

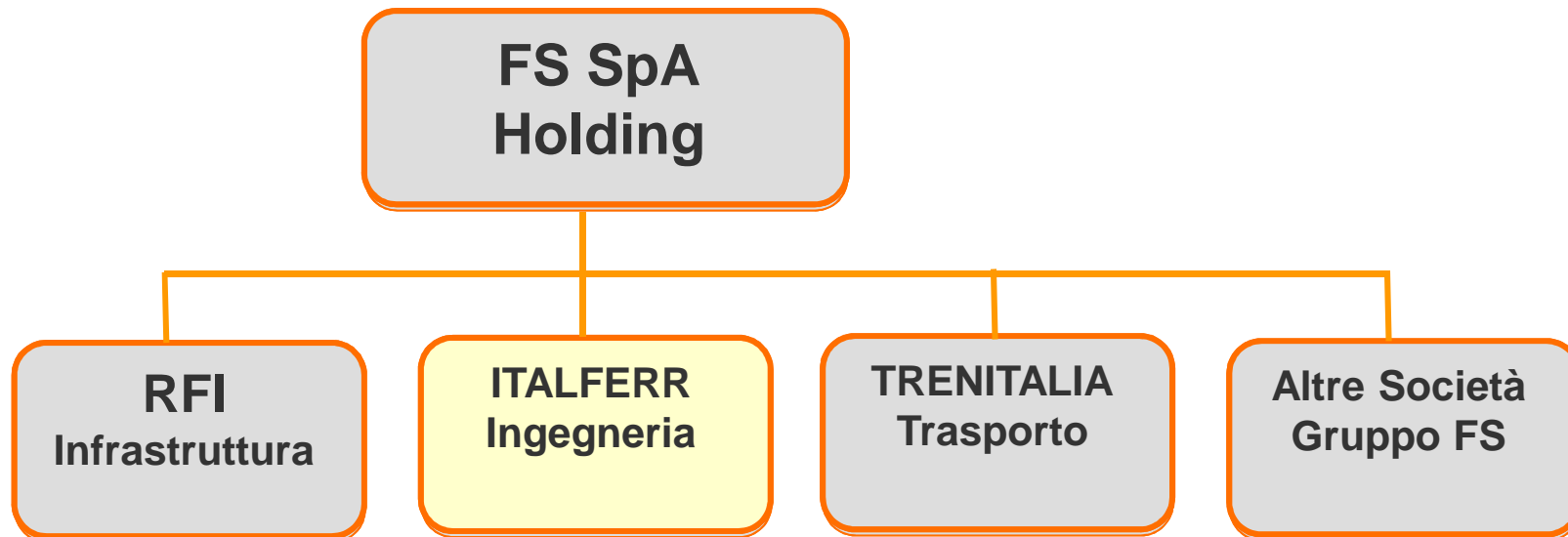
SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI NEL MONDO FERROVIARIO

Ing. Daniele Cunsolo
Ing. Girolamo Clemenza

Catania, 26/03/2014

Il Gruppo FS

Italferr è la società di ingegneria del gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, una holding moderna dove ogni singola società svolge il proprio ruolo, in piena autonomia per rispondere alle attese del cliente.



La Mission aziendale

Obiettivo del gruppo Ferrovie dello Stato Italiane è:

- Dotare l'Italia di un sistema ferroviario capace di rispondere alle esigenze di mobilità del Paese, nel rispetto di tempi, costi e finanziamenti disponibili.

Missione di Italferr è:

- Assicurare la realizzazione degli investimenti del Gruppo nel rispetto dei tempi e dei costi previsti e secondo alti standard di qualità, garantendo tutte le attività di carattere tecnico e gestionale necessarie, dalla progettazione alla messa in esercizio;
- Esportare il know how ferroviario italiano sviluppando progetti infrastrutturali e di innovazione tecnologico delle infrastrutture.



