguito per tre volte, affinché sia possibile una nuova comunicazione tra RBC a terra ed EVC a bordo. A seconda quindi dell'intervallo temporale durante il quale la connessione viene a mancare, il SSB provoca o meno la chiusura definitiva di comunicazione con l'RBC. Come introdotto il tempo massimo accettabile da parte del SSB, senza la

Capitolo 5

ricezione di nuovi messaggi vitali, è chiamato TNV_Contact, valore nazionale in Italia pari a 7 secondi. Se dopo la disconnessione vengono superati questi 7 secondi, il SSB comanda la frenatura di servizio che però può essere immediatamente riarmabile in caso di ricezione di un nuovo messaggio valido e la marcia del convoglio viene ripresa con la MA già presente a bordo prima del verificarsi dell'evento.

Con l'ultimo punto azzurro, si incontra nuovamente l'M_ERROR = 3, immediatamente prima dell'uscita dal tratto AV.

Terzo e ultimo M_error = 3 incontrato (Handover con una sola radio):

16/02 20.28.06.019 TRAIN_TO_RBC: Data, ora di accadimento dell'evento e messaggi iniziali di comunicazione e configurazione del sistema

Le quattro informazioni successive sono sempre state omesse, ma vengono ripetute in ogni comunicazione per l'identificazione corretta e preventiva del convoglio e dell'evento verificato.

NID_MESSAGE = 136 Train Position Report: Numero di identificazione del pacchetto. Il pacchetto 136 definisce la locazione dell'evento contenuto nel telegramma che segue.

L_MESSAGE = 29: Indica la lunghezza del messaggio in bit e comprende le diverse variabili dei pacchetti.

T_TRAIN = 486764: Tempo, calcolato secondo l'orologio di bordo, durante il quale si è verificato l'evento (rappresenta una sorta di contatore interno).

NID_ENGINE = 244: Identifica in maniera univoca, assegnandogli un numero, il locomotore in esame

Seguono i dati abbinati all'evento:

NID_PACKET = 0 Position Report: Numero di identificazione del pacchetto

L_PACKET = 122: Lunghezza del pacchetto in bit

Q_SCALE = 0: Qualificatore della stessa scala utilizzata per la descrizione delle variabili distanza utilizzate nel pacchetto (0 = scala di 10cm)

NID_LRBG:NID_C = 256: Codice identificativo del Paese (per l'Italia appunto 256)

NID_LRBG:NID_BG = 5205: Identificativo del PI

D_LRBG = 715: Distanza dall'ultimo LRBG (l'unità di misura rappresentativa dipende dalla Q_SCALE utilizzata)

Capitolo 5

Q_DIRLRBG = 1: Orientamento del treno rispetto all'orientamento del LRBG (1 = nominal)

Risulta necessario effettuare una considerazione, dopo la visualizzazione di questo risultato: ci si aspetterebbe di trovare lo stesso orientamento per la boa, quindi 0 = reverse ma al contrario, qui si viene a trovare 1 = nominal. Questo problema è spiegato dal fatto che, essendo le linee AV banalizzate (ovvero percorribili in entrambi i sensi di marcia in quanto entrambi provvisti di opportuna segnaletica), le boe incontrate possono essere percorse in entrambi i sensi. In questo caso quindi, la boa è stata letta nel verso opposto rispetto ai due casi precedenti. Si veda nella due rappresentazioni sottostanti quanto enunciato

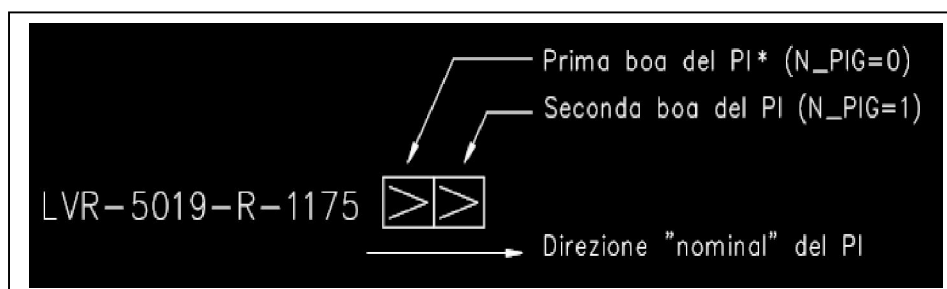


Fig. n. 5.150 Rappresentazione dell'orientamento della boa sul Piano Schematico

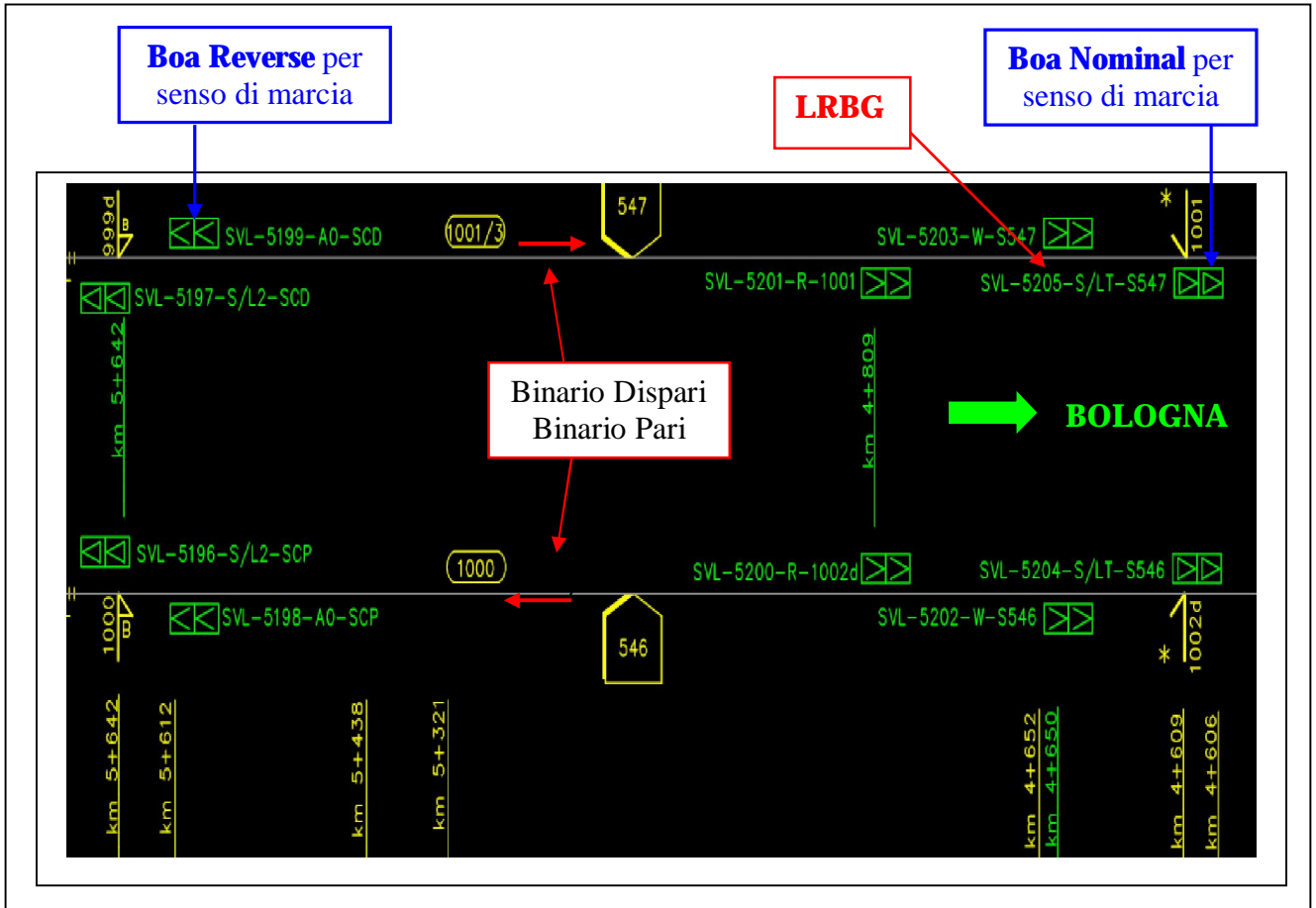


Fig. n. 5.151 Rappresentazione della situazione del caso in esame

Q_DLRBG = 1: Indicatore esprime l'orientamento LRBG (1 = nominal)

L_DOUBTOVER = 64: rappresenta la differenza tra il più basso limite dell'intervallo di confidenza ed il valore stimato di D_LRBG

L_DOUBTUNDER = 64: rappresenta la differenza tra il più alto limite dell'intervallo di confidenza ed il valore stimato di D_LRBG

Q_LENGTH = 0: Qualifica ed identifica l'integrità del treno disponibile (0 = informazione di integrità del treno non disponibile)

V_TRAIN = 19: Velocità del treno al momento dell'evento (da moltiplicare per 5 perchè data su scala di 5 quindi $19 \times 5 = 95$ km/h come si vede dal grafico)

Q_DIRTRAIN = 1 : Direzione di movimento del treno rispetto all'orientamento del LRBG (1 = nominal)

M_MODE = 13: Modalità operativa a bordo (13 = STM National)

Capitolo 5

M_LEVEL = 1: Livello operativo corrente, corrispondente all'ERTMS di livello 0 in quanto a questo valore va tolta una unità.

Grazie alle due precedenti informazioni, si capisce di non essere più all'interno della tratta AV ma di essere già in area *STM (Specific Transmission Module) o Livello 0 ERTMS/ETCS*, come visto provvisto di segnaletica laterale. Dal grafico non era possibile intuire immediatamente di essere fuori area AV in quanto si è proprio al limite del confine tra i due sistemi di segnalamento, ma era già intuibile dal fatto che il PI 5205 è il Punto Informativo di Confine della linea corrispondente alla progressiva km 4+609 corrispondente alla località S.Viola (uscita dalla linea AV per un treno dispari).

NID_STM = 11: un valore di questa grandezza rappresenta l'identificazione di una sistema STM per ogni composizione dell'infrastruttura nazionale

NID_PACKET = 4 Error Reporting: Numero identificatore del pacchetto

L_PACKET = 29: Lunghezza del pacchetto in bit

M_ERROR = 3: Numero identificativo del tipo di errore; M_ERROR = 3

Radio consistency: message error

Poiché nel caso esaminato, l'errore di supervisione si è verificato al termine della corsa del treno, quando la velocità era già in fase di calo comandato, dove quindi non è possibile percepire al pieno le conseguenze portate dall'evento, si inserisce ora un grafico di un treno per il quale si è verificato lo stesso problema ma dove è pienamente visibile la diminuzione di velocità che l'anormalità ha portato.

Capitolo 5

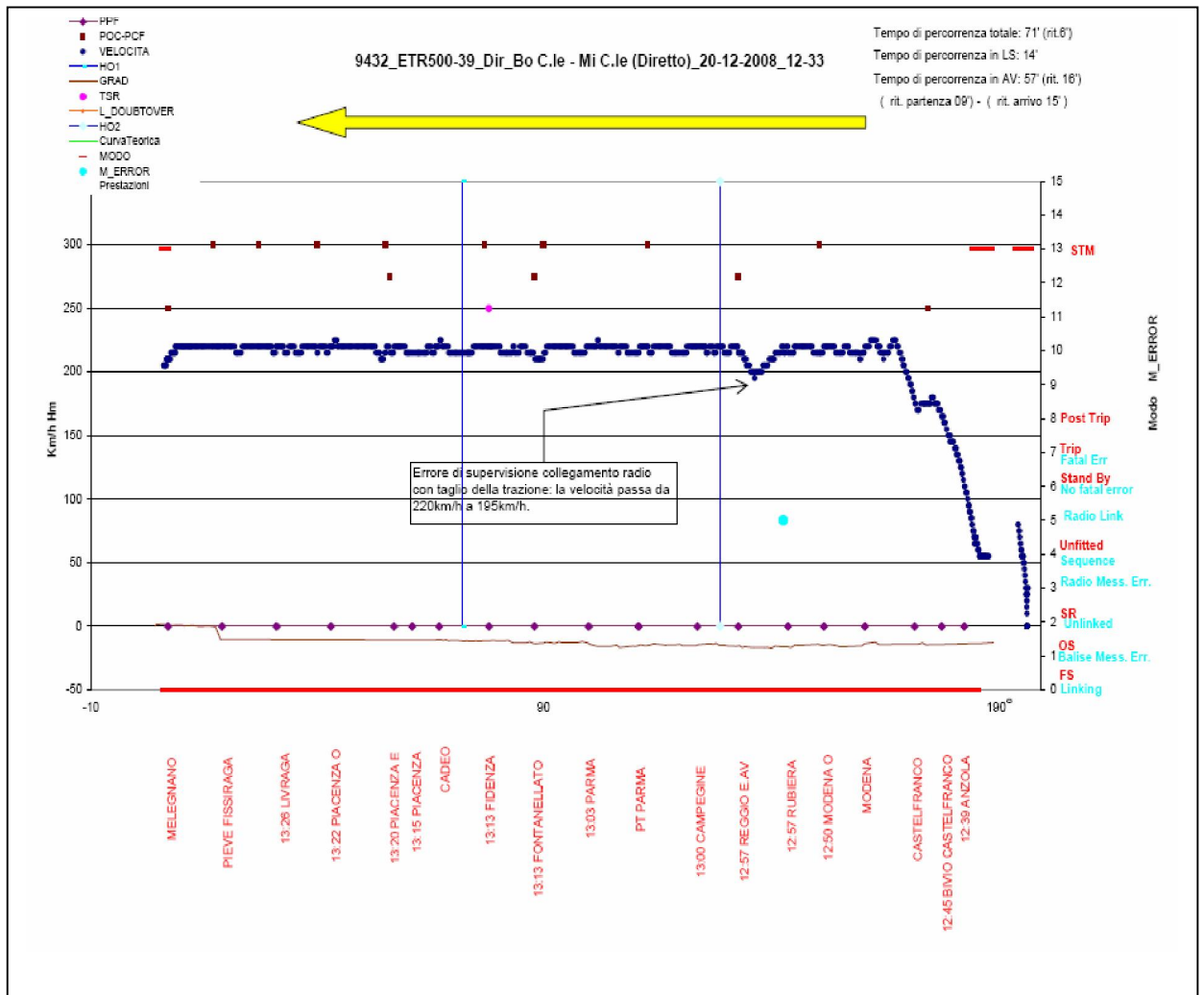


Fig. n. 5.152 Grafico tipo di una diminuzione di velocità per errore di supervisione

Le informazioni precedenti sono espresse in una messaggistica intricata, il che come visto, fa capire l'uso del grafico per una visione immediata (ma non esaustiva) del problema.

