

II SISTEMA GSM-R e le sue EVOLUZIONI

Diego Schiavoni

Convegno

Bologna, 9 maggio 2018

-
- *Cenni sul Sistema GSM-R e sulle sue funzioni*
 - *La rete GSM-R di RFI ed il suo sviluppo*
 - *FRMCS: evoluzione verso il sistema successore del GSM-R*

Il Sistema GSM-R

Il **GSM-R** è lo standard di comunicazione radiomobile adottato a livello trans-europeo dal settore ferroviario per garantire il controllo e l'esercizio del traffico ferroviario secondo i principi di **interoperabilità**.

Si **basa su standard** e tecnologie consolidate e di mercato che derivano direttamente dalle reti radiomobili pubbliche **GSM**.

Railway Specific functionalities (UIC EIRENE)

- Functional Addressing
- Location Dependent Addressing
- Railway emergency calls
- High priority call confirmations

GSM enhancements for railways (ETSI)

- Voice Group Call Service (VGCS)
- Voice Broadcast Service (VBS)
- Enhanced multilevel precedence and pre-emption

GSM Standard

Sullo standard GSM sono state sviluppate alcune funzionalità specifiche per rispondere a requisiti di comunicazione tipicamente ferroviari.

Il Sistema GSM-R

Mediante il sistema GSM-R sono garantite le seguenti principali funzioni:

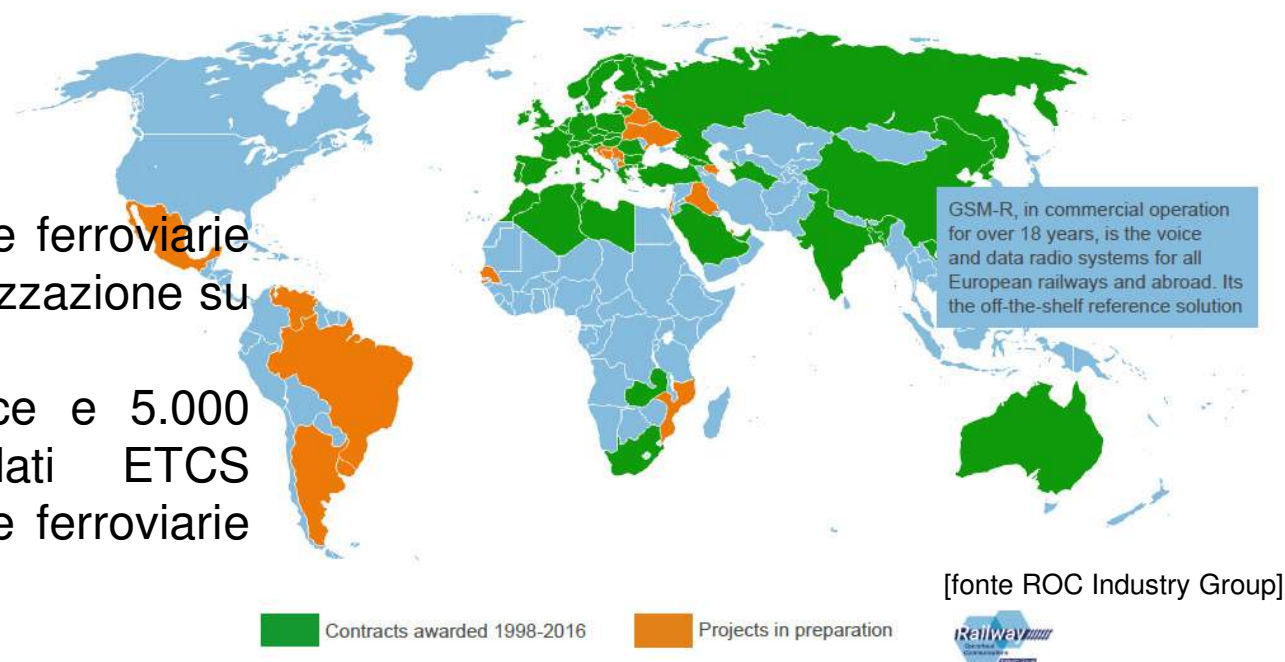
- le comunicazioni **voce operative e di emergenza** tra il personale di esercizio ferroviario
- le comunicazioni **dati per il controllo e comando della marcia treno (ETCS)**.

E' un componente essenziale per la **regolarità dell'esercizio ferroviario** e per la sua funzione di **supporto alla sicurezza**.

Il sistema GSM-R in Europa

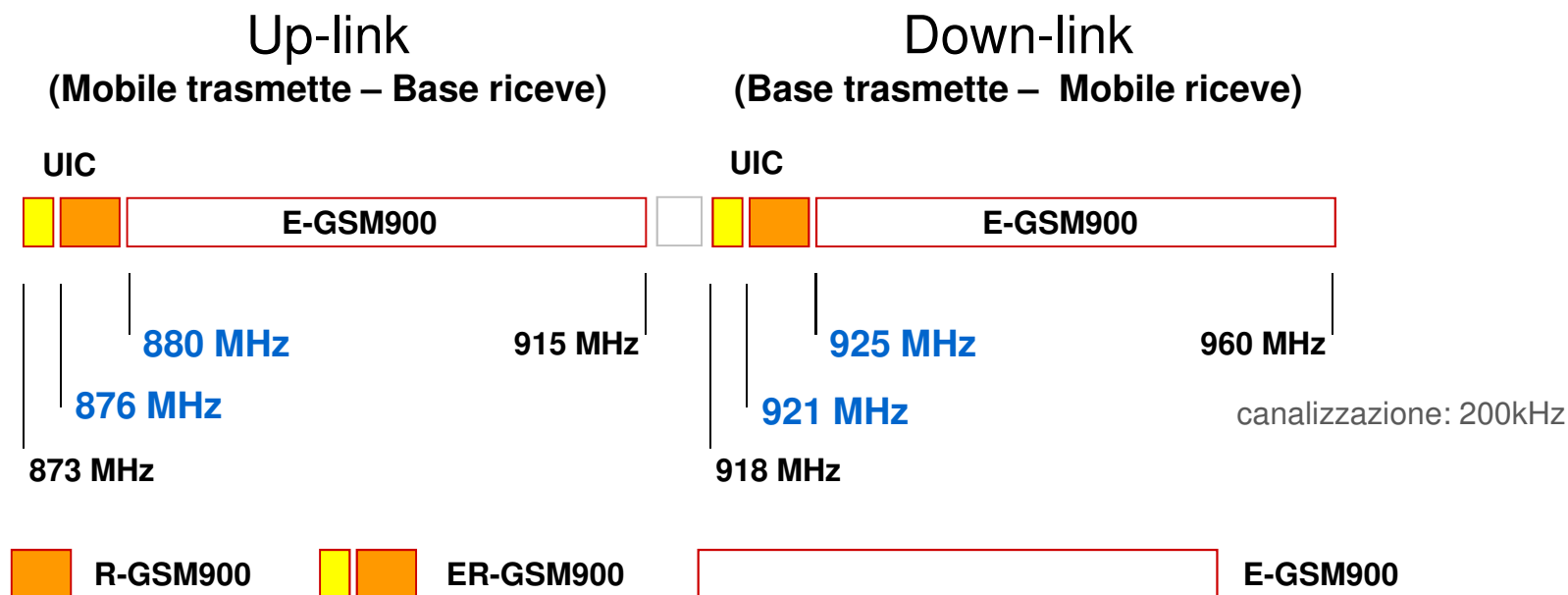
In esercizio su circa 91.000 km di linee ferroviarie europee; in corso di progettazione / realizzazione su ulteriori 73.000 Km di linee [fonte UIC- 07/2014].

Circa 51.000 apparati Cab Radio voce e 5.000 moduli radio per trasmissione dati ETCS equipaggiano i treni circolanti nelle linee ferroviarie europee [fonte UIC- 07/2014].