Le attività in Italia

□ I principali progetti di Italferr per le ferrovie italiane riguardano:

- ✓ Sistema Alta Velocità / Alta Capacità
- ✓ Linee interregionali (direttrici)
- ✓ Nodi urbani
- ✓ Valichi alpini
- ✓ Tecnologie gestionali e di controllo del traffico
- ✓ Sistemi di elettrificazione
- ✓ Depositi/Officine di manutenzione del materiale rotabile
- ✓ Stazioni
- ✓ Centri intermodali merci e interporti

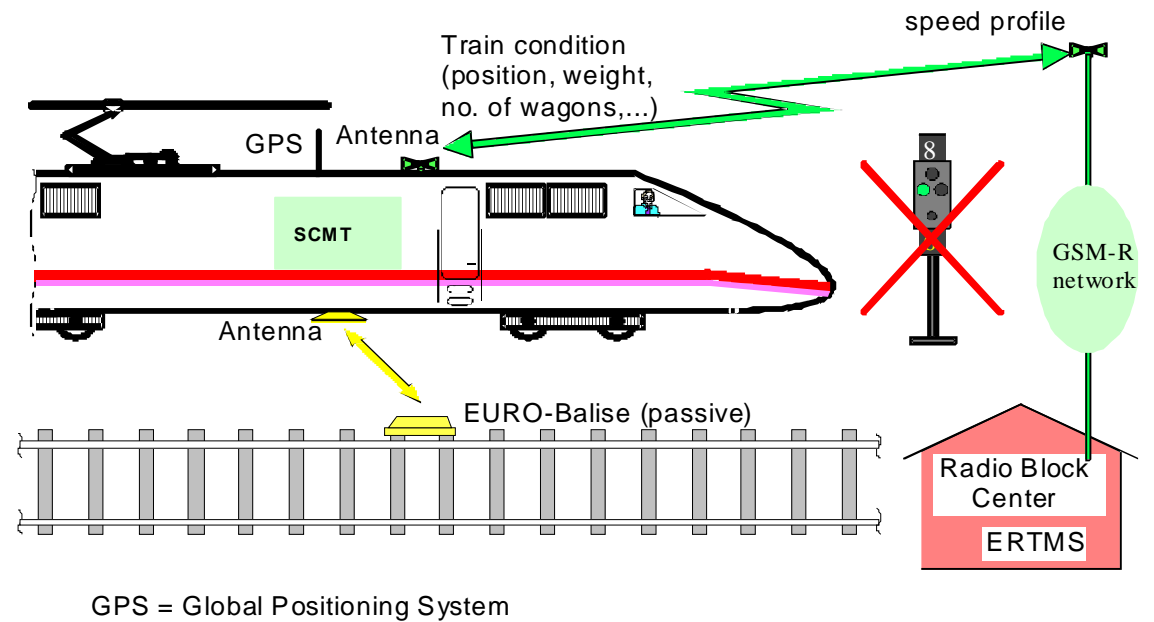
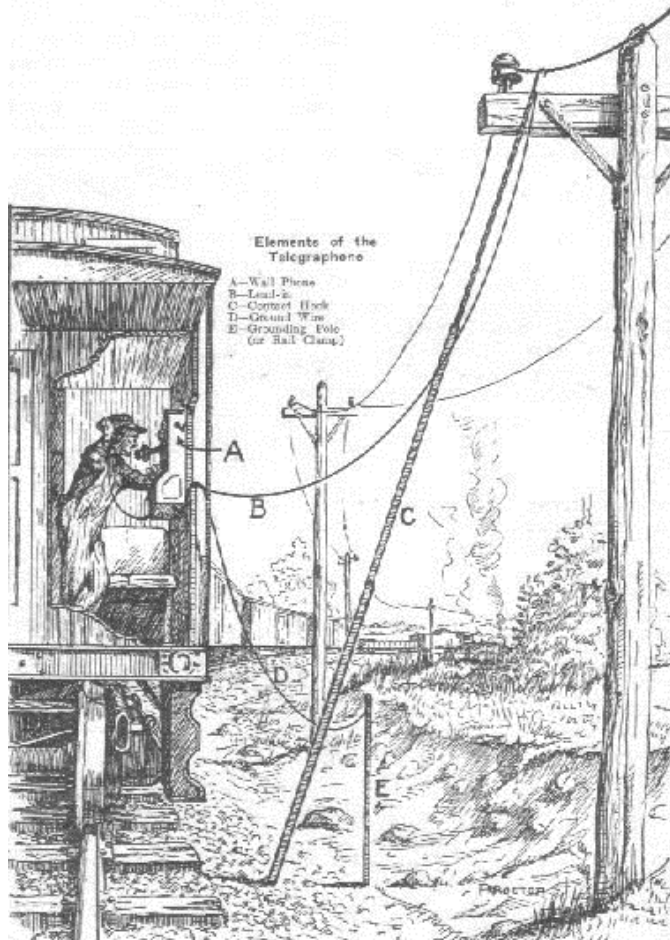