Viene ora analizzato il *log di bordo* del caso in esame, separandolo su più sezioni per motivi di spazio ma facente comunque parte dello stesso treno:

tTOT [msec]	sTOT [m]	vTRENO [Km/h]	BRAKE	ETCS_LEVEL	C_BRAKE	PERM_SPEED
#3826250	148086	299	0	3	0	300
#3826648	148120	299	0	3	0	300
#3827448	148190	299	0	3	0	300
#3827852	148224	299	0	3	0	300
#3831450	148530	300	0	3	0	300
#3831850	148564	300	0	3	0	300
#3833048	148666	300	0	3	1024	300
#3833450	148700	300	2	3	1024	300

Capitolo 5

tTOT [msec]	sTOT [m]	vTRENO [Km/h]	BRAKE	ETCS_LEVEL	C_BRAKE	PERM_SPEED
#3833848	148734	300	2	3	1024	300
#3834248	148768	300	2	3	1024	300
#3834650	148802	300	2	3	1024	300
#3835048	148837	300	2	3	1024	300
#3835450	148870	300	2	3	1024	300
#3835848	148905	300	2	3	1024	300
#3836250	148938	300	2	3	1024	300
#3836650	148973	300	2	3	1024	300
#3837048	149007	300	2	3	1024	300
#3837450	149041	300	2	3	1024	300
#3837848	149075	299	2	3	1024	300
#3838250	149109	299	2	3	1024	300
#3838648	149143	298	2	3	1024	300
#3839050	149176	298	2	3	1024	300
#3839450	149179	297	2	3	1024	300
#3839848	149213	296	2	3	1024	300
#3840250	149246	296	2	3	1024	300
#3840650	149280	295	2	3	1024	300
#3841052	149314	294	2	3	1024	300
#3841450	149347	294	2	3	1024	300
#3841850	149380	293	2	3	1024	300
#3842250	149414	292	2	3	1024	300
#3842648	149447	291	2	3	1024	300
#3843050	149480	290	2	3	1024	300
#3843448	149513	289	2	3	1024	300
#3843852	149545	288	2	3	1024	300
#3844248	149566	287	2	3	1024	300
#3844648	149598	286	2	3	1024	300
#3845050	149631	286	2	3	1024	300
#3845448	149664	285	2	3	1024	300
#3845850	149696	284	2	3	1024	300
#3846248	149728	283	2	3	1024	300
#3846652	149760	282	2	3	1024	300
#3847050	149792	280	2	3	1024	300
#3847448	149824	279	2	3	1024	300
#3847850	149855	278	2	3	1024	300
#3848248	149887	277	2	3	1024	300
#3848650	149918	276	2	3	1024	300
#3849052	149950	275	2	3	1024	300
#3849450	149981	274	2	3	1024	300
#3849850	150012	273	2	3	1024	300
#3850248	150043	272	2	3	1024	300
#3850650	150074	271	2	3	1024	300
#3851048	150105	270	2	3	1024	300
#3851450	150135	268	2	3	1024	300
#3851850	150166	267	2	3	1024	300
#3852250	150196	266	2	3	1024	300
#3852650	150226	265	2	3	1024	300

Capitolo 5

tTOT [msec]	sTOT [m]	vTRENO [Km/h]	BRAKE	ETCS_LEVEL	C_BRAKE	PERM_SPEED
#3853048	150256	264	2	3	1024	300
#3853450	150286	263	2	3	1024	300
#3853848	150316	262	2	3	1024	300
#3854250	150345	261	2	3	1024	300
#3854650	150375	259	2	3	1024	300
#3855050	150405	258	2	3	1024	300
#3855450	150434	257	2	3	1024	300
#3855850	150463	256	2	3	1024	300
#3856250	150492	255	2	3	1024	300
#3856648	150521	254	2	3	1024	300
#3857052	150549	252	2	3	1024	300
#3857450	150579	251	2	3	1024	300
#3857848	150607	250	2	3	1024	300
#3858252	150635	249	2	3	1024	300
#3858650	150663	248	2	3	1024	300
#3859050	150692	246	2	3	1024	300
#3859448	150719	245	2	3	1024	300
#3859850	150747	244	2	3	1024	300
#3860248	150775	243	2	3	1024	300
#3860648	150803	242	2	3	1024	300
#3861050	150830	241	2	3	1024	300
#3861448	150857	239	2	3	1024	300
#3861850	150884	238	2	3	1024	300
#3862250	150912	237	2	3	1024	300
#3862650	150938	236	2	3	1024	300
#3863050	150965	234	2	3	1024	300
#3863448	150992	233	2	3	1024	300
#3863850	150979	232	2	3	1024	300
#3864250	151005	231	2	3	1024	300
#3864650	151031	229	2	3	1024	300
#3865050	151058	228	2	3	1024	300
#3865448	151083	227	2	3	1024	300
#3865850	151109	226	2	3	1024	300
#3866248	151135	224	2	3	1024	300
#3866650	151156	223	2	3	1024	300
#3867098	151181	222	2	3	1024	300
#3867500	151209	220	2	3	1024	300
#3867850	151234	219	2	3	1024	300
#3868298	151256	218	2	3	1024	300
#3868700	151284	216	2	3	1024	300
#3869098	151308	215	2	3	1024	300
#3869500	151332	213	2	3	1024	300
#3869898	151351	212	2	3	1024	300
#3870298	151375	211	2	3	1024	300
#3870700	151399	209	2	3	1024	300
#3871098	151423	208	2	3	1024	300
#3871500	151446	207	2	3	1024	300
#3871898	151470	205	2	3	1024	300

Capitolo 5

tTOT [msec]	sTOT [m]	vTRENO [Km/h]	BRAKE	ETCS_LEVEL	C_BRAKE	PERM_SPEED
#3872300	151493	204	2	3	1024	300
#3872700	151516	203	2	3	1024	300
#3873098	151539	201	2	3	1024	300
#3873500	151562	200	2	3	1024	300
#3873898	151585	199	2	3	1024	300
#3874300	151607	197	2	3	1024	300
#3874698	151630	196	2	3	1024	300
#3875100	151652	195	2	3	1024	300
#3875500	151674	193	2	3	1024	300
#3875898	151696	192	2	3	1024	300
#3876300	151717	190	2	3	1024	300
#3876698	151728	189	2	3	1024	300
#3877100	151749	188	2	3	1024	300
#3877498	151771	186	2	3	1024	300
#3877900	151792	185	2	3	1024	300
#3878300	151813	184	2	3	1024	300
#3878698	151834	182	0	3	1024	300
#3879100	151854	181	0	3	0	300
#3880300	151910	177	0	3	0	300

Seconda parte (da leggere a fianco della precedente tabella):

WARNS_SPEED	TGT_SPEED	BG_FLAG	BG_ID	BG_ORIENTATION	BG_POS	TD_MA_LENGTH
303	90	1.5	4198791	0	148047	164403
303	90	0	4198791	0	148047	164403
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	0	4198791	0	148047	164405
303	90	1.5	4198789	1	149145	164405
303	90	0	4198789	1	149145	164405
303	90	0	4198789	1	149145	164405
303	90	0	4198789	1	149145	164405
303	90	0	4198789	1	149145	164405

Capitolo 5

In questo caso, trattandosi di un locomotore ANSALDO (numero 658), la lettura come anticipato, viene fatta per colonna ma partendo questa volta dall'alto. I log dell'impresa ferroviaria ANSALDO, risultano più complessi nella lettura e nell'interpretazione dei risultati ma sono completamente esaustivi per quanto riguarda le informazioni espicate. Si esaminano ora le diverse colonne componenti.

1^a colonna tTOT [msec]: rappresenta il tempo totale dall'inizio della registrazione effettuata dal registratore di bordo. E' una misurazione effettuata in millisecondi essendo la corsa registrata ogni 250ms.

2^a colonna sTOT [m]: spazio totale percorso

3^a colonna vTRENO [Km/h]: velocità istantanea del treno

4^a colonna BRAKE: tipo di frenatura (2 = Service Brake ovvero frenatura di servizio, se invece fosse stato ad esempio 1 = Emergency Brake, frenatura di emergenza)

5^a colonna ETCS_LEVEL: Livello di ERTMS/ETCS attualmente in uso. E' necessario scalare di una unità per cui siamo nel Livello2

6^a colonna C_BRAKE: non influente ai fini dell'analisi

7^a colonna PERM_SPEED: massima velocità consentita sulla linea

8^a colonna WARNS_SPEED: velocità di avviso/di allarme per il superamento della massima velocità ammessa

Seconda parte:

9^a colonna SBI_Speed: Service Brake Intervention; velocità alla quale interviene la frenatura di servizio (non importante ai fini dell'analisi)

10^a colonna EBI_Speed: Emergency Brake Intervention; velocità di intervento della frenatura di emergenza (non importante ai fini dell'analisi)

11^a colonna BG_Flag: Non influente ai fini dell'analisi, stabilita dai file di log e impostata al valore 1,5 nell'istante di lettura di un BG

12^a colonna BG_ID: Balise Group Identification (associazione di NIC_C + NID_BG)

13^a colonna BG_Orientation: orientamento delle boe incontrate

14^a colonna BG_POS: Balise group Position (progressiva associata al BG che rimane costante fino al riconoscimento di un nuovo BG)

15^a colonna TD_MA_Lenght: Lunghezza della Movement Authority concessa

Capitolo 5

Ricapitolando il caso trattato:

Evento: Errore di supervisione collegamento radio con intervento della frenatura che con l'analisi si evidenzia essere un Handover con una sola radio;

Data: 16 gennaio 2009;

Locomotore: 658;

Treno: 9451;

Progressiva in cui si è verificato l'evento: km 66+000 poco prima dell'handover RBC 32/RBC 31 è la segnalazione del Personale di Condotta (estratta dal report del Frecciarossa di quella corsa), km 184+519 per quanto riguarda il log di RBC, 148700 (m) per quanto riguarda invece il log di bordo. Per quest'ultimo non vi è corrispondenza tra i metri segnalati nel log e la chilometrica di linea del piano schematico AV, in quanto i metri rilevati dal log di bordo partono con l'inizio della registrazione nell'istante dell'avvio della marcia del treno e quindi risultano comprensivi anche dei tratti all'esterni dell'AV. Non risulta quindi possibile effettuare un confronto attraverso le progressive chilometriche. Per quanto riguarda invece la segnalazione del PdC, ovvero dei 66 km, occorre ricordare che nei locomotori Ansaldo, non si riesce a riconoscere il tipo di errore avvenuto, cioè per il bordo si ha l'uguaglianza degli $M_ERROR = 3$ e $M_ERROR = 5$ in quanto aventi la stessa segnalazione sui monitor di cabina. Confrontando però la comunicazione dei 66 km data dal PdC, con il grafico di RBC, si vede immediatamente che non si tratta di un $M_ERROR = 5$ ovvero del vero e proprio errore di supervisione, ma del $M_ERROR = 3$ ovvero un errore di decodifica del messaggio o lettura incompleta;

Effetto: diminuzione di velocità a causa dell'handover con una sola radio, ma non del tutto percepibile dal grafico ricavato dal log di RBC in quanto il convoglio stava già rallentando per permettere l'uscita dalla linea AV.

Non essendo possibile una verifica attraverso le progressive chilometriche la strada da intraprendere è quella di analizzare, nel log di bordo, il BG_ID: Balise Group Identification, che come visto, rappresenta l'associazione di NIC_C + NID_BG.

Per questo valore però è necessaria una rapida *conversione di formato*, portando il BG_ID in formato binario, aggiustando il dato e riconvertendolo in numero decimale. In questo modo si

Capitolo 5

giunge al Balise Grup di interesse, essendo partiti dal valore del BG_FLAG ovvero dall'ultimo valore letto (in tabella codificato con 1,5).

BG_ID corrispondente all'ultimo MG_FLAG a 300km/h: **4198791**;

Dalla conversione precedentemente spiegata si giunge al PI 4487 avente una progressiva pari a km 67+549;

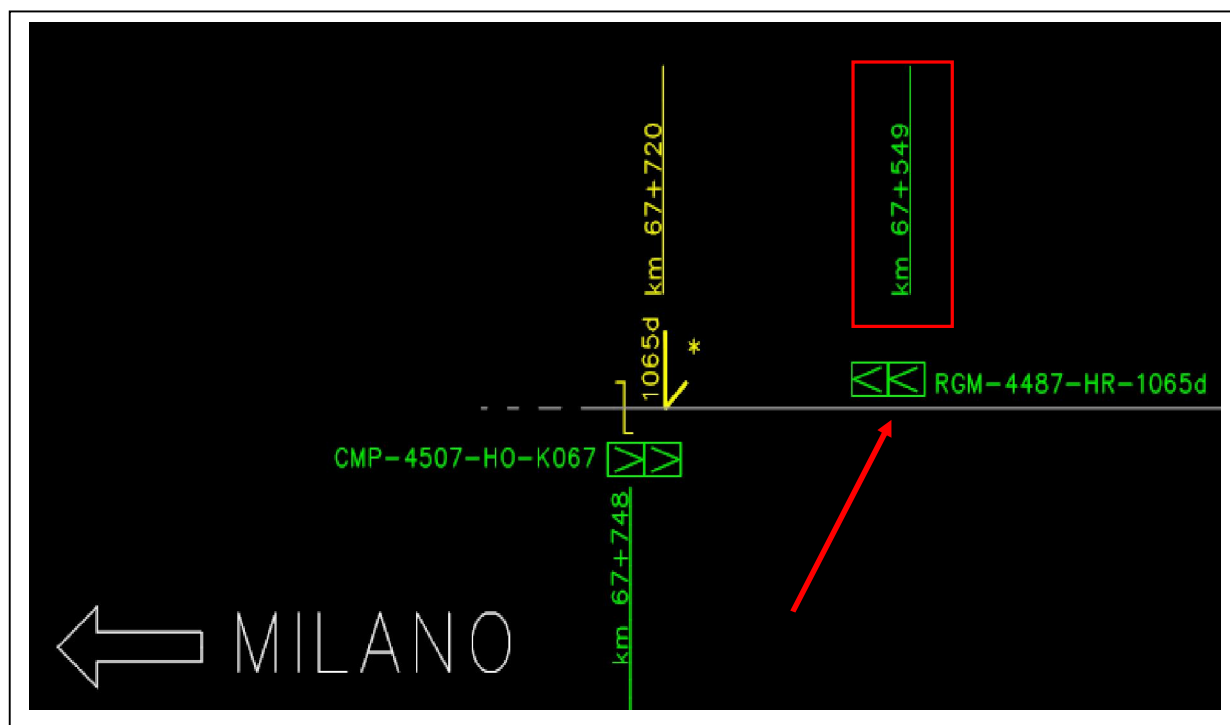


Fig. n. 5.153 PI trovato dalla conversione del BG_ID

BG_ID corrispondente all'ultimo punto utile all'analisi dell'evento: **4198779**;

Dopo la dovuta conversione, si arriva al PI 4475 con progressiva km 63+900;

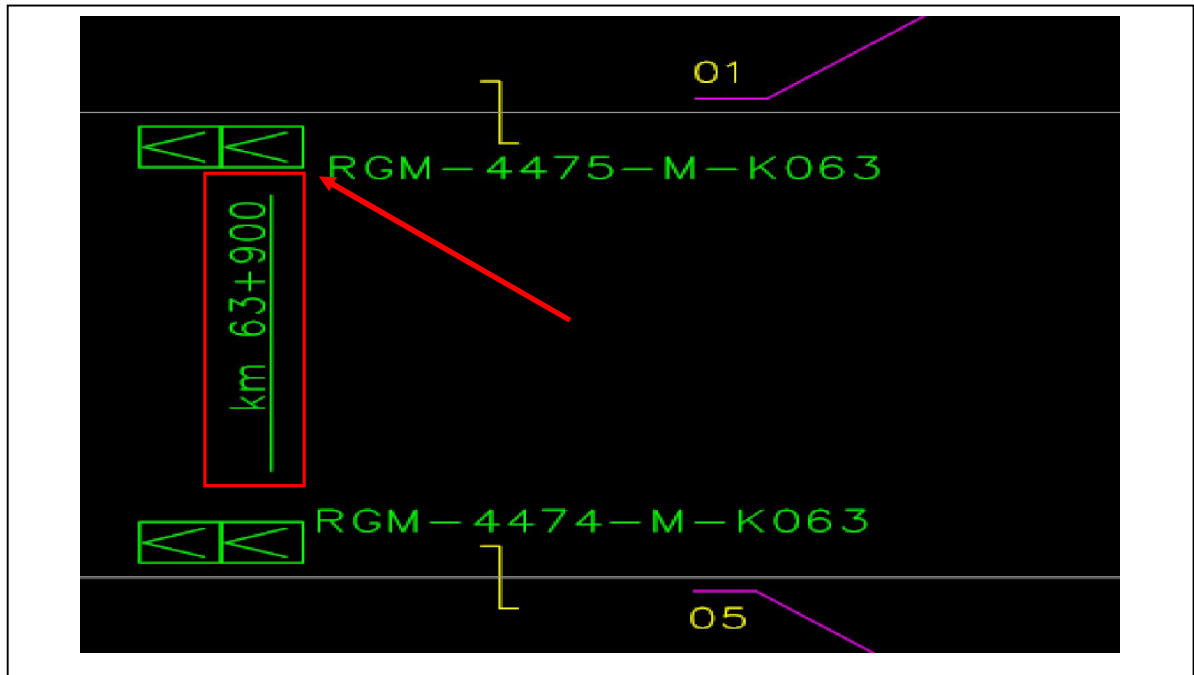


Fig. n. 5.154 PI corrispondente al secondo BG_ID considerato

Si può quindi concludere che l'evento si è protratto in uno spazio che va dal km 63+900 al km 67+549 e quindi sottraendo in ordine i due risultati, per km 3+649.