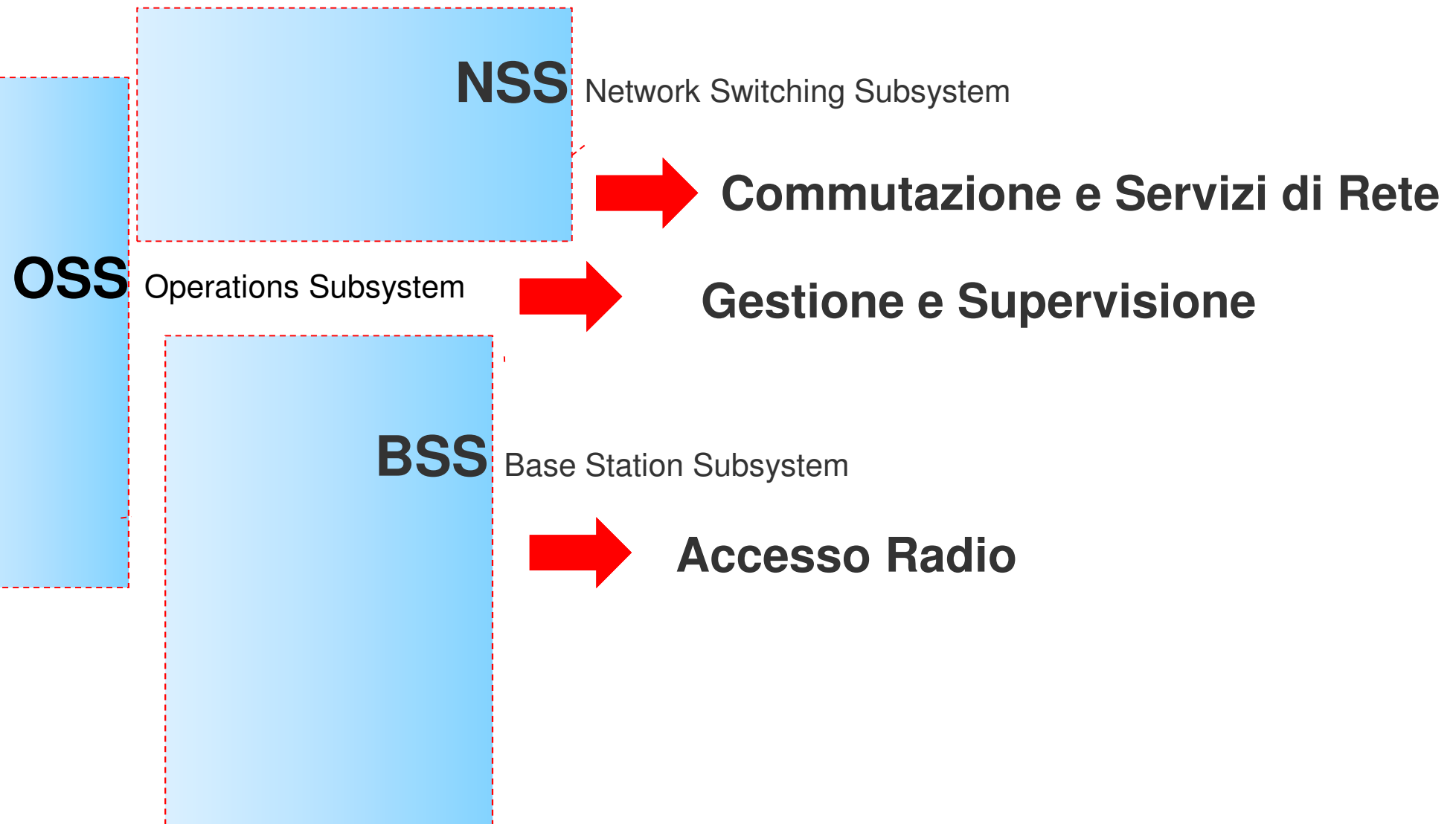
Il Sistema GSM-R: la banda di frequenze

Il GSM-R opera in banda 900MHz

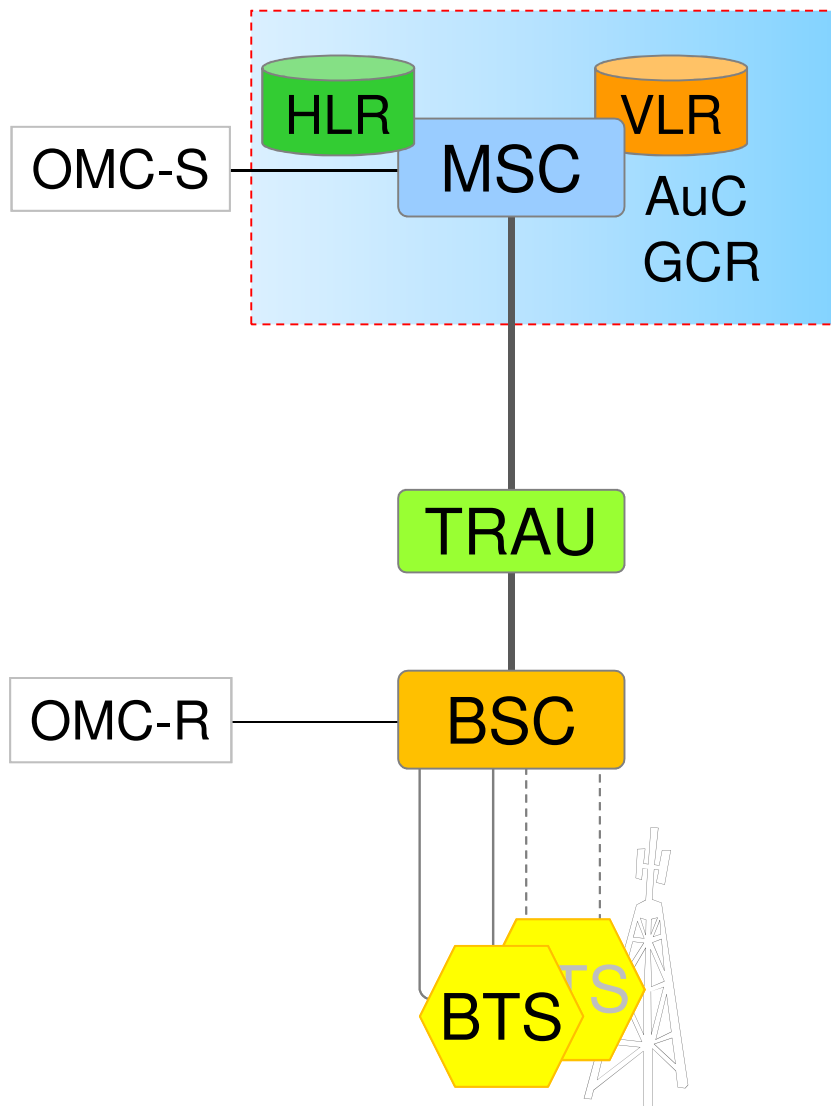


Lo standard comune in banda 900MHz rende possibile siglare accordi di roaming non solo tra operatori GSM-R, realizzando così l'interoperabilità delle reti di telecomunicazioni ferroviarie europee, ma anche con reti GSM pubbliche.

Sistema GSM-R: architettura di principio



Sistema GSM-R: architettura di principio



NSS Network Switching Subsystem

MSC Mobile Switching Centre

HLR Home Location Register

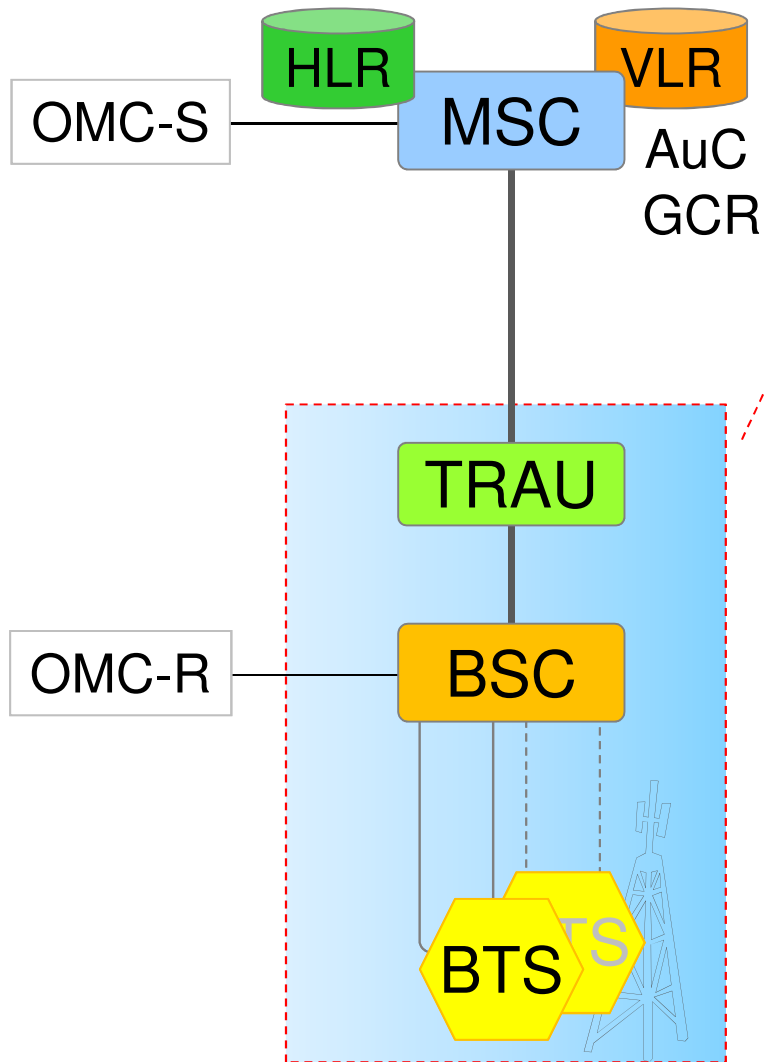
VLR Visitor Location Register

AuC Authentication Centre

GCR Group Call Register

- Funzioni di commutazione
- Processamento di chiamata
- Interworking
- Gestione mobilità MSUB
- Funzioni di HLR, VLR, AuC, GCR
- Gestione delle comunicazioni verso TRAU-BSC
- Gestione connessioni con OMC-S

Sistema GSM-R: architettura di principio



BSS Base Station Subsystem

TRAU *Transcoder and Rate Adaption Unit*

Provvede alla codifica e alla decodifica dei canali per voce e dati da 16 Kbit/s (Interfaccia Ater verso il BSC) a 64 Kbit/s (Interfaccia A verso il MSC).

