

# Applicazioni ERTMS / ETCS su linee convenzionali RFI

28 Ottobre 2013

**Giorgio Bonafè**

Direzione Produzione

**Fabio Senesi**

Direzione Tecnica

# INDICE

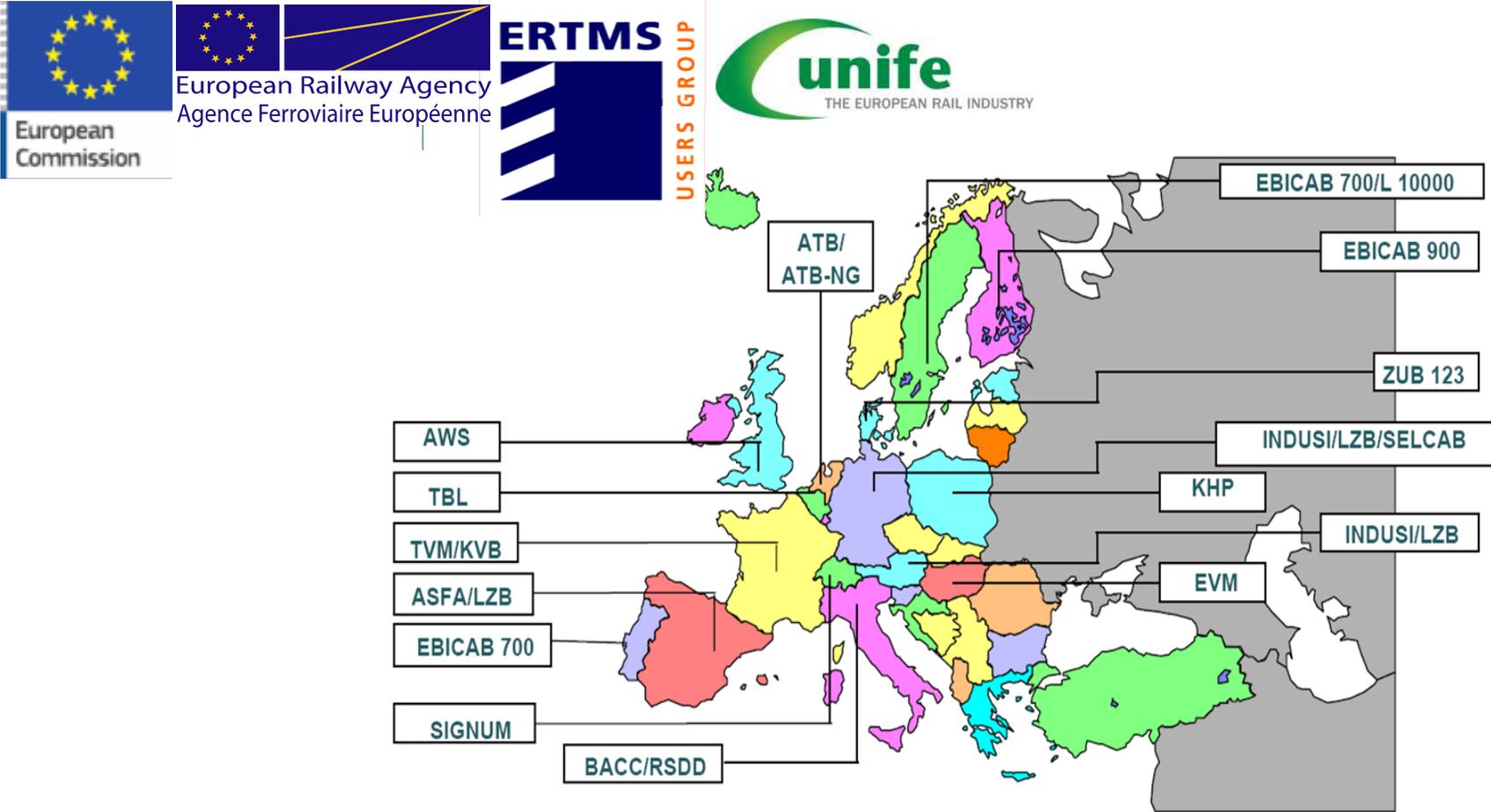
- **ERTMS / ETCS in Europa e in Italia**
- **Costi e benefici: criteri decisionali**
- **ERTMS / ETCS definizioni e livelli operativi**
- **ERTMS / ETCS su rete RFI**
- **Il Livello 1 in Italia**
- **Il Livello 2 in Italia**
- **Analisi funzionale preliminare**
- **ERTMS Progetto ERSAT**
- **La Rete Italiana**

# INDICE

- **ERTMS / ETCS in Europa e in Italia**
- **Costi e benefici: criteri decisionali**
- **ERTMS / ETCS definizioni e livelli operativi**
- **ERTMS / ETCS su rete RFI**
- **Il Livello 1 in Italia**
- **Il Livello 2 in Italia**
- **Analisi funzionale preliminare**
- **ERTMS Progetto ERSAT**
- **La Rete Italiana**

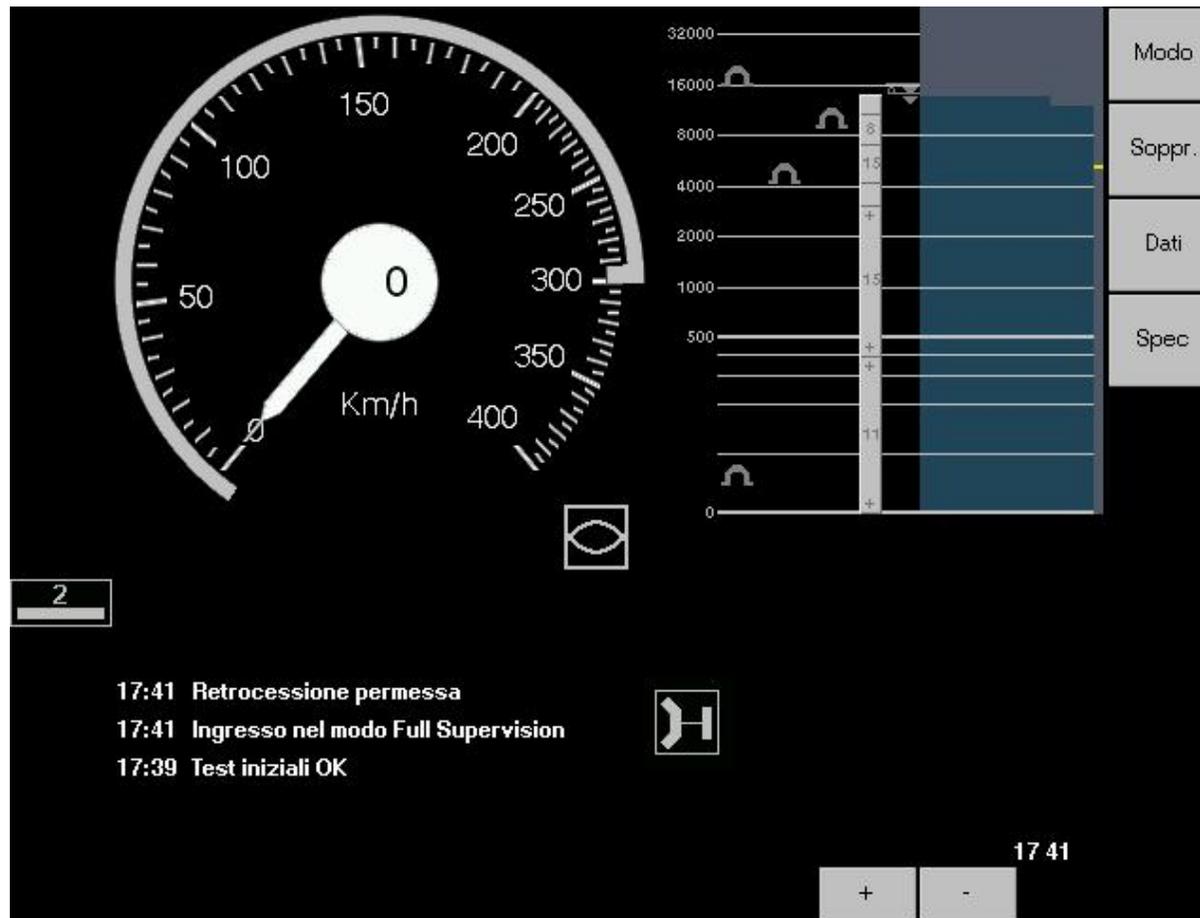
# Railway Needs of a Standards: Interoperability – ERTMS

## European Railway Traffic Management System



# ETCS Driver Machine Interface: the Ergonomic Interoperability

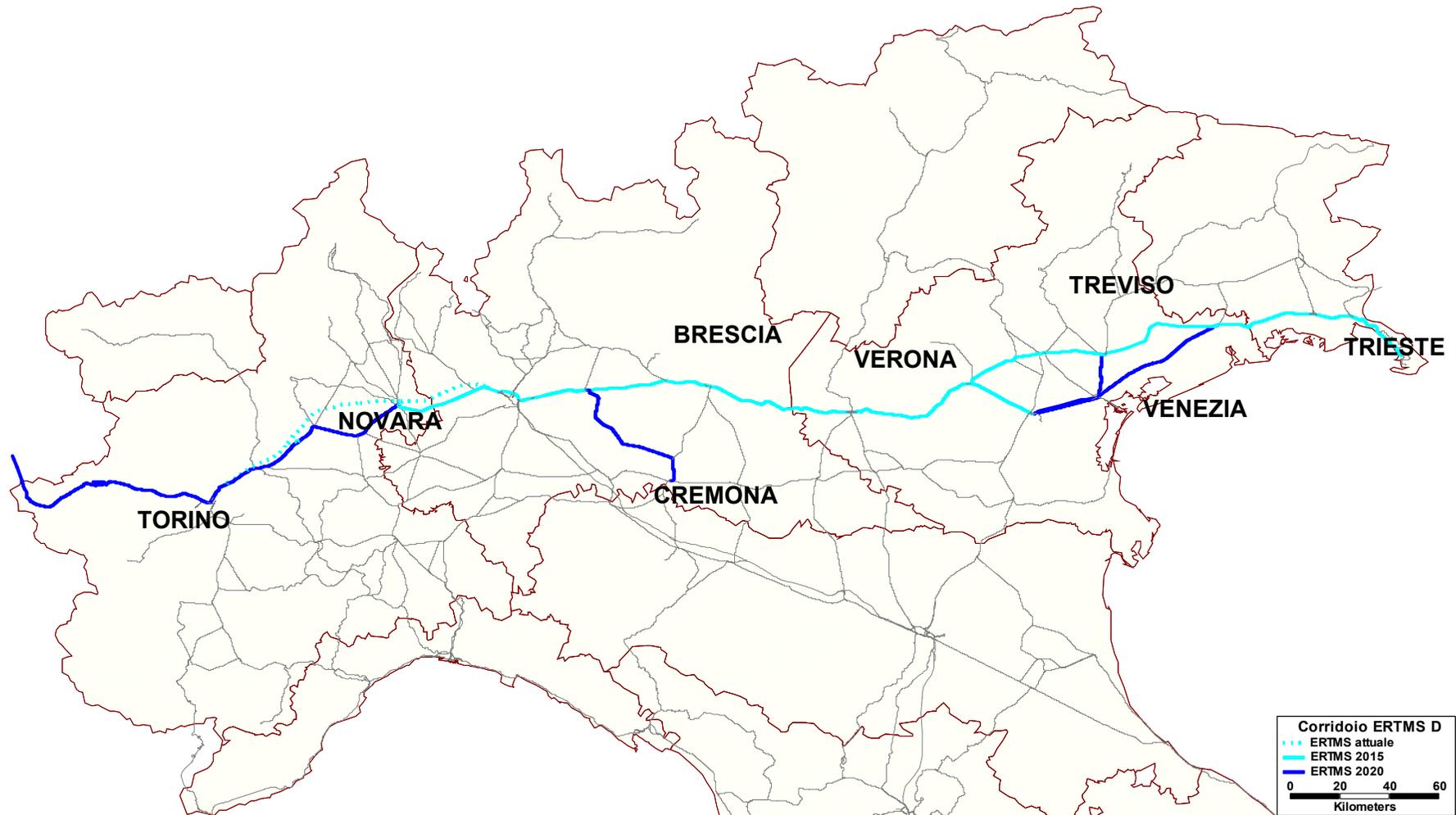
## Only a Driver Machine interface

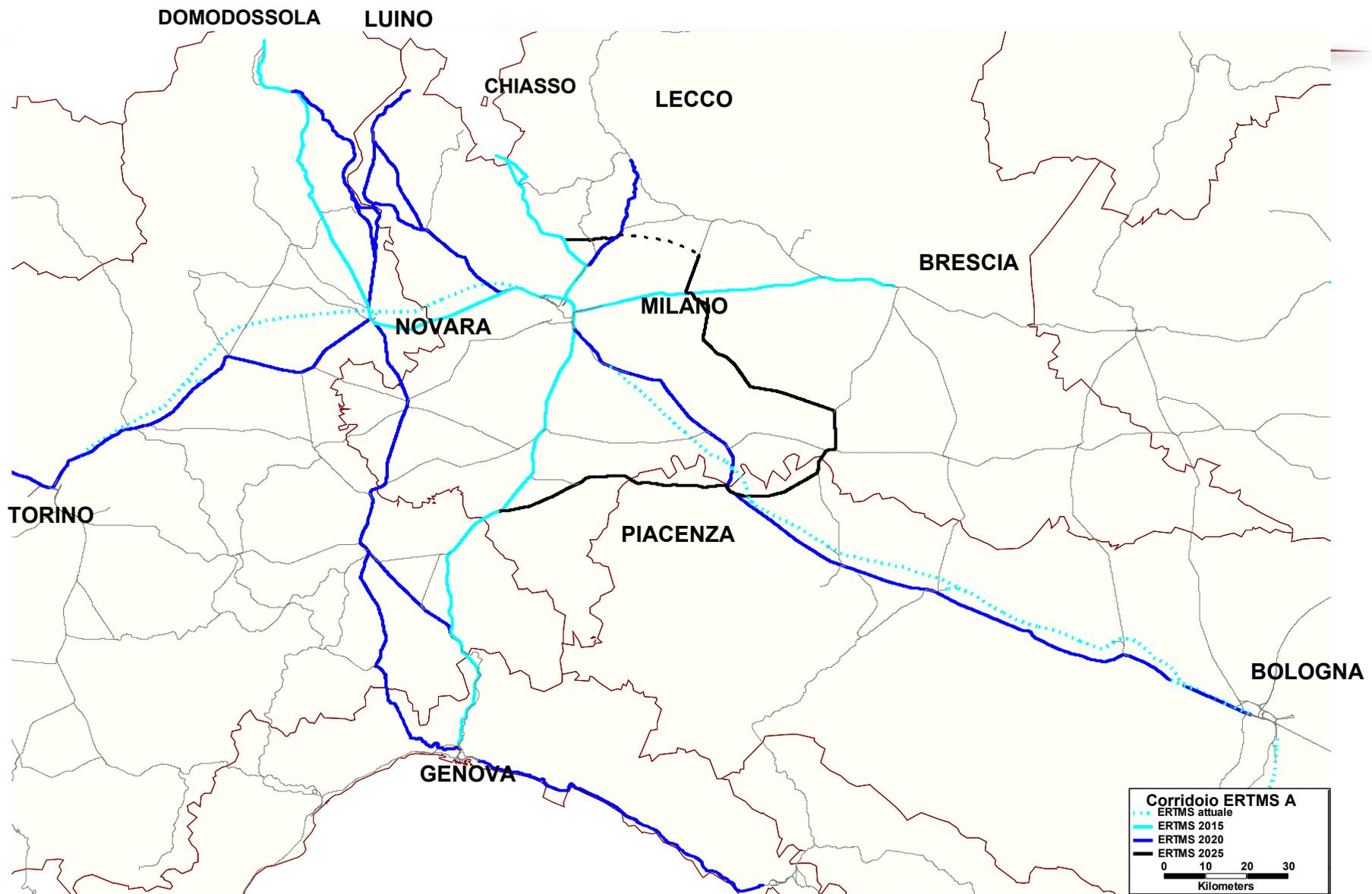


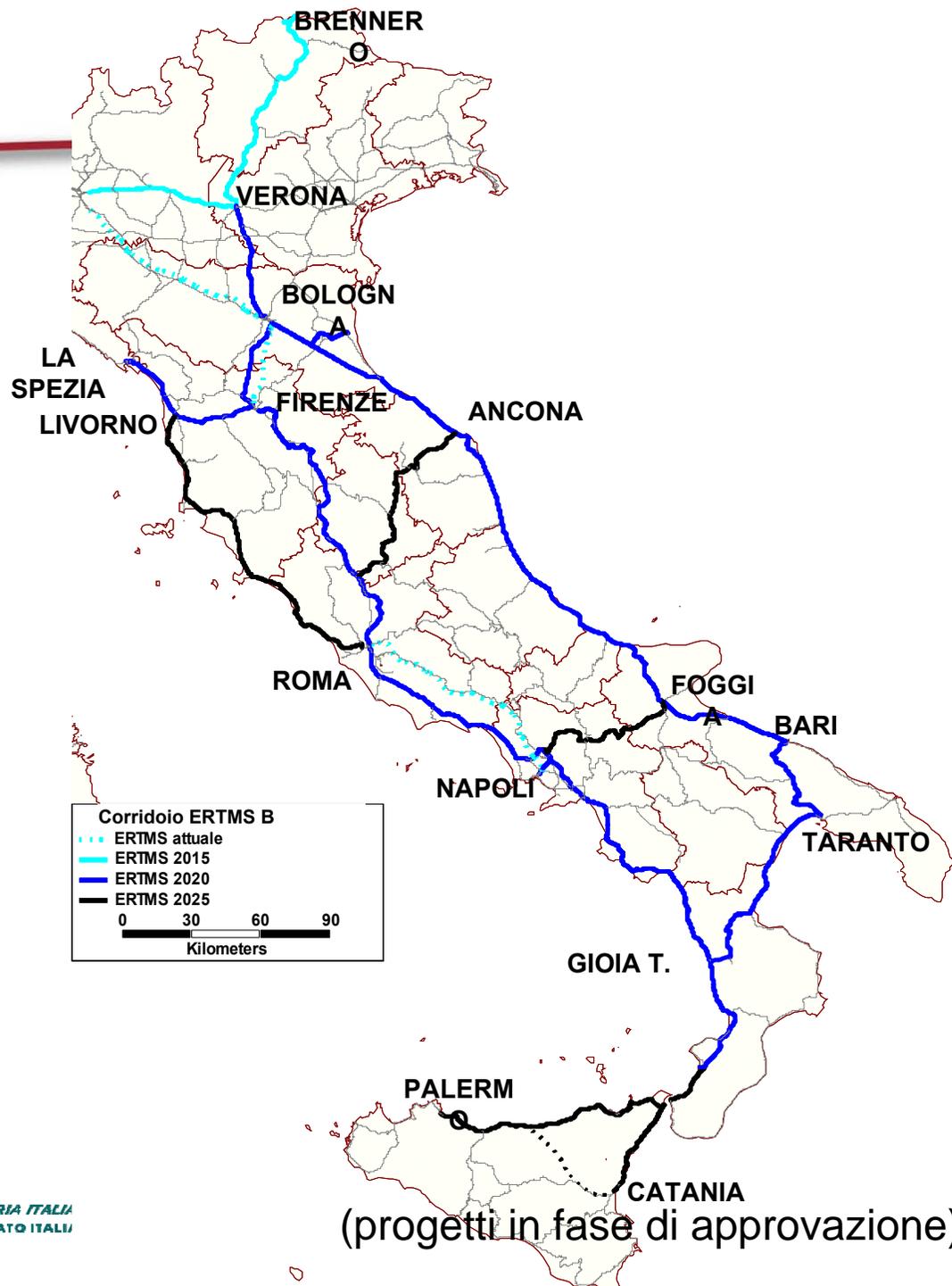
# Freight Corridors



# RFI 2012 : New ERTMS Deployment Plan



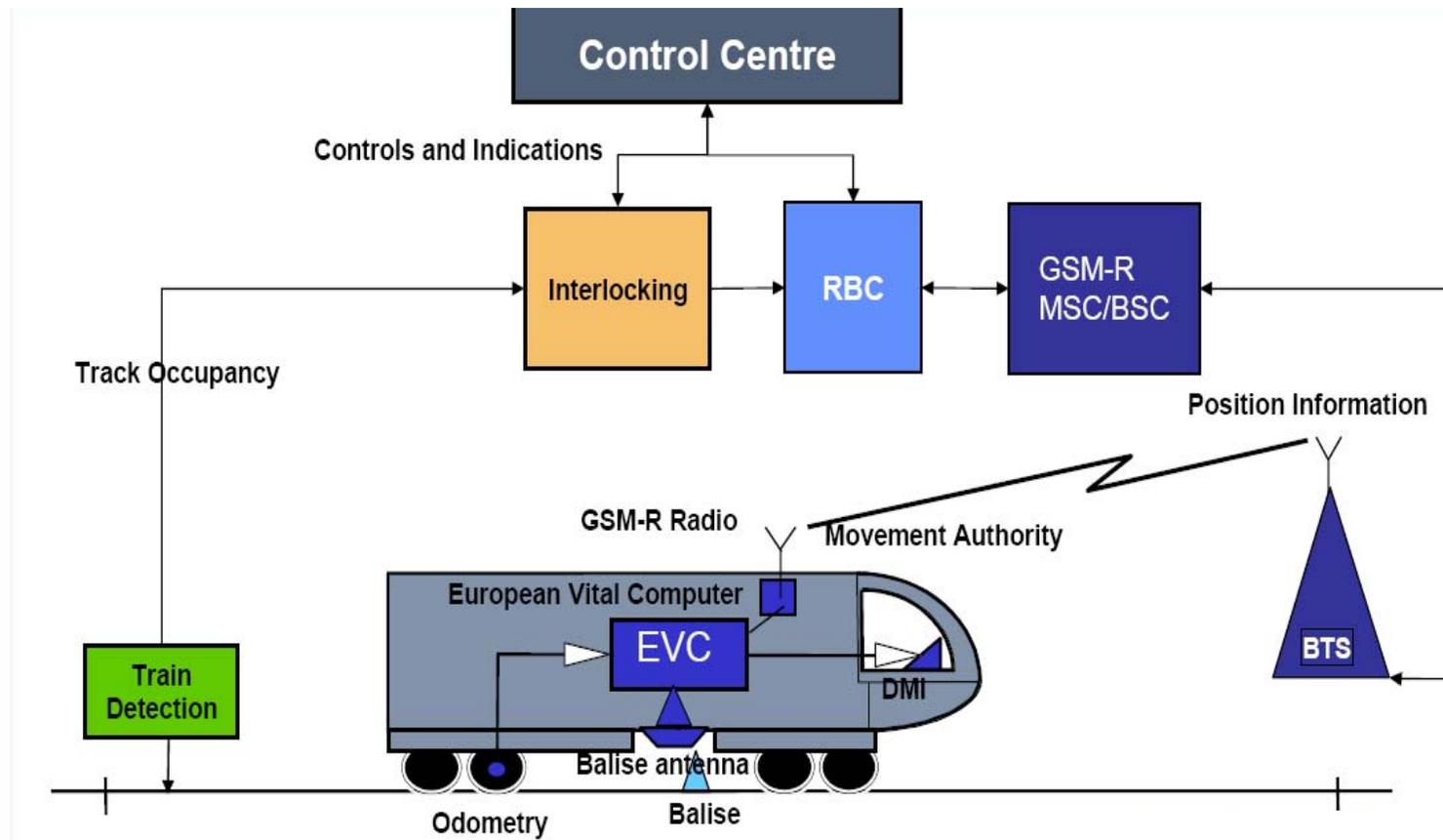






(progetti in fase di approvazione)

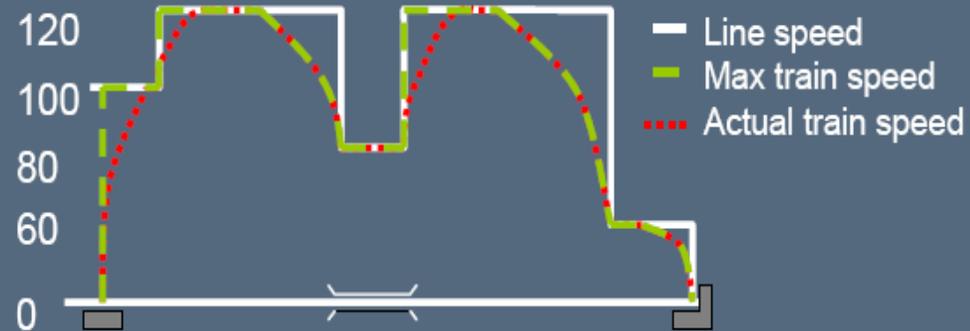
# ERTMS: ETCS + GSM-R Architecture



# Reduce Capacity consumption

## ETCS Speed Calculation

High performance train



## Driver's Display



# ERTMS is at the service of Railways

---

***The Railway operators have to be able to take advantage of all the new opportunities that ERTMS offers:***

To create a European Interoperable railway Automatic Train Control system, increasing the competitiveness of the European railways for all kinds of railway traffic and a multivendors markets:

- High Speed;
- High Capacity;
- Low density;
- Freight;
- Mixed traffic;
- Coexistence with legacy systems.