Per avere un riscontro di quanto trovato, è stato analizzato l'evento anche secondo il log di RBC trovando:

TIPO	nid_engine	date	time	dir	km	v_train	m_error
POS	244	16/02/2009	20.10.47	D	129.872	295	
ERR	244	16/02/2009	20.10.47	D	129.872		3
ACK(39)	244	16/02/2009	20.10.48	D	129.872		
COM	244	16/02/2009	20.11.33				
ACK(32)	244	16/02/2009	20.11.33	D	0		
ACK(8)	244	16/02/2009	20.11.39	D	0		
POS	244	16/02/2009	20.11.46	D	133.788	160	
MA	244	16/02/2009	20.11.47	D	133.757		
POS	244	16/02/2009	20.11.53	D	134.111	160	
POS	244	16/02/2009	20.11.55	D	134.166	160	
		km percorsi durante l'evento				3.916	

Tab. n. 5.12 Registrazione evento tratta dal log di RBC

I chilometri sono leggermente diversi poiché le precisioni del log di RBC e del piano schematico di linea sono differenti.

Capitolo 5

Considerando che la frenatura di servizio non inizia sul PI, essendo quest'ultimo soltanto un riferimento spaziale, occorre sottrarre dal precedente risultato ottenuto lo spazio percorso, a partire da tale Punto Informativo, al quale inizia questo evento.

Quindi utilizzando la segnalazione emessa dall'**EVC** corrispondente all'inizio della Service Brake, sempre facente parte del log di bordo si giunge al seguente risultato:

Progressiva di inizio frenatura – progressiva di lettura del PI precedente la frenatura =
 $148700 - 148086 = 614$ m dopo il PI inizia la frenatura.

Progressiva di fine frenatura – progressiva dell'ultimo PI che precede il termine della frenatura = $151728 - 151813 = 106$ m dopo questi metri è stata rilasciata la frenatura di servizio.

Di conseguenza:

$614 - 106 = 508$ m sono i metri da sottrarre ai 3649 m precedentemente trovati.

Ed infine si ricava:

$3649 - 508 = \mathbf{3141\ m}$ sono i metri trovati. Facendo invece la differenza tra le progressive segnate in giallo, dove cioè si è verificato l'evento si ottiene **3114 m**

Differenza minima considerate le diverse fonti dei dati di log del Sottosistema di Terra e del Sottosistema di Bordo.

Per cercare di risolvere o comunque di limitare il problema delle disconnessioni radio, si sta pensando di rinforzare il campo GSM-R, aumentando il numero delle BTS a terra, installandole ad una distanza minore degli attuali 3 km. Inoltre per combattere il problema della scadenza del TNV_Contact, portante a degradi della circolazione causati da problemi di connessione, una possibile soluzione sarebbe quella di aumentare questo tempo, attualmente pari a 7 secondi, e portarlo a valori superiori dando così la possibilità di ricezione di messaggi anche per tempi leggermente superiori. Inoltre sarebbe rilevante anche uno studio per il Change Request verso UNISIG per la gestione della safe connection, che se persa, come visto porta alla reazione della frenatura di servizio.

Per quanto riguarda invece, il problema del salto dei PI, un intervento potrebbe essere quello di aumentare la finestra di ricezione, dando così la possibilità al SSB che captasse punti leggermente fuori finestra, di riconoscerli come se letti all'interno.

CAPITOLO 6: ANALISI DELLE PERFORMANCE DEL NODO DI BOLOGNA

6.1 Concentrazione sulle tre linee eventualmente interferenti con il sistema ad Alta Velocità

Per quanto riguarda i *convogli passeggeri*, tra di essi rientrano i treni espressi, gli intercity e gli intercity night, Eurocity e Eurocity night e gli Eurostar.

Altra categoria sono i *treni pendolari* ovvero i *convogli regionali*, circolanti soprattutto nelle fasce cosiddette critiche, particolari orari da curare soprattutto ai fini della puntualità a destino; nella mattinata fascia 06.00-09.00 e nel rientro serale dal luogo di lavoro nella fascia 17.00-19.00.

L'analisi di puntualità dei treni regionali, di tutte le linee afferenti al nodo di Bologna, nelle due fasce osservate, ha portato risultati che sono poi stati confrontati, sia rispetto alla puntualità del mese precedente, sia rispetto a quella dello stesso mese ma dell'anno precedente.

Infine è quindi stato possibile tracciare la puntualità dei treni regionali, nell'arco delle 24 ore sulle tre linee eventualmente interferenti con L'AV Milano-Bologna.

L'analisi di puntualità è stata effettuata per le seguenti linee, afferenti nel nodo di Bologna:

- Bologna – Piacenza;
- Bologna – Verona;
- Bologna – Padova;
- Bologna – Rimini;
- Bologna – Prato;
- Bologna – Pistoia;

ed in aggiunta anche quella relative alle linee:

- linee Romagna, tra cui rientrano:
 - Castelbolognese – Ravenna;
 - Ferrara – Ravenna;
 - Ravenna – Rimini;
 - Lavezzola – Faenza;
 - Faenza – Ravenna.

Capitolo 6

- Fidenza – Salsomaggiore (tratta della Milano – Bologna tradizionale);
- Modena – Suzzara;
- Compartimento – Bologna, che racchiude la totalità della puntualità sulle linee, non come una semplice media matematica ma con esame dei dati di uscita dal compartimento di Bologna, rilevati nelle stazioni limite, specializzate per le diverse linee in:
 - Piacenza (per la linea di Milano);
 - Poggio Rusco (per la linea Verona);
 - Occhiobello (per la linea Padova);
 - Rimini (per la linea Ancona).

Le precedenti informazioni e la descrizione delle stazioni delle diverse linee, sono riassunte nella seguente figura che riporta una visione diretta e immediatamente percepibile, della configurazione delle linee afferenti a Bologna.

Capitolo 6

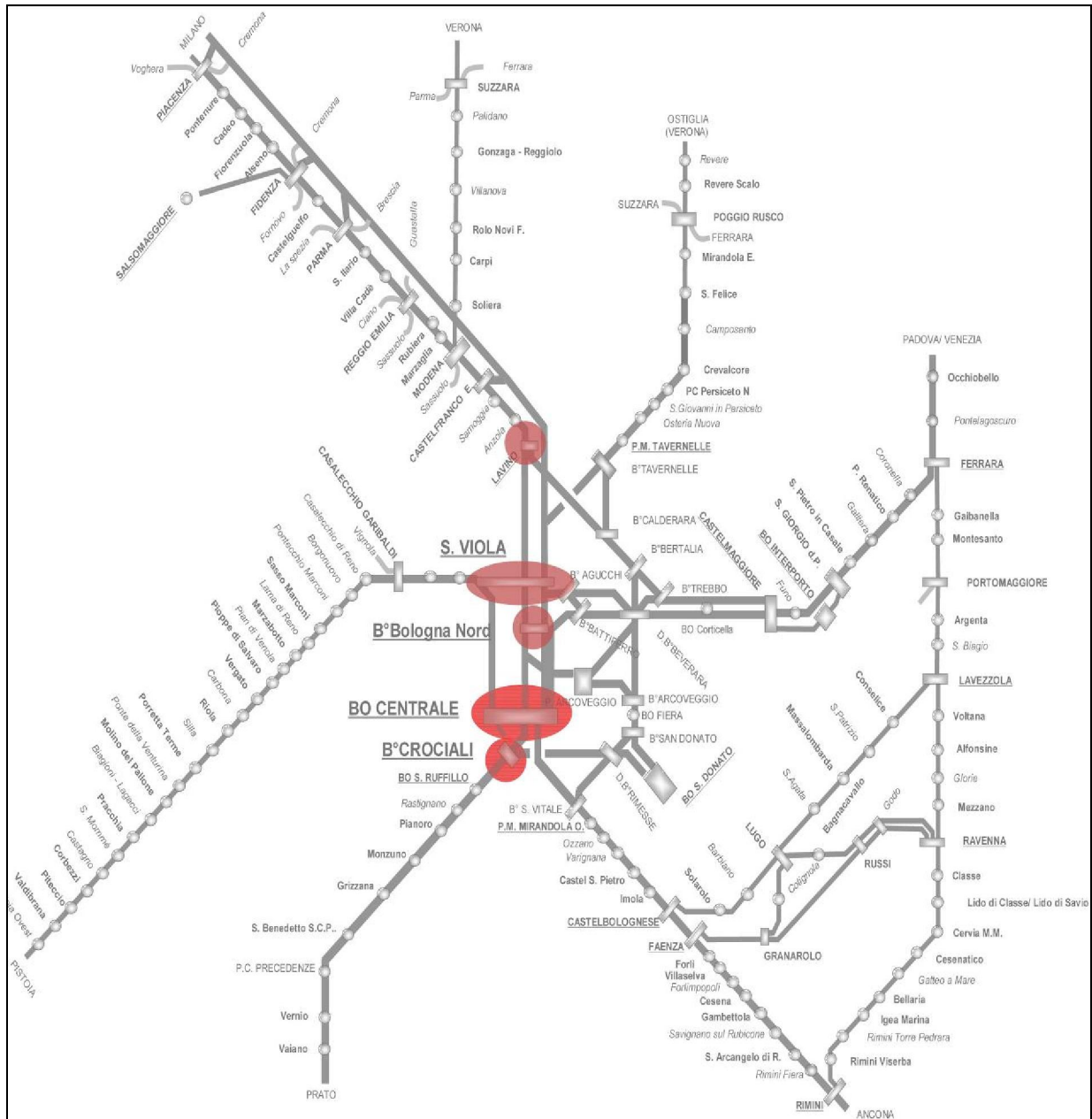


Fig. n. 6.155 Linee afferenti al nodo e compartimento di Bologna

Fonte: RFI s.p.a.

Nella figura precedente, sono state evidenziate in rosso, le zone da tenere sotto osservazione, per l'analisi della corretta circolazione e regolarità dei convogli dopo l'avvento dell'Alta Velocità.

Capitolo 6

Si riporta ora l'andamento dell'analisi di puntualità delle linee regionali precedentemente analizzate, nel primo mese di esercizio dell'Alta Velocità: Gennaio 2009.

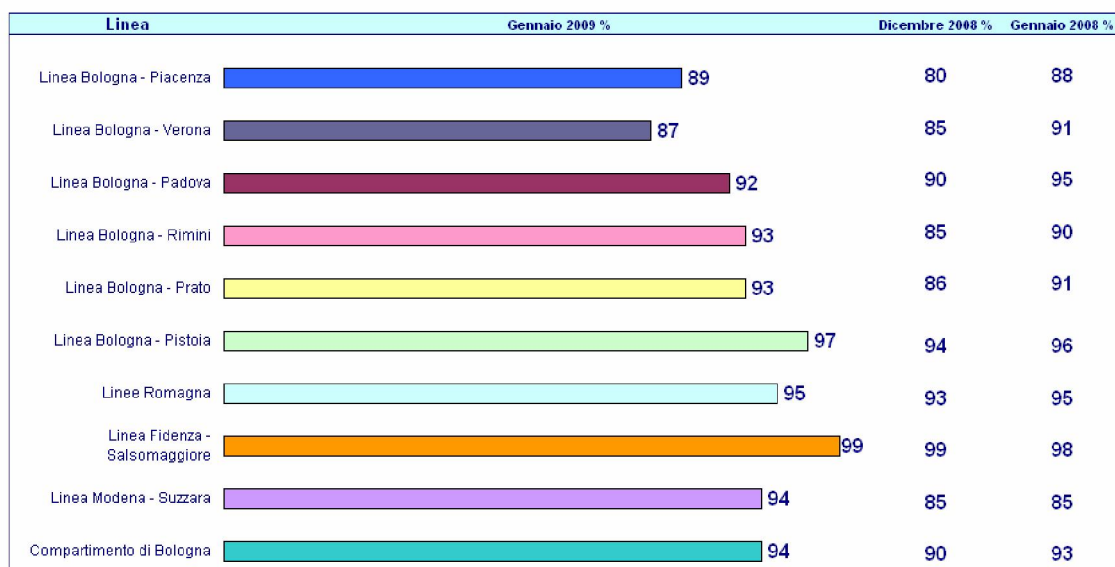


Fig. n. 6.156 Puntualità linee regionali Gennaio 2009

Eseguendo la stessa operazione, per il secondo mese di esercizio della nuova linea veloce, i risultati conseguiti per Febbraio 2009, sono i seguenti:

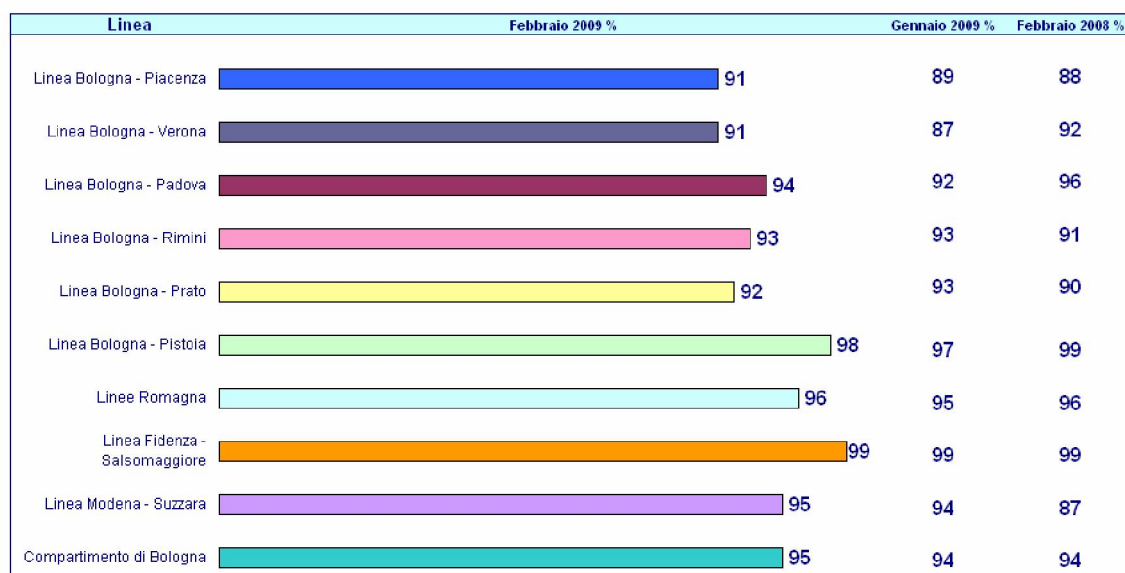


Fig. n. 6.157 Puntualità linee regionali Febbraio 2009

Fonte: RFI s.p.a.