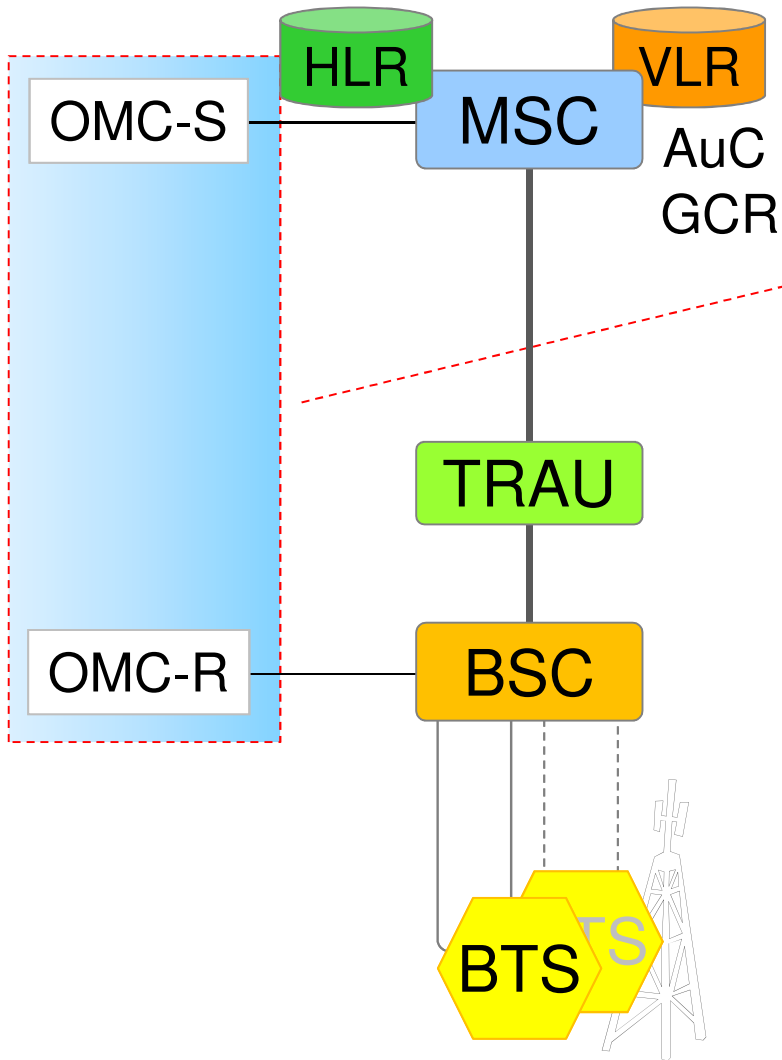
BSC *Base Station Controller*

- Supervisione e controllo delle BTS
- Allocazione delle risorse radio
- Gestione delle comunicazioni verso TRAU e BTS
- Gestione connessioni con OMC-R

BTS *Base Transceiver Station*

- Canali radio di comunicazione
- Gestisce le comunicazioni verso il BSC (Abis)

Sistema GSM-R: architettura di principio



OSS Operations Subsystem

- Fault management
- Optimization
- Configuration management
- Performance management
- Security management
- Network administration
- OSS administration

Servizi e Funzioni GSM-R

Principali servizi e funzioni del GSM-R

- ❑ NUMERO FUNZIONALE
- ❑ CHIAMATE CON PRIORITA'
- ❑ PRE-EMPTION
- ❑ CHIAMATE di GRUPPO VGCS
- ❑ CHIAMATE di EMERGENZA FERROVIARIA (REC)

Servizi e Funzioni GSM-R – Numero Funzionale

Un utente GSM-R (identificato dal suo MSISDN) può essere associato, ad un numero che rappresenta la **funzione** svolta in un determinato momento. Tramite tale servizio, disponibile sia su rete RFI sia in roaming su rete dell'operatore pubblico, l'utente può essere chiamato tramite il **Numero Funzionale**, senza necessità di conoscere il numero MSISDN.

NF Permanente:
7 + <località> + <ruolo>



Codici Ruolo:

- 01 – DCO/DC;
- 02 – DM;
- 03 – DOTE
- 13 – CEI/CI;
- 14 – DCCM; ...

Es. 2 00045 10

**GSM-R
(IN)**

Es. 7 01354 01

NF temporaneo:
2 + <numero treno> + <ruolo>



Codici Ruolo:

- 01 – PdC 1;
- 02 – PdC 2;
- 10 – Capo Treno
- 11 – CST 1;
- 12 – CST 2;

L'associazione a Numero Funzionale può essere permanente o temporanea.

Servizi e Funzioni GSM-R – Priorità / Pre-Emption

PRIORITA'

Lo standard GSM-R definisce 5 livelli di priorità delle chiamate:

Livello di Priorità	Tipologia di chiamata	Autorisposta
0 (più alta)	Emergenza Ferroviaria (Segnale di prudenza generalizzata)	Sì
1	ETCS (Comando e Controllo per linee AV)	
2	Emergenza Pubblica e Chiamata Gruppo Treni	Sì, per i Cab Radio e palmari
3	Tra PdC e personale della circolazione / trazione	Sì, per i Cab Radio
4 (più bassa)	Altro	No

PRE-EMPTION

Una chiamata entrante con priorità '0' provoca, sul terminale dell'utente chiamato, la chiusura o la messa in attesa di eventuali chiamate in corso a più bassa priorità e l'inclusione automatica della nuova chiamata in arrivo.

Nel caso di chiamate ad alta priorità originate in aree con congestione di rete, la rete radio libera le risorse occupate da chiamate a più bassa priorità.

Servizi e Funzioni GSM-R – Chiamate di Gruppo VGCS

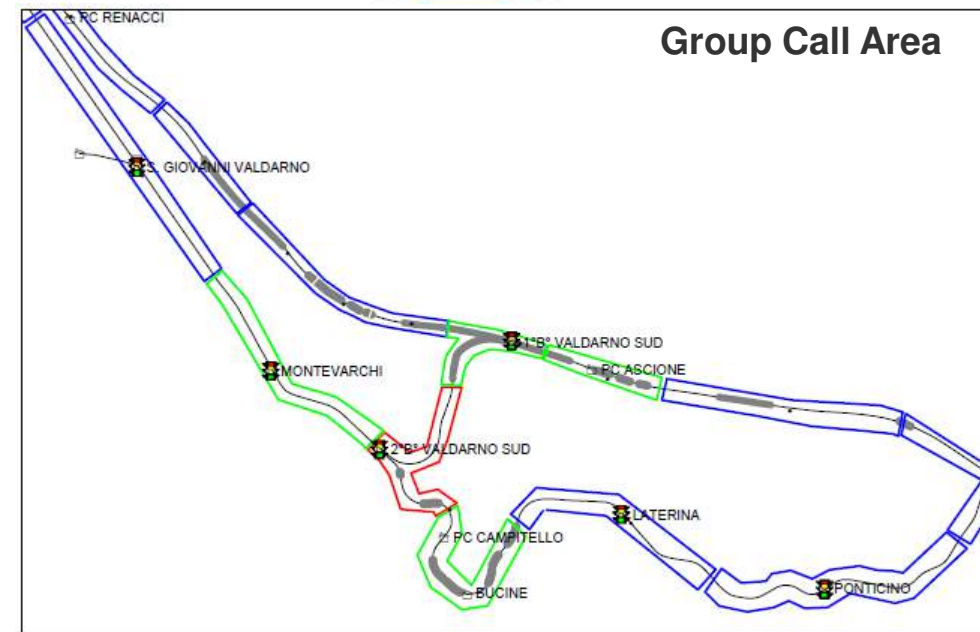
La chiamata di gruppo è una comunicazione del tipo “**canale a contesa**”, cioè gli utenti richiedono l’acquisizione del canale tramite l’uso del pulsante PTT (Push To Talk) presente sul telefono GSM-R.

Una chiamata di gruppo emessa in una **Group Call Area** interessa gli utenti dello specifico gruppo presenti nella GCA, compresi gli utenti dotati di dispatcher abilitati a questo gruppo ed area.

Gli utenti di tipo dispatcher (ad esempio DCO, DC, DOTE) possono inserirsi in una comunicazione in atto e parlare senza la necessità di ricorrere al pulsante PTT.

La chiamata di Gruppo può essere chiusa dall’utente che l’ha originata o da utenti con console telefonica di tipo “dispatcher” (DCO, DC, etc.).