Italferr nel mondo

Italferr ha lavorato e lavora su progetti ferroviari in più di 60 paesi



Telecomunicazioni e Ferrovia



Telecomunicazioni: sottosistemi

- **SUPPORTI TRASMISSIVI (CAVI)**
- **SISTEMI DI TRASMISSIONE (SDH / PCM)**
- **SISTEMI TELEFONICI**
- **IMPIANTI DI INFORMAZIONE AL PUBBLICO E DI SERVIZIO**
- **SISTEMA RADIO GSM-R**
- **RADIOESTENSIONE IN GALLERIA GSM-P**
- **SISTEMI TLC PER LA SICUREZZA NELLE GALLERIE**

Supporti trasmissivi di Dorsale - Cavi

- **LUNGA E MEDIA DISTANZA:**
 - Cavi fibre ottiche
 - Cavi telegrafonici in rame

- **DISTRIBUZIONE LOCALE (piazzale):**
 - Cavi secondari in rame

Cavi in fibra ottica

✓ 8, 16, 24, 32 FO SINGLE MODE per trasmissioni a banda larga (diametro del core 8-10 μ ; trasmissione in seconda finestra λ 1310 e terza finestra λ 1550 nm)

✓ 8, 16 FO MULTIMODO (obsoleto) per applicazioni speciali (diametro del core 50-62.5 μ m; trasmissioni in seconda finestra - λ 1310)

Fibre ottiche (naturale-blu)

Supporto in vetroresina

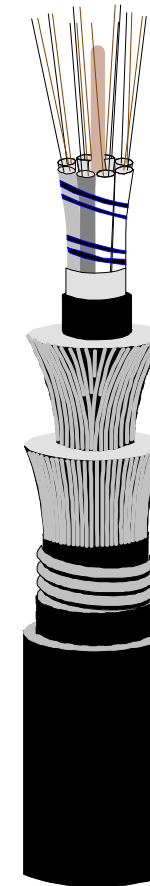
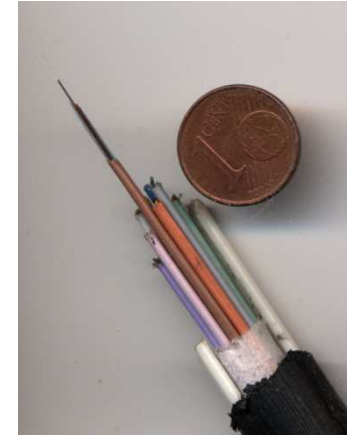
Tubetti loose tamponati