## ***ERTMS for high Speed: ETCS L2 in operation in Italy***

**•IN COMMERCIAL OPERATION SINCE 2005**

**•700 KMS EQUIPPED BY ERTMS/ETCS LEVEL 2 WITHOUT FALL BACK**

**•2.3.0D (ETCS) TRACKSIDE SYSTEM COMPLIANT**

**•180 TRAINS PER DAY**

**•5' POTENTIAL HEADWAY**

# TLC for signalling : THE NEXT CHALLENGES

**ENHANCE SPEED**

- up to 350 Km/h

**ENHANCE CAPACITY**

- by packet switching

**COEXISTENCE WITH UMTS**

- by technical-legal bindings and costs

**PREPARE MIGRATION**

- over 2025 : UMTS, LTE, WiMax, clouding

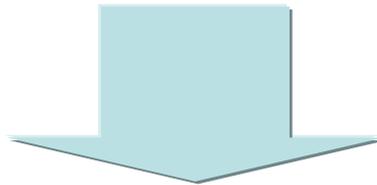
**INTEGRATE WITH OTHER TECH.**

- satellite

# Main Topics for next Railway Command and Control Systems

- Phase out of GSM-R: Migration to LTE (Long Term Evolution)

***But !*** : assuring the existing asset protection



- Opportunity for ERTMS to be independent from a dedicated TLC network

# Main Topics for Satellite application in the next Railway Command and Control Systems

- **Regional lines**: Concentrated Application for :
  - ERTMS Regional match perfectly the satellite solution :  
**Need High availability** for Railway application (moving block, safe head and tail train detection)
- **High Density Train demand** in big nodes area
  - Satellite solution for increase capacity: existing “in door” application for positioning and data transfer?

# INDICE

---

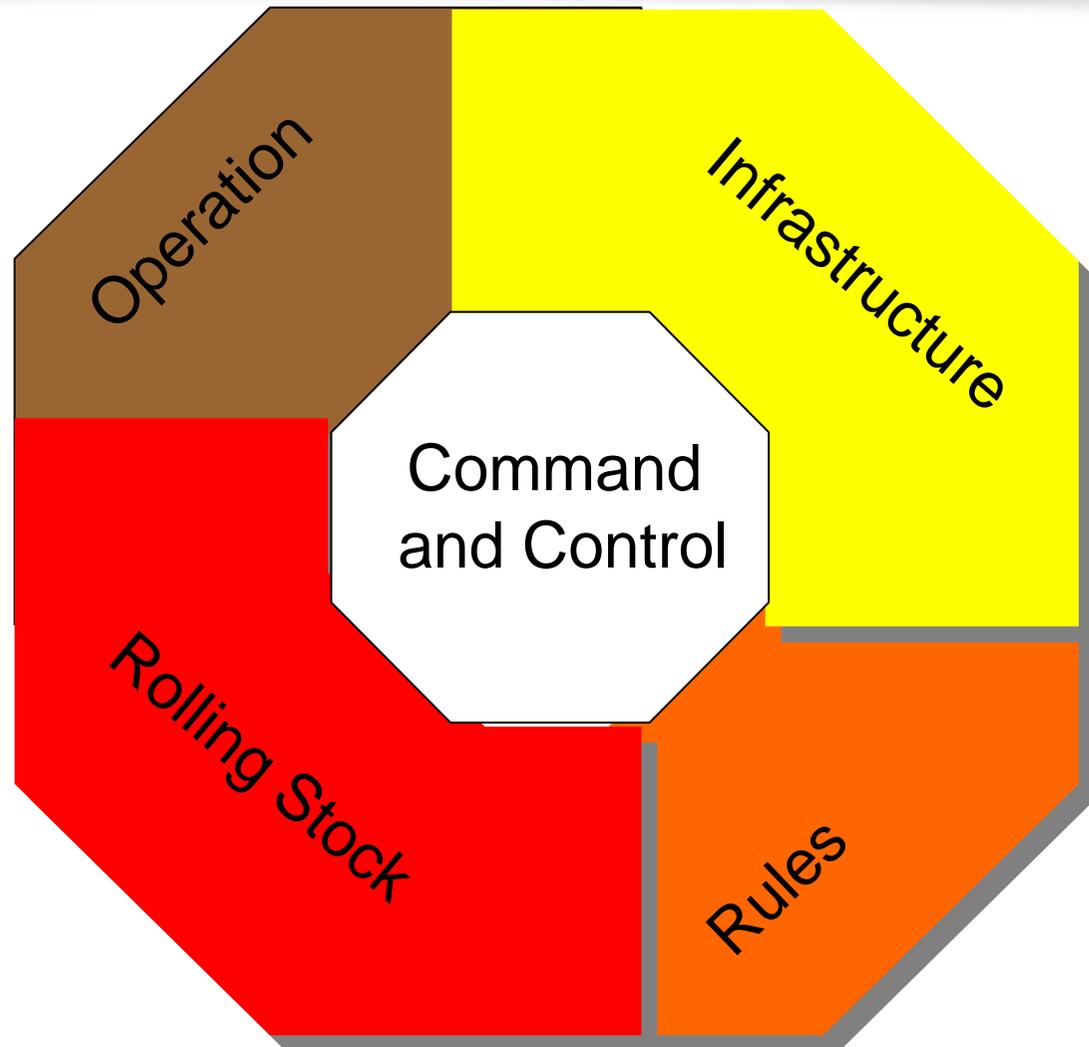
- ERTMS / ETCS in Europa e in Italia
  - **Costi e benefici: criteri decisionali**
- ERTMS / ETCS definizioni e livelli operativi
- ERTMS / ETCS su rete RFI
- Il Livello 1 in Italia
- Il Livello 2 in Italia
- Analisi funzionale preliminare
- ERTMS Progetto ERSAT
- La Rete Italiana

# i benefici di ERTMS

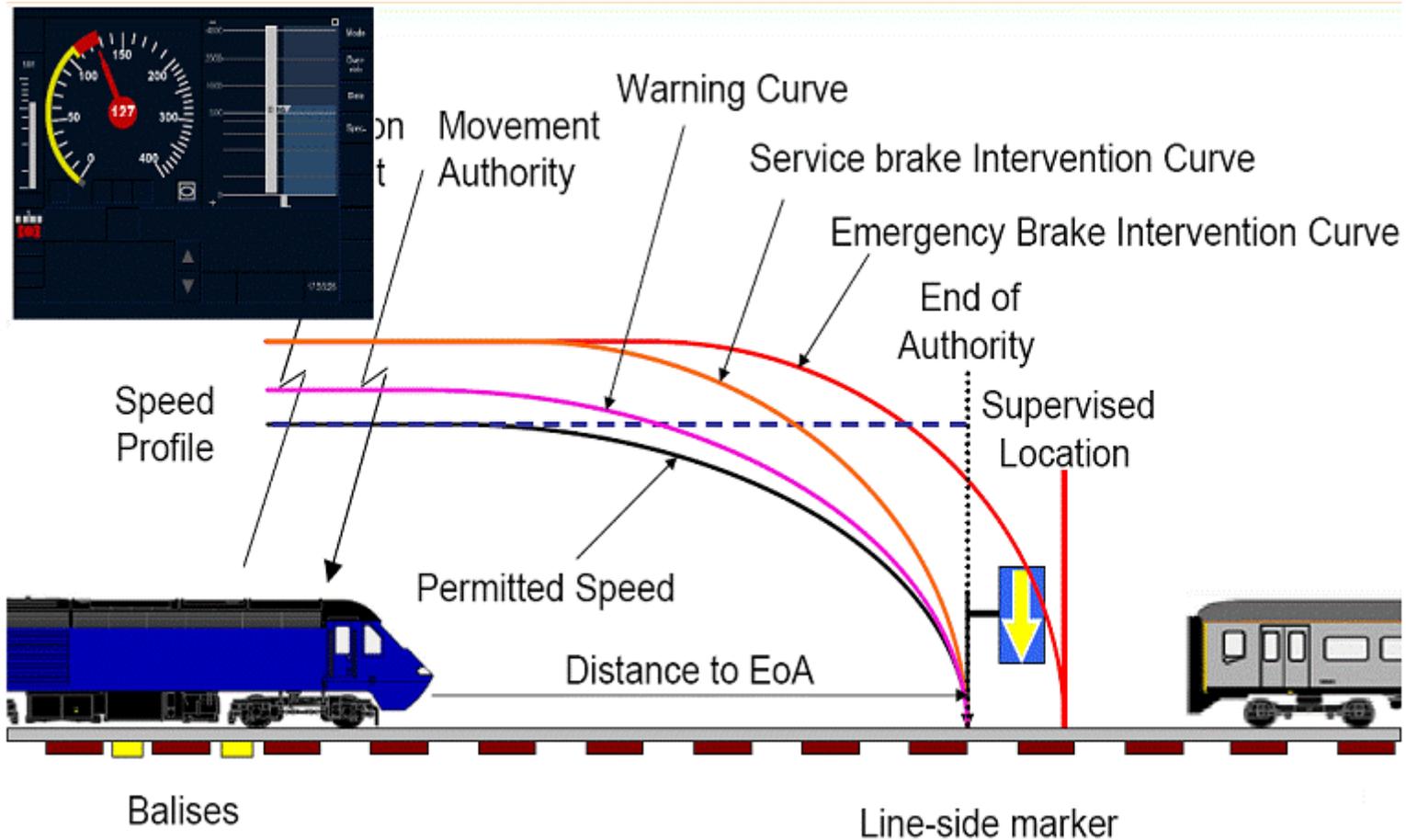
- **Hazard Log** alimentato da pluralità di operatori (beneficiando pertanto dell'esperienza di più gestori, IF, NSA, ERA)
- Tecnologia di comunicazione SST-SSB consolidata ed a **standard europeo**
- **Sinergie tra progetti** europei (ATO, Blocco Mobile, Sistemi Regional tutto wireless con Blocco e interlocking concentrati) per ulteriori performance
- Standard Multifornitore (**pluralità di fornitori**) con possibilità di riduzione costi nelle gare
- Utilizzo di **tecnologia all'avanguardia** che non impone limitazioni, in termini di quantità di informazione trasmessa, ai fini della realizzazione delle funzionalità di addensamento e dei suoi eventuali sviluppi futuri
- Utilizzo dei **ritorni di investimenti** in ambito europeo (cross-acceptance)
- **Manutenibilità**: nel caso di utilizzo di ERTMS L2 ed L3 si possono impiegare tecnologie a basso costo ed elevata affidabilità in campagna (boe fisse e blocco conta assi) difficilmente accessibili e tecnologia pregiata concentrata (RBC) in luoghi facilmente accessibili

# Comando e Controllo: valore aggiunto agli asset ferroviari

- Sicurezza
- Disponibilità
- Capacità e Ottimizzazione
- Standards e Interoperabilità
- Integrazione
- Sostenibilità economica



# Train Control System



---

Configurazione a blocco flessibile con brevi headways alla partenza:

- *Separazione delle lunghezze di frenatura e di blocco*
- *Riduzione dei requisiti sulla visibilità*

Posizionamento della frenatura ottimale per brevi headways in arrivo:

- *Curva di frenatura dipendente dal treno*
- *Separazione tra Movement Authority e Speed Profile*

# Headway

Minimo valore dell'headway

$$h_{\min} = t_w + (1 + 1/n)v/2d + (L_o + L_t)/v + t_i$$

Watching time(sec) =  $t_w$

Numero di sezioni di blocco necessarie per l'arresto treno dalla velocità di esercizio =  $n$   
decelerazione di servizio media sicura

( $m/s^2$ ) =  $d$

velocità (m/s) =  $v$

lunghezza di overlap (m) =  $L_o$

lunghezza del treno =  $L_t$

tempo di interlocking =  $t_i$

# Headway

$0.6v/d$  è il 75% di  $h_{\min}$

È necessario calibrare la gestione della frenatura: new ERTMS BL3

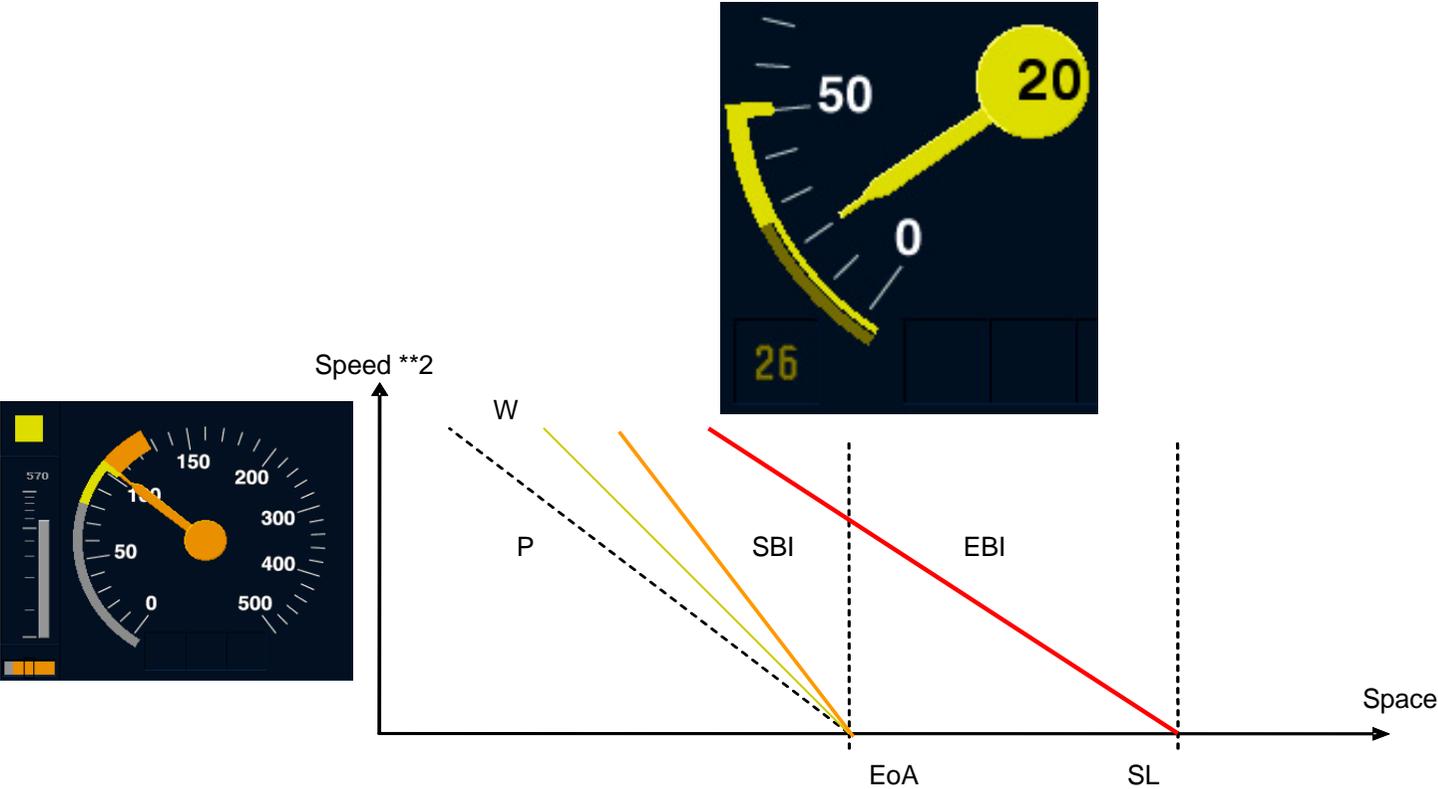
## **Cab signalling :**

- Riduce il watching Time e massimizza l'uso dello Static speed profile della linea specialmente a basse velocità per linee con sezioni corte, con molti profili differenti della linea o in arrivo e partenza da una stazione.
- La gestione del calcolo della velocità di rilascio da parte del treno necessita di un cab signalling per massimizzare la sicurezza e l'operatività

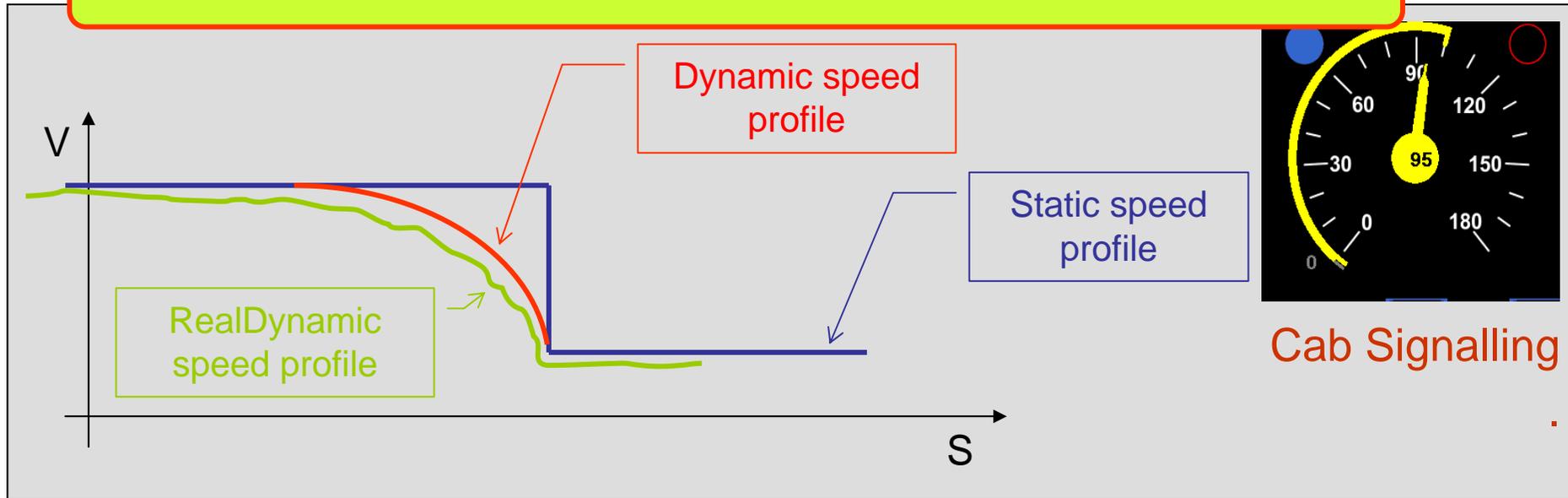
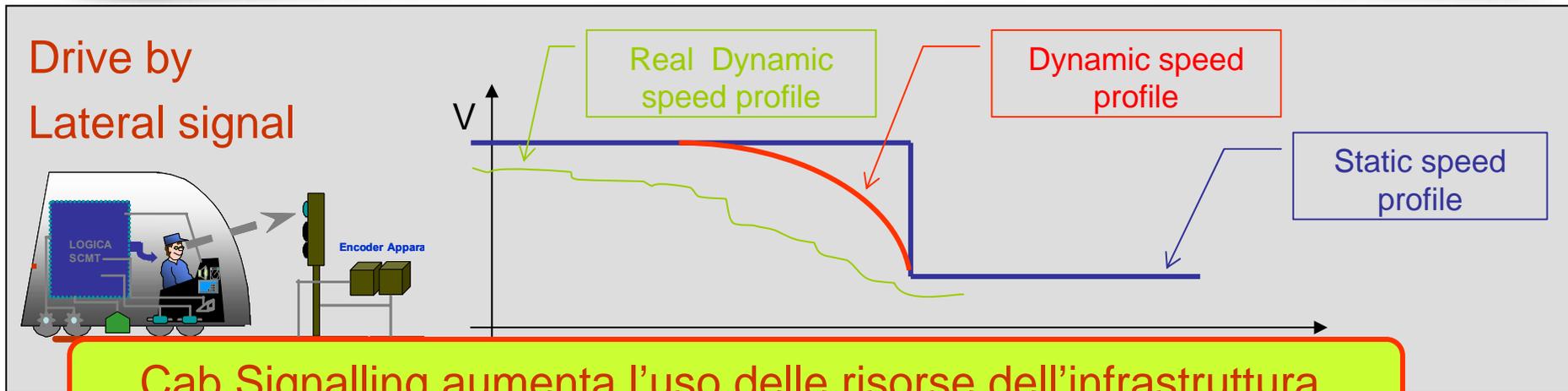
# Reazione del macchinista e cab signalling