Capitolo 6

Occorre puntualizzare che il *concetto di puntualità*, sta a significare i minuti entro i quali un treno viene considerato in orario e che essi variano a seconda del tipo di convoglio come:

- Treni Alta Velocità ETR 500 à considerati in orario se l'arrivo è entro i **15 minuti**;
- Treni a Lunga Percorrenza à considerati in orario se l'arrivo è entro i **15 minuti**;
- Treni Regionali à considerati in orario se l'arrivo è entro i **5 minuti**;
- Treni Merci à considerati in orario se l'arrivo è entro i **40 minuti**.

Inoltre è adottata la procedura **“standard B con esclusione”** (nei grafici seguenti indicata con linea spezzata di colore nero) ovvero ai fini della puntualità, non vengono presi in considerazione i ritardi dovuti a cause esterne causati ad esempio da agenti atmosferici (neve, caduta alberi...), incidenti (es. automezzo contro un passaggio a livello) o eventi non imputabili al treno stesso.

Per lo studio dell'impatto dell'Alta Velocità sul nodo di Bologna, considerando come indice di performance, la puntualità delle linee eventualmente interferenti con l'AV, riguardante in particolare il trasporto regionale dei treni pendolari, si sono analizzati i periodi precedenti all'entrata in esercizio della nuova linea veloce (dall'1 al 13 dicembre 2008) ed il periodo immediatamente successivo (dal 14 dicembre 2008 al 31 gennaio 2009), che hanno portato ai seguenti risultati.

I treni Regionali con ritardo inferiore a 5 minuti, per cui considerati puntuali, sono stati analizzati per le linee:

1. Bologna – Piacenza;
2. Bologna – Verona;
3. Bologna – Prato.

Oltre alle linee Milano – Bologna e Verona - Bologna, occorre analizzare anche la direttrice Bologna – Prato in quanto il nodo di Bologna C.le viene spesso denominato “imbuto o collo di bottiglia” a causa dell'arrivo delle 3 linee principali quali la Venezia, la Verona e la Milano, per quanto riguarda i treni dispari e la partenza, dalla parte opposta delle direttrici per Rimini e per Prato. La nuova linea Alta Velocità Milano – Roma, deve quindi attraversare la stazione di Bologna Centrale, già congestionata dal normale traffico regionali e passeggeri.

Per i treni pari, il discorso si inverte infatti Bologna assume l'aspetto di un “imbuto rovescio”.

Capitolo 6

Si raffigura, per una migliore comprensione grafica la situazione della stazione di Bologna Centrale nella configurazione di “stazione imbuto”.

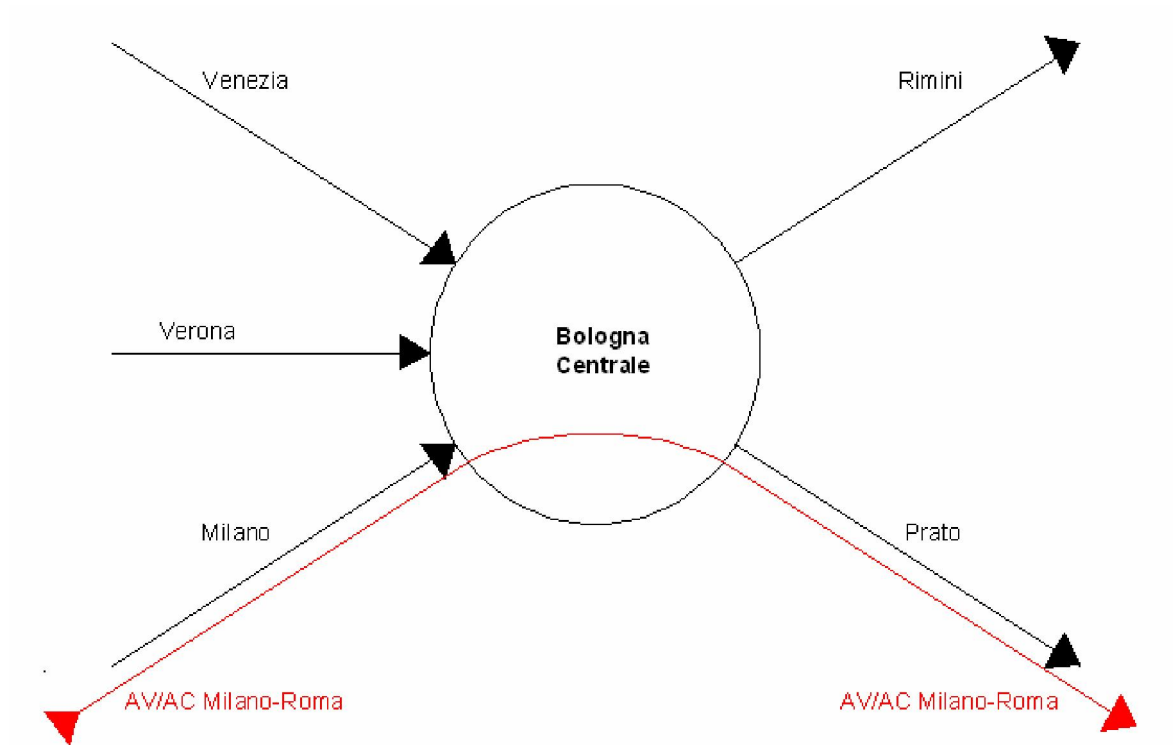
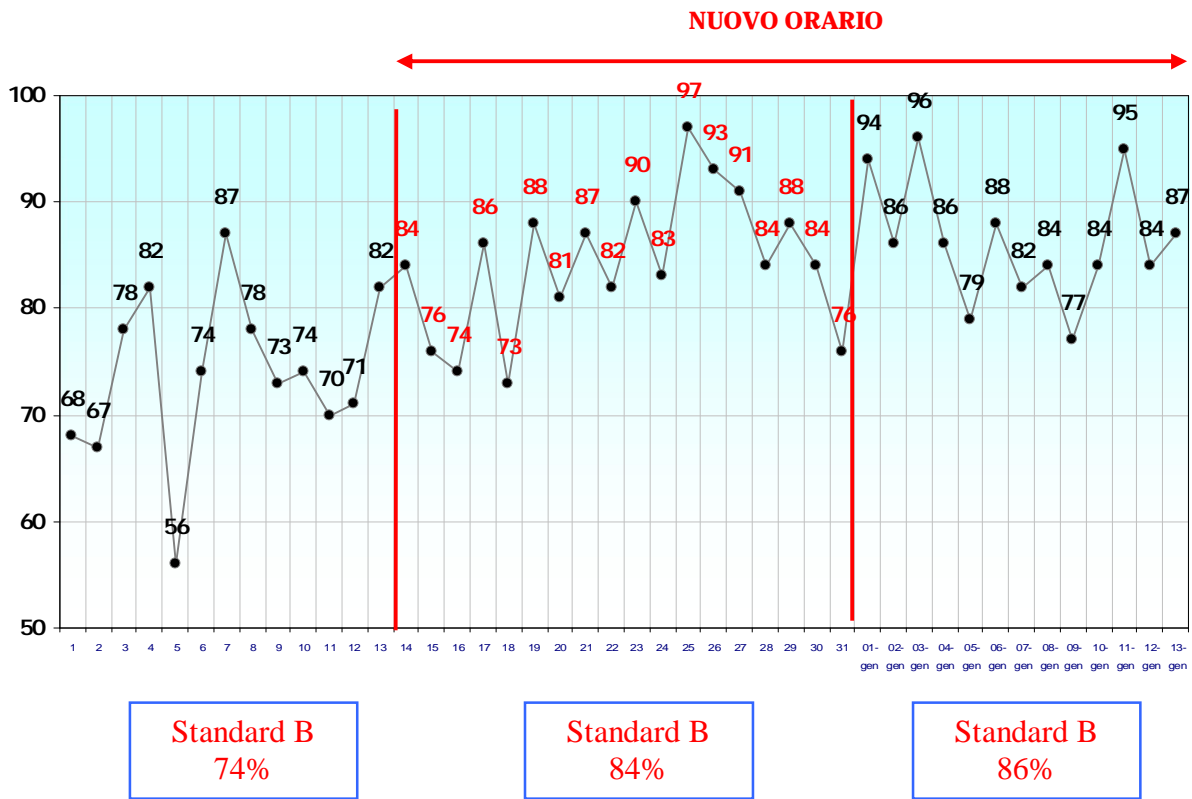


Fig. n. 6.158 Schema semplificato della situazione del nodo di Bo C.le

6.1.1 Treni Regionali Trenitalia: linea Bologna – Piacenza (fascia 0-5' standard B)



Standard B
74%

Standard B
84%

Standard B
86%

Fig. n. 6.159 Puntualità treni Regionali linea Bologna - Piacenza

Fonte: RFI s.p.a.

In questa linea, circolano mediamente i seguenti *convogli regionali*:

- 63 treni nei giorni feriali;
- 48 treni nei giorni festivi.

Per quanto riguarda invece i *treni passeggeri* (già elencate precedentemente le categorie appartenenti) circolano mediamente 64 convogli suddivisi come:

CATEGORIA	BINARIO PARI	BINARIO DISPARI	TOTALE
Espresso	5	5	9*
Euronotte	3	3	6
Eurostar Italia	14	14	28
Intercity	11	10	21
		TOTALE PAX	64

Tab. n. 6.13 Categorie treni linea Bologna - Piacenza

Capitolo 6

***N.B.** Il totale di ogni categoria, non corrisponde alla somma matematica dei treni circolanti sul binario pari più quelli circolanti sul binario dispari, in quanto il numero dei convogli circolanti è stato ricavato dal totale di convogli di una settimana tipo (dal 01/02/2009 al 07/02/2009), dividendo per i 7 giorni della settimana e arrivando così al numero di treni/giorno. Ma questa somma non verrà mai un numero esatto per cui se arrotondata per difetto dal programma, non corrisponderà al numero che ci si aspetta. Ad esempio 5 convogli espressi sul binario dispari + 5 convogli espressi sul binario pari, come somma non da 10 come ci si aspetta in quanto, il totale dei treni in una settimana (439 bin. Pari + 440 bin. Dispari = 879), diviso per i 7 giorni componenti la settimana stessa, non fornisce un numero intero, ma un numero che sarà conseguentemente approssimato (per eccesso o per difetto) al più vicino numero intero.

La precedente nota, ha validità anche per le altre linee successivamente esaminate.

CONSIDERAZIONI PER LA LINEA IN OGGETTO:

Le azioni intraprese, per mirare alla regolare circolazione, sono composte da diversi provvedimenti. Ci si aspettava un incremento dei risultati di puntualità che è attualmente in fase di consolidamento (permangono alcuni problemi, in via di risoluzione, legati all'affidabilità del materiale rotabile ed alla regolarità dei treni della lunga percorrenza).

Inoltre giornalmente deve essere verificata la corretta applicazione delle disposizioni tese a favorire, nelle fasce pendolari, la marcia dei treni regionali in caso di conflitti di circolazione con treni della lunga percorrenza.

Tra le scelte che si sono dimostrate vincenti per l'aumento della puntualità della linea si ricorda che, l'attivazione *dell'itinerario "via buca"*, si è dimostrata particolarmente efficace per la gestione della circolazione di Bologna C.le.

6.1.2 Treni Regionali Trenitalia: linea Bologna - Verona (fascia 0-5' standard B)
Linea ristretta a tratta Bologna – Poggio Rusco

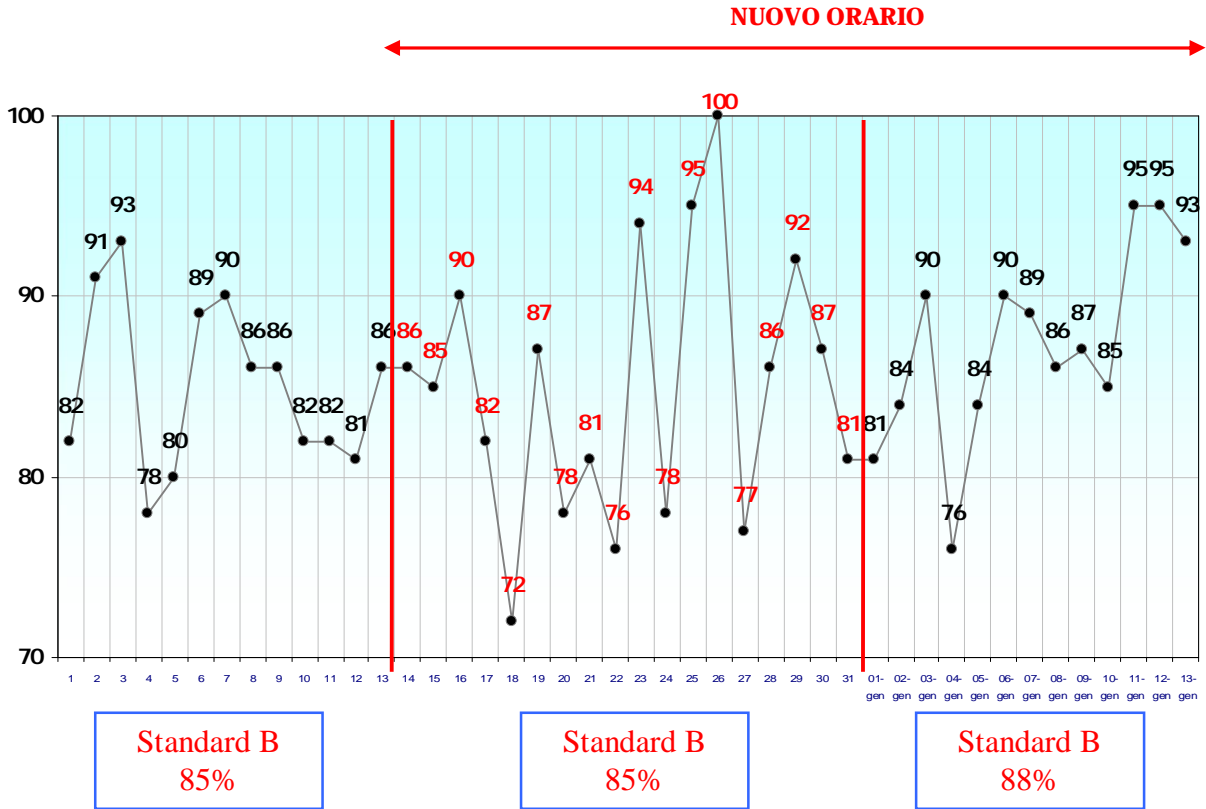


Fig. n. 6.160 Puntualità treni Regionali tratta ristretta Bologna – Poggio Rusco

Fonte: RFI s.p.a.