Guaina di poliuretano nera

Filati aramidici

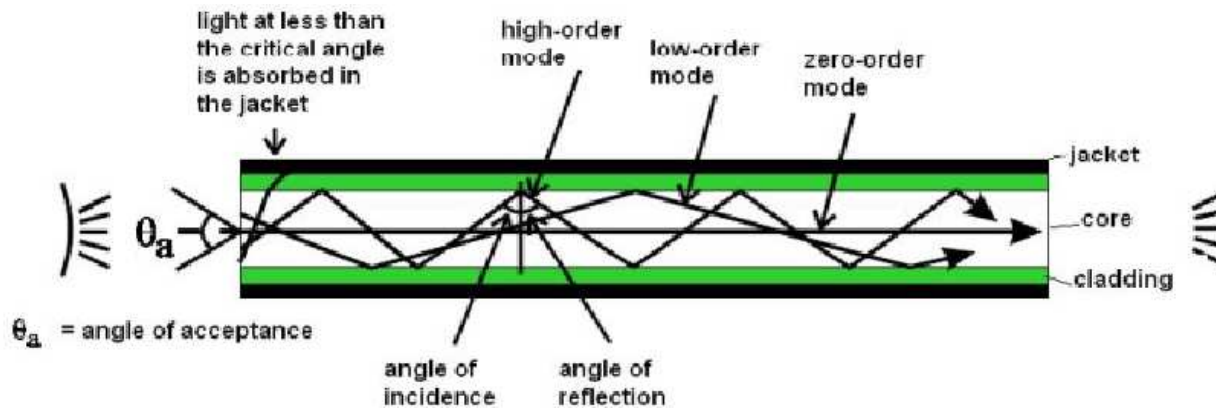
Nastro acciaio corrugato

Miscela bituminosa

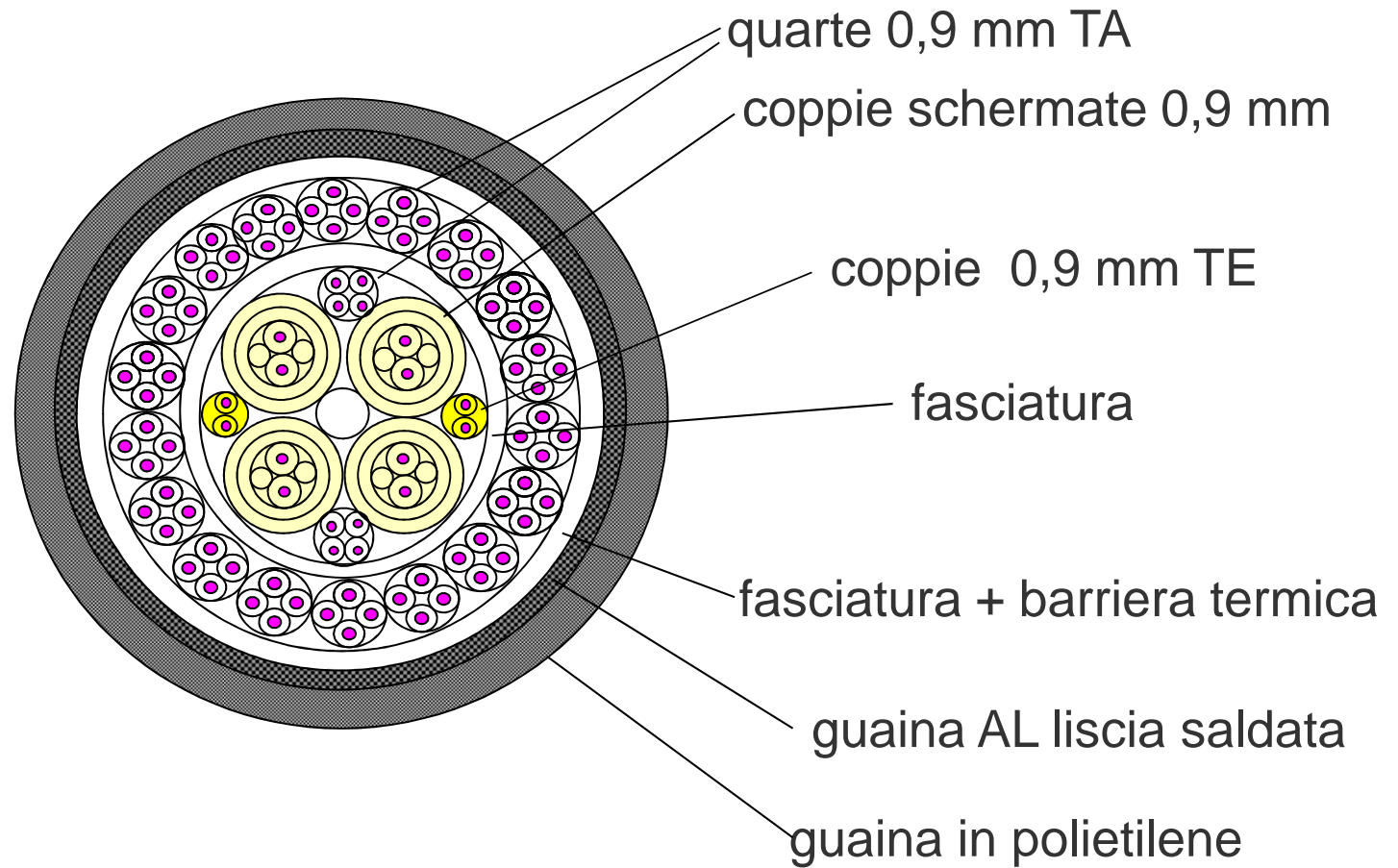


acciaio corrugato

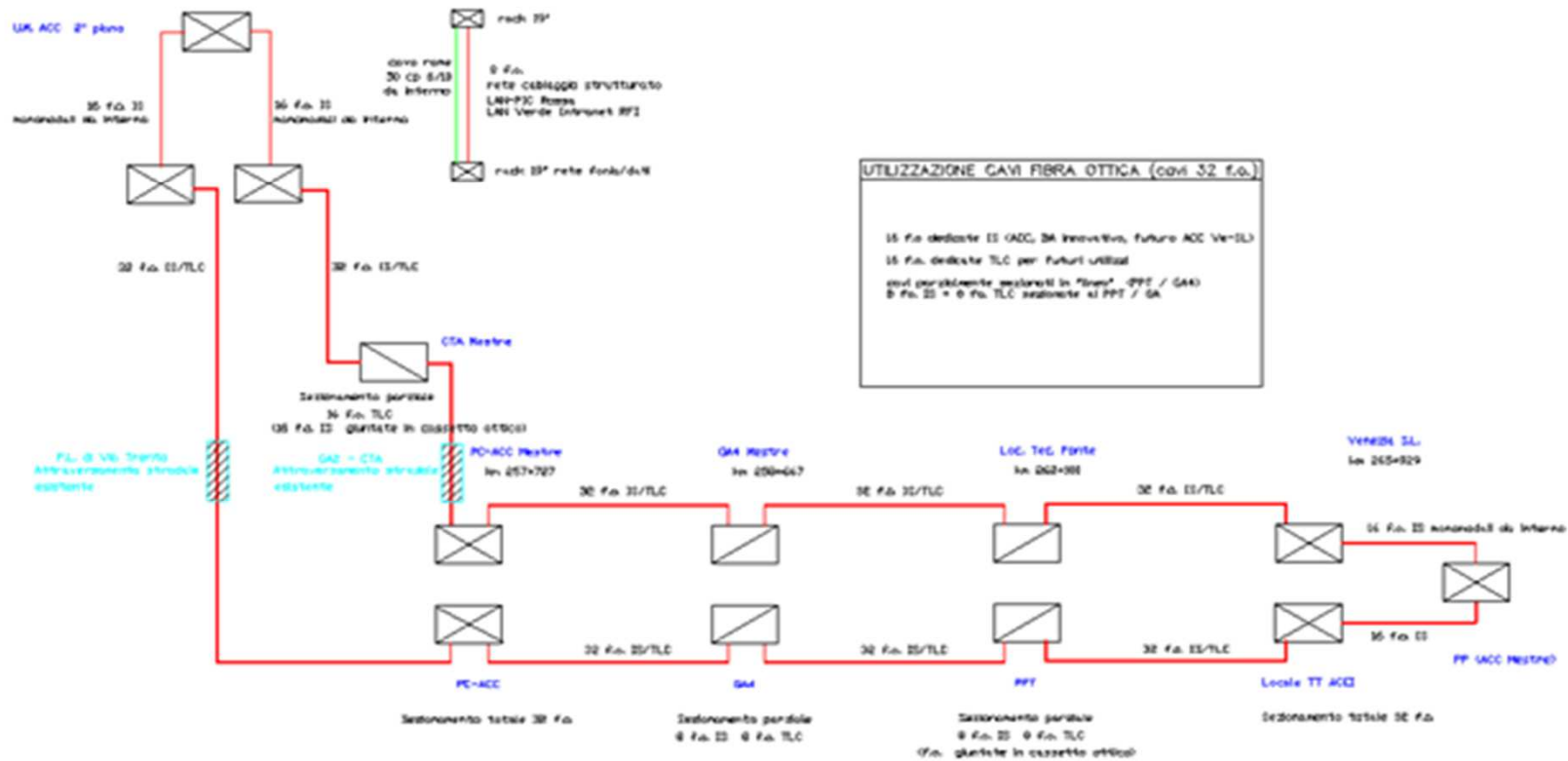
polietilene



Cavi in rame