- ❑ Il macchinista normalmente si accorge che il treno sta frenando peggio di quanto atteso. Allora reagirà prima del sistema e tenterà di mantenere la velocità al di sotto del valore permesso in approccio ad un obiettivo.
- ❑ Questa circostanza è enfatizzata in assenza di cab signalling
- ❑ Dunque il cab signalling diventa indispensabile all'aumentare dei casi di arresto ad un obiettivo (es. linea ad alta densità)

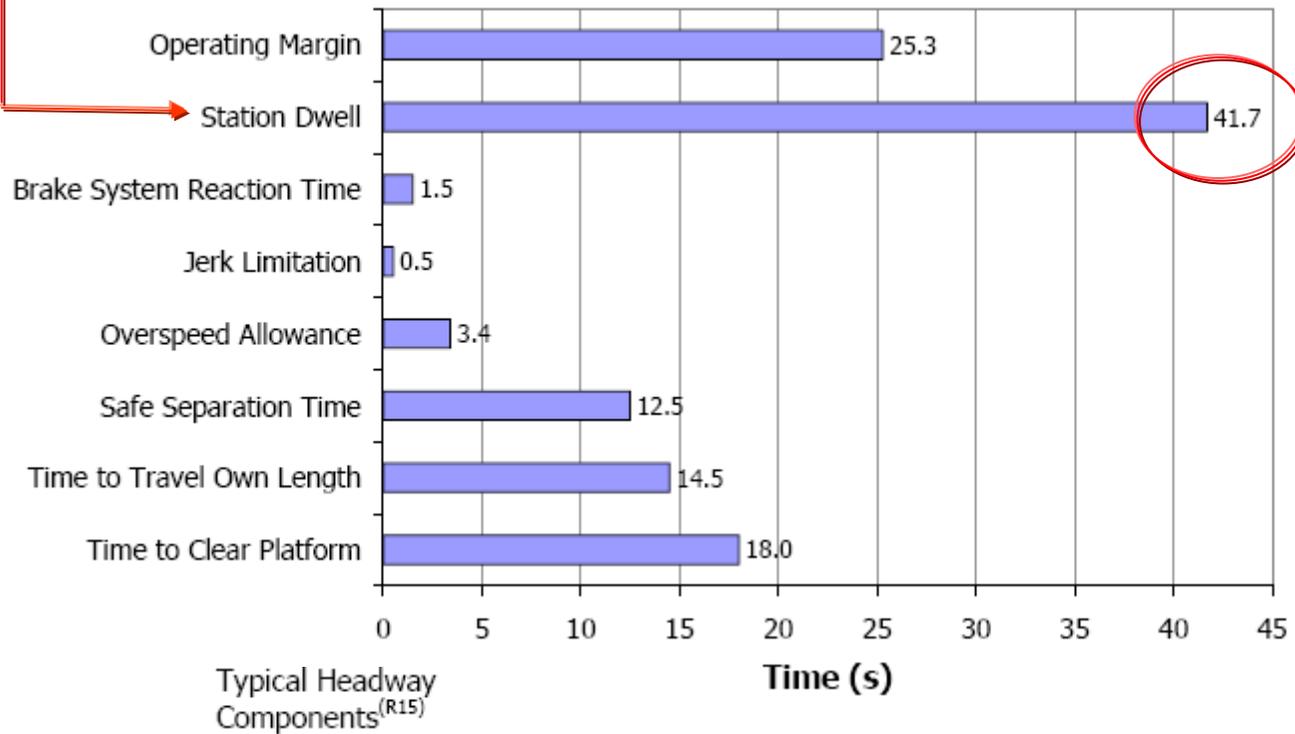
# Release speed



# Cab Signalling

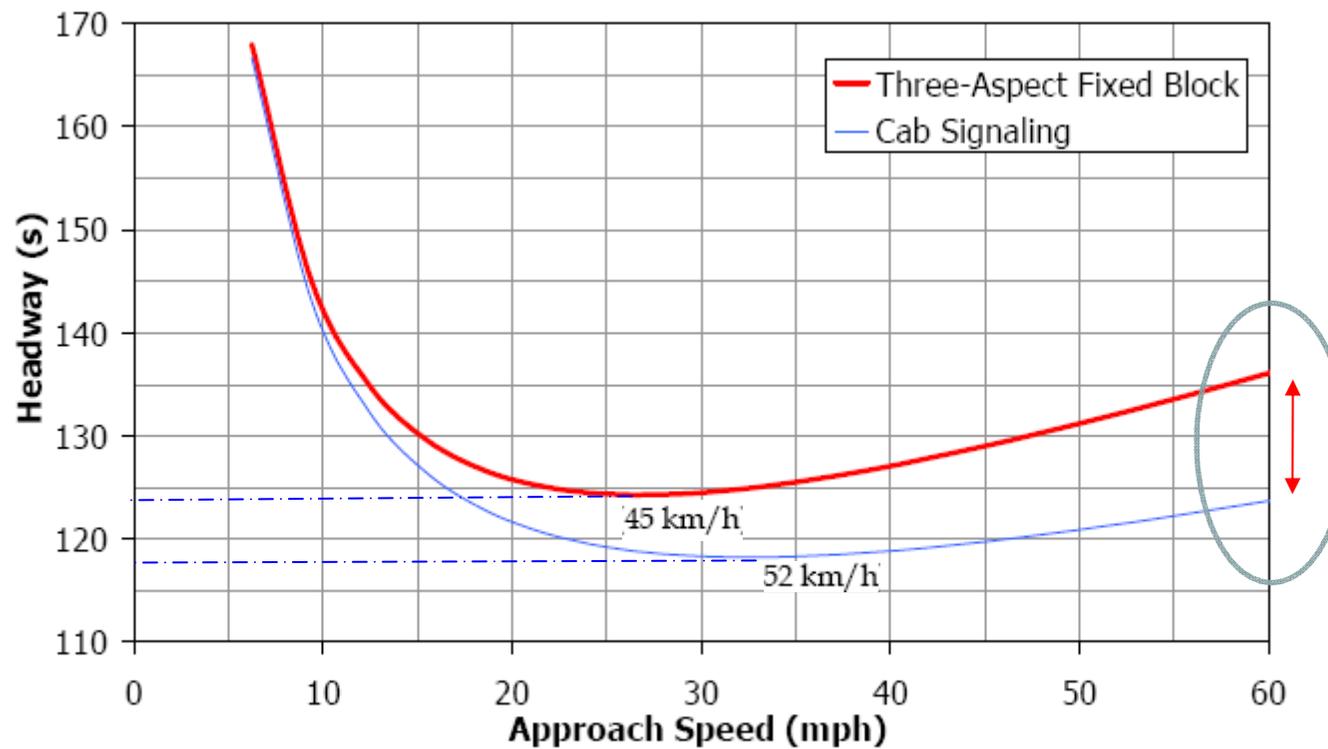


## Incarrozzamento



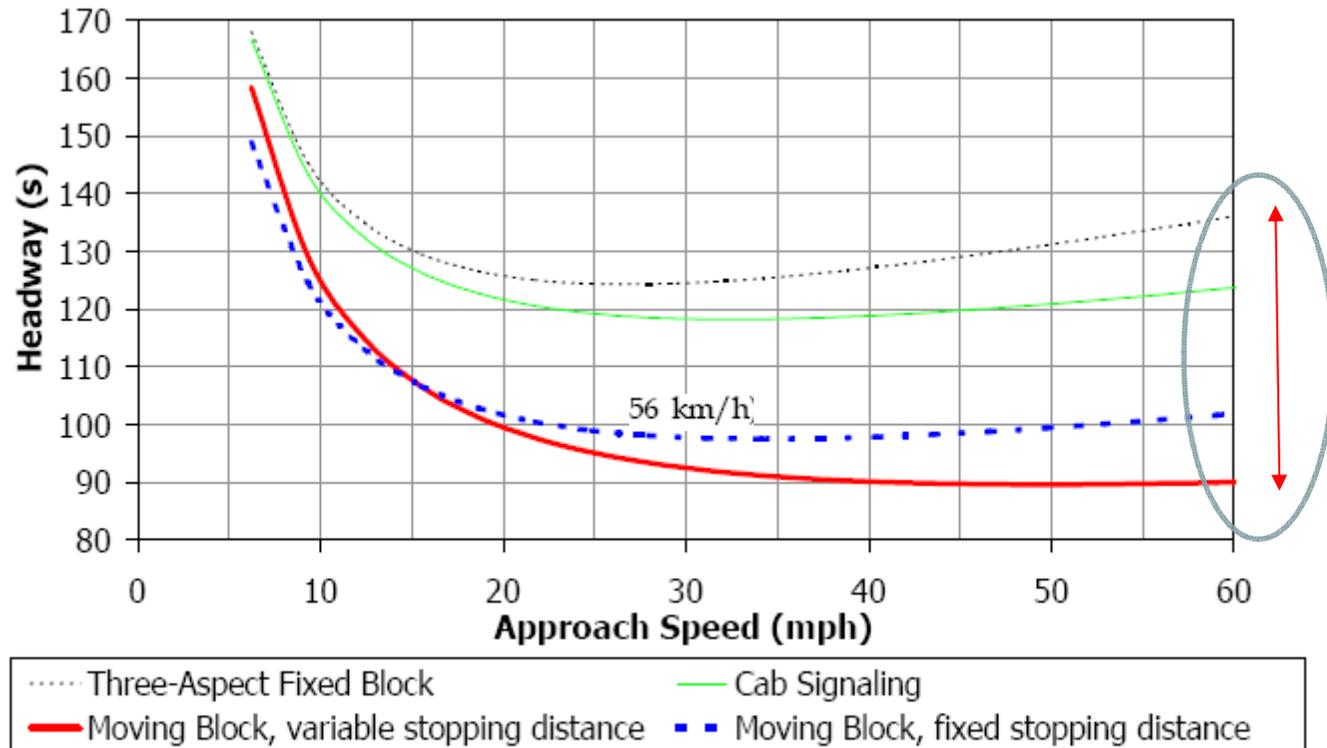
### Station Headway for Lines at Capacity<sup>(R15)</sup>

15. Parkinson, Tom and Ian Fisher, *TCRP Report 13: Rail Transit Capacity*, TRB, National Academy Press, Washington, DC (1996).  
[http://gulliver.trb.org/publications/terp/terp\\_rpt\\_13-a.pdf](http://gulliver.trb.org/publications/terp/terp_rpt_13-a.pdf)



NOTE: dwell = 45 s, operating margin = 20 s.

Moving-Block Station  
Headways Compared with  
Conventional Fixed-Block  
Systems<sup>(R15)</sup>



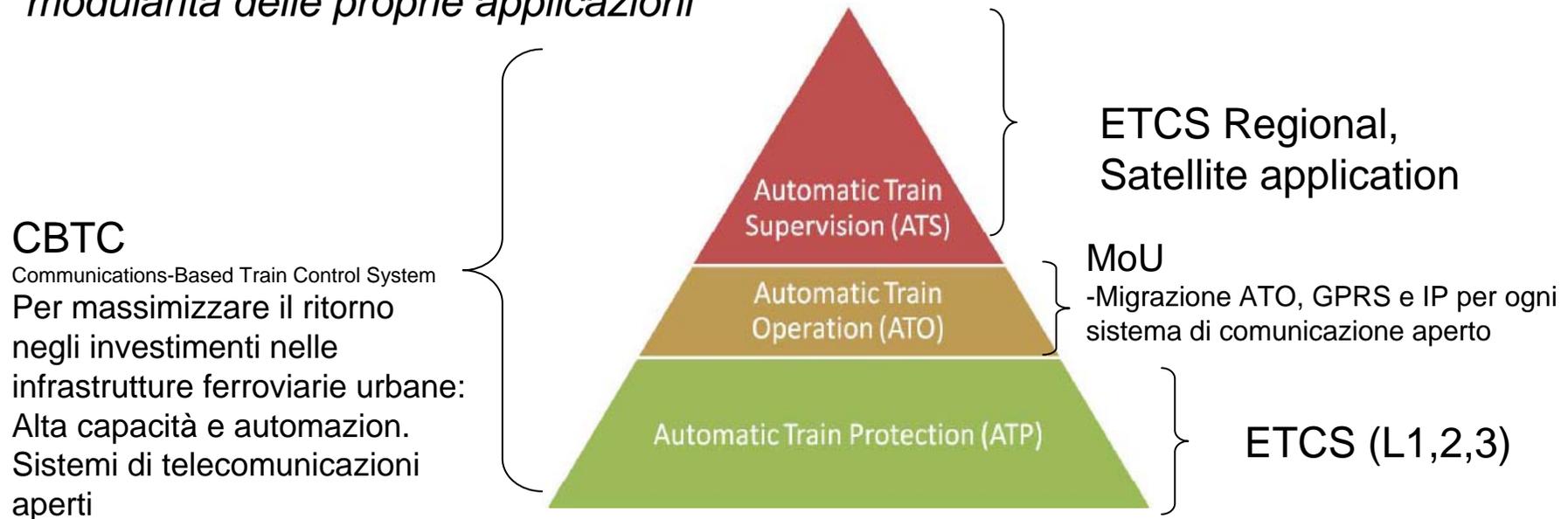
# **Opportunità fornite dal nuovo Memorandum of Understanding di ERTMS del 2012**

Il MoU recentemente sottoscritto offre la possibilità di procedere salvando gli asset dell'ERTMS esistente. :

- Nuove tecnologie pre ERTMS (GPRS, IP, ATO,..)
- Nuove prestazioni grazie alle SRS BL3 (aumento della capacità, Train Categories, M-Version, etc..)
- Nuove applicazioni scalabili di ERTMS (Regional, Satellite,.....)

# Nuove sfide per ERTMS

*Protezione degli asset nel tempo attraverso la flessibilità, legata ai moderni standard di comunicazione, soddisfano tutti le necessità ferroviarie attraverso scalabilità e modularità delle proprie applicazioni*

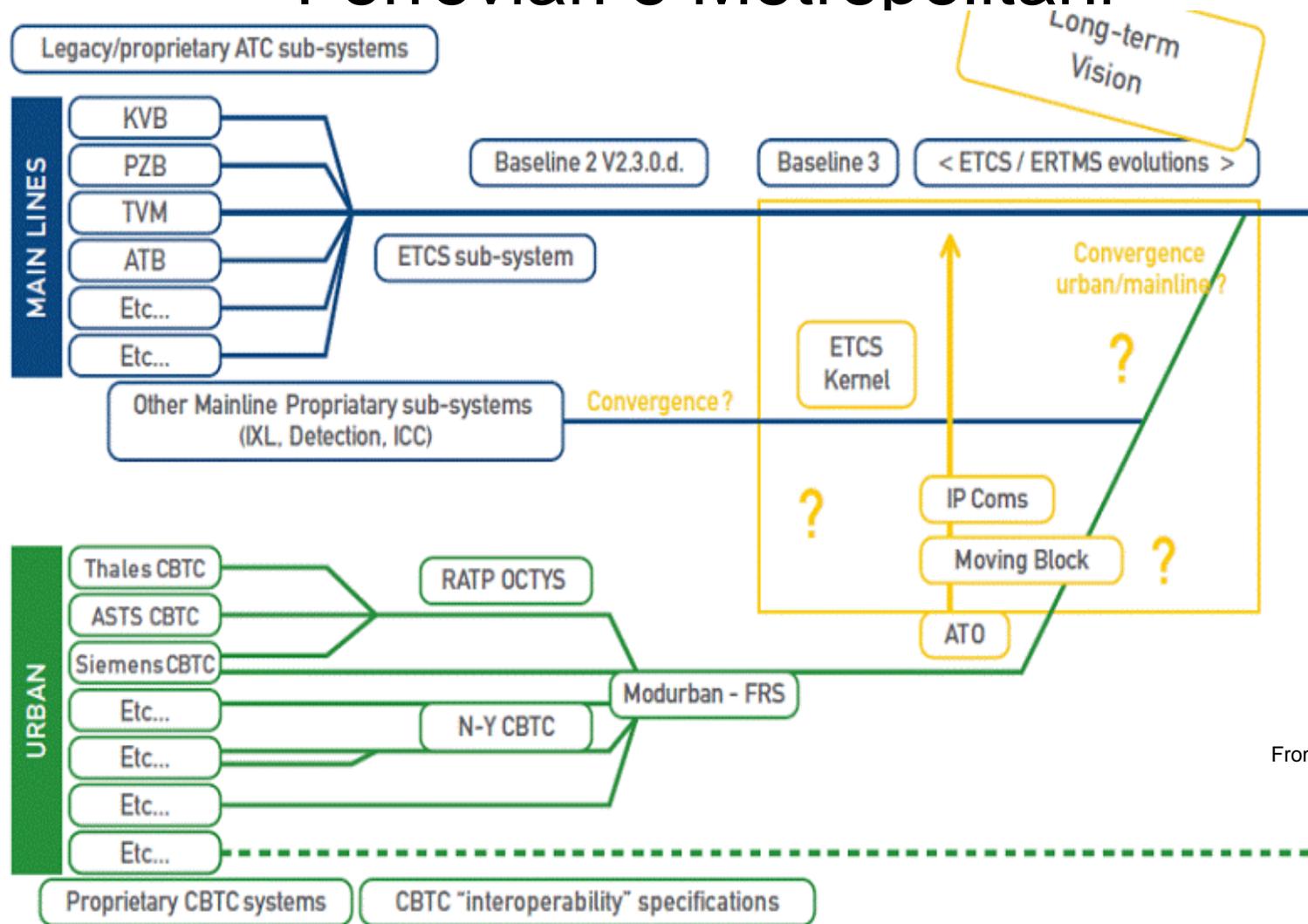


Per creare un ATC europeo interoperabile e aumentare la competitività per le ferrovie europee per tutti i tipi di traffico ferroviario:

- Alta velocità, Alta capacità, Bassa densità
- Traffico merci, Traffico misto; coesistenza con legacy systems

- Automatic train protection (ATP); • Automatic train operation (ATO); • Automatic train supervision (ATS)

# ETCS e CBTC: Sistemi di Comando e Controllo Ferroviari e Metropolitani

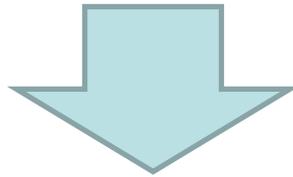


From Unife Presentation

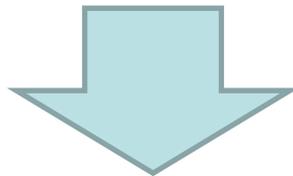
# ATC contro ATO

---

- ATO: 30 treni/h
- ATC: 22 treni/h (con eccellente ottimizzazione della condotta)



- ETCS towards ATO (Mou Aprile z2012)
- ETCS merging CBTC: WP2 Shft2Rail Programm



ETCS con ATO e Blocco Mobile

# ...le 5 novità

---

1. Allo studio l'attrezzaggio della linea direttissima con il sistema ERTMS eventualmente sovrapposto ad SCMT nei tratti antenna, qualora si vada verso la soluzione di attrezzaggio con il solo ERTMS è allo studio la forma di contributo alle IF per l'attrezzaggio degli veicoli che svolgono servizio regionale nei tratti antenna fra Orte e Roma e fra Arezzo e Firenze
2. FSI ed RFI hanno aderito a Shift2Rail, progetto che ha come obiettivo far evolvere ERTMS verso l'ATO con blocco mobile
3. Applicazione della tecnologia ERTMS per l'alta densità, soluzione da realizzare comunque su indicazione della Direzione generale per la mobilità e i trasporti della Commissione Europea (DG-MOVE) in parallelo ad un eventuale, se autorizzata, evoluzione del sistema di classe B (HDTs)
4. Possibilità di finanziamento da parte della EU delle applicazioni di terra e di bordo
5. Quarto pacchetto ferroviario con sconti delle tracce per treni effettuati con veicoli attrezzati con SSB ETCS

# INDICE

---

- ERTMS / ETCS in Europa e in Italia
- Costi e benefici: criteri decisionali
  - **ERTMS / ETCS definizioni e livelli operativi**
- ERTMS / ETCS su rete RFI
- Il Livello 1 in Italia
- Il Livello 2 in Italia
- Analisi funzionale preliminare
- ERTMS Progetto ERSAT
- La Rete Italiana

# ERTMS/ETCS Definizioni Principali

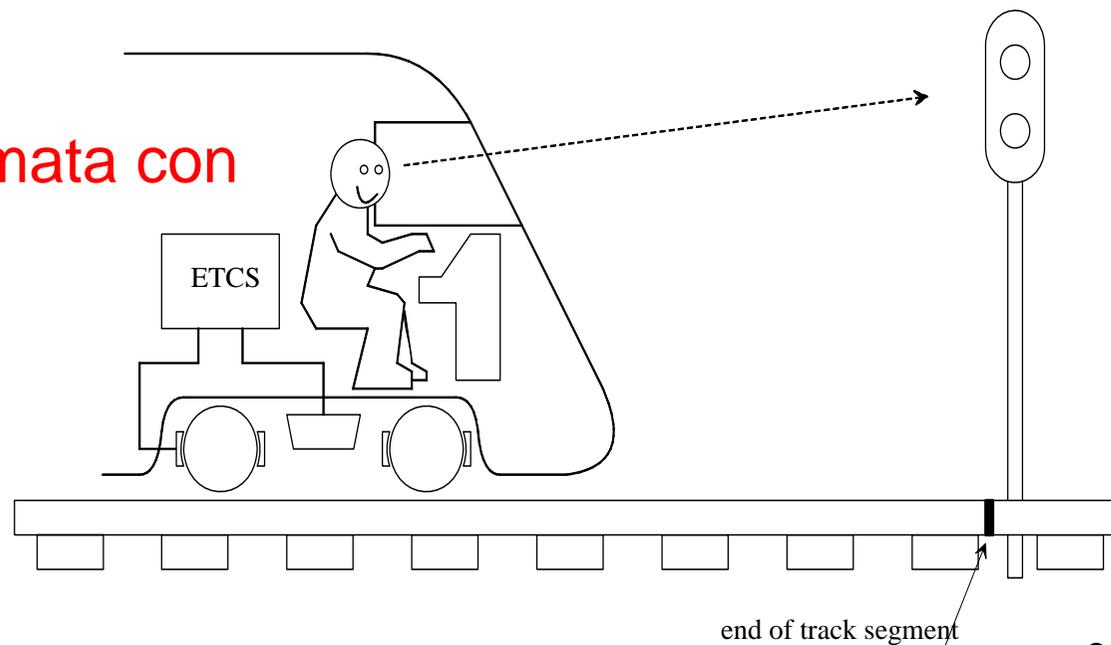
- ❑ ERTMS – Sistema Europeo di gestione del traffico ferroviario
- ❑ ETCS – Sistema Europeo di controllo e protezione della marcia
- ❑ SSB – Sotto sistema di Bordo
- ❑ SST – Sotto Sistema di Terra
- ❑ TSI CCS – Specifiche Tecniche di Interoperabilità inerenti il controllo, la protezione della marcia ed il segnalamento
- ❑ SRS – Specifica dei Requisiti di Sistema
- ❑ Baseline delle SRS – insieme documentale che contiene i requisiti del sistema ERTMS/ETCS definito dall'Annex A della TSI CCS. Le principali Baseline rese ufficiali dalla Commissione Europea sono:
  - Baseline 3 - Decisione 2012/88/EU del 6/11/2012
  - Baseline 2.3.0d - Decisione 2008/386/CE del 23/04/2008
  - Baseline 2 - Decisione 2004/447/EC del 29/04/2004