In questa linea circolano mediamente i seguenti *convogli regionali*:

- 52 treni nei giorni feriali;
- 22 treni nei giorni festivi.

E' bene ricordare che sulla linea in esame, operano diverse Imprese Ferroviarie per cui, i treni precedenti vengono ulteriormente divisi per società di trasporto:

- Trenitalia 24 treni nei giorni feriali e 22 nei festivi;
- FER (Ferrovie Emilia Romagna) 28 treni nei giorni feriali e 1 treno nei giorni festivi (circolanti esclusivamente nel tratto Bo C.le-Poggio Rusco).

Per quanto riguarda invece i *treni passeggeri* (già elencate precedentemente le categorie appartenenti) circolano mediamente 6 convogli suddivisi come:

Capitolo 6

CATEGORIA	BINARIO PARI	BINARIO DISPARI	TOTALE
Eurocity	1	1	2
Eurostar Italia	2	2	4
		TOTALE PAX	6

Tab. n. 6.14 Categoria treni linea Bologna – Verona tratta ristretta Bologna – Poggio Rusco

CONSIDERAZIONI PER LA LINEA IN OGGETTO:

Occorre ricordare che nel periodo immediatamente successivo all'inaugurazione della linea AV Milano – Bologna ovvero dal 14 al 18 dicembre la linea, è stata interessata da una riduzione di velocità a 80 km/h per 23 km di estesa (7' il perditempo stimato) tra le stazioni di Nogara e Poggio Rusco per l'attivazione di un binario propedeutica al raddoppio del tratto di linea.

L'auspicato e atteso incremento dei risultati di puntualità, non si è ancora pienamente consolidato per effetto di una serie di guasti sia di natura infrastrutturale che a livello di materiale rotabile.

Si sottolinea che l'attivazione della nuova linea veloce, non ha avuto impatti negativi sulla regolarità dei treni.

6.1.3 Treni Regionali Trenitalia: linea Bologna - Prato (fascia 0-5' standard B)

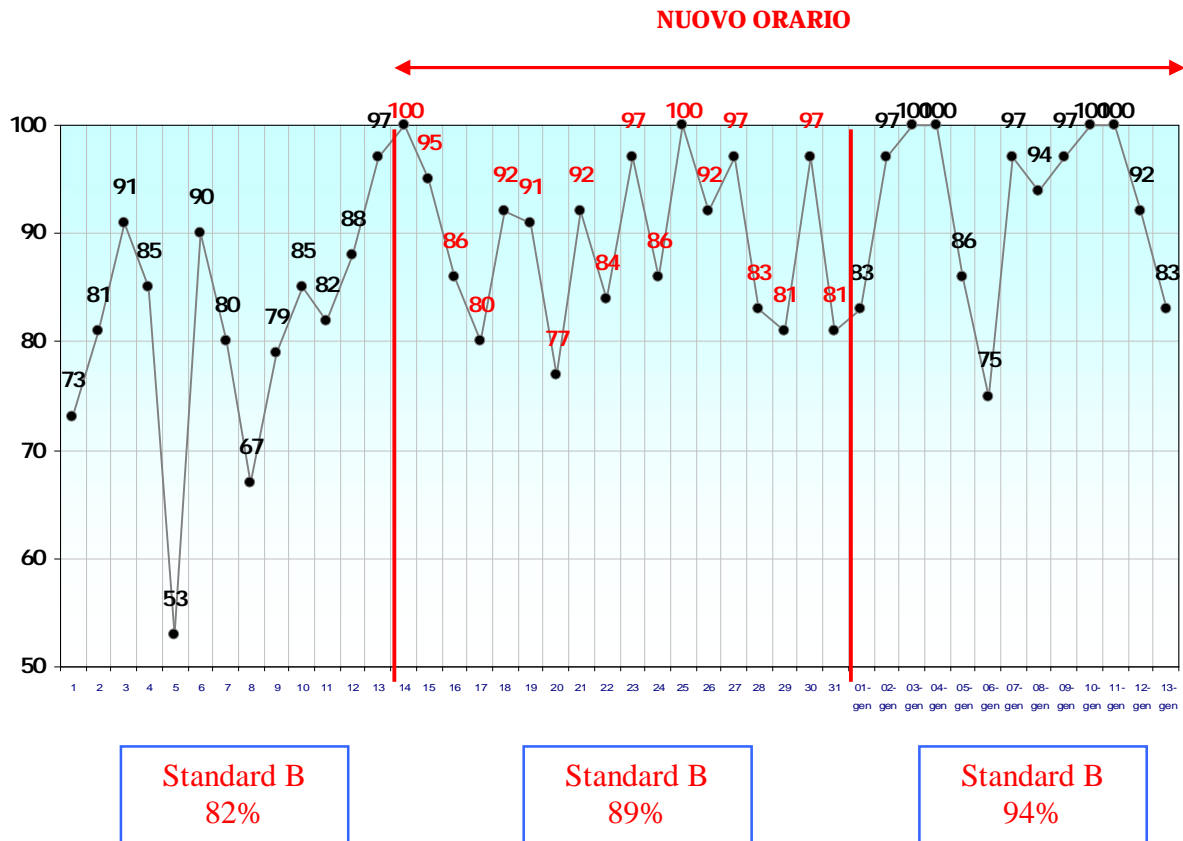


Fig. n. 6.161 Puntualità treni Regionali linea Bologna - Prato

Fonte: RFI s.p.a.

In questa linea circolano mediamente i seguenti *convogli regionali*:

- 33 treni nei giorni feriali;
- 12 treni nei giorni festivi.

Per quanto riguarda invece i *treni passeggeri* (già elencate precedentemente le categorie appartenenti) circolano mediamente 111 convogli suddivisi come:

Capitolo 6

CATEGORIA	BINARIO PARI	BINARIO DISPARI	TOTALE
Espresso	4	4	9
Euronotte	3	3	6
Eurostar Italia	40	40	79
Intercity	8	8	17
		TOTALE PAX	111

Tab. n. 6.15 Tipologia treni linea Bologna – Prato

CONSIDERAZIONI PER LA LINEA IN OGGETTO:

Come anticipato, è indispensabile lo studio aggiuntivo di questa linea, anche se non direttamente impattante con l'AV, vista la configurazione del nodo di Bologna C.le.

Per questo motivo, la linea non è stata interessata da rallentamenti programmati.

La caduta di puntualità, nel giorno 5 dicembre, si è verificata a causa di avverse condizioni meteo che hanno portato al rallentamento dei convogli e al manifestarsi di condizioni anormali.

Viene sintetizzato in seguito, l'andamento globale delle tre linee precedenti, rappresentato in un unico grafico, per una visualizzazione immediata delle possibili interferenze dell'Alta Velocità sulle linee regionali.

Da come è possibile notare, nei due giorni a cavallo dell'inaugurazione della nuova linea veloce, non si sono presentati particolari problemi legati alla puntualità dei convogli delle tre linee regionali interessate alle eventuali interferenze. Anzi è possibile affermare un incremento dei risultati di puntualità di questi convogli, proprio per la maggiore attenzione che è stata a loro dedicata, per cercare di limitare al minimo i disagi causati dall'affermazione della nuova linea AV, ai treni pendolari (puntualità sempre al di sopra dell'80%).

Come è ovvio, in caso di problemi di varia natura verificatesi improvvisamente e per il consolidamento del nuovo traffico aggiunto, la puntualità può subire variazioni che comunque globalmente non hanno aggravato la circolazione.

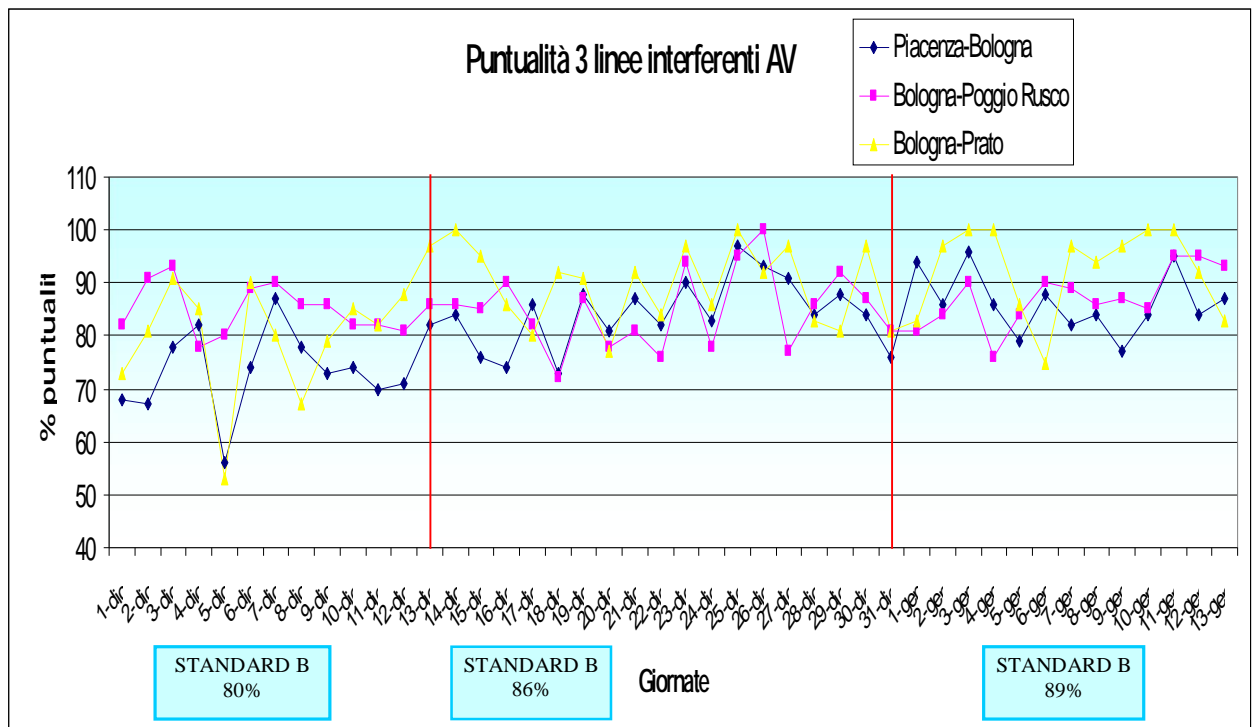


Fig. n. ??? Puntualità complessiva delle tre linee interessate alla nuova linea AV

6.2 Sistesi andamento treni pendolari in Afflusso a Bologna C.le fascia in esame

06.00 – 09.00 periodo di osservazione 01/01/2009 – 31/01/2009

Se prima si era analizzato il periodo precedente e immediatamente successivo all'entrata in esercizio della linea AV Milano – Bologna, prestando attenzione alla puntualità dei treni regionali, ora si estende il periodo di osservazione al mese di gennaio 2009, corrispondente al servizio AV già operativo da 15 giorni.

L'attenzione è sempre rivolta alle 3 linee possibilmente interferenti con l'AV Milano – Bologna considerando puntuali i treni Regionali con ritardo inferiore a 5 minuti, analizzati per le linee:

1. Bologna – Piacenza;
2. Bologna – Verona;
3. Bologna – Prato.

Capitolo 6

Per la lettura e comprensione dei successivi grafici occorre spendere alcune parole:

- I. I grafici devono essere letti a partire dall'ordinata destra ovvero cominciando dalla lettura dei treni persi;
- II. Ricordare i diversi minuti per poter considerare un treno in orario che, come visto, variano a seconda del tipo di convoglio (Regionali entro 5', Lunga Percorrenza entro 15', merci entro i 40');
- III. In ascissa sono rappresentati i giorni del mese in esame mentre in ordinata è indicata la puntualità raggiunta;
- IV. Per ogni linea in esame è indicato l'elenco dei treni circolanti per poter effettuare la percentuale di puntualità raggiunta.

6.2.1 Linea Bologna – Piacenza: Gennaio 2009

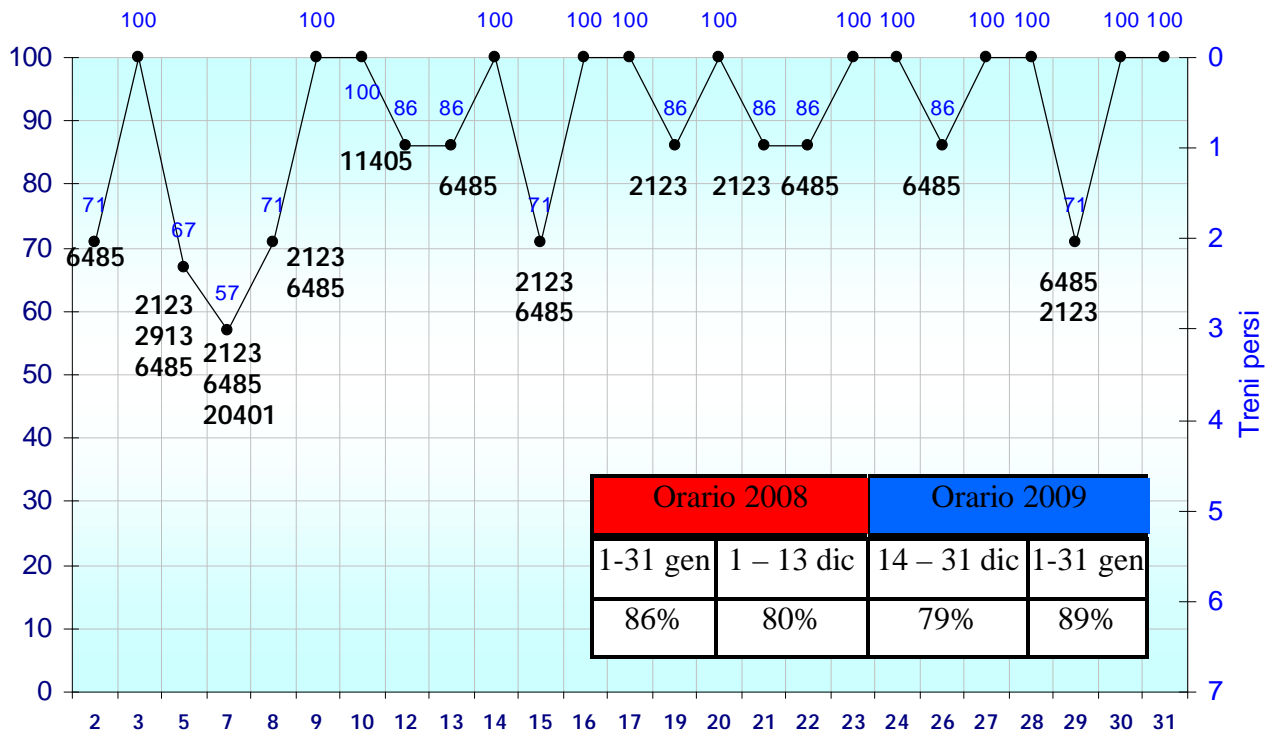


Fig. n. 6.162 Puntualità treni Regionali in Afflusso, linea Bologna – Piacenza

Fonte: RFI s.p.a.