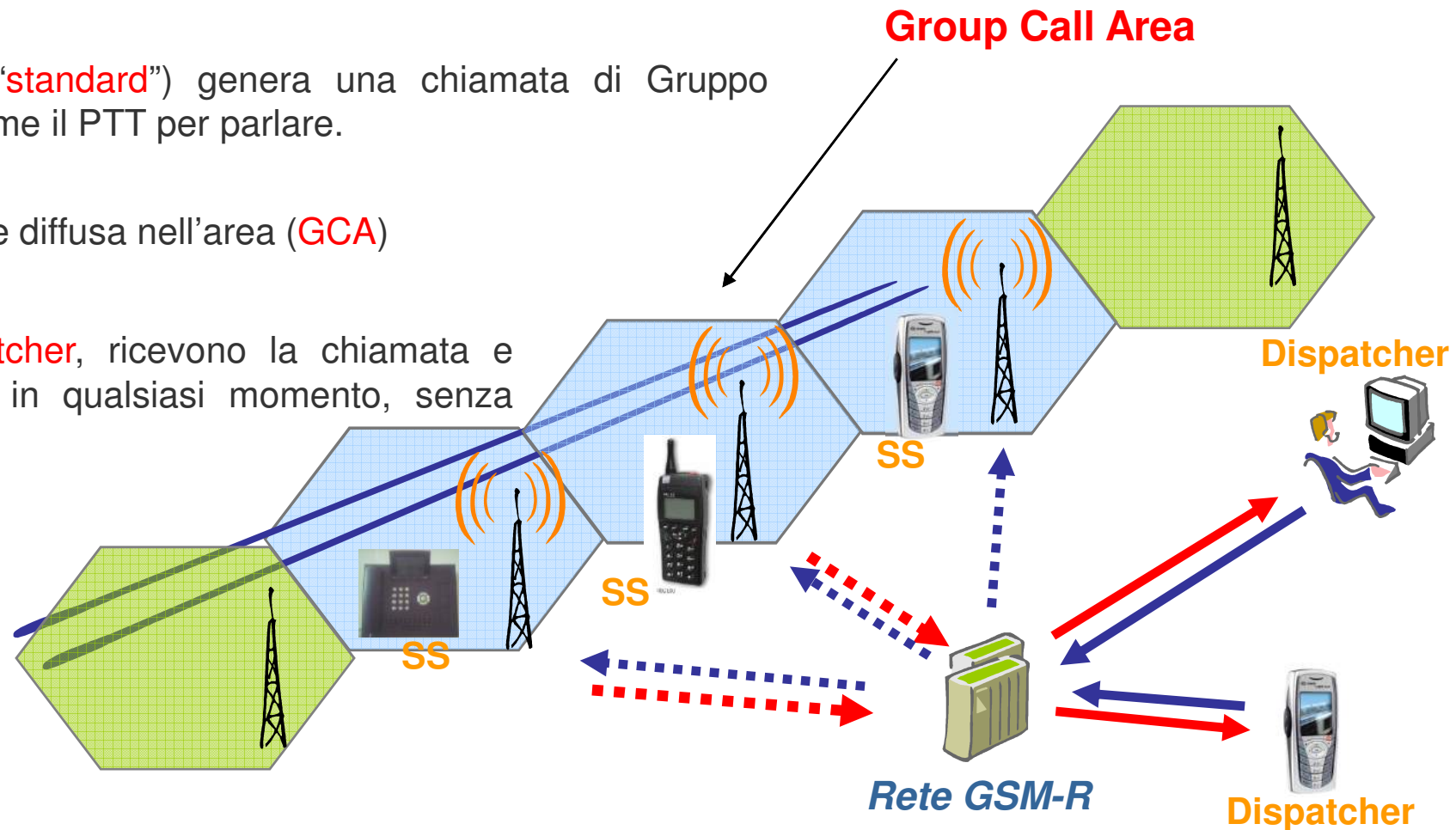
Push To Talk



Servizi e Funzioni GSM-R – Chiamate di Gruppo VGCS

CHIAMATE di GRUPPO VGCS

- ❑ Un utente SS (“**standard**”) genera una chiamata di Gruppo (GID=XXX) e preme il PTT per parlare.
- ❑ La chiamate viene diffusa nell’area (**GCA**)
- ❑ I 2 utenti **Dispatcher**, ricevono la chiamata e possono parlare in qualsiasi momento, senza uso del PTT



Servizi e Funzioni GSM-R – Railway Emergency Call (REC)

CHIAMATE di EMERGENZA FERROVIARIA (REC)

Le chiamate di “Emergenza” sono chiamate di Gruppo **VGCS** (ID del Gruppo = 299) con **priorità “0”**

-
- *Cenni sul Sistema GSM-R e sulle sue funzioni*
 - *La rete GSM-R di RFI ed il suo sviluppo*
 - *FRMCS: evoluzione verso il sistema successore del GSM-R*

La rete GSM-R di RFI

La rete GSM-R di RFI è stata costruita come parte di due importanti iniziative di sviluppo:

□ progetto **Alta Velocità Italiana** - come risposta alle esigenze (peraltro definite in standard europei) di veicolare la **trasmissione dei dati funzionale al sistema di segnalamento ERMTS/ETCS** tra il Sistemi di Terra e quello di Bordo Treno ed al contempo come sistema per le comunicazioni foniche terra-treno tra personale a bordo dei treni e centri di controllo a terra, ivi comprese le comunicazioni di emergenza.

□ progetto **GSM-R Nazionale** - come risposta all'esigenza di **innovazione e razionalizzazione nel settore delle comunicazioni radio a supporto del servizio ferroviario**, superando la eterogeneità tecnologica, funzionale e gestionale dei molteplici impianti pre-esistenti adottati nel corso degli anni per far fronte a specifiche esigenze di comunicazione dei vari settori aziendali, dalla circolazione alla manutenzione, al supporto dei processi operativi dell'esercizio ferroviario.

La rete GSM-R di RFI



In virtù della licenza concessa dal Ministero delle Comunicazioni nel dicembre 2002, RFI si configura a tutti gli effetti come un **Operatore Radiomobile** ed ha realizzato un'infrastruttura proprietaria di rete **GSM-R** con **accesso radio proprietario** su circa **11.200 km** (attualmente) di linee ferroviarie italiane (su un totale di 16.674 km).

Per consentire le comunicazioni sulle linee prive di copertura radio GSM-R, RFI ha sottoscritto accordi **di roaming nazionale "2G" (GSM)**, con gli Operatori Radiomobili Pubblici TIM e VODAFONE.

La **rete GSM-R di RFI** è inoltre **interconnessa** direttamente con le reti degli Operatori Pubblici di Telefonia Fissa **Wind/3** **TIM**; quest'ultima fornisce il servizio di transito nazionale ed internazionale verso altri Operatori Pubblici Mobili/Fissi



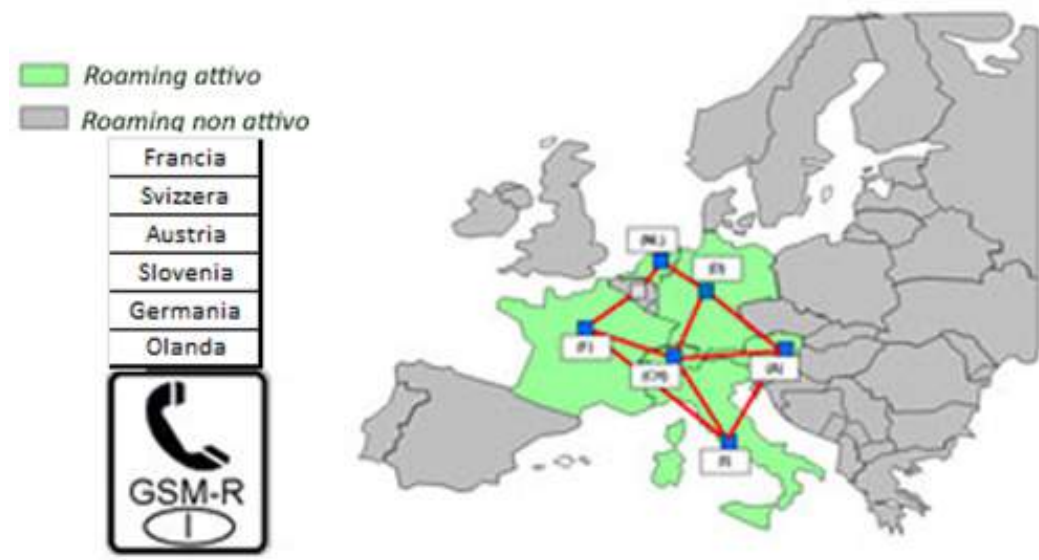
La rete GSM-R di RFI

Interconnessioni e roaming con reti GSM-R europee

Interconnessione tra reti GSM-R



Roaming Internazionale GSM-R



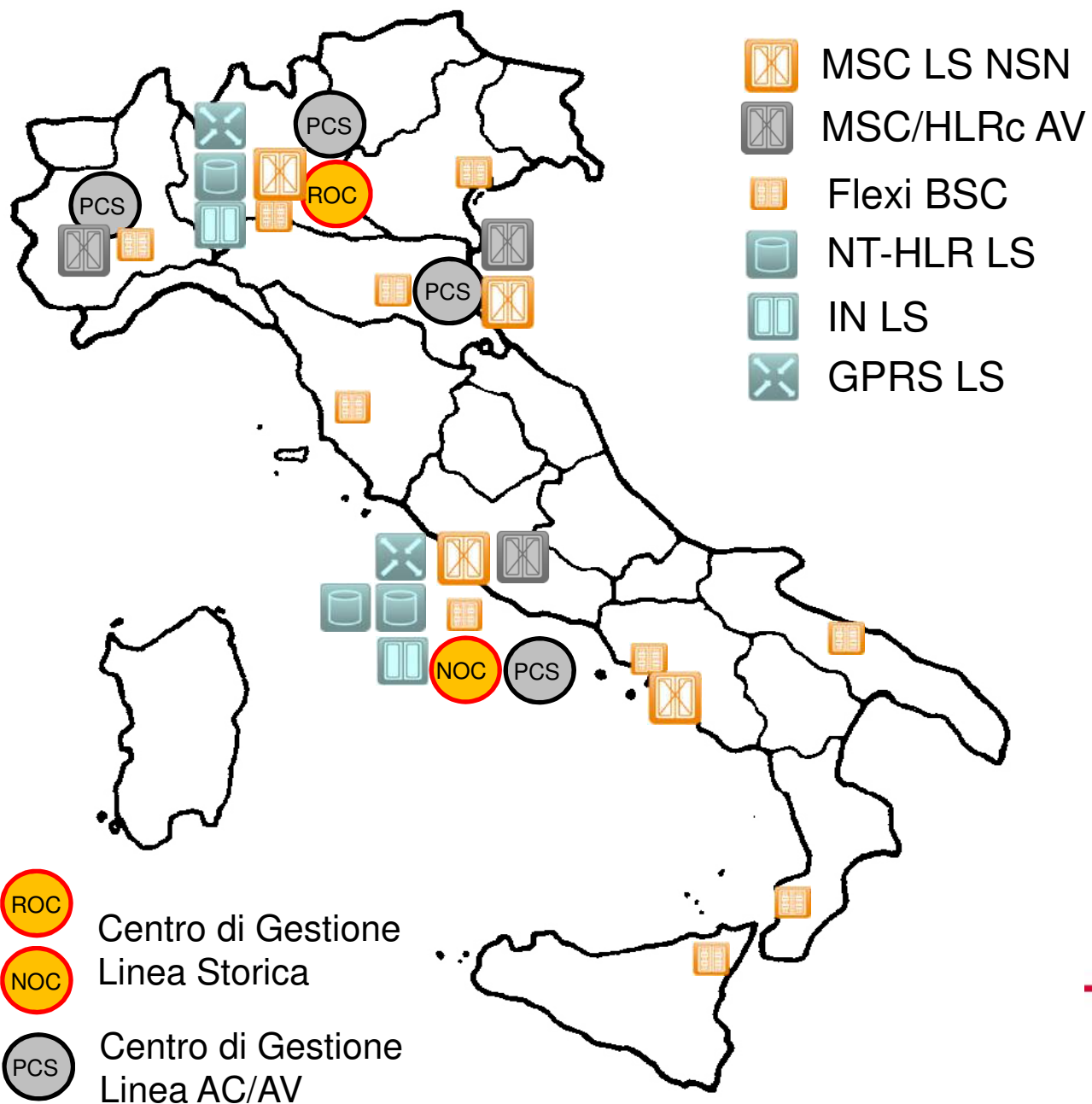
La rete GSM-R di RFI è **interconnessa** direttamente con le reti GSM-R delle Amministrazioni Ferroviarie dei paesi europei confinanti, **Francia, Svizzera, Austria e Slovenia** che a loro volta consentono, tramite accordo siglato da tutti gli operatori GSM-R della rete europea, il transito delle comunicazioni GSM-R verso le altre nazioni non direttamente confinanti.