# Livelli ERTMS/ETCS

## LIVELLO 0

- ❑ Il treno attrezzato con il SSB ETCS svolge servizio su linea non attrezzata con il SST ETCS o attrezzata con sistema nazionale di cui il SSB ERTMS non sia equipaggiato
- ❑ Distanziamento e protezione della marcia è a carattere nazionale

- ❑ **Soluzione normata con  $v_{max}$  50km/h**

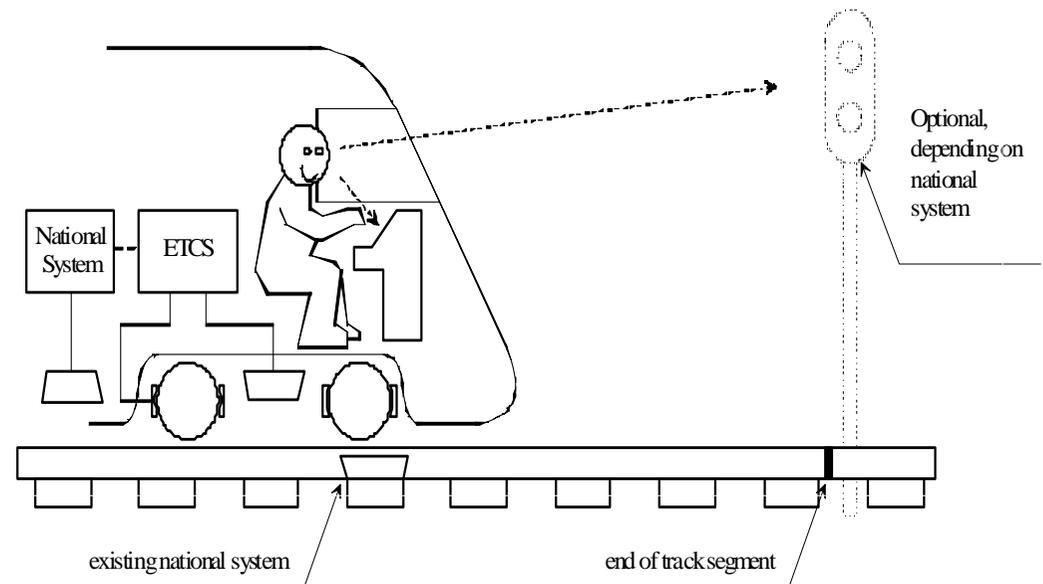


# Livelli ERTMS/ETCS

## LIVELLO NTC (sistema di protezione nazionale) denominato anche LIVELLO STM

- ❑ Il treno attrezzato con il SSB ETCS e con il SSB nazionale svolge servizio su linea attrezzata con il corrispondente SST nazionale
- ❑ Distanziamento e protezione della marcia è a carattere nazionale

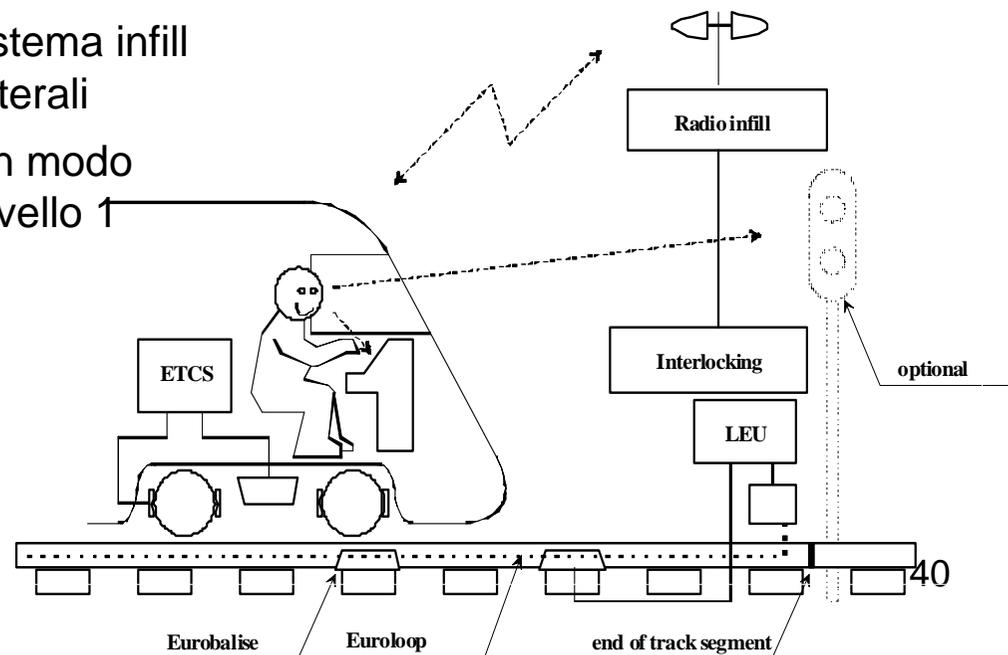
In Italia l'STM è l' SCMT



# Livelli ERTMS/ETCS

## LIVELLO 1

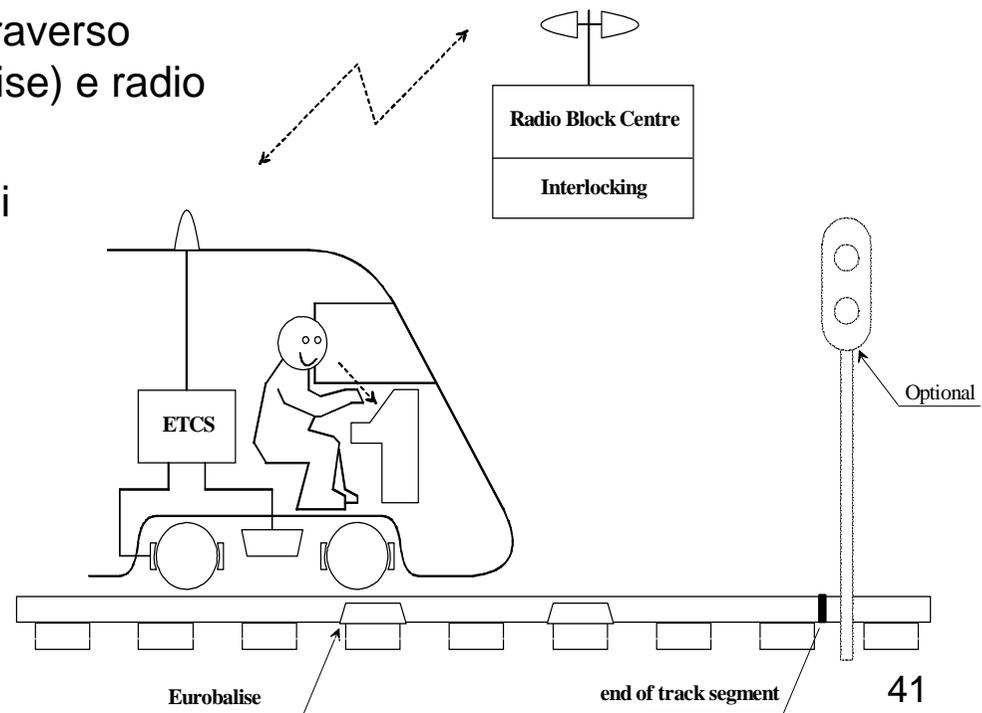
- ❑ Il treno attrezzato con il SSB ETCS svolge servizio su linea attrezzata con il SST ETCS che garantisce una protezione discontinua
- ❑ Distanziamento a sezioni fisse (cdb, conta assi)
- ❑ comunicazione terra-treno attraverso Punti Informativi (boe Eurobalise)
- ❑ L'eventuale presenza di sistema infill rende opzionali i segnali laterali
- ❑ La Limited supervision è un modo operativo particolare del Livello 1



# Livelli ERTMS/ETCS

## LIVELLO 2

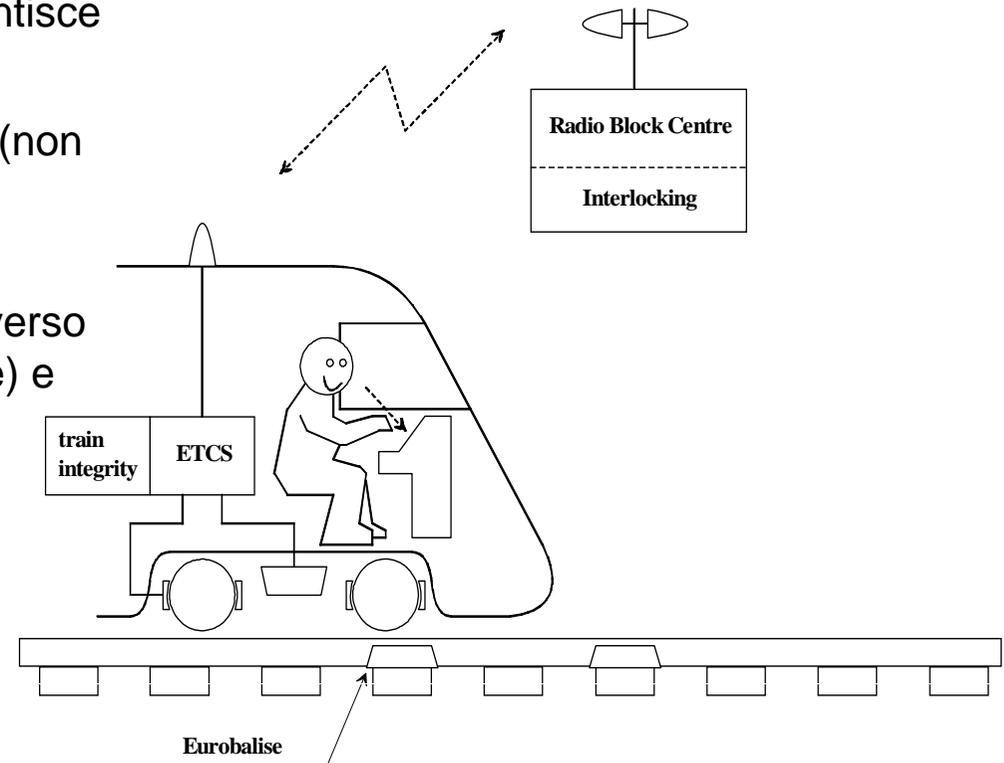
- ❑ Il treno attrezzato con il SSB ETCS svolge servizio su linea attrezzata con il SST ETCS che garantisce una protezione continua
  - ❑ Distanziamento a sezioni fisse (cdb, conta assi)
  - ❑ comunicazione terra-treno attraverso Punti Informativi (boe Eurobalise) e radio (GSM-R)
  - ❑ i segnali laterali sono opzionali



# Livelli ERTMS/ETCS

## LIVELLO 3

- ❑ Il treno attrezzato con il SSB ETCS garantisce la propria integrità (controllo della coda) e svolge servizio su linea attrezzata con il SST ETCS che garantisce una protezione continua
  - ❑ Distanziamento a sezioni mobili (non sono necessari sistemi a terra di rilevamento treni)
  - ❑ comunicazione terra-treno attraverso Punti Informativi (boe Eurobalise) e radio (GSM-R)
  - ❑ i segnali laterali sono opzionali



# INDICE

---

- ERTMS / ETCS in Europa e in Italia
- Costi e benefici: criteri decisionali
- ERTMS / ETCS definizioni e livelli operativi
  - **ERTMS / ETCS su rete RFI**
- Il Livello 1 in Italia
- Il Livello 2 in Italia
- Analisi funzionale preliminare
- ERTMS Progetto ERSAT
- La Rete Italiana

# Attrezzaggio tecnologico esistente in RFI

## SCMT

- in esercizio su 12.000 km di rete convenzionale elettrificata e su alcuni tratti di rete non elettrificati a maggior traffico
- sistema ATP di Classe B Italiano con tecnologia interoperabile Eurobalise per la trasmissione terra-treno e con Encoder interfacciati con ACE, ACEI, Aceli, ACC e Bem, Bca, Bacf, Bacc 4 e 9 codici

## SSC

- in esercizio su 4.500 km di rete convenzionale non elettrificata
- sistema ATP con tecnologia non interoperabile a microonde per la trasmissione terra-treno e con Encoder interfacciati ai segnali luminosi.

## ETCS

- in esercizio su 700 km di linea AV/AC a 300 km/h in Livello 2, in sovrapposizione con SCMT nelle interconnessioni con la rete convenzionale
- 11 RBC presso i posti centrali di Torino, Bologna e Roma interfacciati con gli interlocking di linea (ACC o ACC-M)

## GSM-R

- in esercizio su 700 km di linea AV/AC e su 10.000 km di rete convenzionale

# ERTMS / ETCS su rete RFI: introduzione

---

- **Situazione attuale ERTMS/ETCS su rete RFI**
  - Linee AV/AC con ERTMS/ETCS Livello 2:
    - Linee TO-MI-BO-FI Basate su SRS 2.3.0d
    - Linea RM-NA in fase di adeguamento
- **Sviluppi futuri**
  - Applicazione ERTMS/ETCS su linee convenzionali
    - Sovrapposizione con il segnalamento preesistente
      - in linea
      - in stazione
    - Riutilizzo tecnologie SCMT già in esercizio
    - Messa a punto delle specifiche (progetti pilota)

# ERTMS / ETCS su rete RFI: introduzione

---

- **Progetti pilota**

- Livello 1 (sito Sciara – Cammarata)
- Livello 2 (Milano – Treviglio)
- Linea di confine (Milano – Chiasso)
- Sperimentazione su referenziazione satellitare (Sardegna)
- **Sperimentazione DMI integrato ERTMS+SCMT**
- **Attrezzaggio della linea DD con ERTMS L2**
- **Collaborazione fra RFI e RFT per la specificazione dell'applicazione ERTMS L2 su linee regionali in concessione**

# ERTMS / ETCS: scelta dei siti pilota

- **Criteri per la scelta delle tipologie di linee su cui effettuare la sperimentazione:**

**ETCS L1 + R.I. (sistema discontinuo)**        **linea con blocco conta-assi**

**ETCS L2 (sistema continuo)**        **linea con bacc**

- **Obiettivi della sperimentazione su siti pilota:**
  - **consolidamento SRS ETCS L1 + R.I. per linee con sistemi di blocco discontinuo e località di manovra (sito pilota: Sciara – Cammarata)**
  - **consolidamento SRS ETCS L2 su linee RFI con sistemi di blocco continuo (sito pilota: Milano – Treviglio, appartenente al Corridoio D)**

# ERTMS / ETCS: scelta dei siti pilota

---

- **Obiettivi dell'attrezzaggio della linea DD:**
  - **favorire le relazioni AV/AC Firenze Castello – Roma Tiburtina:**
    - **eliminando la necessità di fare transizioni di livello per i treni non stop;**
    - **elevando la velocità della linea a 300km/h per i treni aventi determinate prestazioni;**
    - **pur garantendo il servizio regionale nei tratti antenna da Valdarno a Firenze e da Orte a Roma;**
  - **con CO n. 330/AD è stato costituito un GdL che ha il mandato di:**
    - **proporre le scelte funzionali, prestazionali e tecnologiche di sistema per l'adeguamento della linea agli standard AV;**
    - **elaborare un progetto di massima che consolidi le scelte individuate;**

## Scelta della versione SRS ERTMS / ETCS Baseline 3

---

Maggiore flessibilità e prestazioni per il traffico misto in virtù di:

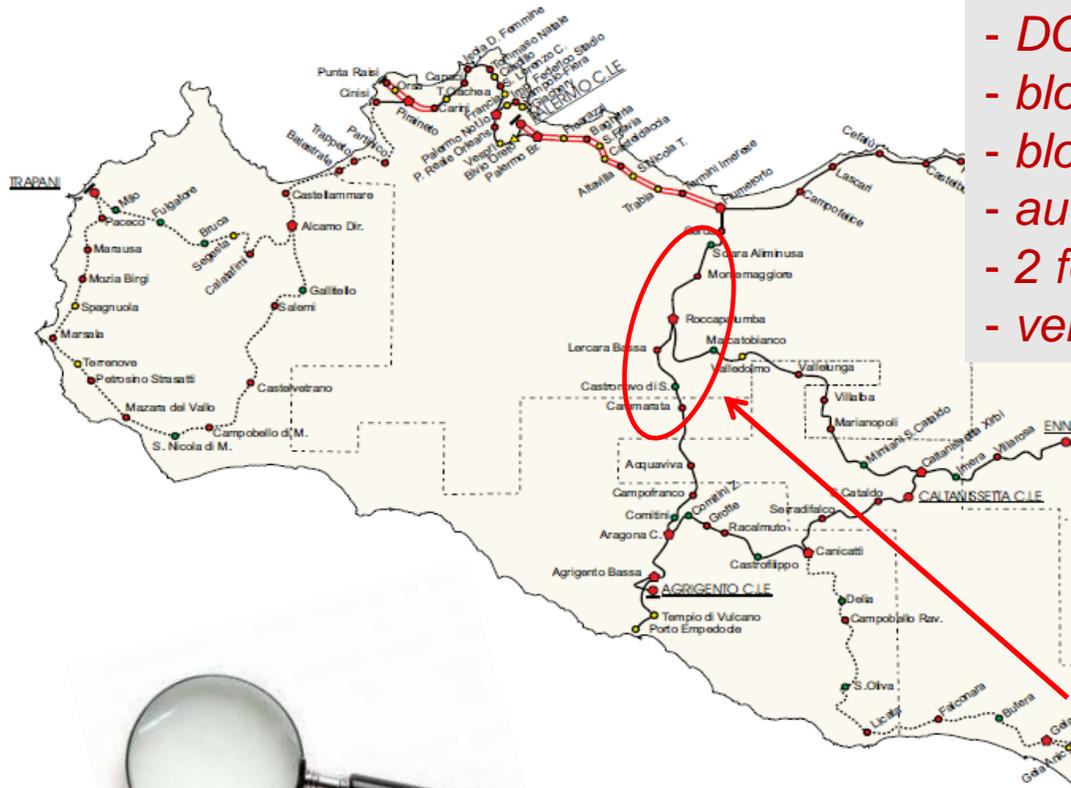
- ✓ maggior numero di categorie treno disponibili
- ✓ maggior parametrizzazione del modello di frenatura
- ✓ uso di “permitted braking distance” (pacchetto 52) per la gestione dell’applicazione ETCS L1 su segnalamento RFI tradizionale
- ✓ adozione CR 818 (che evita la frenatura per PI inconsistente) per la gestione dei punti informativi contenenti solo dati nazionali (pacchetto 44 di SCMT)
- ✓ ottimizzazione della funzionalità Radio Infill (CR 742)

# INDICE

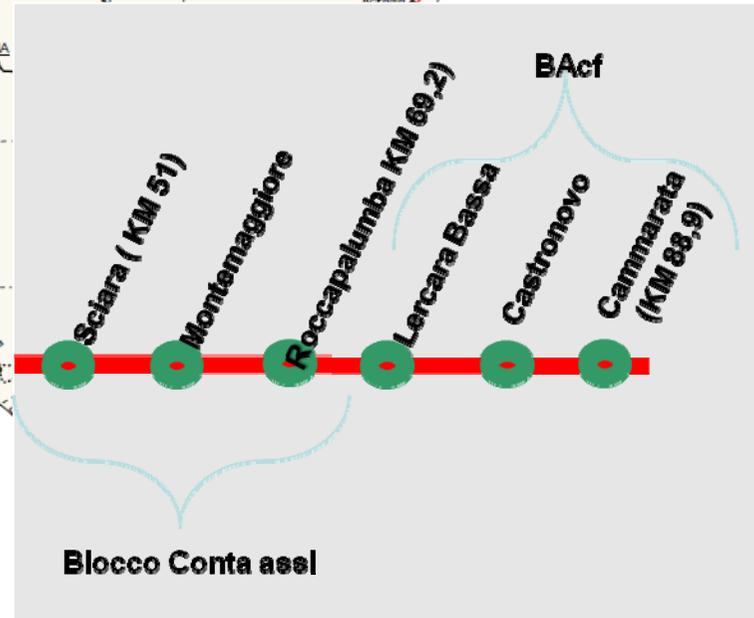
---

- ERTMS / ETCS in Europa e in Italia
- Costi e benefici: criteri decisionali
- ERTMS / ETCS: definizioni e livelli operativi
- ERTMS / ETCS su rete RFI
  - **Il Livello 1 in Italia**
  - Il Livello 2 in Italia
  - Analisi funzionale preliminare
  - ERTMS Progetto ERSAT
  - La Rete Italiana