Capitolo 6

L'elenco dei treni circolanti sulla linea è di **7 convogli in totale**, specializzati come:

- 11405 arrivo ore 6.48
- 20701 arrivo ore 7.10
- 11407 arrivo ore 7.28
- 20401 arrivo ore 8.07
- 2123 arrivo ore 8.28
- 2913 arrivo ore 8.40
- 6485 arrivo ore 8.58

I treni peggiori che si sono presentati risultano essere:

- il numero 6485 (problemi al materiale/mancati recuperi) che ha portato 9 volte alla perdita della puntualità per svariate cause;
- il numero 2123 (problemi al materiale) soggetto 7 volte ad una perdita di puntualità

Capitolo 6

6.2.2 Linea Bologna – Verona: Gennaio 2009

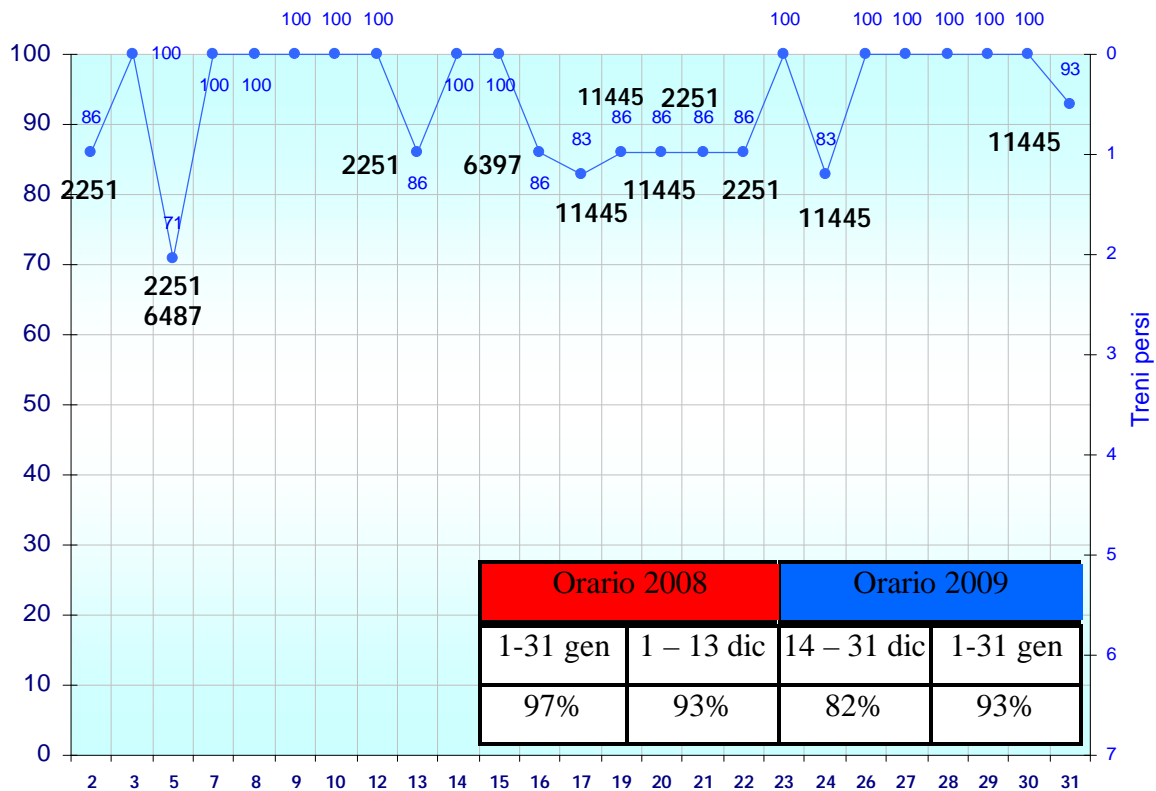


Fig. n. 6.163 Puntualità treni Regionali in Afflusso, linea Bologna – Verona

Fonte: RFI s.p.a.

L'elenco dei treni circolanti sulla linea è di **7 convogli in totale**, specializzati come:

- 6397 arrivo ore 6.34;
- 6487 arrivo ore 6.58;
- 11445 arrivo ore 7.35;
- 11447 arrivo 7.53;
- 6573 arrivo ore 8.08;
- 2251 arrivo ore 8.32;
- 6329 arrivo 8.58

I treni peggiori che si sono presentati risultano essere:

- il numero 11445 (problemi al materiale e all'infrastruttura) che ha portato 4 volte alla perdita della puntualità per svariate cause;

Capitolo 6

- il numero 2251 (problemi al materiale e all'infrastruttura) soggetto 5 volte ad una perdita di puntualità.

6.2.3 Linea Bologna – Prato: Gennaio 2009

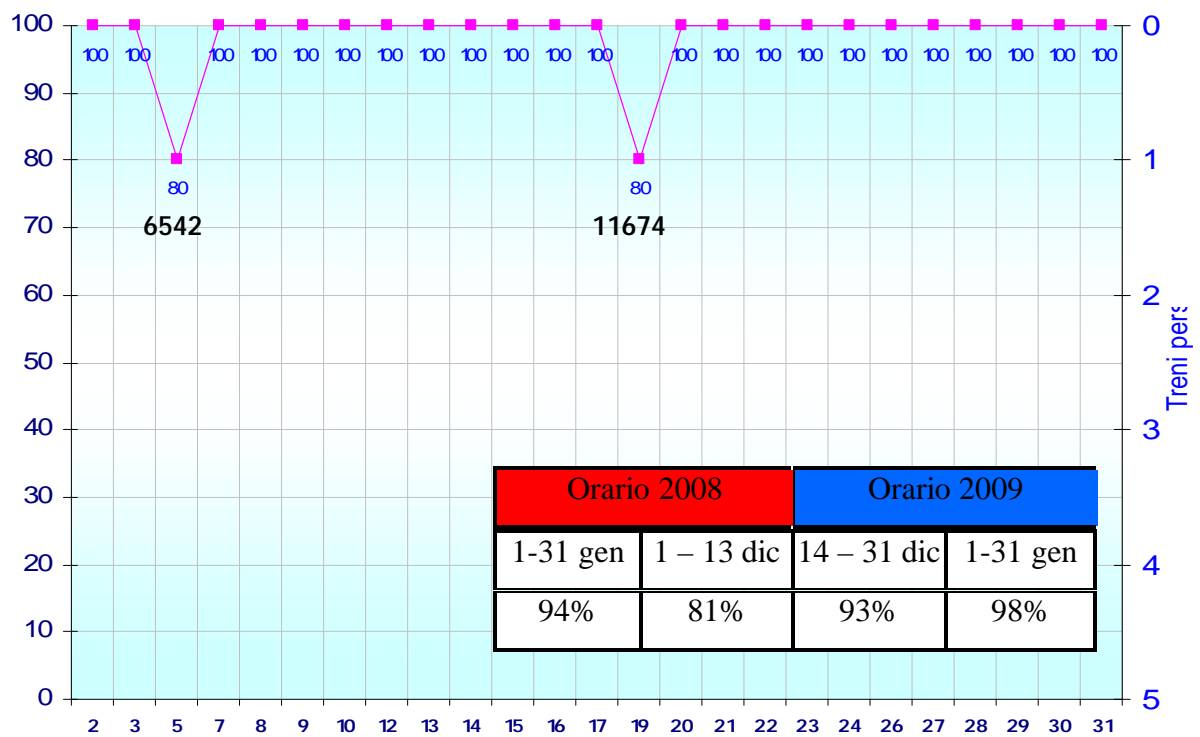


Fig. n. 6.164 Puntualità treni Regionali in Afflusso, linea Bologna – Prato

Fonte: RFI s.p.a.

L'elenco dei treni circolanti sulla linea è di **5 convogli in totale**, specializzati come:

- 11674 arrivo ore 6.08;
- 6540 arrivo ore 6.40;
- 11626 arrivo ore 7.29;
- 6552 arrivo ore 7.59;
- 6542 arrivo ore 8.48

Non si ritiene necessario stilare una classificazione dei treni peggiori in quanto solo due hanno manifestato un ritardo nella puntualità e non si tratta di eventi particolarmente rilevanti.

***6.3 Sintesi andamento treni pendolari in Deflusso da Bologna C.le fascia in esame
17.00 – 19.00 periodo di osservazione 01/01/2009 – 31/01/2009***

Come realizzato per la “fascia critica” di afflusso a Bologna, si esamina l’altra striscia di orario considerata critica ma nella fase serale di rientro dal lavoro.

L’attenzione è sempre rivolta alle 3 linee interessate allo studio dell’impatto del Frecciarossa Milano – Bologna e studiando la puntualità dei treni regionali delle tre linee sotto esame:

1. Bologna – Piacenza;
2. Bologna – Verona;
3. Bologna - Prato

Per la lettura dei grafici si procede come in precedenza.

6.3.1 Linea Bologna – Piacenza: Gennaio 2009

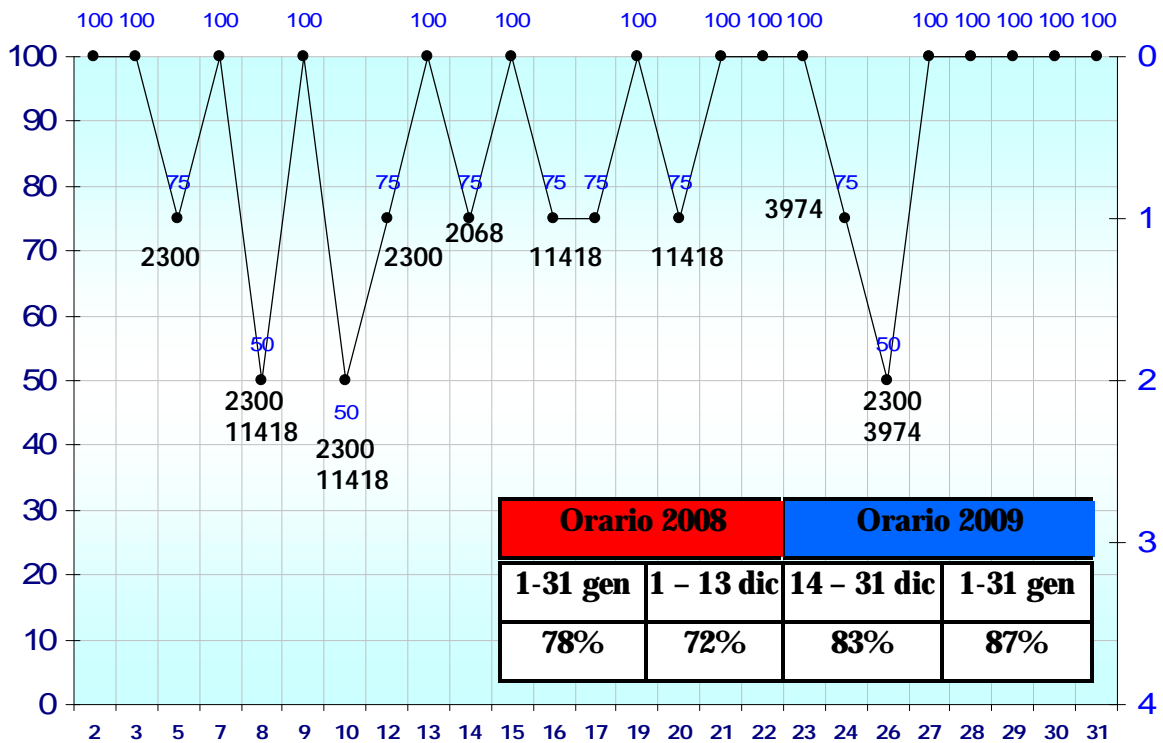


Fig. n. 6.165 Puntualità treni Regionali in Deflusso, linea Bologna - Piacenza

Fonte: RFI s.p.a.

Capitolo 6

L'elenco dei treni circolanti sulla linea è di **4 convogli in totale**, specializzati come:

- 2068 partenza ore 17.30;
- 2300 partenza ore 18.03;
- 3974 partenza ore 18.30;
- 11418 partenza ore 18.51

I treni peggiori che si sono presentati risultano essere:

- il numero 2300 ed il numero 11418 entrambi per problemi al materiale, il che ha portato rispettivamente al verificarsi dell'evento per 5 e 4 volte.

6.3.2 Linea Bologna – Verona: Gennaio 2009

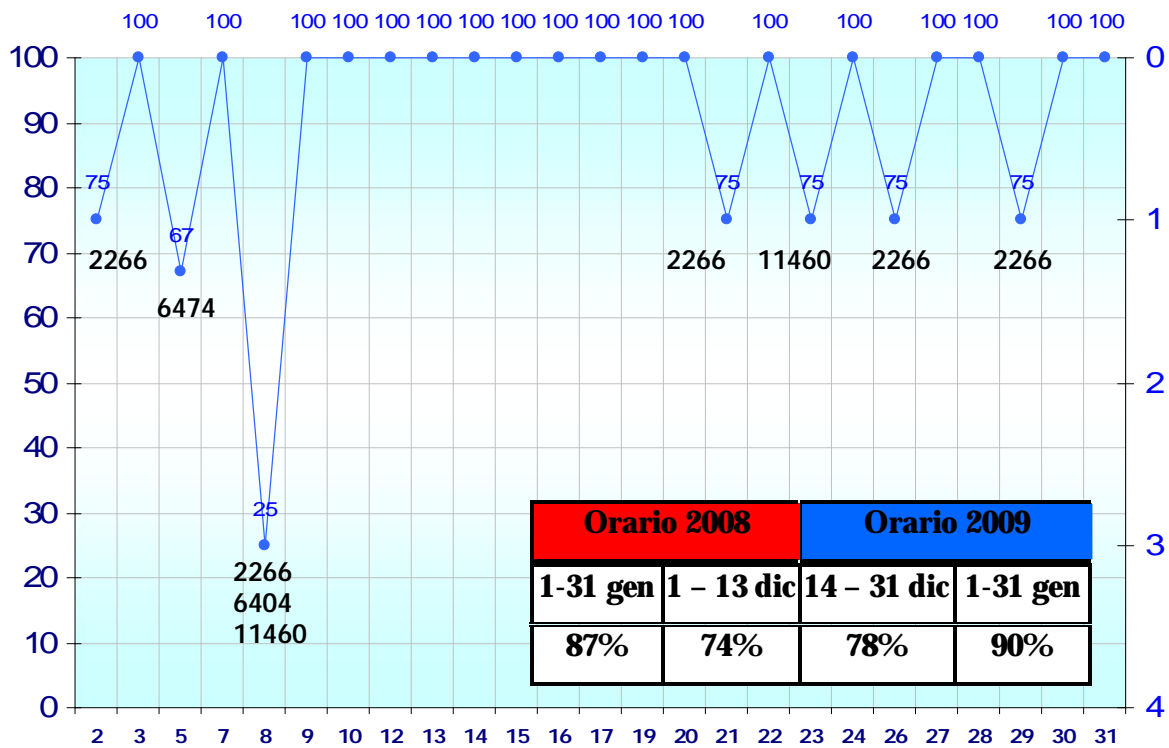


Fig. n. 6.166 Puntualità treni Regionali in Deflusso, linea Bologna- Verona

Fonte: RFI s.p.a.