Il **Roaming GSM-R Internazionale** è esteso, oltre che ai **paesi direttamente confinanti**, anche con **Germania e Olanda**.

La rete GSM-R di RFI

I numeri

- ❑ N° 7 MSC (MI, RM, TO, BO₂, RM₂)
- ❑ N° 3 NT-HLR (MI, RM NOC, RM PCS)
- ❑ N° 10 BSC Nokia + 1 KCC (Rm-Na)
- ❑ 1.850 BTS
- ❑ N° 2 Nodi GPRS (MI, RM)
- ❑ N° 2 Centri di Gestione (NOC RM, ROC MI)
- ❑ N° 4 Centri di Gestione Linee AC/AV



La rete GSM-R di RFI

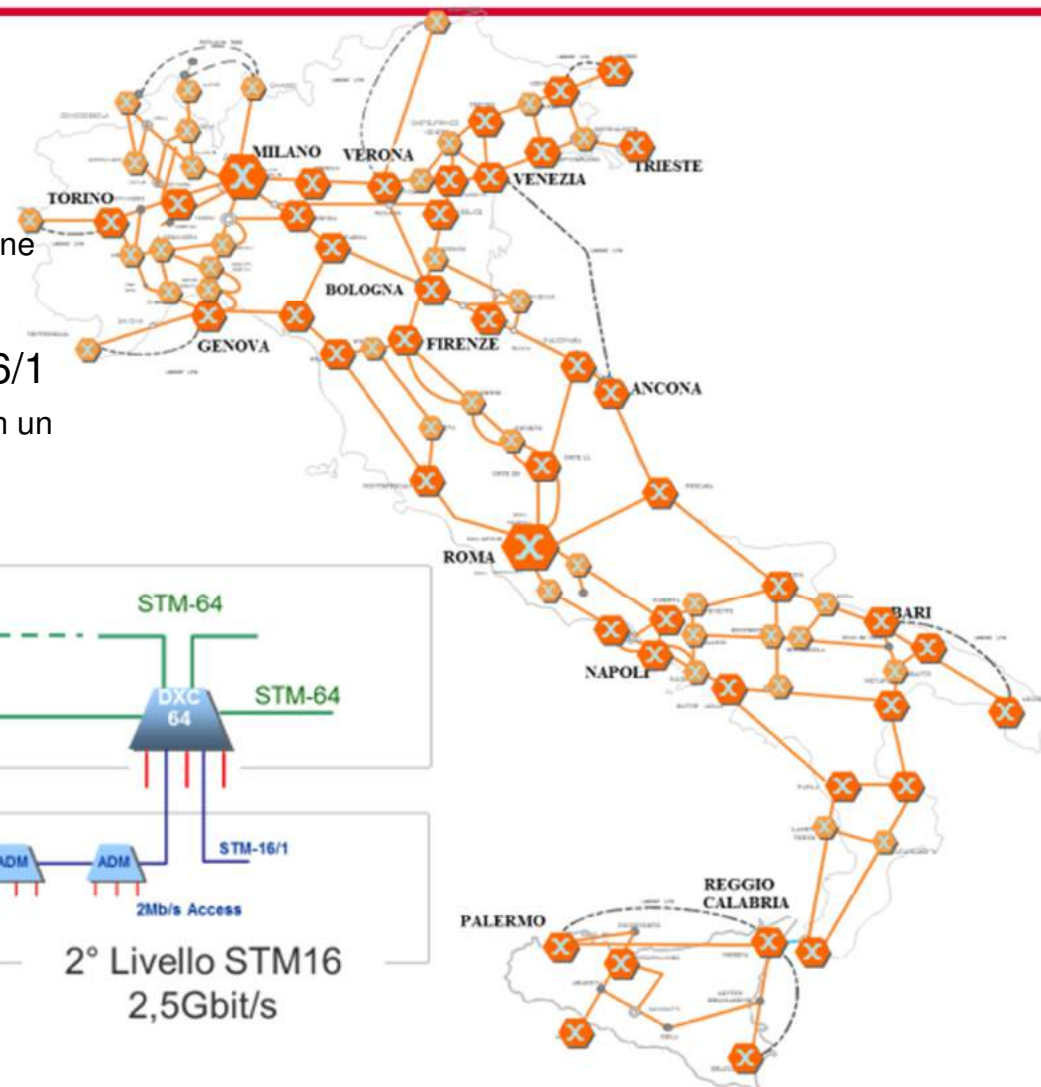
Rete di trasporto dei dati SDH

1° Livello – Backbone 10Gbit/s – Dorsale STM-64

ADM/DXC64 installati in Locali Tecnologici, con una lunghezza media della sezione ottica di circa 50-60 Km.

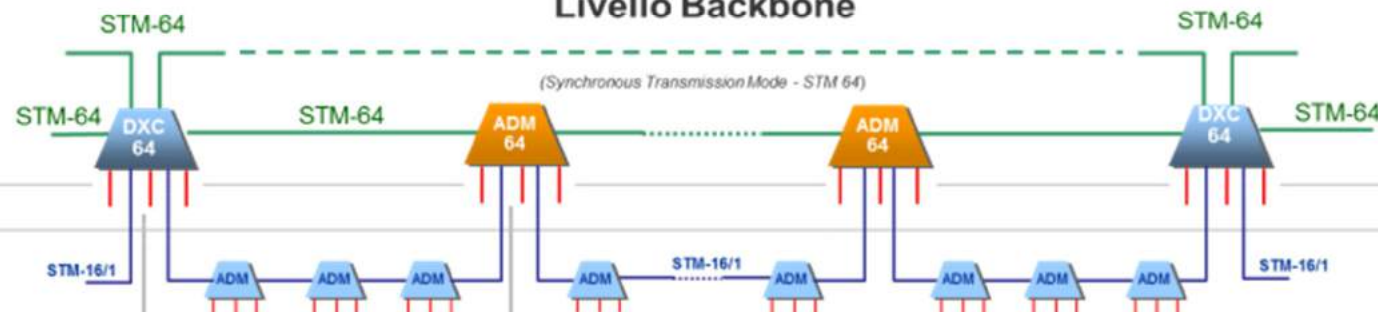
2° Livello – Accesso 2,5Gbit/s – 155Mbit/s – Anelli STM-16/1

Apparati installati nella maggior parte dei casi direttamente in Shelter GSM-R con un passo medio di circa 6-10 Km.