# Linea pilota L1 + Radio Infill

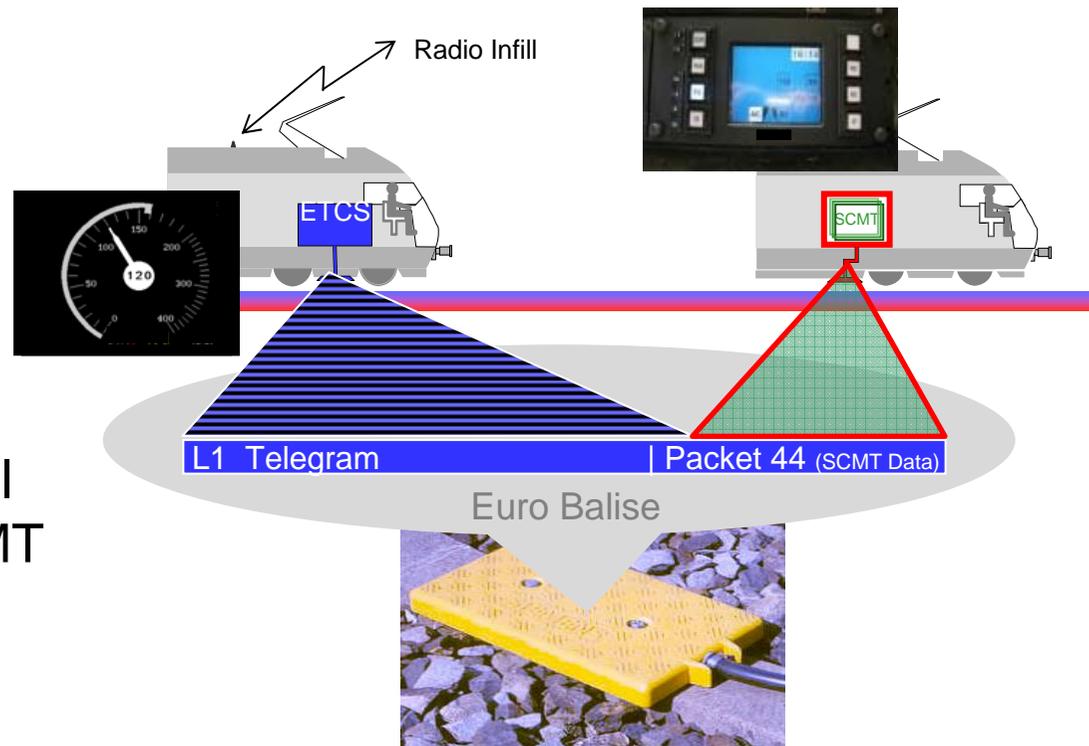


- 38 km su binario unico
- linea elettrificata
- DCO, apparati ACEI
- blocco conta-assi (~19km)
- blocco a correnti fisse (~19km)
- automotrici diesel
- 2 fornitori sia per SST che SSB
- velocità massima = 130 km/h



# Linea pilota L1 + Radio Infill

Convivenza tra servizio SCMT e test ETCS L1

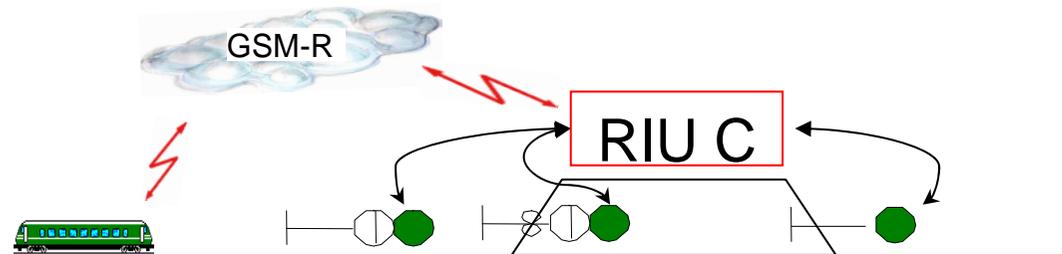


I punti informativi contengono il pacchetto 44 utilizzato da SCMT

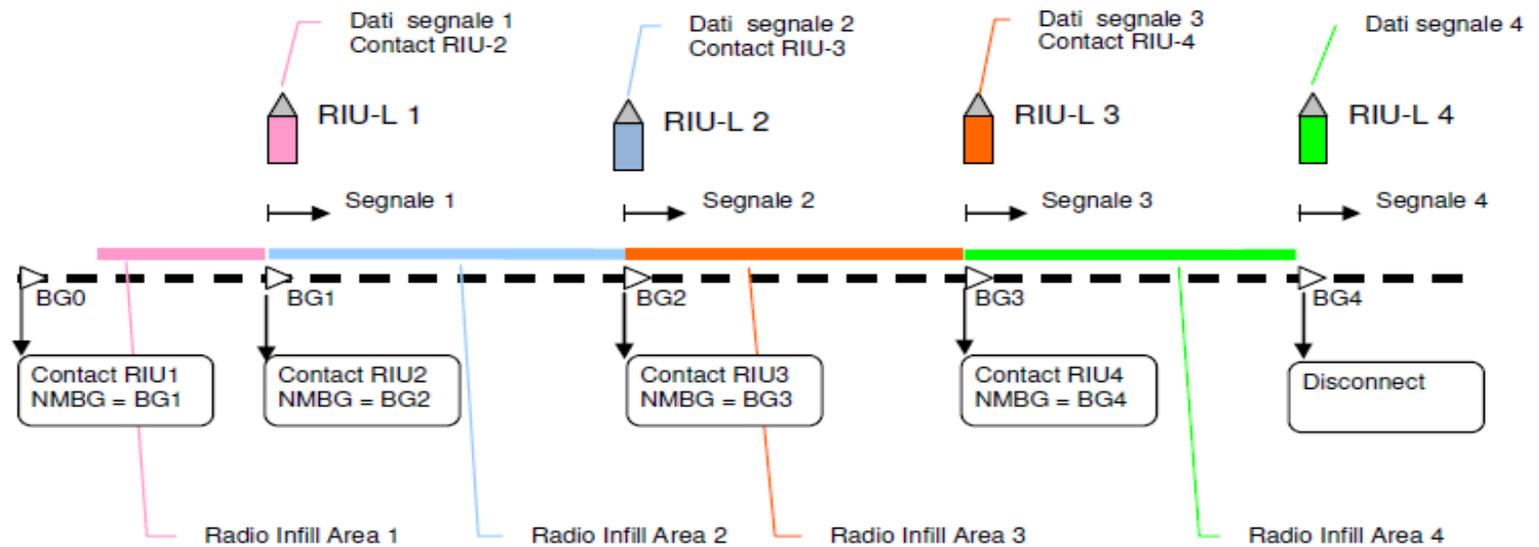
# Linea pilota L1 + Radio Infill

## Possibili architetture di Radio Infill

Architettura concentrata



Architettura distribuita



# Linea pilota L1 + Radio Infill Sciara - Cammarata

---

## Tracciabilità requisiti 1/3

### Protezione segnali fissi

- Binari di circolazione
- PL su linea Bacf
- Segnali per blocco 2 aspetti
- Segnale di avanzamento

### Protezione PL

- Protezione PL art.53/1

### Ricalibrazione

- Più itinerari originati nello stesso punto

### Itinerari deviati di arrivo e partenza

- Itinerari a 30 km/h e 60 km/h
- Itinerari a 30 km/h e 60 km/h ove non è ammesso libero transito
- Itinerari di partenza verso la piena linea

# Linea pilota L1 + Radio Infill Sciara - Cammarata

---

## Tracciabilità requisiti 2/3

### Radio Infill

- Attrezzaggio segnali 1° cat. con funzione di distanziamento
- Attrezzaggio segnali 1° cat. PL
- Utilizzo RIU-L e RIU-C
- Comunicazioni con RIU in roaming

### Velocità massima della linea

- Fino a rango C
- Riduzioni di velocità fino a 20 km/h su linee con vel.max 160 km/h
- Riduzioni di velocità superiori a 20 km/h e fino a 60 km/h su linee con vel.max 160 Km/h
- Variazioni di velocità in aumento
- Variazioni di velocità in senso restrittivo ricadenti in asse al FV

### Velocità massima rispetto al GdF

- Protezione GdF

# Linea pilota L1 + Radio Infill Sciara - Cammarata

---

## Tracciabilità requisiti 3/3

### Protezione rallentamenti

Protezione rallentamenti in linea

### Protezione rispetto al modulo di condotta

### Supero rosso autorizzato (override)

Su segnali di 1° cat. che svolgono funzioni di distanziamento

Su segnale di protezione propria PL

### Protezione rispetto al limite di carico dei carri

Riduzione di vel. per peso assiale  $\leq 20$  km/h (linea fino a 160 km/h)

Riduzione di vel. per peso assiale  $> 20$  km/h (linea fino a 160 km/h)

### Track conditions

area di inibizione fermata

area di segnalazione acustica

# INDICE

---

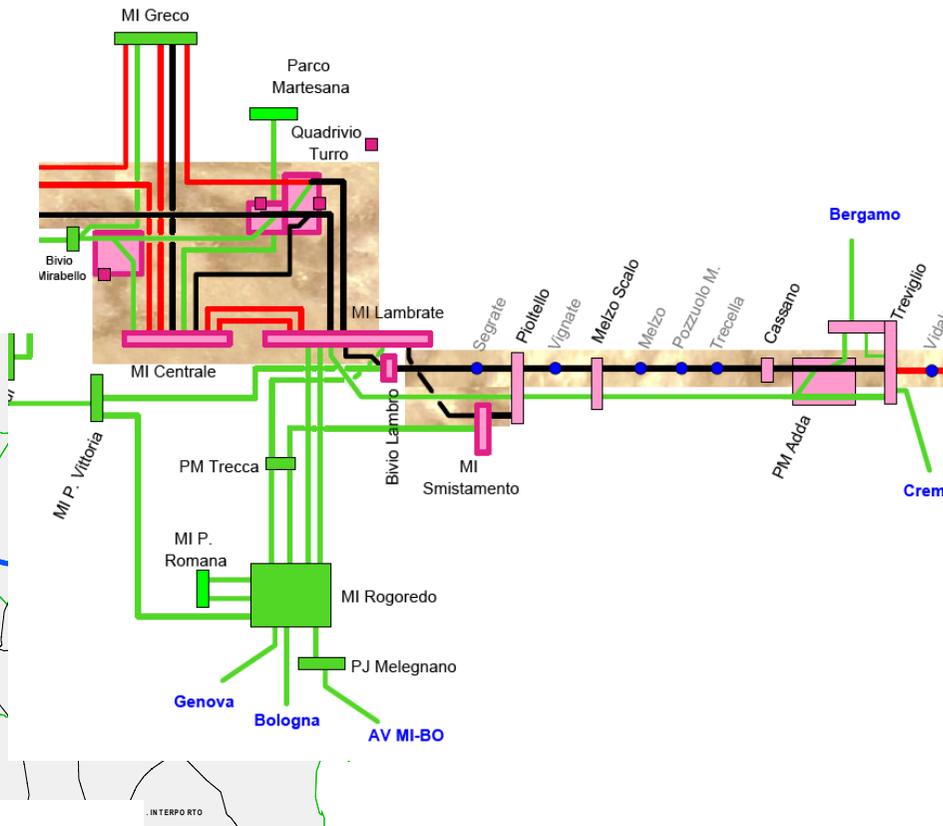
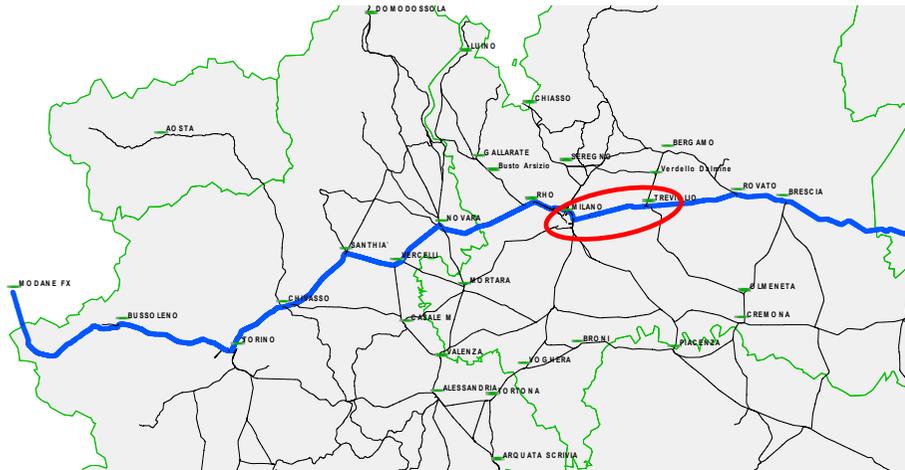
- ERTMS / ETCS in Europa e in Italia
- Costi e benefici: criteri decisionali
- ERTMS / ETCS: livelli operativi
- ERTMS / ETCS su rete RFI
- Il Livello 1 in Italia
  - **Il Livello 2 in Italia**
- Analisi funzionale preliminare
- ERTMS Progetto ERSAT
- La Rete Italiana

# Linea pilota L2

**Linea: Milano Lambrate (e) – Treviglio (i)**

Tratte e PdS interessati:

Lambrate – Bivio Lambro – Pioltello – Melzo Scalo – Cassano d’Adda – PM Adda - Treviglio



**Attrezzaggio sui binari di corsa + alcuni binari principali di circolazione**  
(siti in Pioltello, Melzo Scalo, Cassano d’Adda, PM Adda e Treviglio)

- 35 km doppio binario elettrificato
- Bacc
- apparati multistazione (disponibili a fine dic.2013 cfr. progetti Torino-Padova)
- 1 fornitore per SST e SSB
- velocità massima = 180 km/h

# Linea Pilota ERTMS/ETCS L2 Mi Lambrate – Treviglio

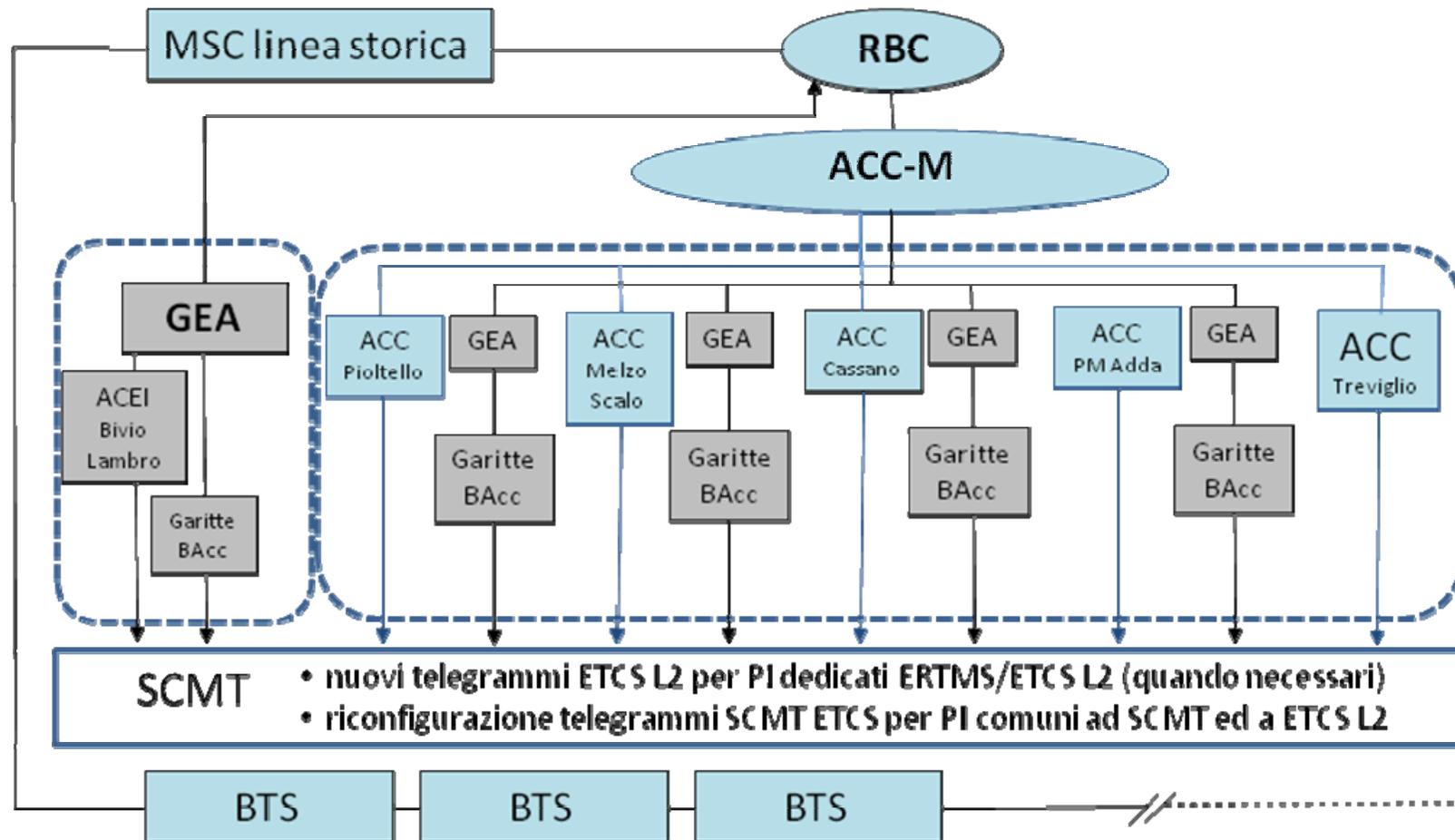
---

Realizzazione di tratta prototipale con Sistema distanziamento Treni ERTMS/ETCS L2 Baseline 3:

- Tratta interessata: Milano Lambrate - Treviglio
- Obiettivo: test e validazione di applicazione ERTMS/ETCS L2 su linea tradizionale in presenza di segnalamento luminoso laterale che rimane acceso
- Attività che si sovrappone alle attività di upgrading della linea Torino – Padova
- Funzioni innovative rispetto alle linee AV/AC per la gestione delle funzioni degli impianti di segnalamento tradizionali
- Apparecchiature ERTMS/ETCS L2 posizionate nel PC di Milano Greco
- Gara in fase di aggiudicazione ad ANSALDO STS

# Linea Pilota ERTMS/ETCS L2 Mi Lambrate – Treviglio

## Architettura funzionale



## Effettuazione prove in campo sui siti pilota

---

Principio: l'attrezzaggio ETCS Baseline 3 dei siti pilota deve garantire l'operatività tecnico e funzionale del SCMT senza provocare intrusività sulla circolazione dei treni.

- I PI SCMT vengono riconfigurati con l'inserimento dei pacchetti ETCS Baseline 3 e la modifica dell'Header
- I PI SCMT mantengono il PK44 (telegramma SCMT) in prima posizione
- Il processo adottato garantisce, in questa fase, la non intrusività della riconfigurazione sulle funzionalità SCMT (modifica non rilevante)

## Effettuazione prove in campo sui siti pilota

---

- Gli SSB ETCS (Baseline 2.3.0d) dei treni in esercizio, qualora istradati sulle linee dei siti pilota, ignorano le informazioni dei PI (configurati con M\_VERSION = 2.0) restando in livello STM
  
- Gli SSB SCMT e SSC dei treni in esercizio gestiscono il PK44 (telegramma SCMT) provenienti dai PI riconfigurati per ETCS BL3 (M\_VERSION = 2.0) realizzando le protezioni SCMT

# Struttura telegramma Eurobalise

Shaped Data $83 \cdot 11 = 913$ bits di cui 830 bit utili	cb 3 bits	sb 12 bits	esb 10 bits	Check bits 85 bits
---	--------------	---------------	----------------	-----------------------

Cb: control bits  
 Sb: scrambling bits  
 Esb: extra shaping bits  
 Check bits: bit di controllo e sincronizzazione  
 Gli 830 Bit utili sono così composti:

Header	User Information	End of information
--------	------------------	--------------------

# Struttura Header telegramma Eurobalise

Field No.	VARIABLE	Length ( bits)	Remarks
1	Q_UPDOWN	1	Defines the direction of the information: Down-link telegram (train to track) (0) Up-link telegram (track to train) (1)
2	M_VERSION	7	Version of the ERTMS/ETCS system.
3	Q_MEDIA	1	Defines the type of media: Balise (0)
4	N_PIG	3	Position in the group. Defines the position of the balise in the balise group.
5	N_TOTAL	3	Total number of balises in the balise group
6	M_DUP	2	Used to indicate whether the information of the balise is a duplicate of the balise before or after this one.
7	M_MCOUNT	8	Message counter (M_MCOUNT) - 8 bits. To enable detection of a change of balise group message during passage of the balise group.
8	NID_C	10	Country or region.
9	NID_BG	14	Identity of the balise group.
10	Q_LINK	1	Marks the balise group as linked (Q_LINK = 1) or unlinked (Q_LINK = 0)

# Utilizzo M\_VERSION

## 7.5.1.79 M\_VERSION

<b>Name</b>	Version of ETCS system		
<b>Description</b>	<p>This gives the version of the ETCS system</p> <p>Each part indicates the first and second number of the version respectively.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The first number distinguishes not compatible versions. (The three MSB's)</li> <li>- The second number indicates compatibility within a version X. (The four LSB's)</li> </ul>		
<b>Length of variable</b>	<b>Minimum Value</b>	<b>Maximum Value</b>	<b>Resolution/formula</b>
7 bits			
<b>Special/Reserved Values</b>	000 XXXX	Previous versions according to e.g. EEIG SRS, UIC A200 SRS	
	001 0000	Version 1.0, introduced in SRS 1.2.0 and re-used in SRSs 2.0.0, 2.2.2, 2.3.0	
	001 0001	Version 1.1, introduced in SRS 3.3.0	
	001 0010	Not valid	
	....		
	001 1111	Not valid	
	010 0000	Version 2.0, introduced in SRS 3.3.0	
	010 0001	Reserved for future use (this is a valid value)	
	...	...	
	111 1111	Reserved for future use (this is a valid value)	

I telegrammi dei PI Eurobalise utilizzati per trasmettere pacchetti ETCS Baseline 3 prevedono nell'header del telegramma il campo M\_VERSION al valore 2.0 (010 0000).