Cavi: esempio di dorsale



Sistemi di Trasmissione: SDH – PDH

- **SDH Synchronous Digital Hierarchy**

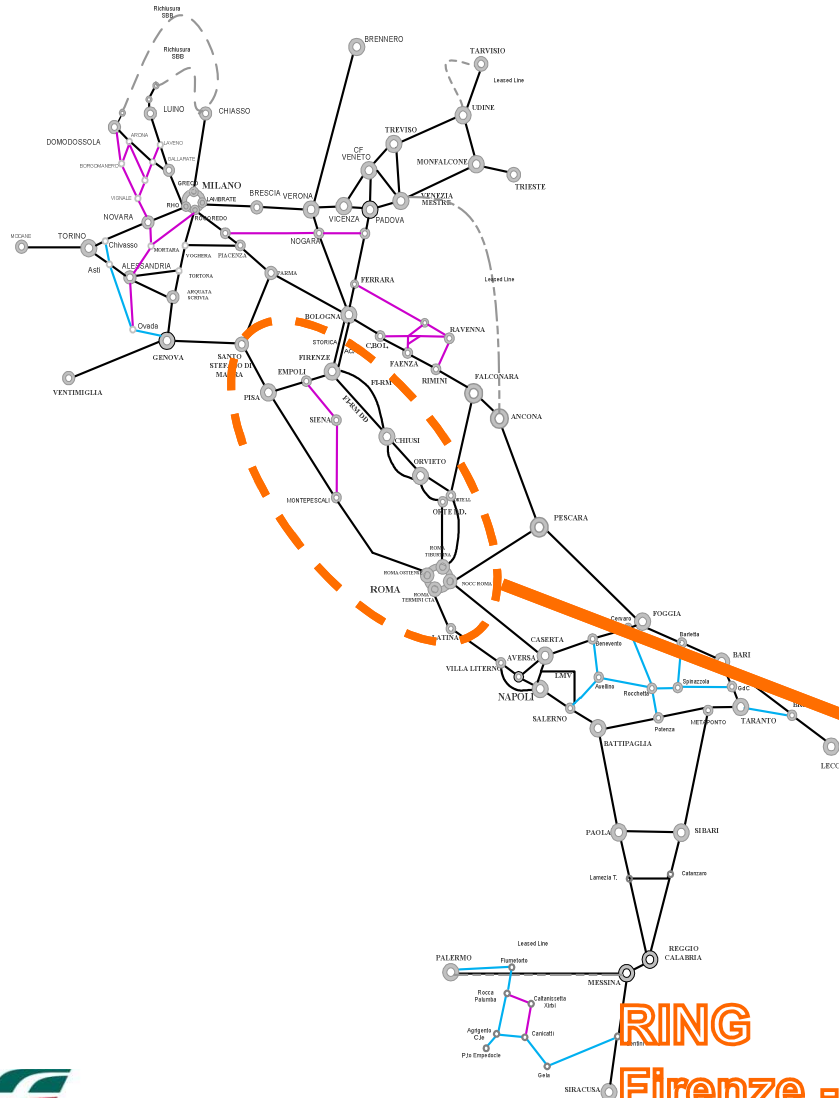
- ✓ è un protocollo di livello fisico, ossia di trasporto, usato per la moltiplicazione a divisione di tempo (TDM) di flussi di dati a differente bit-rate, ritrasmessi tutti insieme su grandi distanze.
- ✓ Il protocollo SDH si basa sul fatto che tutti gli elementi della rete sono tra loro statisticamente sincronizzati con lo stesso *clock* con una precisione molto elevata (stessa frequenza e stessa fase).