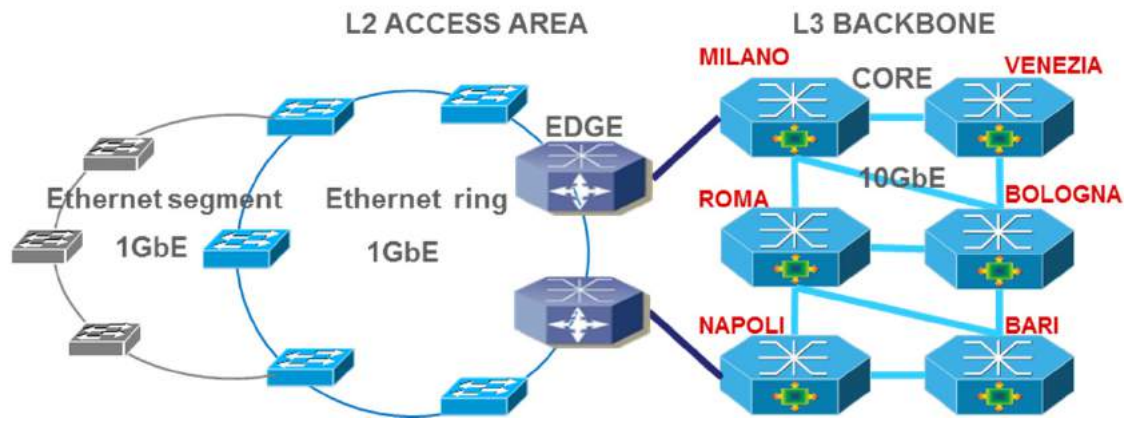
1° Livello STM64 – 10Gbit/s

Livello Backbone



La rete GSM-R di RFI

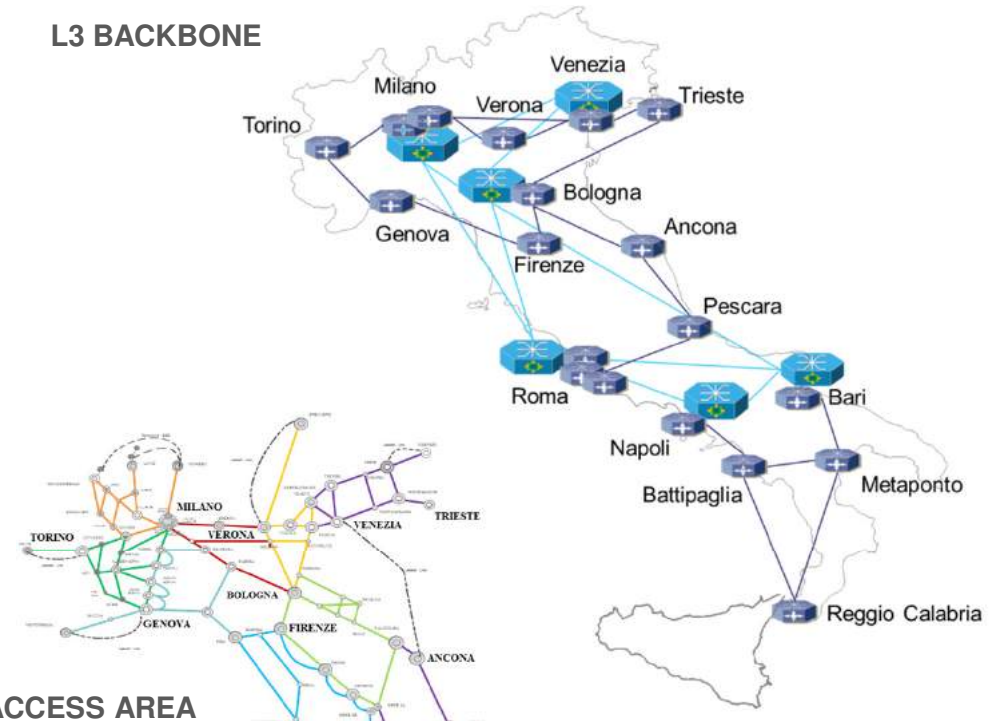
Rete IP e IP-MPLS



Apparati:

- 48 router MPLS
- Accesso IP-Ethernet
- 1°Liv.: 532 switch
 - 2°Liv.: 796 switch

L3 BACKBONE



L2 ACCESS AREA



Requisiti di copertura radio GSM-R

Rete GSM-R Nazionale

Spazio Aperto

Classi di copertura:

Class 2: Mobile Terminal, 8 Watt, Dipole Antenna sull'imperiale del treno, sensitivity: -104dBm

Class 4: Handheld Mobile Terminal, 2 Watt, sensitivity: -102dBm

Livelli di copertura:

Class 2: -85 dBm (downlink, 95% in ogni tratto di 100m)

Class 4: -92 dBm (downlink, 95% in ogni tratto di 100m)

Gallerie

Lunghezza Galleria < 200 metri

Livello di copertura GSM-R: > -85dBm (all'ingresso della galleria) - Estensori GSM-R: Non previsti

Lunghezza Galleria >200 metri

Livello di copertura GSM-R: > -85dBm (all'ingresso della galleria) - Estensori GSM-R: Previsti

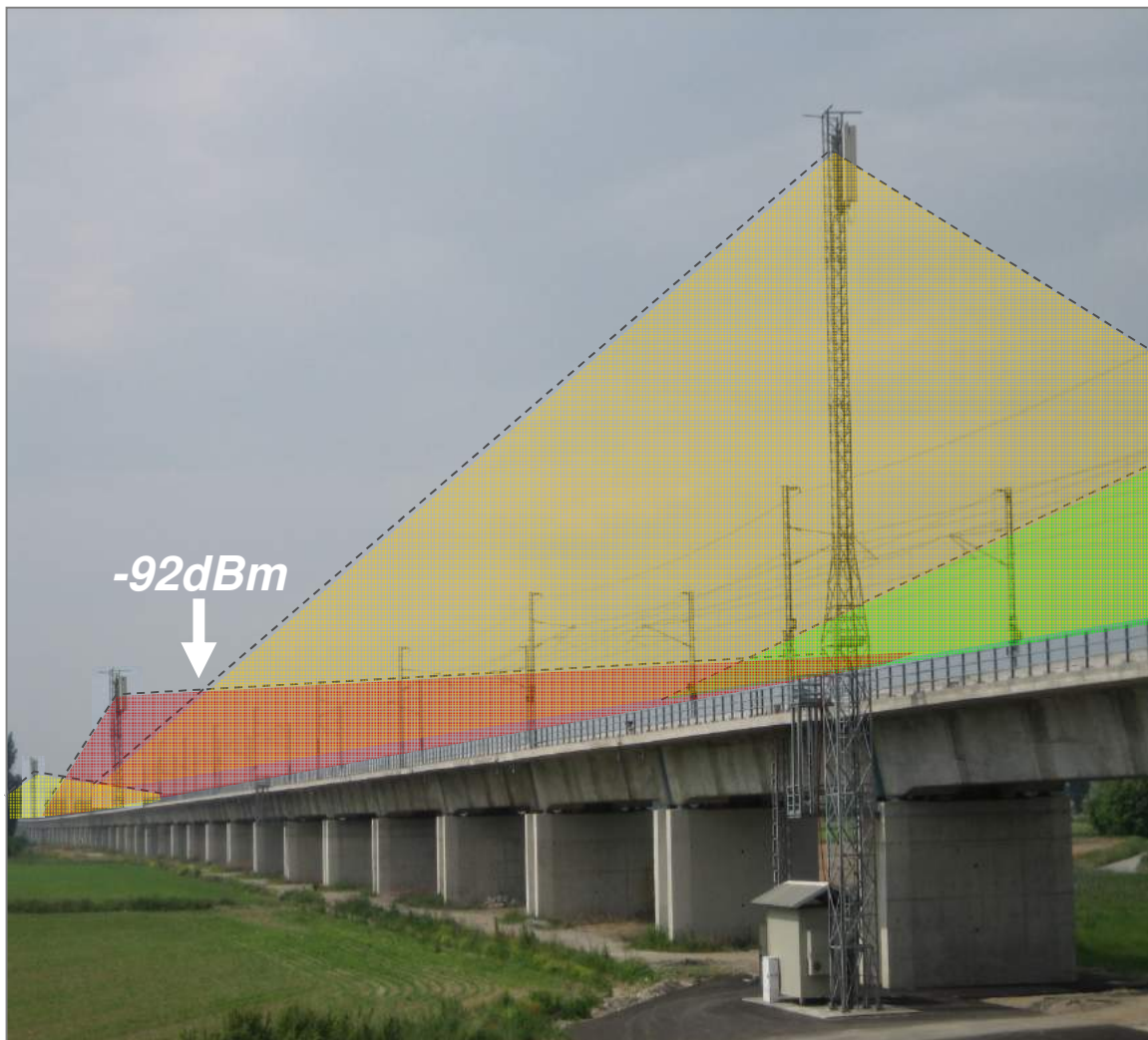
Livello di copertura GSM-R all'interno della Galleria: > -85 dBm (Sistema di antenna: Cavo Radiante)

Ridondanza di Copertura: Non prevista

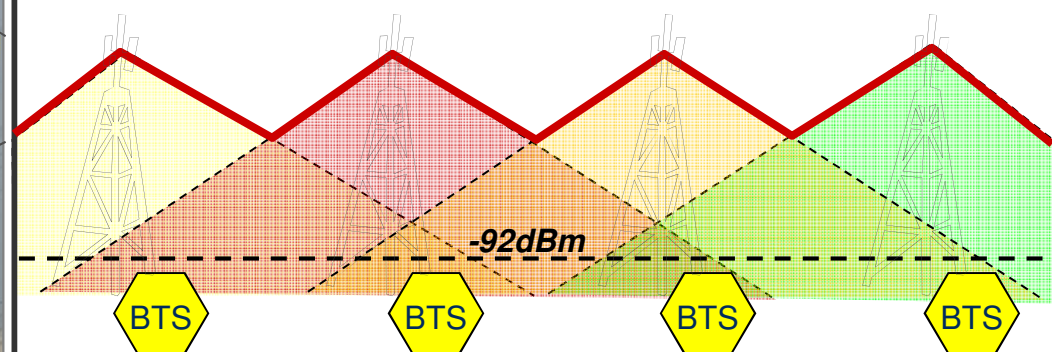
Alta Velocità: -92 dBm; 95% in ogni tratto di 100m anche in caso di fuori servizio di BTS non adiacenti