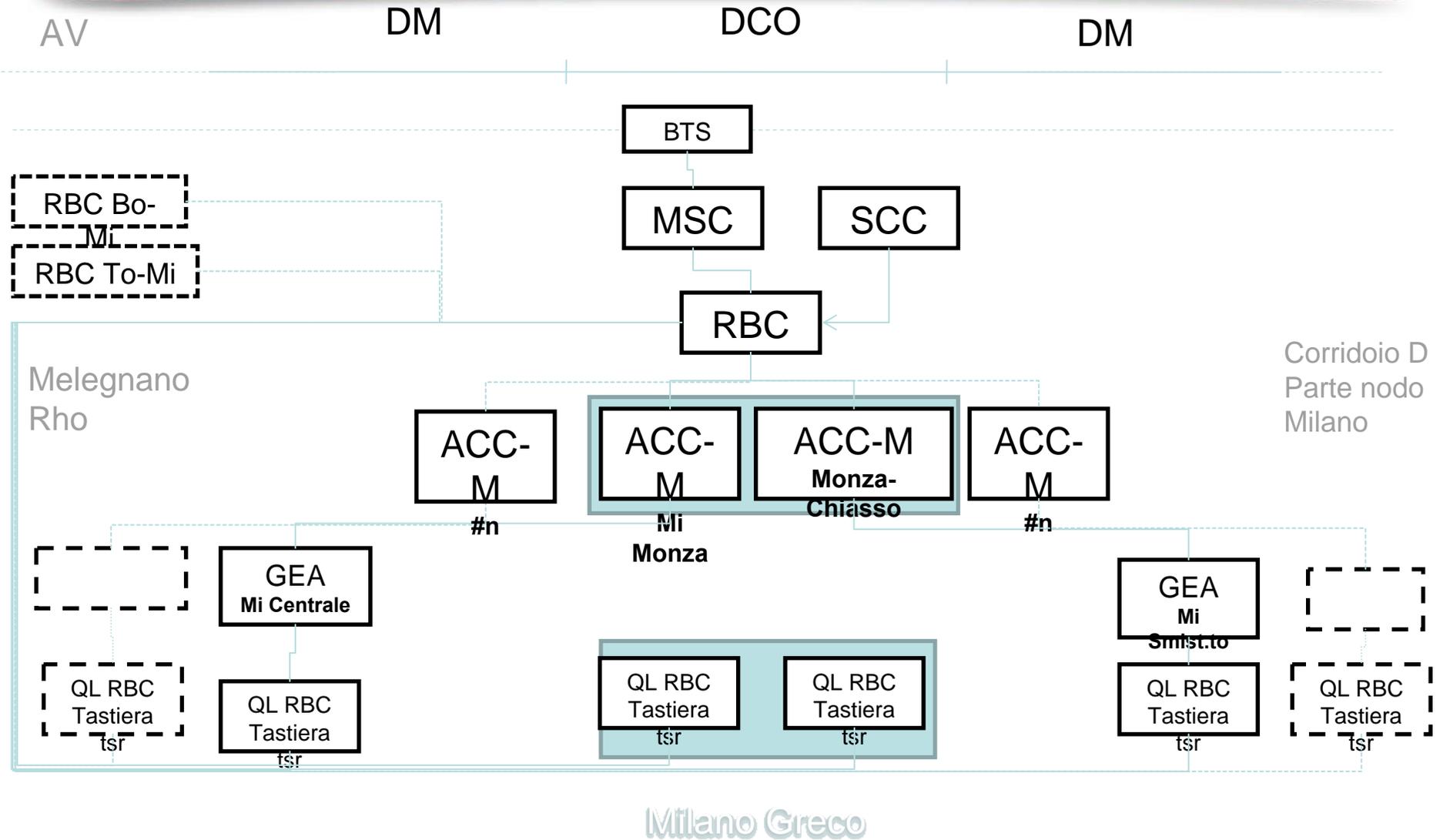
# Linea Milano - Chiasso ERTMS/ETCS L2

---

- Sovrapposizione Sistema distanziamento Treni ERTMS/ETCS L2 al SCMT
- La Baseline di riferimento per l'implementazione del sistema ERTMS/ETCS L2 sulla linea Milano – Chiasso:
  - a bordo dovrà essere la BL3 in quanto in Svizzera è implementato il Livello 1 Limited Supervision disciplinata con la BL3
  - a terra, poiché il RBC svolgerà funzione di RBC di nodo per i transiti Melegano-Rho AV, deve essere compatibile con i bordi 2.3.0d
- Utilizzo dell'ACC-M del Nodo di Milano per la gestione della tratta Milano (e) – Monza (e)
- Nuovo ACC-M tratta Monza – Chiasso (e)
- Rinnovamento del blocco automatico sull'intera linea con sezioni di estesa 900 m..
- Sulla tratta Monza - Chiasso (e) Blocco automatico con emulazione RSC
- Gestione della stazione di Chiasso (CH) come Stazione Porta dell'ACC-M

Corridoio A Parte nodo Milano

## Intervento ERTMS su Milano Chiasso



# Linea Milano - Chiasso ERTMS/ETCS L2

---

## Confine nazionale Italia - Svizzera

In area Svizzera entro il 2015 sarà attivato ERTMS/ETCS Livello 1 con modalità Limited Supervision

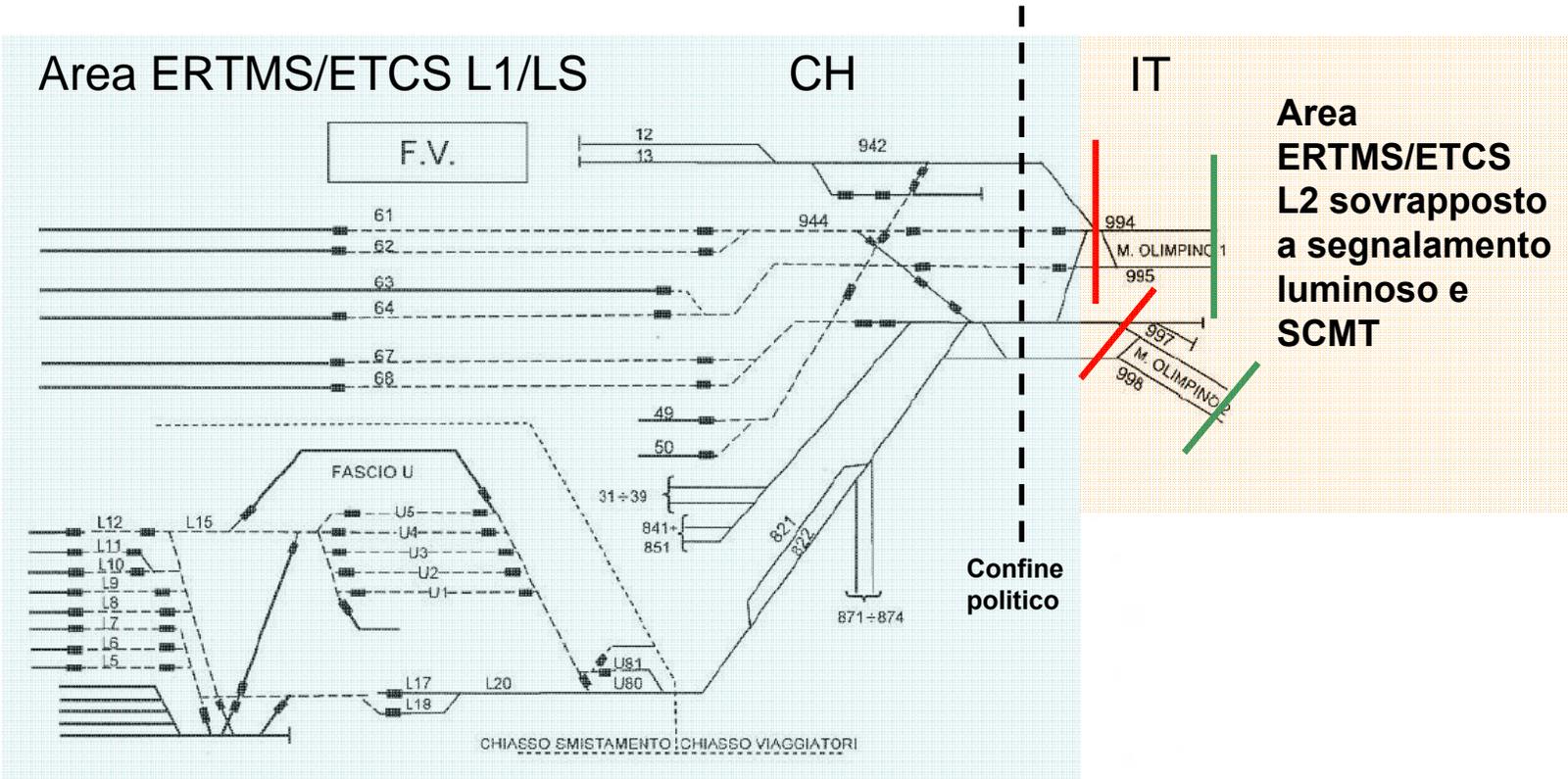
Gestione delle transizioni di livello ERTMS al confine Italia (L2) – Svizzera (L1/LS) effettuate in maniera dinamica (senza richiedere l'arresto del treno per cambio sistema)

# Linea Milano - Chiasso ERTMS/ETCS L2

## Ipotesi di configurazione di confine ERTMS

Ipotesi confine di ingresso in area ERTMS/ETCS L2 da area L1/LS

Ipotesi confine di uscita da area ERTMS/ETCS L2 verso area L1/LS



# Nodo di Milano - Passante ERTMS/ETCS L2

---

RBC di Nodo permetterà:

- l'eliminazione dei punti di transizione di ingresso e uscita dalle linee AV/AC afferenti attuali (Milano – Bologna e Torino – Milano) e future (Treviglio – Brescia)
- il transito di treni interoperabili ERTMS/ETCS L2 non dotati di sistemi di protezione/controllo nazionali

ERTMS/ETCS L2 si sovrapporrà al ACC-M del Nodo di Milano con relativo SCC-M



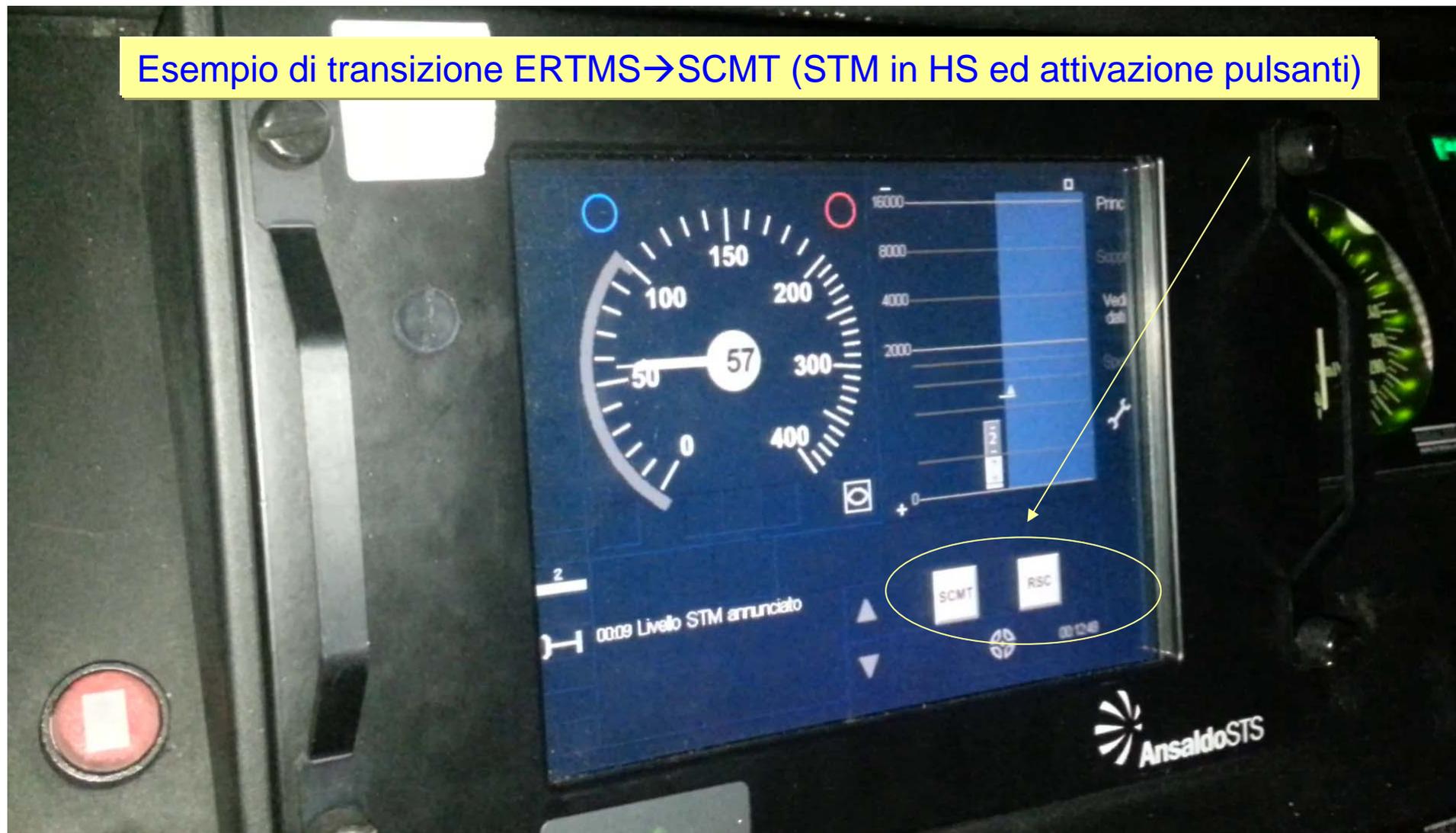
# DMI integrato ERTMS+SCMT (prove su ERT500)

Esempio di transizione ERTMS→SCMT (annuncio transizione di livello)



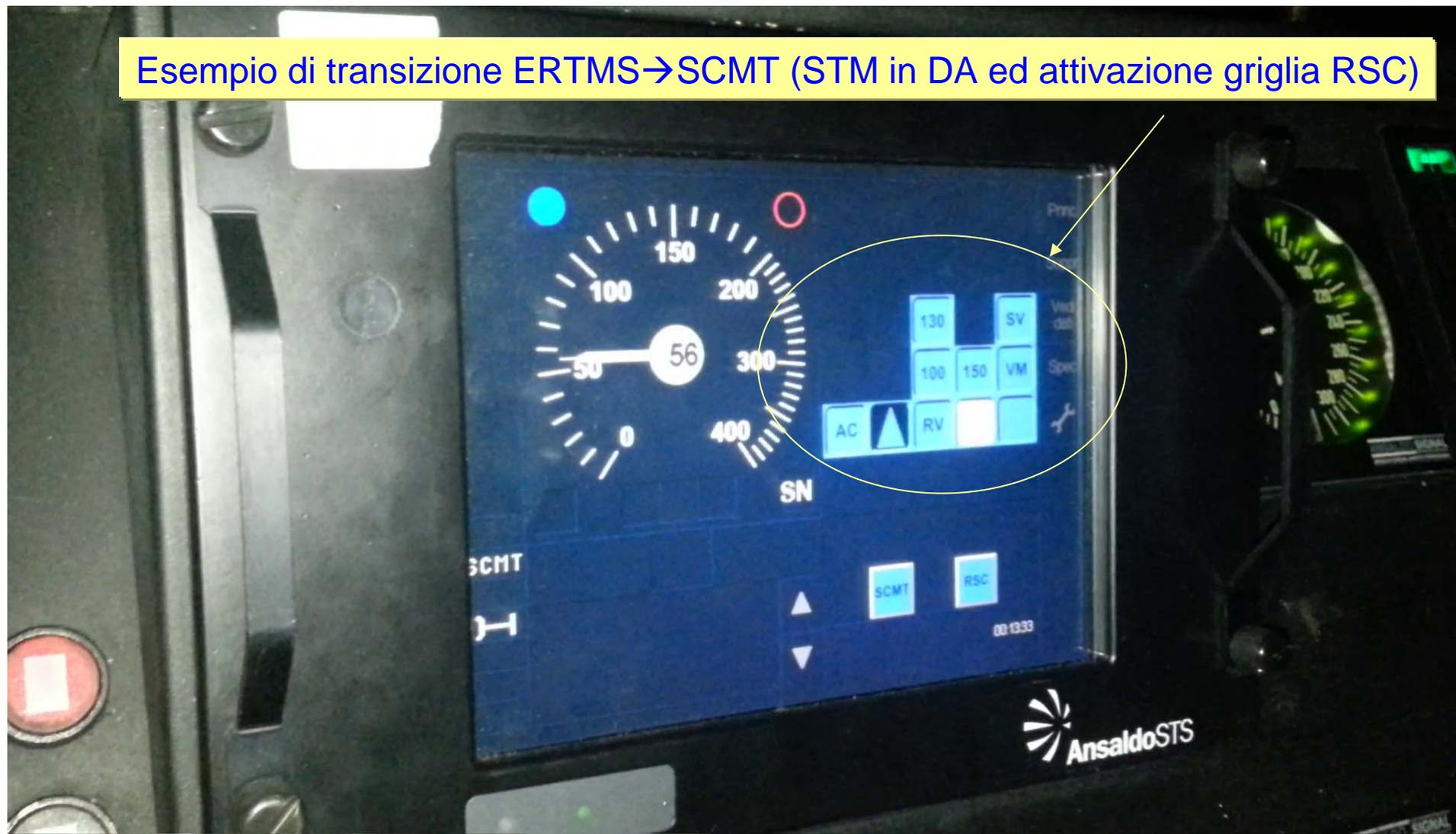
# DMI integrato ERTMS+SCMT (prove su ERT500)

Esempio di transizione ERTMS→SCMT (STM in HS ed attivazione pulsanti)



# DMI integrato ERTMS+SCMT (prove su ERT500)

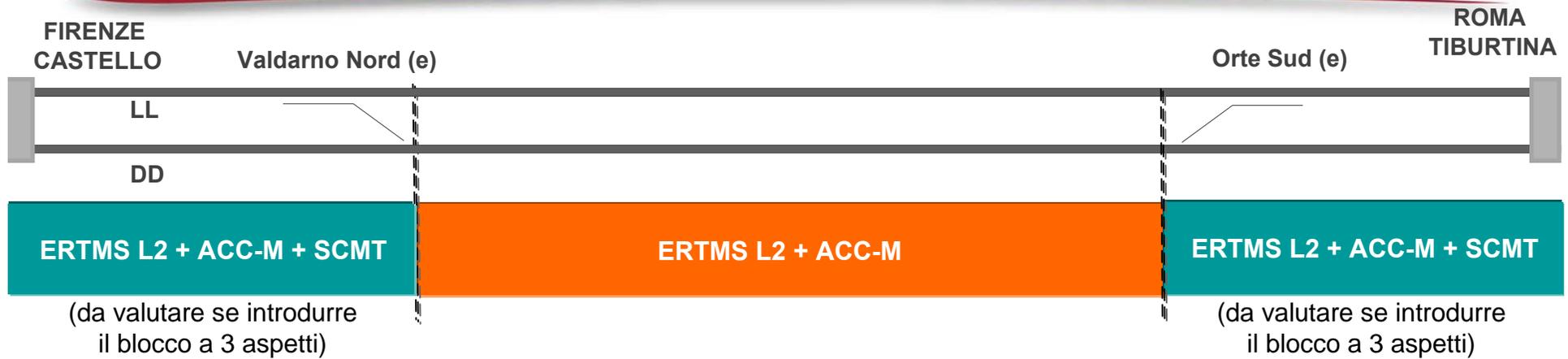
Esempio di transizione ERTMS→SCMT (STM in DA ed attivazione griglia RSC)



# Linea DD Firenze Castello – Roma Tiburtina

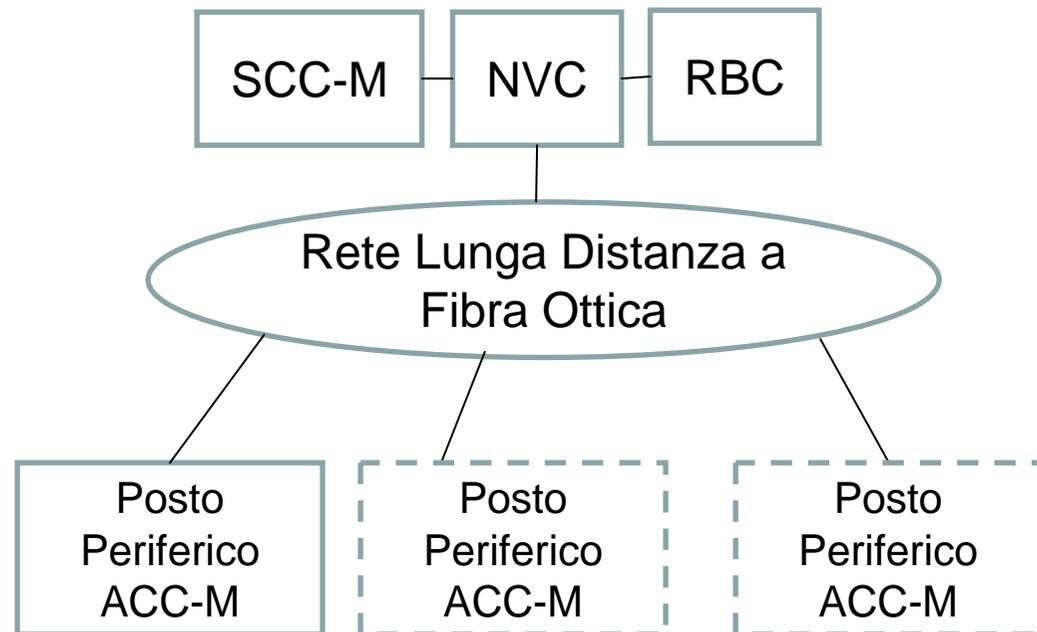


# Linea DD Firenze Castello - Roma Tiburtina – dettaglio con STM a terra



Principali interventi previsti

- Realizzazione ACC-M e ERTMS
- Posto Centrale a Bologna
- Potenziamento rete GSM-R
- Posa F.O.
- Adeguamento PRG-TE
- Supervisione/Diagnostica/TSS



# INDICE

---

- ERTMS / ETCS in Europa e in Italia
- Costi e benefici: criteri decisionali
- ERTMS / ETCS: definizioni e livelli operativi
- ERTMS / ETCS su rete RFI
- Il Livello 1 in Italia
- Il Livello 2 in Italia
- **Analisi funzionale preliminare**
- ERTMS Progetto ERSAT
- La Rete Italiana

# Analisi funzionale preliminare: categorie treno

---

ERTMS ETCS BL3 prevede l'esistenza di due gruppi di categorie treno definite sulla base:

- dell'accelerazione laterale non compensata in curva (cfr. ranghi di velocità)
- di altri fattori (tipo treno, tipo freno)

Il veicolo può appartenere a più di una di queste categorie

L'infrastruttura può trasmettere gli SSP relativi ad un certo numero di queste categorie.

Il profilo di velocità del treno sarà determinato dall'intersezione delle categorie del bordo con i profili trasmessi da terra.