Capitolo 6

L'elenco dei treni circolanti sulla linea è di **4 convogli in totale**, specializzati come:

- 6604 partenza ore 17.18;
- 2266 partenza ore 17.48;
- 6474 partenza ore 18.18;
- 11460 partenza ore 18.48

Il treno peggiore che si è evidenziato per questa linea è:

- il numero 2266 a causa di problemi al materiale e conflitti di circolazione

6.3.3 Linea Bologna - Prato: Gennaio 2009

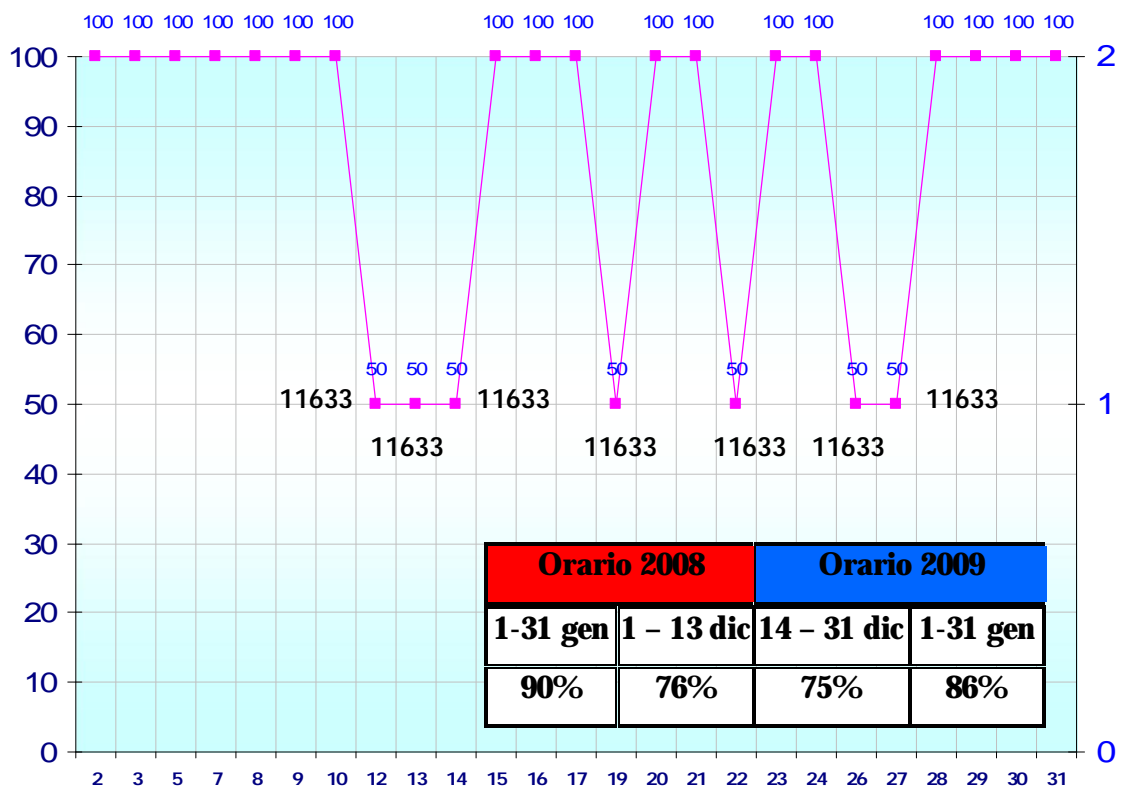


Fig. n. 6.167 Puntualità treni Regionali in Deflusso, linea Bologna - Prato

Fonte: RFI s.p.a.

Capitolo 6

L'elenco dei treni circolanti sulla linea è di **2 convogli in totale**, specializzati come:

- 6599 partenza ore 17.56;
- 11633 partenza ore 18.45

Per la linea in esame, il treno che si è rilevato presentare maggiori problemi è:

- numero 11633 a causa di conflitti di circolazione e guasti infrastrutturali di varia natura.

Per concludere la trattazione della puntualità dei treni regionali, si nota come, per le tre linee tenute sotto osservazione, la nascita della nuova linea veloce non abbia causato disagi importanti. Questo si può vedere durante l'analisi delle tre linee, nelle giornate del 13 e 14 dicembre (vedi figure ??? precedenti al totale della puntualità), dove la puntualità non è mai scesa al di sotto dell'82%, andando addirittura a toccare il 100% della linea Bologna-Prato.

Questo è avvenuto grazie ad un più attento controllo della circolazione in quelle due giornate considerate critiche e mediante l'utilizzo dei predetti percorsi alternativi, specializzati le linee tradizionali verso altre soluzioni, che guardando l'analisi effettuata si sono dimostrati una scelta vincente per la circolazione nel nodo di Bologna

.

CAPITOLO 7: CONCLUSIONI

Il 14 Dicembre 2008 è partita l'Alta Velocità, sistema totalmente made in Italy, nell'infrastruttura, nel treno e nella modalità di gestione. Si tratta di una nuova rete ad alta tecnologia che viene a liberare spazi sui tracciati storici, a beneficio dei trasporto locale e merci. Si viene quindi a parlare di un nuovo servizio rivoluzionario il modo di viaggiare degli italiani e sfruttante una tecnologia di segnalamento tutta italiana, l'ERTMS/ETCS di Livello 2, adottata come standard ufficiale dall'Unione Europea.

Questo progetto dell'Alta Velocità/Alta Capacità, è il più importante ed esteso mai realizzato in Italia dal dopoguerra ad oggi, andante a realizzare una utile alternativa ai viaggiatori che si devono spostare e per realizzare un riequilibrio modale del sistema nazionale dei trasporti, oggigiorno fortemente sviluppato verso l'automobile. I nuovi tracciati sono inoltre tutti realizzati badando a minimizzare l'impatto ambientale; un esempio come visto, è la nuovissima tratta Bologna-Firenze, realizzata quasi per intero in galleria, oltre che per motivi ambientali, anche a causa delle rilevanti caratteristiche orografiche e idrogeologiche del territorio sul quale la linea si estende. Benefici si avvertono anche sul traffico locale, che come visto non ha abbassato la sua puntualità, ma ha incrementato la regolarità e la frequenza dei servizi pendolari.

Con il lancio dell'offerta dell'Alta Velocità, che terminerà a dicembre 2009, si compie un passo in avanti verso la rivoluzione, non solo della mobilità italiana, ma dell'intera Europa, che viene a configurarsi secondo un nuovo aspetto andando a formare una grande rete metropolitana di trasporto tra le più importanti città.

Nella nuova Europa allargata, all'interno della quale l'interoperabilità tanto auspicata, ha preso sede, le linee AV/AC italiane, inserite all'interno dei principali corridoi europei della rete Trans European Network (TEN), giocano un ruolo fondamentale per valorizzare l'accessibilità e l'integrazione del territorio italiano nel contesto europeo.

Già dalla figura che segue, si notano i principali corridoi, utili per la realizzazione dell'interoperabilità e precisamente:

- la linea Milano-Bologna-Firenze-Roma-Salerno è parte del progetto prioritario n. 1 e va a realizzare il *corridoio I* Berlino-Palermo;
- la linea Milano-Verona-Venezia è parte integrante del progetto prioritario n. 6 che va a concretizzarsi nel *corridoio V* Lisbona-Kiev;

Capitolo 7

- infine la linea Milano-Genova, parte integrante del progetto n. 24, si traduce in realtà attraverso il *corridoio dei due mari* Rotterdam-Genova

La trasformazione dal vecchio al nuovo sistema di gestione del traffico del compartimento di Bologna, ha già iniziato a fornire risultati positivi proiettati verso il futuro; le linee ad Alta Velocità non hanno ancora raggiunto il loro massimo rendimento. Questo avverrà quando esse potranno espletare le loro funzioni su una rete completa, una rete riservata a convogli aventi certe caratteristiche tecniche, togliendo quest'ultimi in maniera definitiva dai tracciati storici; ciò diventerà realtà quando in Italia verrà completato il passante "est-ovest" con il quale, partendo da Marsiglia sarà possibile raggiungere Kiev, aprendo così a Est una nuova condizione economica che nel ventesimo secolo sembrava inimmaginabile.

Confini, barriere economiche e politiche crearono allora muri invalicabili, la cui caduta ha permesso, libera circolazione alle idee e ad un nuovo tipo di progresso il quale, non perdendo di vista le cose fondamentali, chiama il trasporto su rotaia a fornire una risposta importante.

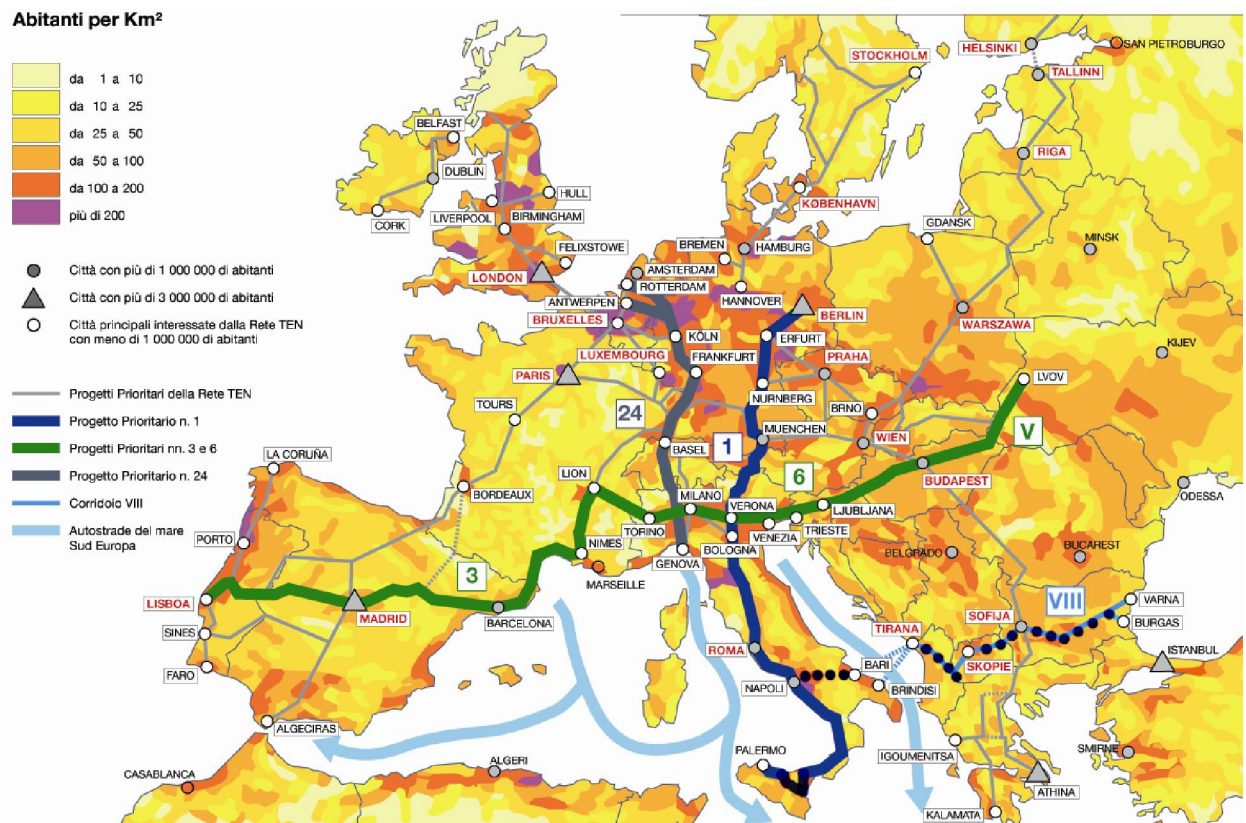


Fig. n. 7.168 Situazione AV in Europa

Capitolo 7

La rete italiana AV/AC si estende per circa 1000 km di binari, lungo gli assi ferroviari nazionali a maggior traffico come la trasversale Torino-Venezia e la dorsale Milano-Napoli alle quali si deve aggiungere il tratto collegante anche il porto di Genova. Queste due direttrici, vanno quindi a formare la tanto auspicata “T” italiana per lo sviluppo del trasporto ferroviario.

La situazione che si è presentata, non è comunque statica; essa infatti muterà negli anni, infatti al termine del 2011 sarà completata la linea passante in galleria di Bologna e nel 2014 quella di Firenze

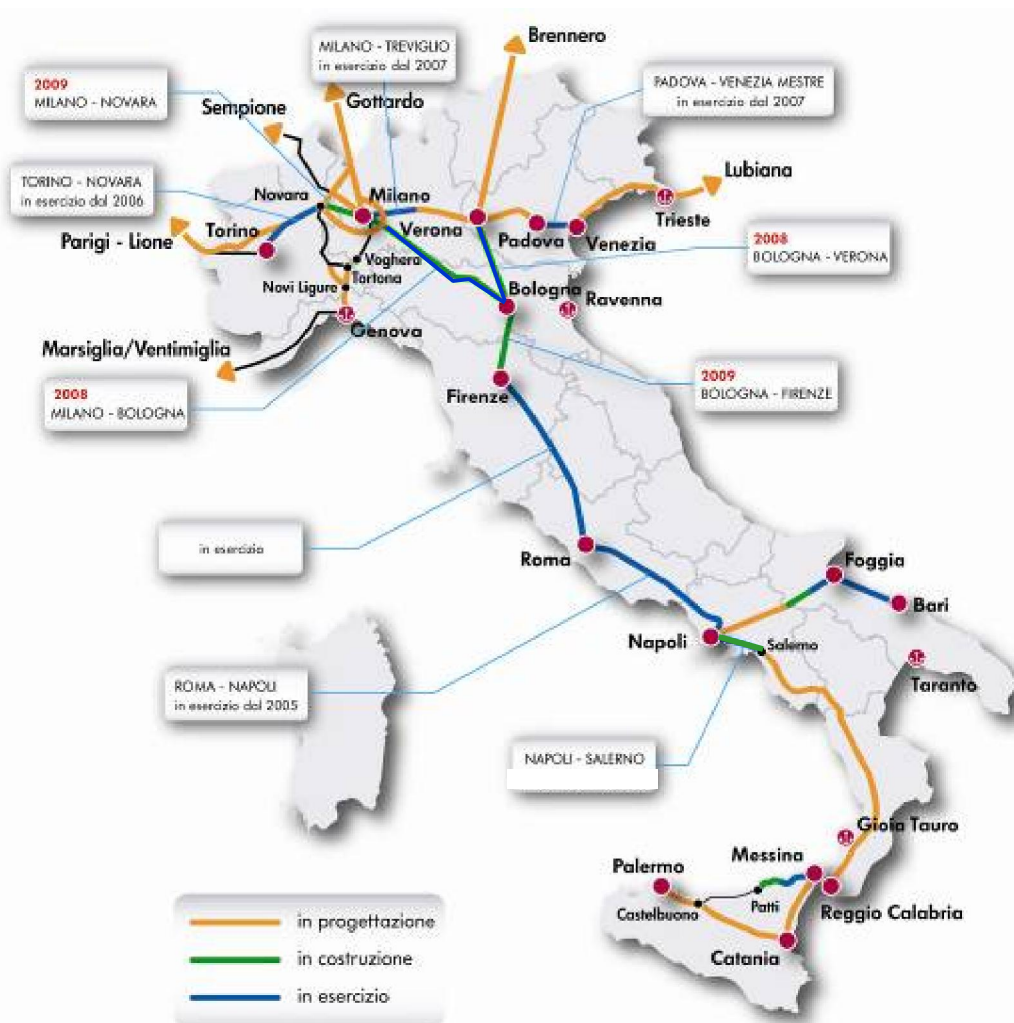


Fig. n. 7.169 Particolare della situazione AV in Italia

Capitolo 7

Come visto sono state le ferrovie italiane, che prime in Europa, hanno adottato per le linee AV/AC, il nuovo sistema European Railway Traffic Management System, sviluppato interamente nel nostro paese, che permette il più elevato controllo della circolazione in sicurezza, eliminando la minima possibilità di errore umano, assicurando così il controllo della marcia del treno istante per istante.