Ridondanza di Copertura: Prevista

Copertura radio GSM-R - tratte AV

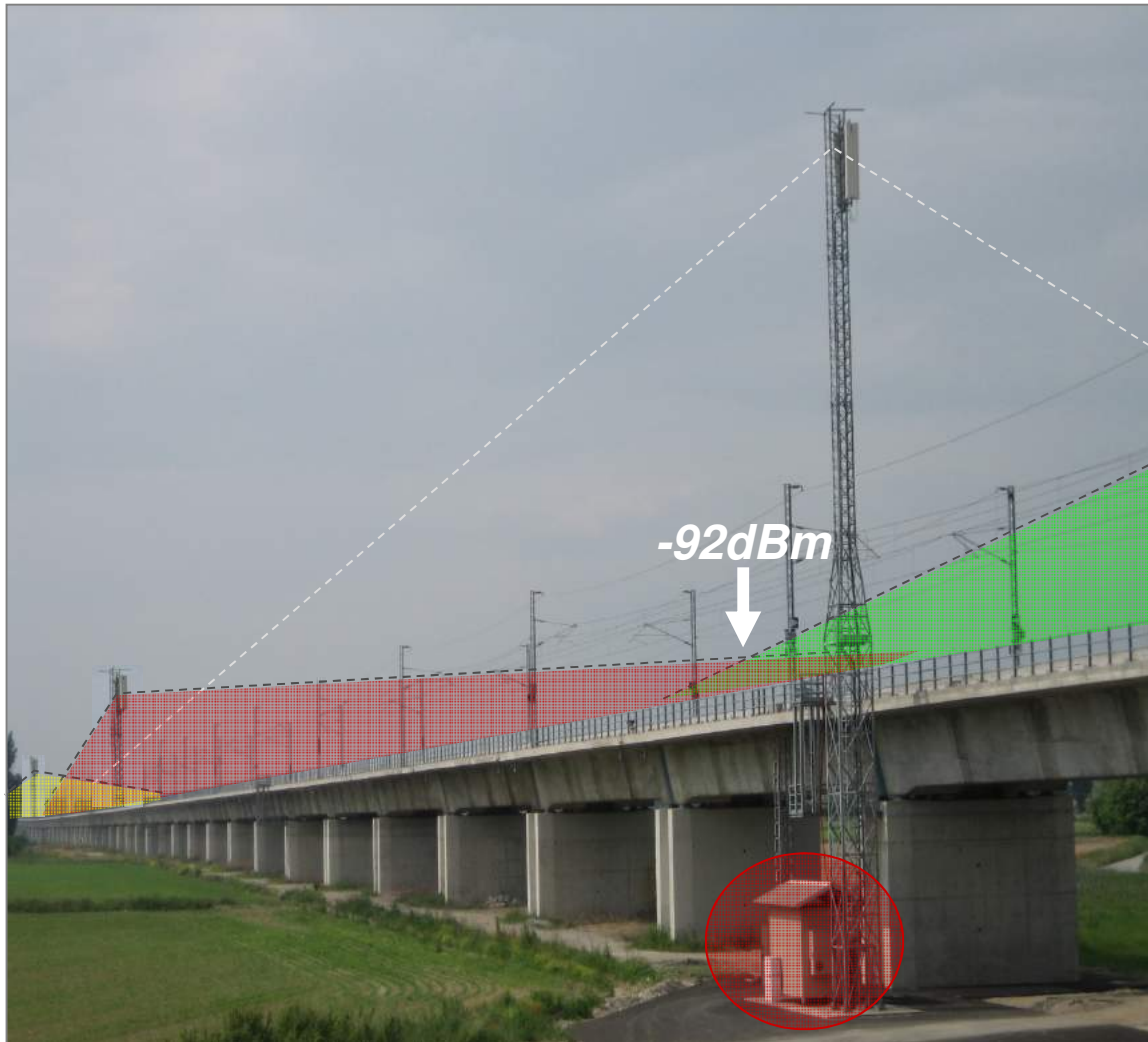


Condizioni Nominali: -92 dBm (95%)

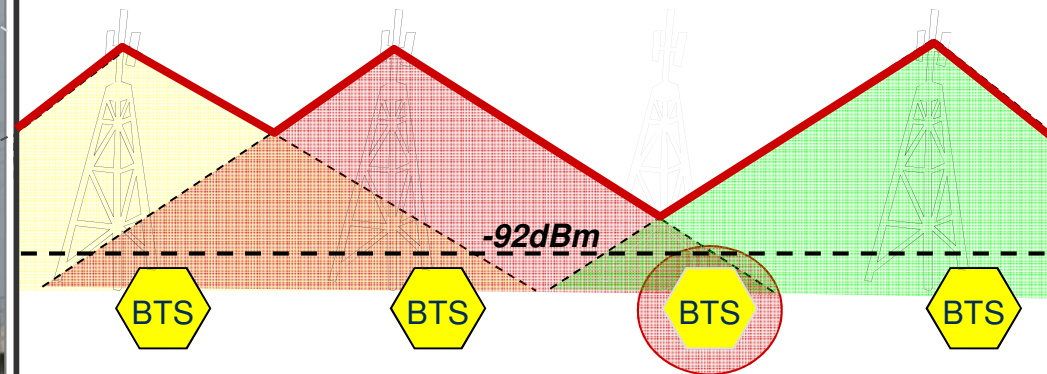


I livelli di copertura reali sono ben più alti del valore nominale di -92dBm (il margine di sistema è consistente, dell'ordine di 20 dB)

Copertura radio GSM-R - tratte AV



Condizioni di Guasto di una BTS



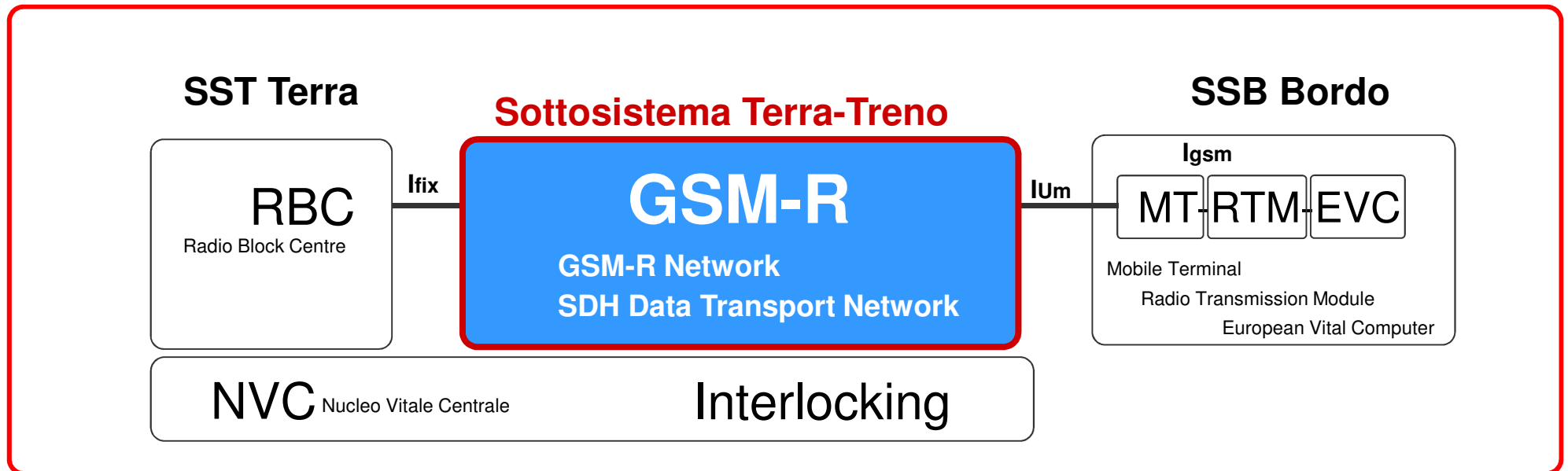
I livelli di copertura reali conservano un buon margine sopra il valore nominale

Il sistema GSM-R per le comunicazioni vitali Terra-Treno ERTMS/ETCS

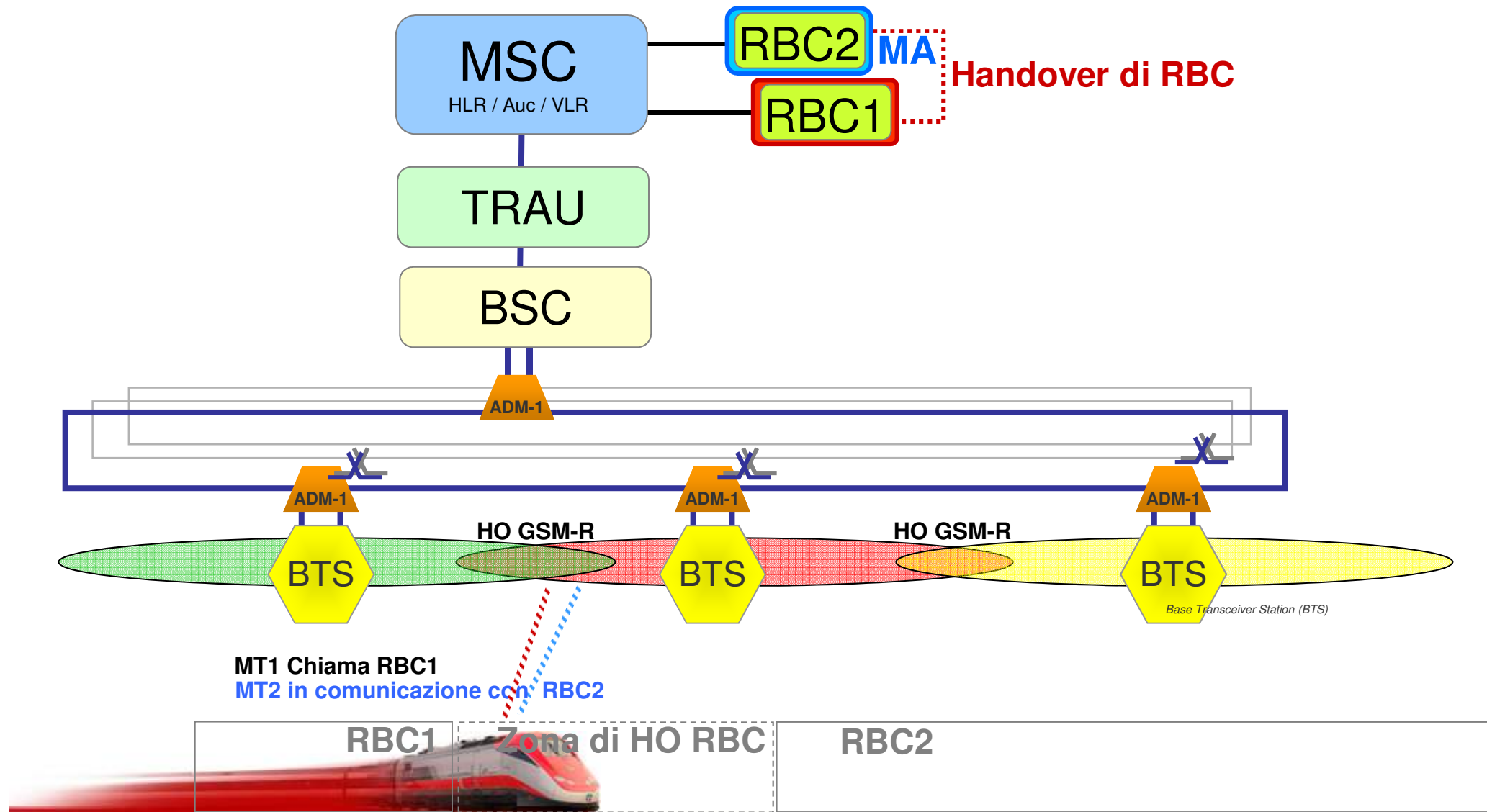
GSM-R - applicazioni ERTMS/ETCS

ERTMS/ETCS System

(European Rail Traffic Management System) / (European Train Control System)