# Analisi funzionale preliminare: modello di frenatura

---

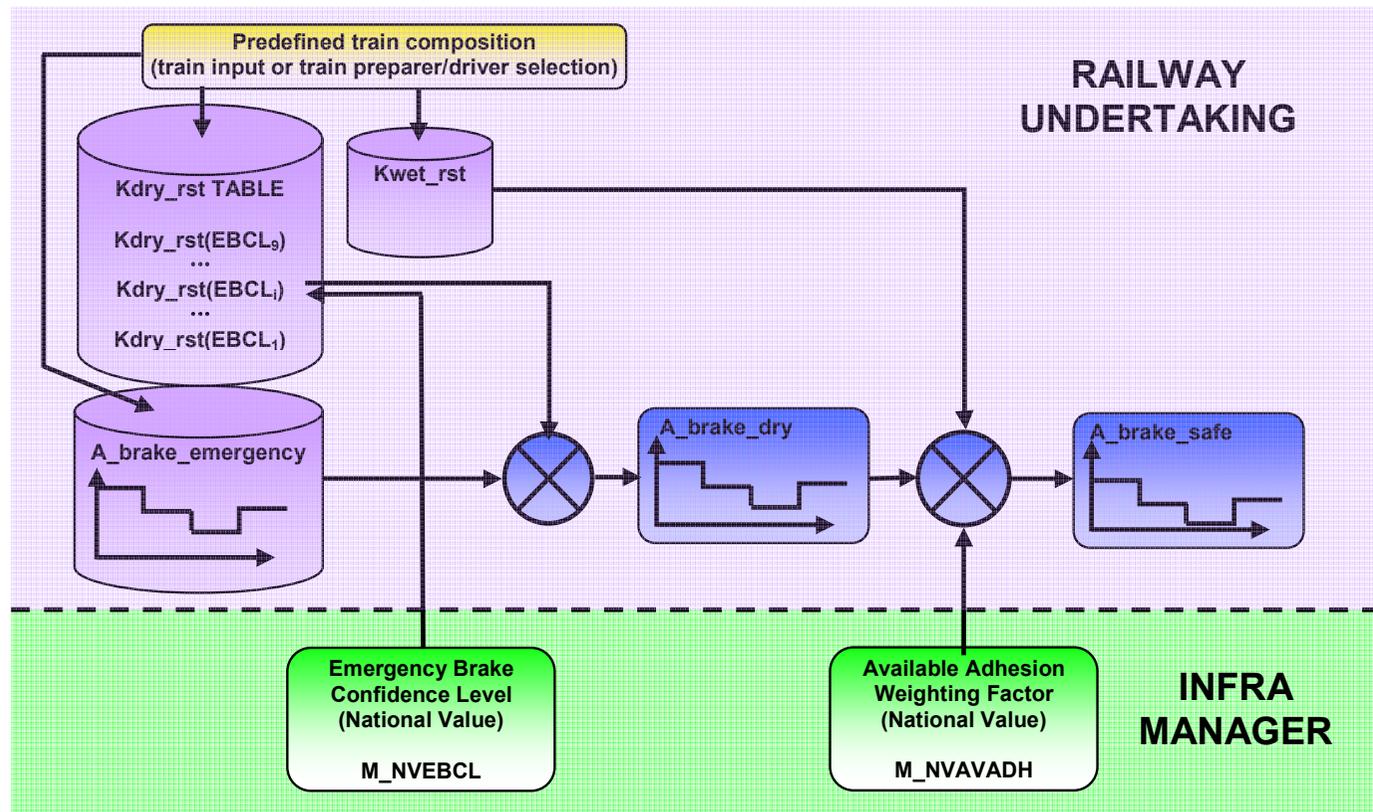
Margini di sicurezza:

- ✓ Il modello di frenatura specificato nelle SRS ETCS BL3 consente di separare i margini di sicurezza relativi alle caratteristiche dell'infrastruttura da quelli propri del materiale rotabile.
- ✓ Il gestore dell'infrastruttura può quindi trasmettere (packet 3) i parametri di sicurezza che considerano le sole esigenze dell'infrastruttura.
- ✓ L'Impresa Ferroviaria (o il costruttore dei veicoli) può integrare i margini con i parametri che considerano le caratteristiche specifiche del materiale rotabile e generare così curve di frenatura che rispettano esattamente i vincoli richiesti dalla sicurezza.
- ✓ In questo modo è possibile, senza diminuire la sicurezza, evitare le penalizzazioni della marcia che nascono dall'esigenza di proteggere complessivamente differenti tipologie di materiale rotabile (la parametrizzazione del modello di frenatura oggi essendo univoca è legata alle caratteristiche del peggior treno circolante).

# Analisi funzionale preliminare: modello di frenatura

## Gamma trains

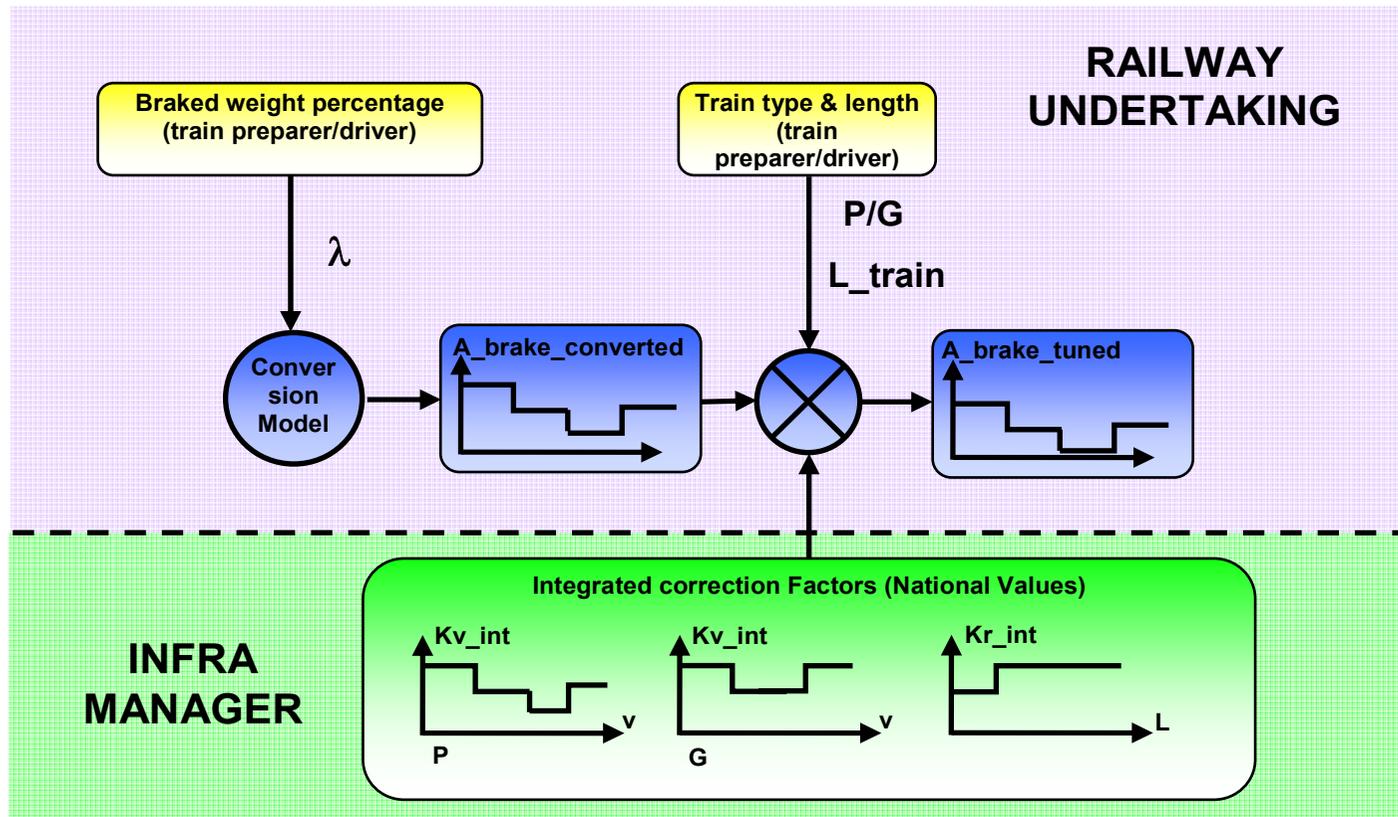
Treni a composizione bloccata le cui caratteristiche frenanti sono specificate in termini prestazioni e margini di sicurezza specifiche per il dato rotabile



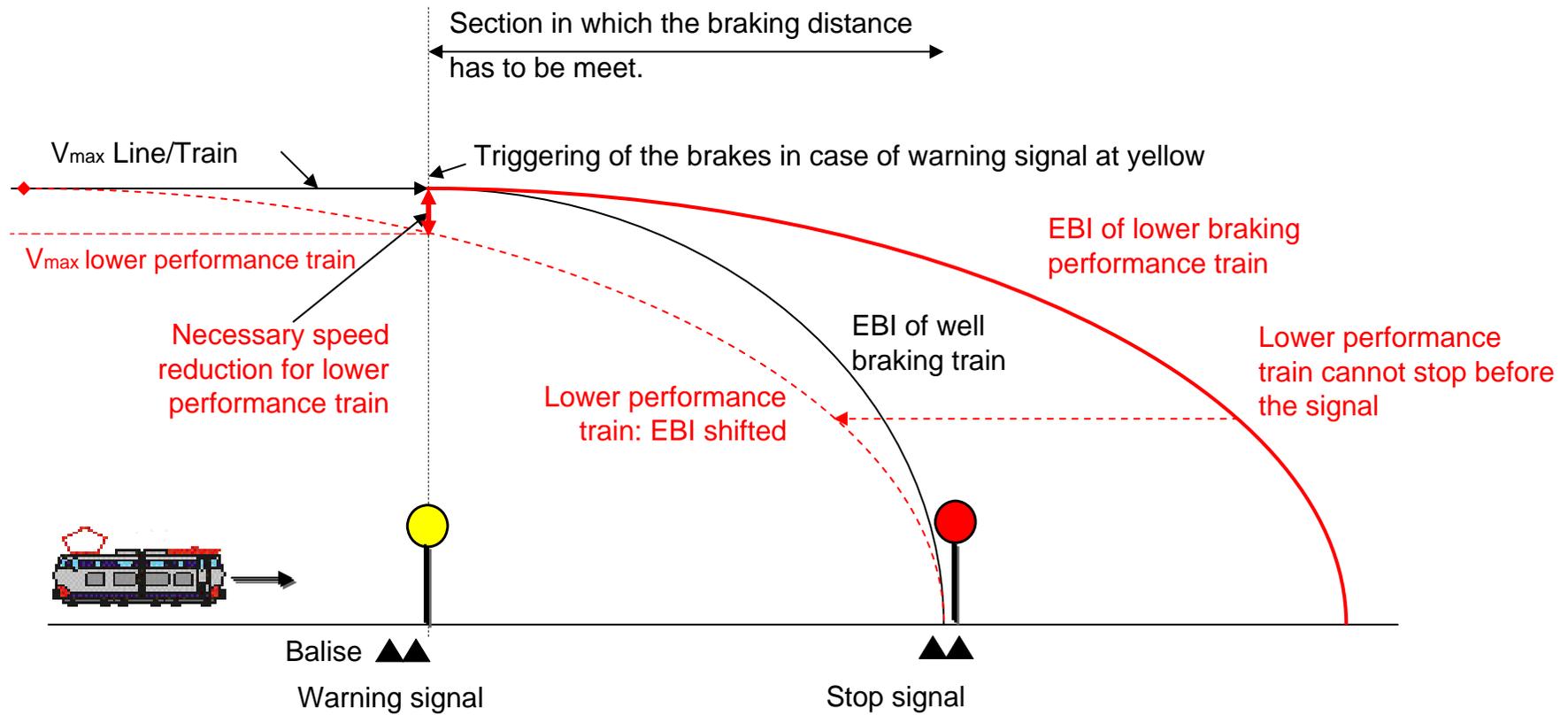
# Analisi funzionale preliminare: modello di frenatura

## Lambda trains

Treni non necessariamente a composizione variabile le cui caratteristiche frenanti sono deducibili in modo generico dai dati di Percentuale di Massa Frenata e lunghezza.



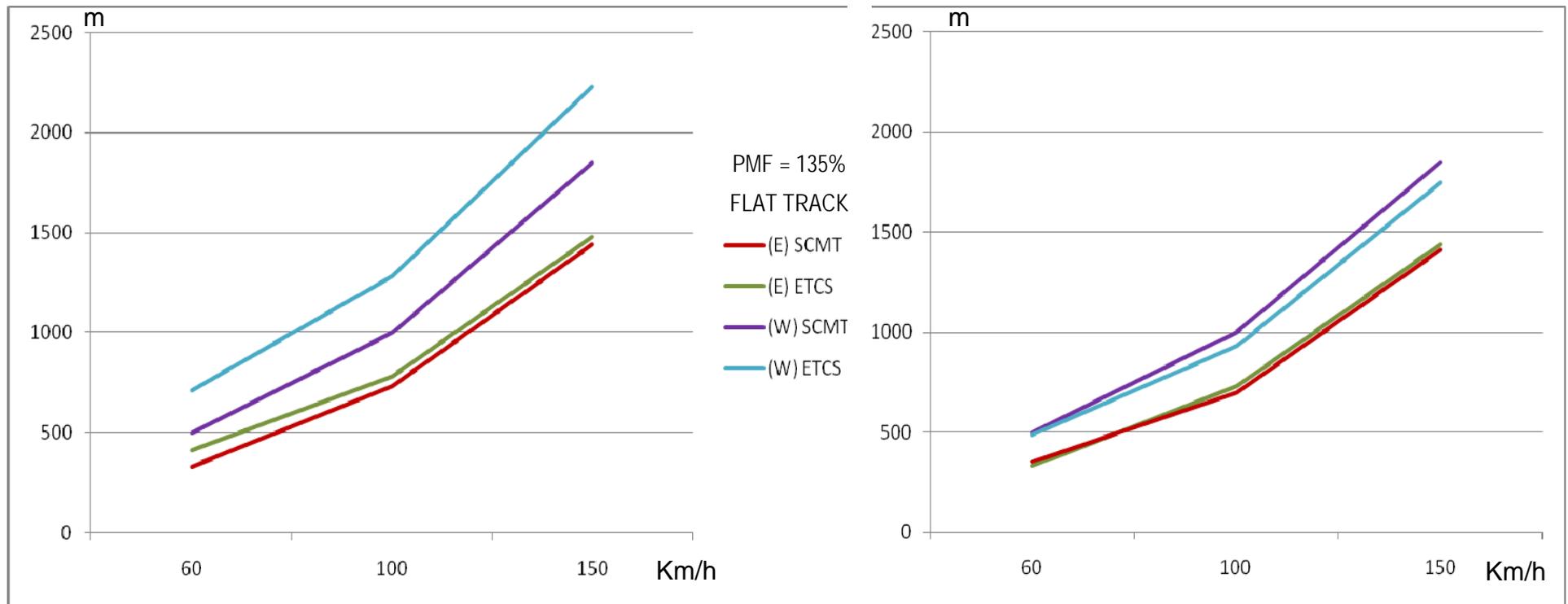
# Analisi funzionale preliminare: modello di frenatura



Date le caratteristiche del segnalamento, la velocità massima del treno dipende dalle sue prestazioni frenanti.

# Analisi funzionale preliminare: modello di frenatura

Confronto tra i modelli di frenatura SCMT e ETCS BL3 per lambda train



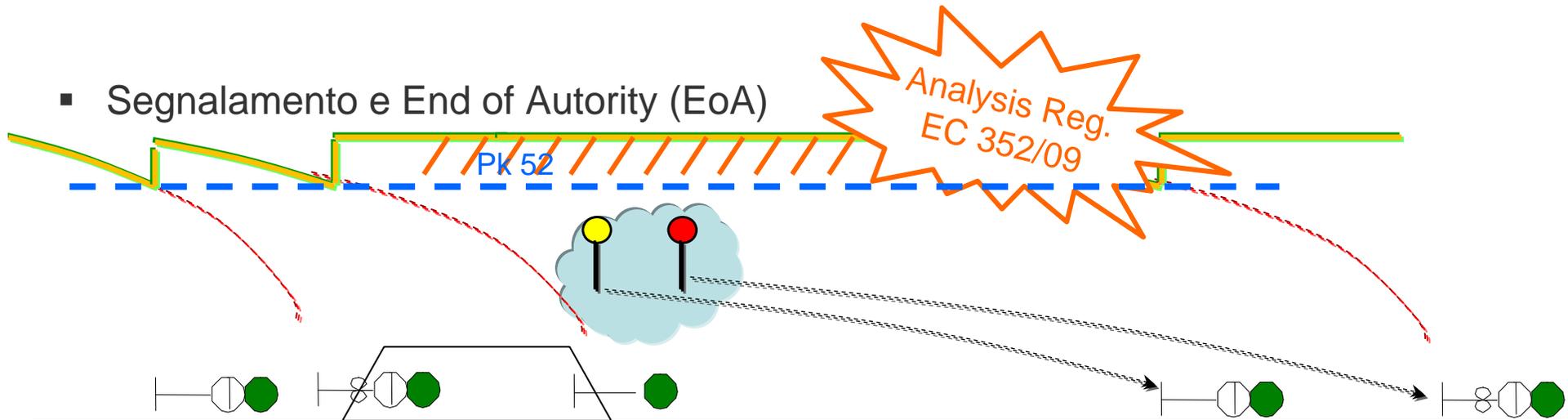
$k = 0.9$ , train length = 650 m

$k = 0.8$ , train length = 400 m

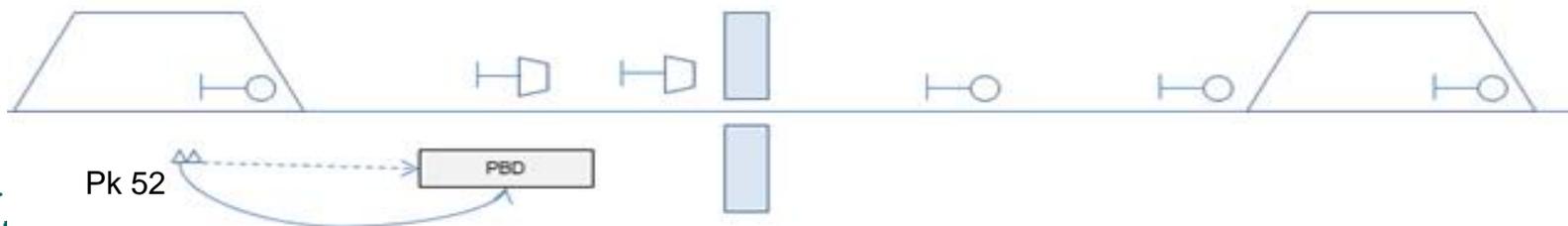
# Analisi funzionale preliminare

ETCS L1 con distanziamento fisso e velocità variabile

- Segnalamento e End of Authority (EoA)



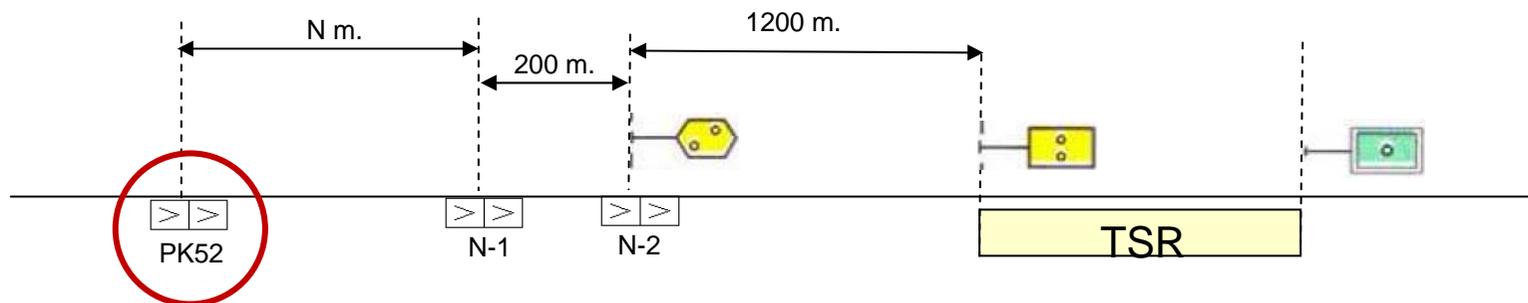
- Protection passaggi a livello (LX)



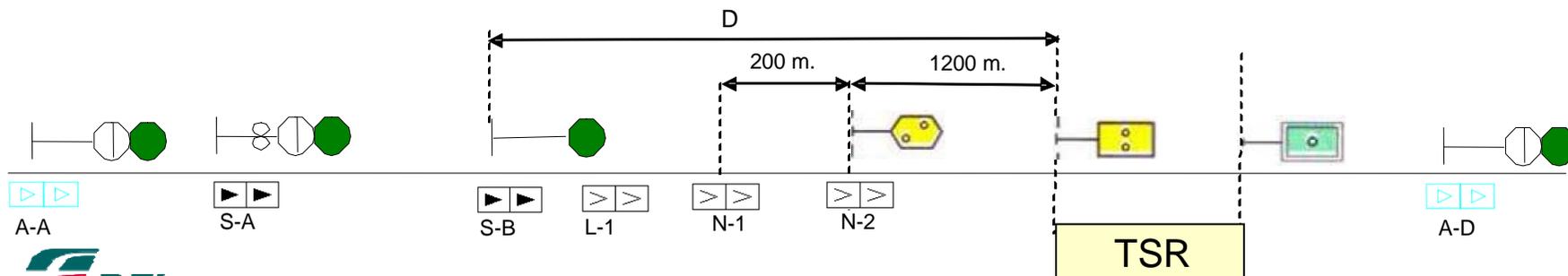
# Analisi funzionale preliminare

ETCS L1 con distanziamento fisso e velocità variabile

- Rallentamenti (TSR) - soluzioni alternative all'uso del pacchetto 52
  - Adding a dedicated Balise Group sending packet 52



- Using TSR key to trigger packet 52



# INDICE

---

- ERTMS / ETCS in Europa e in Italia
- Costi e benefici: criteri decisionali
- ERTMS / ETCS: definizioni e livelli operativi
- ERTMS / ETCS su rete RFI
- Il Livello 1 in Italia
- Il Livello 2 in Italia
- Analisi funzionale preliminare
  - **ERTMS Progetto ERSAT**
- La Rete Italiana

ERTMS – Satellite : ER – SAT .