Ciò che si cercava e che si è realizzato è la massima sicurezza alle massime velocità, consentendo una maggior frequenza dei convogli che possono circolare a pochi minuti di distanza l'uno dall'altro (come visto 2,5 minuti in termini teorici).

Uno dei vantaggi più evidenti dalla nascita dell'Alta Velocità, è la forte riduzione dei tempi di percorrenza grazie alle nuove linee veloci. Una breve illustrazione è rappresentata di seguito.

Linee	MI-BO	TO-MI	BO-FI	RM-NA	RM-MI
Presente	1: 42'	1: 22'	59'	1: 27'	3: 30'
Futuro	1: 00' Dicembre 2008	1: 00' Dicembre 2009	35' Dicembre 2009	1: 10' Dicembre 2009	3: 00' non stop

Tab. n. 7.16 Confronto tempi di percorrenza

La nuova proposta di collegamento tra le due città maggiormente industrializzate d'Italia, ovvero Milano e Roma, è coperto dai treni fast (quelli effettuanti la tratta senza fermate intermedie) in 3 ore e 30 minuti, facente nascere una nuova concorrenza nel sistema dei trasporti, quella tra il treno e l'aereo.

Il sistema italiano AV/AC, attraverso i nuovi collegamenti nei nodi più importanti, produce effetti positivi anche sul traffico merci, attualmente gravante fino al 75% sulle direttrici della "T" d'Italia. Una agevolazione evidente si ha anche sul trasporto combinato, avente operatori che richiedono tempi di consegna veloci e sfruttanti al pieno tutte le potenzialità del servizio.

Capitolo 7

Anche le stazioni hanno risentito della ventata di novità introdotte dall'Alta Velocità, per le quali è stato effettuato un restyling e una riqualificazione urbanistica.

Bologna è una di esse; la nuova stazione sotterranea AV, ancora in costruzione, si inserisce in un più complessivo intervento su Bologna Centrale, prevedendo la realizzazione di un nuovo complesso integrato.

Per ultimo, anche se non come importanza, occorre ricordare che il treno è il mezzo di trasporto che garantisce la migliore sostenibilità ambientale, rispetto all'auto (-63% di CO₂ emessa in Europa) e all'aereo (-68%).

Esso è quindi l'unico investimento ecologico che il genere umano può permettersi, capace di sostituirsi a mezzi di trasporto inquinanti, ingombranti e pericolosi. Il treno con la sua rete ferrata non ha mai diviso le popolazioni, esso le ha unite, quando sul finire del secolo scorso esso sbucò da sotto la "Manica" giungendo in Inghilterra, unì quella monarchia al resto d'Europa, costringendola a sentirsi un po' meno sola e meno isola.

Tra i vantaggi che le nuove linee AV/AC hanno portato si ricordano:

- riduzione dei tempi di viaggio;
- aumento della velocità di marcia;
- potenziamento della capacità del servizio;
- decongestionamento delle stazioni grazie alla specializzazione delle linee;
- creazione di interconnessioni per la ricerca e utilizzazione futura del trasporto intermodale;
- incremento della sicurezza e dell'efficienza del servizio;
- concentrazione delle funzioni di gestione della circolazione, in un unico Posto Centrale;
- possibilità di rimorchio dei nuovi locomotori in caso di necessità;
- la nuova tecnologia ed il sistema di segnalamento, ci ha resi primi in Europa in questo settore.

Pertanto sia benvenuta la ferrovia con la sua Alta Velocità/Alta Capacità e se ci costerà qualche sacrificio, sarà questione di pochi anni, giusto il tempo necessario affinché il futuro possa essere qui accanto a noi.



Fig. n. 7.170 Il Frecciarossa sul nuovo ponte sul Po



Fig. n. 7.171 Frecciarossa in corsa

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI:

1. F. Senesi, E. Marzilli – European Train Control System, Sviluppo e messa in servizio in Italia – Ed. CIFI
2. Istruzioni per l'esercizio degli A.C.E.L.I. di Bologna Centrale – Roma Servizio Movimento 1954
3. Istruzione di dettaglio Interfaccia Operatore circolazione – Revisione E del 13/11/2008 – Documentazione di proprietà del concedente RFI s.p.a.
4. Specifica generale del sistema AV per le linee AV/AC Milano-Bologna e Bologna-Firenze – Allegato 6: Specifica dei requisiti utili all'Operatore della circolazione
5. Piano Schematico ERTMS della tratta AV Milano-Bologna – Revisione B del 11/12/2008 – Documentazione di proprietà del concedente RFI s.p.a.
6. ERTMS/ETCS – class 1 - System Requirements Specification Chapter 3 Principles – SUBSET 11/04/2008 - UNISIG
7. CTC Nodo Bologna: Istruzioni di dettaglio del nuovo Posto Centrale del DCO Nodo di Bologna – Revisione m. 3 del 25/05/2007
8. Manuale delle funzioni dei posti periferici di supporto per la regolazione della circolazione – ALSTOM FERROVIARIA – Rev. 3 del 29/10/2006
9. Log del Sottosistema di Bordo ALSTOM per i convogli AV linea Milano – Bologna delle giornate 08/01/2009, 09/01/2009, 16/01/2009, 17/01/2009, 18/01/2009, 31/01/2009, 05/02/2009, 10/04/2009
10. Log del Sottosistema di Bordo ANSALDO per i convogli AV linea Milano – Bologna delle giornate 14/01/2009, 15/01/2009, 16/01/2009, 18/01/2009, 26/01/2009, 16/02/2009, 17/02/2009, 18/02/2009, 19/02/2009, 08/03/2009

11. Manuale per l'interpretazione delle segnalazioni diagnostiche e dei codici di errore del SST SCMT – D.C.I. Firenze – S.O. Mantenimento in Efficienza – Rev. D 25/01/2008
12. Tecnologie per il Segnalamento, Comando e Controllo – Ing. Senesi – 16/05/2007
13. Il Blocco Radio – RFI s.p.a. – 23/11/2005

SITI INTERNET

1. www.rfi.it
2. www.trenitalia.it
3. www.ferroviedellostato.it
4. www.ilsole24ore.com
5. www.affaritalia.it
6. www.milanoweb.com
7. www.sbb.ch/it
8. www.italiachiamaitalia.net
9. www.fsnews.it
10. www.wikipedia.org

RINGRAZIAMENTI

A mia Madre e a mio Padre, colonne solide, portanti e importante punto di riferimento della mia vita, SEMPRE presenti in caso di necessità, nei momenti felici e di difficoltà.

Alle mie Nonne che hanno sempre creduto in me e nella mia forza di andare avanti.

A Mauro che mi è stato accanto in questi anni, a volte duri e che non ha mai smesso di esserci.

A tutti i famigliari che mi vogliono bene e a tutti gli amici, compresi quelli di università in particolare Anna, Sabrina, Eva, Davide e Claudia, che supportandoci a vicenda, hanno contribuito a questo mio successo.

Al Professore Ing. Luca Mantecchini e all'Ing. Antonio Danesi per aver reso possibile la realizzazione della tesi in collaborazione con la società RFI per essersi SEMPRE dimostrati disponibili ed interessati alla realizzazione di questo mio progetto. Un grazie al Prof. Rupi.

A tutto il personale di RFI che nei miei sei mesi di permanenza in sede, mi ha dato un importante aiuto e un grosso supporto in particolare:

al Direttore Ing. Orazio Iacono che mi ha permesso di realizzare questa splendida esperienza di stage e che ha creduto subito in me, all'Ing. Marco Toccafondi e al Sig. Giuseppe Baldessarro SEMPRE gentili e disponibili alle mie richieste e necessità.

Agli Ingegneri più giovani di età ma già di ottima preparazione Francesca Messina e Fabio Di Mari, per avermi manifestato fin dall'inizio il loro aiuto e la loro disponibilità.

A TUTTI i DCO dell'Alta Velocità: Anna, Antonella, Cinzia, Stefano, Gianluca, Mimmo, Marco, Giovanni, Loris, Antonio, Claudio, Leonardo, Gabriele, Carmine e Gigi, i primi a sopportarmi e ad insegnarmi tutto ciò che ho inizialmente imparato ed inserito nella tesi e soprattutto essere AMICI. Ai DCO della sala Rete Regionale, valido aiuto e compagni anche fuori dal lavoro: Carlo, Raffaella S., Raffaella V., Andrea, Marco, Alfredo e a TUTTI gli amici Regolatori, Stefano, Sergio e tutti gli altri di cui non ricordo o non conosco i nomi.

A coloro che mi hanno aiutato ad alleggerire il lavoro di stage, la Sig.ra Maria Pia Laffi, Sig.ra Stefania Melandri, a tutte le segretarie, al Sig. Morotti, al Sig. Botteghi, ad Arturo Pavesi, a Stefano Giordani e a tutti quelli di cui non conosco i nomi ma che ho sempre visto in sede.

A TUTTO il Personale di Trenitalia ed in particolare a Leonardo, Sergio, Dott. Minonne, Arch. Zarro sempre disponibili a venire in mio aiuto.

Al personale della Direzione Tecnica, in particolare all' Ing. Massimo Franzini, all'Ing. Geraci, all'Ing. Olmi e all'Ing. Senesi che hanno permesso di colmare lacune di parti tecniche di cui non ero a conoscenza.

Agli amici della manutenzione Antonio, Davide e ai compagni Sardi per aver reso più lieta questa mia esperienza e a Mario aiuto fondamentale e SEMPRE presente, per importanti parti della tesi.

A TUTTI coloro che mi sono dimenticata di nominare ma che hanno comunque contribuito alla realizzazione di questa tesi anche se in diversa maniera.

A TUTTI VOI IL MIO GRAZIE DI CUORE

Appendice 1

Appendice 1

SIGLA	SIGNIFICATO
AC	Alta Capacità
AC/AV	Alta Capacità/Alta Velocità
AV	Alta Velocità
ACC	Apparato Centrale Computerizzato
ACCM	Apparato Centrale Computerizzato Multistazione
ACELI	Apparato Centrale Elettrico a Leve di Itinerario
ACK	Acknowledge
ATC	Automatic Train Control
BA	Blocco Automatico
BAcc	Blocco Automatico a correnti codificate
BM	Banco di Manovra
BRa	Blocco Radio
BTS	Base Transceiver Station
CI	Coordinatore Infrastruttura
COT	Centro Operativo Territoriale
CTC	Centralized Train Control
DCO	Dirigente Centrale Operativo
DC	Dirigente Centrale
DL	Dirigente Locale
DM	Dirigente Movimento
cdb	Circuito di binario
DMI	Driver Machine Interface
DOTE	Dirigente Operativo Trazione Elettrica
DP	Danger Point
EoA	End of Authority
LoA	Limit of Authority
ERTMS	European Railways Traffic Management System
ETCS	European Train Control System

Appendice 1

EVC	European Vital Computer
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Railways (ferrovia)
HO	Handover
IF	Imprese Ferroviarie
IS	Impianti di Sicurezza
IO	Interfaccia Operatore
JRU	Juridical Recorder Unit
L0	Livello 0 ERTMS
L2	Livello 2 ERTMS
LT	Livello STM ERTMS
LEU	Line Encoding Unit
LRBG	Last Relevant Balise Group
MA	Movement Authority
NVP	Nucleo Vitale Periferico
OS	On Sight
OO.CC.	Opere Civili
OVL	Overlap
PC	Posto di Comunicazione
PCF	Posto di cambio Fase
PCS	Posto Centrale Satellite
PCO	Posto Centrale Operativo
PJ	Posto di interconnessione
PM	Posto Movimento
PSV	Posto di Supervisione
PP	Posto Periferico
POC	Punto Origine Catenaria
PR	Position Report
PdM	Personale di Macchina
PdS	Posto di Servizio
PI	Punto Informativo
PIC	Piattaforma Integrata Circolazione

Appendice 1

PT	Posto Tecnologico
PVB	Posto di Verifica Boccole
QL	Quadro Luminoso
QLV	Quadro Luminoso Video
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability, Safety
RBC	Radio Block Centre
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
RIC	Referente Informazioni Circolazione
RIF	Referente Imprese Ferroviarie
RIT	Referente Informazioni Treno
RTB	Rilevamento Temperatura Boccole
SCC	Sistema Comando Controllo
SCMT	Sistema Controllo Marcia Treno
SDT	Sottosistema di Distanziamento
SoM	Start of Mission
SOP	Sala Operativa Passeggeri
SR	Staff Responsible
SSB	Sotto-Sistema di Bordo
SST	Sotto-Sistema di Terra
SSP	Static Speed Profiles
STM	Specific Transmission Module
TC	Terminale Comandi
TCA	Terminale Comandi Automatici
TE	Trazione Elettrica
TF	Tastiera Funzionale
TNV	Time National Value
TO	Terminale Operatore
UNISIG	Union Industry of Signaling
VI	Via Impedita
VL	Via Libera

Appendice 1

Appendice 2

Piano Schematico imbocco linea AV parte Bologna

Appendice 3

Schema unificare linea AV ambito Bologna

Appendice 4

Tabella delle Condizioni

Appendice 5

Corsa 8 Gennaio 2009: salto di 2 PI per il treno 9448

Appendice 6

Corsa del 16 Febbraio 2009: handover con una sola radio ed errore di supervisione collegamento radio per il treno 9451

Appendice 7, Appendice 8, Appendice 9

Rispettivamente Piano Schematico di S. Viola, Piano Schematico di Bivio Bologna Nord e Piano Schematico di Bologna C.le