GSM-R - applicazioni ERTMS/ETCS



-
- *Cenni sul Sistema GSM-R e sulle sue funzioni*
 - *La rete GSM-R di RFI ed il suo sviluppo*
 - *FRMCS: evoluzione verso il sistema successore del GSM-R*

Il GSM-R sta entrando nella sua fase finale del ciclo di vita
Necessario (obbligatorio) rimpiazzarlo con una nuova tecnologia

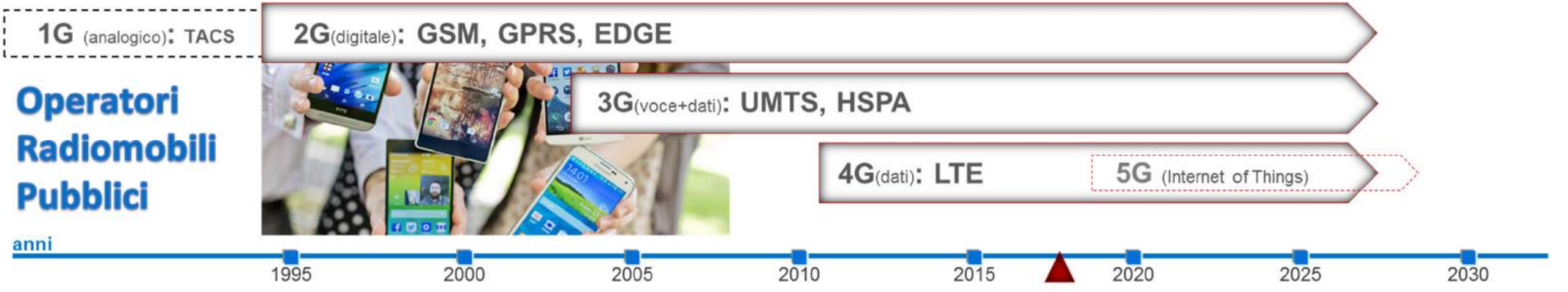
FRMCS

FUTURE RAILWAY MOBILE
COMMUNICATION SYSTEM

Successore del GSM-R

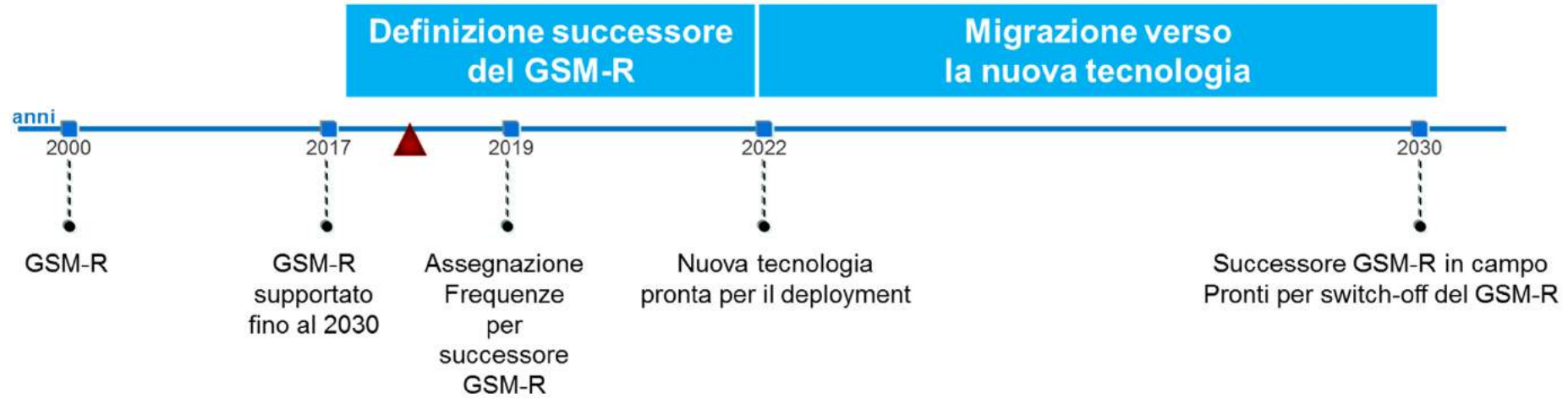
Evoluzione della Rete Radiomobile

Scenario di riferimento delle tecnologie Radiomobili



Evoluzione della Rete Radiomobile

Piano di sviluppo stabilito dagli Organismi Ferroviari Europei (EUAR, UIC, CER)



La Tecnologia GSM-R è superata ma.....
La Rete GSM-R deve essere mantenuta efficiente almeno fino al 2030

Evoluzione della Rete GSM-R

Phase-out tecnologici

Gestione pianificata e mirata dei piani di phase-out delle piattaforme tecnologiche - programmazione degli interventi e pianificazione degli investimenti.



Efficientamento dell'architettura di rete (right-sizing / down-sizing)

Diminuzione dei costi di gestione e manutenzione mediante riduzione del numero di elementi di rete



Implementazione di architetture di disaster recovery / ridondanza geografica

Incremento della disponibilità globale del servizio GSM-R introducendo logiche di ridondanza geografica. Business continuity anche a fronte di eventi catastrofici



Protezione degli investimenti

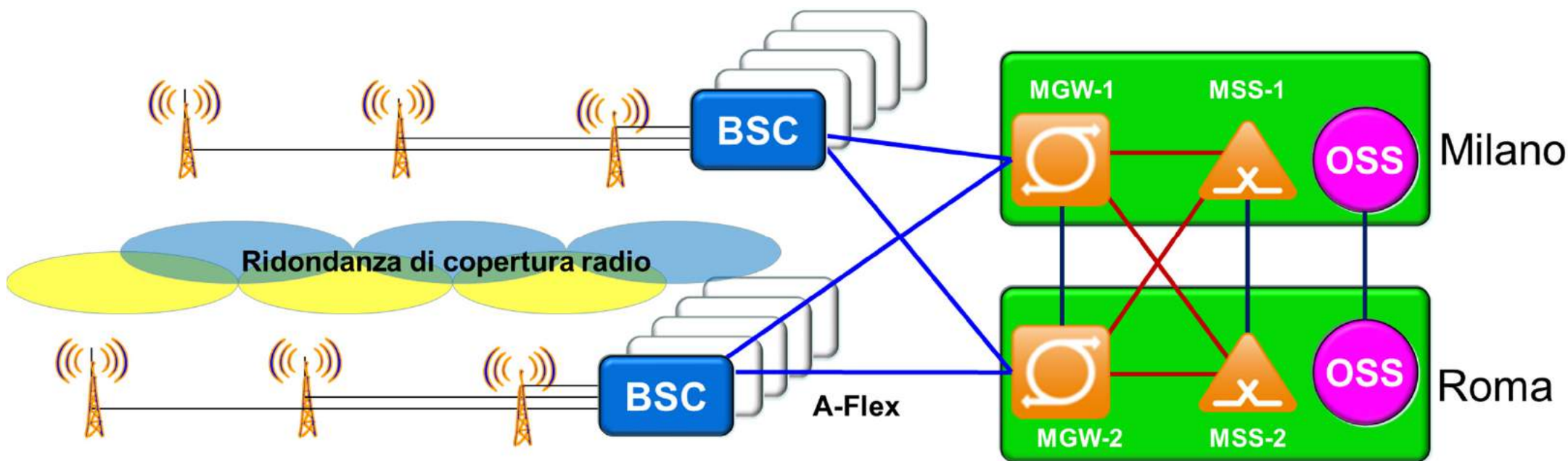
Adozione di tecnologie "future proof" aggiornate allo state dell'arte, in un'ottica di evoluzione verso il successore del GSM-R

Evoluzione rete GSM-R – architettura Disaster Recovery

Assetto di rete «Long Maintenance». Piattaforme HW e SW aggiornate, dotate di supporto tecnico

Architettura ad alta disponibilità, OSS Georidondante, Disaster Recovery per le tratte Alta Velocità

Efficientamento rete: evoluzione da 7 Centrali MSC a 2 MSS; da 24 BSC (controllori delle BTS) a 10 BSC



Disaster Recovery - in ottica di «servizio» su tratte con copertura radio ridondante

Il **fuori-servizio** temporaneo di una centrale MGW/MSS/HLR, di un BSC/TRAU, di BTS non adiacenti non ha ricadute sul servizio di comunicazione GSM-R.

Grazie.



Direzione Tecnica - Standard Tecnologie
Telecomunicazioni

Diego Schiavoni