A new Pilot line Sponsored by:

Regione Sardegna



and Agenzia Spaziale Italiana



## The Test Site – Olbia-Cagliari railway line



### Phase 1: 3InSat (satellite assets validation)

- Total length: approximately 50 km
- Double track: to test train localization on parallel tracks
- Satellite localization system at SIL-4 level
- Multi-bearer TLC network
- Augmentation network validation
- Test Procedures validation
- Independent assessment by a NoBo (Italcertifer)

### Phase 2: ERSAT (ERTMS on Satellite)

- deployment of an ERTMS-ETCS system
- integration of satellite localization SIL-4
- integration of a multi-bearer TLC network
- EGNOS “adaptation”
- fixed block (L2) train separation
- Moving block (L3)
- Certification

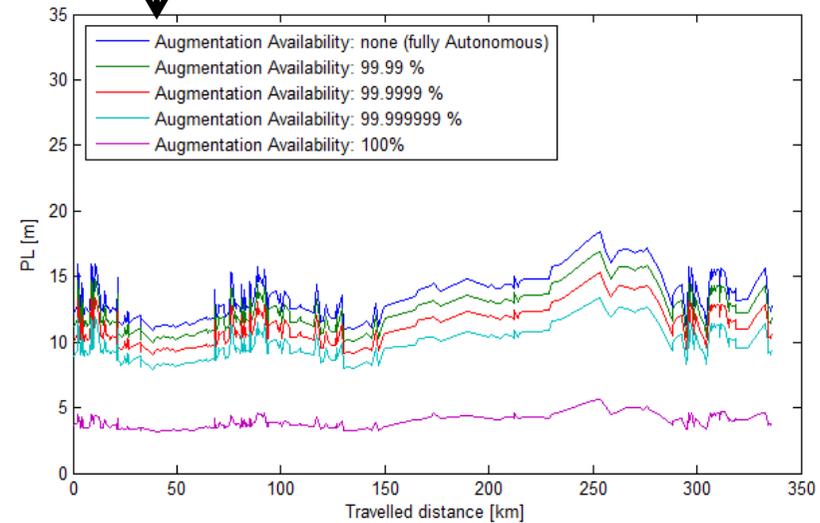
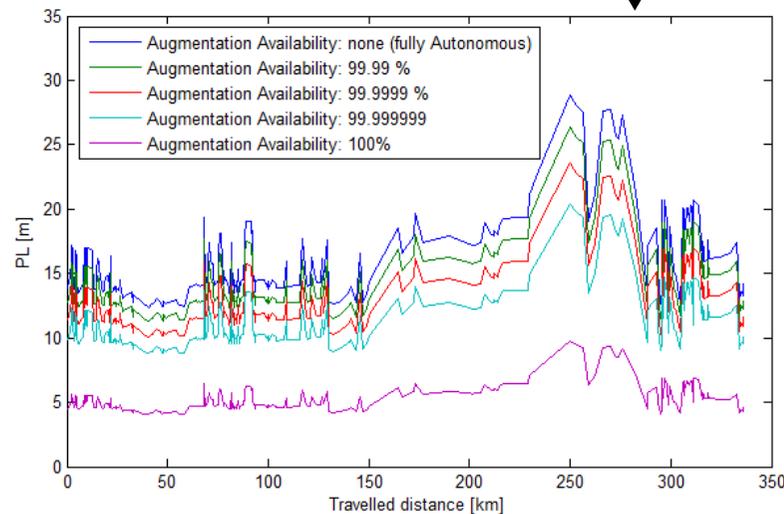
# Localization: managing position accuracy along the route

## 3. The Sardinia Test Site in the programme roadmap



multi-constellation  
promises

Constellation	GPS alone	+ Glonass	+ Galileo
N° satellites	4 – 6 average	> 10	> 16
Integrity	Au Network	+ PL shaping	+ accuracy
Resiliency	depending on GPS	2 systems	3 systems

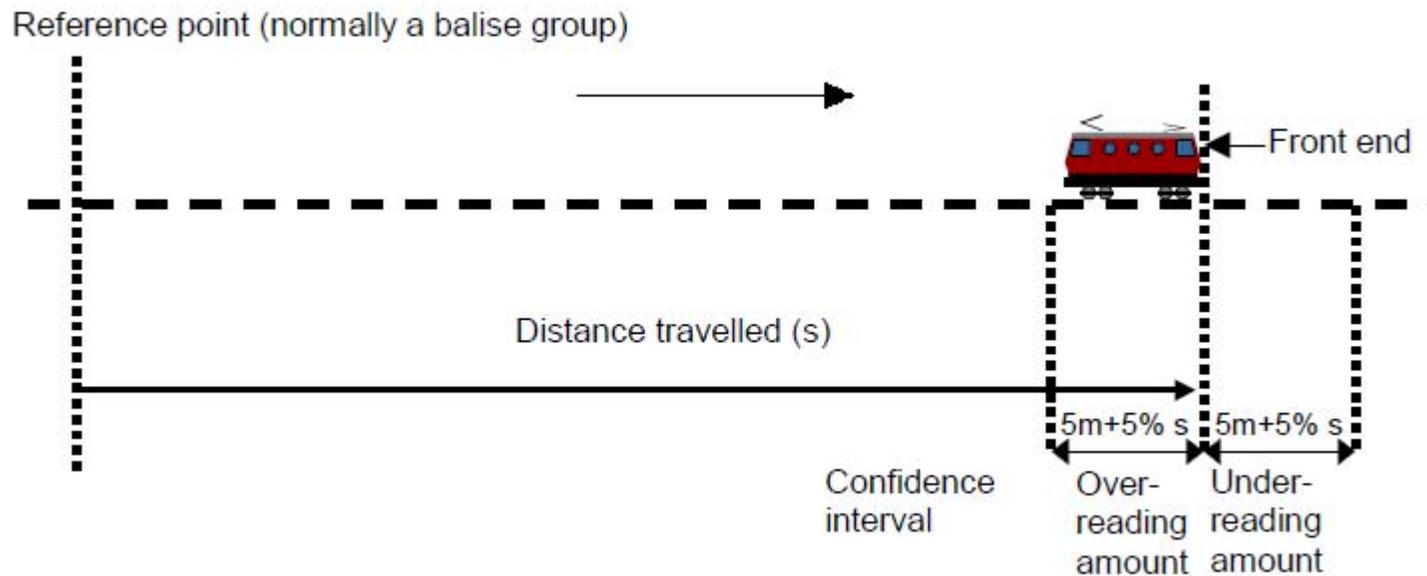


## 2. The ERTMS Technology evolution

### Use of Satellite Positioning for ERTMS/ETCS

#### ETCS Requirement for Trains Current Position

(Par. 5.3.1.1 in S041 Rev.2.1.0 Performance Requirements for Interoperability):



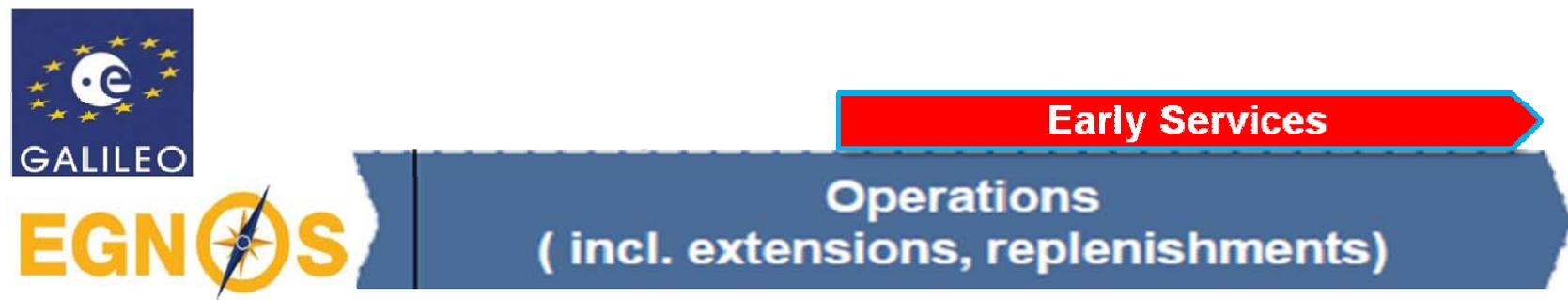
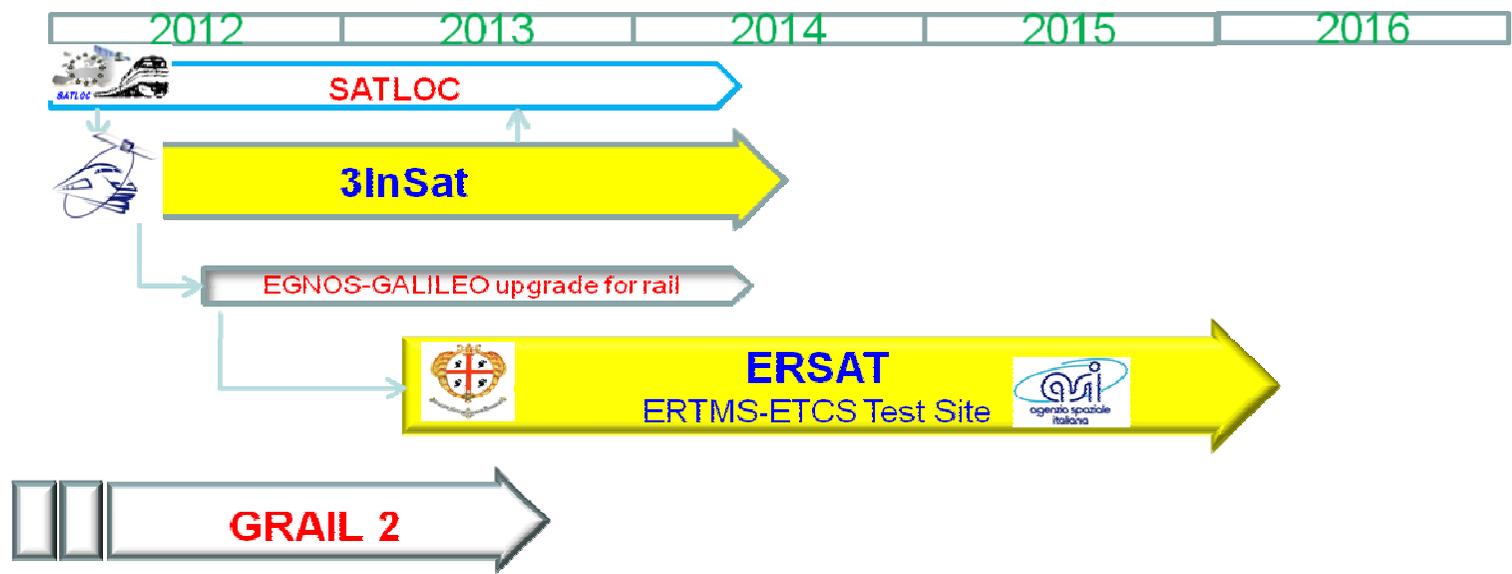
## Progetto ERSAT – ERTMS SATellite

**Sovrapposizione ai sistemi di segnalamento esistenti su circa 50km di infrastruttura ferroviaria sarda e su due rotabili attrezzati con il sistema ERTMS di Livello 2, includendo i dispositivi di localizzazione satellitare e TLC precedentemente validati con la sperimentazione in ambito Progetto 3InSat.**

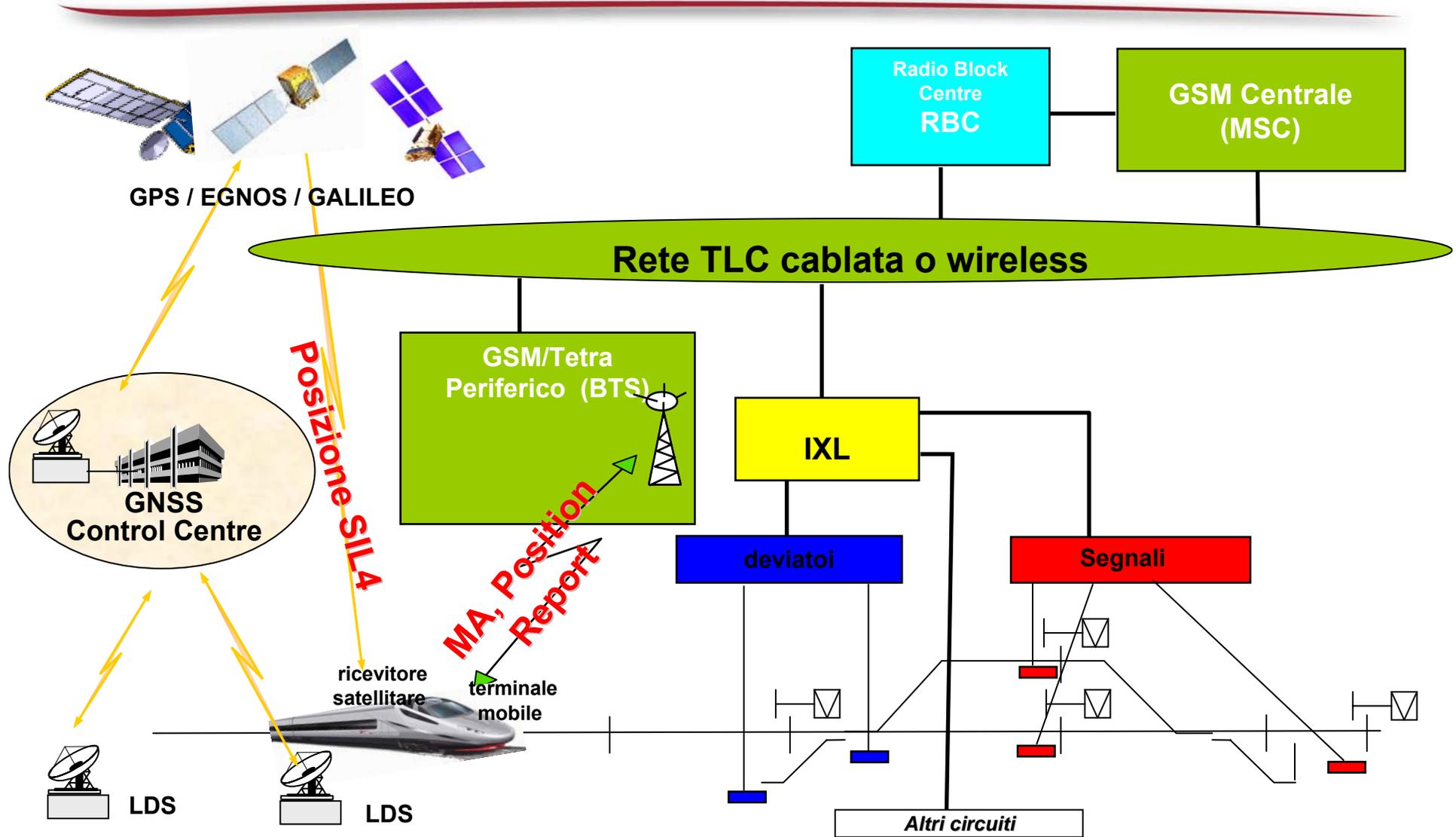
Gli obiettivi principali della sperimentazione sono:

- ✓ *sistema di localizzazione del treno alternativo a quello basato su Eurobalise normalmente usato in ERTMS (introduzione del concetto di virtual balise)*
- ✓ *ri-uso delle risorse radio già disponibili (operatori pubblici TIM, Wind, Omnitel, ecc..) o a basso costo (Tetra) con possibilità di configurazione della priorità di chiamata del servizio ferroviario. No extra costi per GSM-R*
- ✓ *remotizzazione dei controlli/comandi IXL-RBC via wireless (radio, satellite, ecc..) in alternativa all'uso di fibra ottica.*
- ✓ *la possibilità di utilizzare anche la comunicazione satellitare fra terra e treno per l'invio delle autorizzazioni al movimento e conseguentemente la dimostrazione del porting del Protocollo Euroradio su IP (commutazione di pacchetto).*

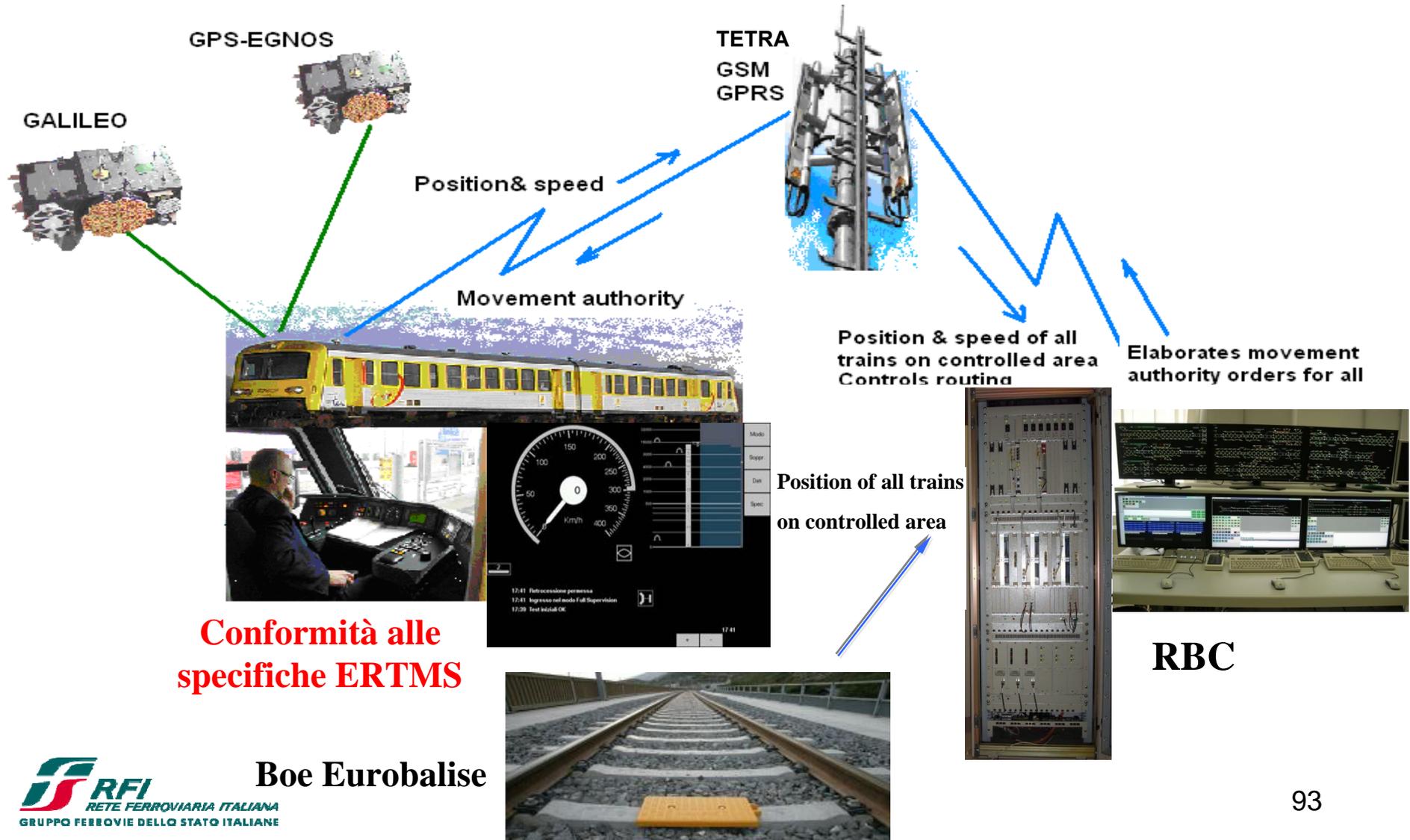
# Progetto ERSAT: il contesto europeo



# Progetto ERSAT: architettura di riferimento



# Parallela sperimentazione posizionamento satellitare sicuro (SIL 4) del treno su sito pilota di 50 km (Cagliari – S. Gavino) con ERTMS L2



**Conformità alle  
specifiche ERTMS**

**Boe Eurobalise**

# INDICE

---

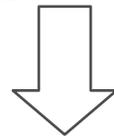
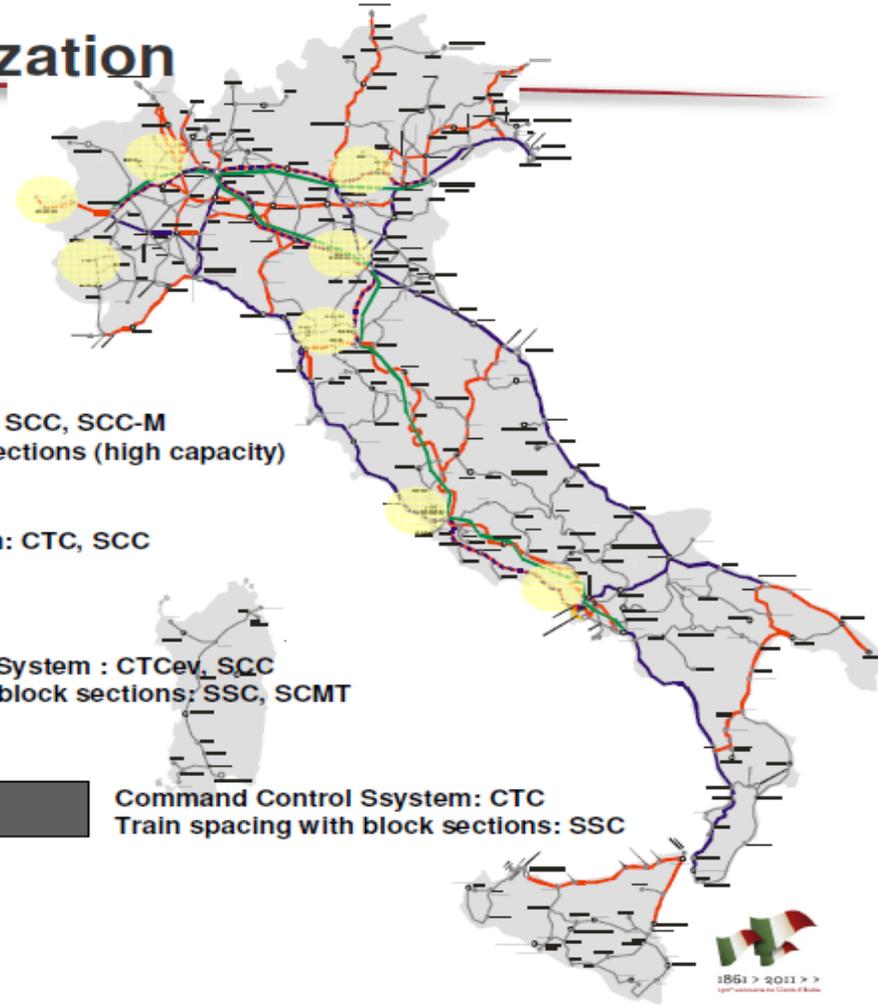
- ERTMS / ETCS in Europa e in Italia
- Costi e benefici: criteri decisionali
- ERTMS / ETCS: definizioni e livelli operativi
- ERTMS / ETCS su rete RFI
- Il Livello 1 in Italia
- Il Livello 2 in Italia
- Analisi funzionale preliminare
- ERTMS Progetto ERSAT
- **La Rete Italiana**

# The Italian Rail Network

## Infrastructure specialization

### Goals

Lines classification related to traffic development  
(time horizon 2013)



To be Found an  
Economical Soustenability