- **PDH : Plesiochronous Digital Hierarchy**

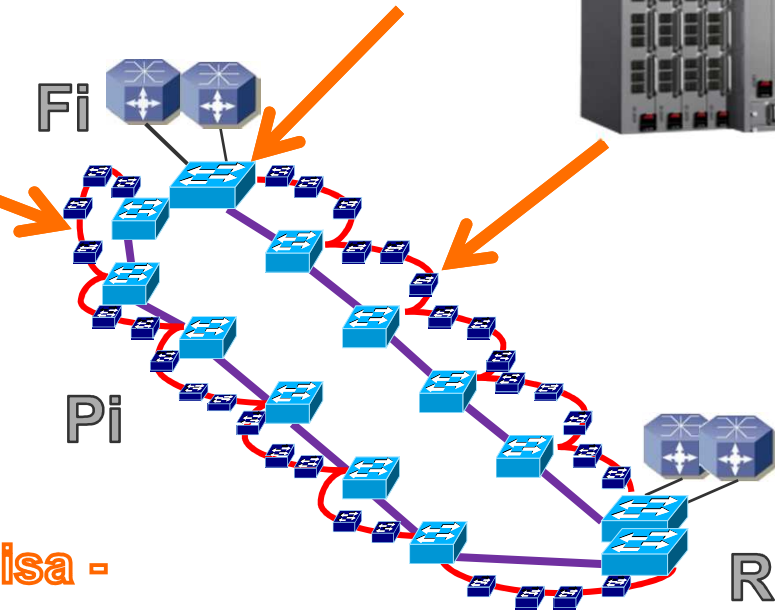
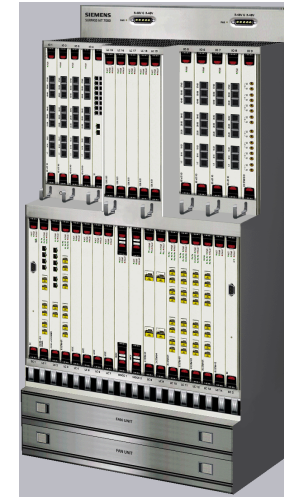
- ✓ è un protocollo di rete di livello fisico usata nelle reti di telecomunicazione per trasmettere grosse quantità di dati moltiplicandole su una rete di trasporto digitale.

Sistemi di Trasmissione: SDH – PDH

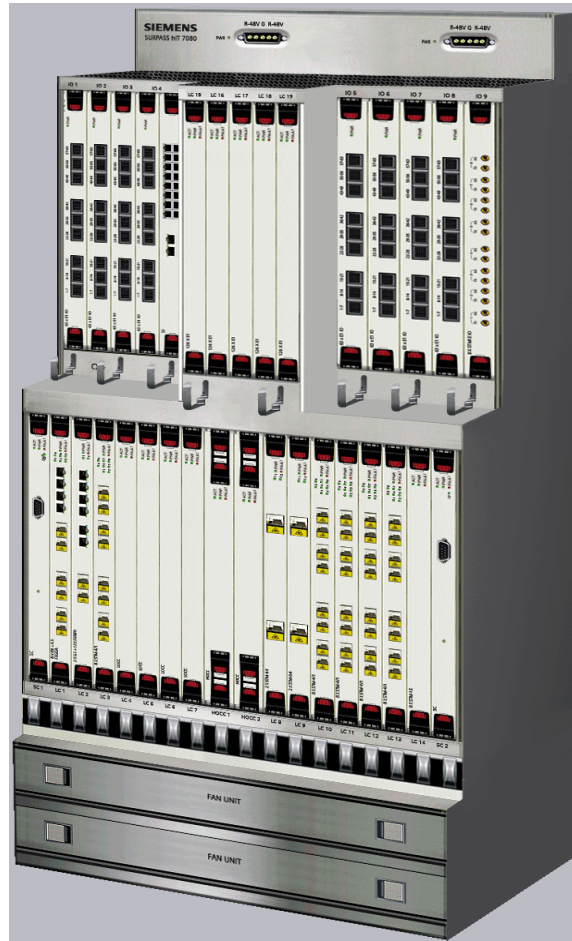
- 64 Kbit/s = 1 single channel
- 32 ch 64 Kbit/s → 2Mbit/s (PDH) flusso
- 63 - 2 Mbit/s → 155 Mbit/s (SDH – STM1)
- 4 - STM1 155 Mbit/s → 622 Mbit/s (SDH – STM4)
- 4 - STM4 622 Mbit/s → 2.5 Gbit/s (SDH – STM16)
- 4 - STM16 2.5 Gbit/s → 10 Gbit/s (SDH – STM64)



RING
Firenze -Pisa -
Roma



TRANSMISSION SYSTEM: Italian SDH Backbone



ADM64



ADM1-4-16



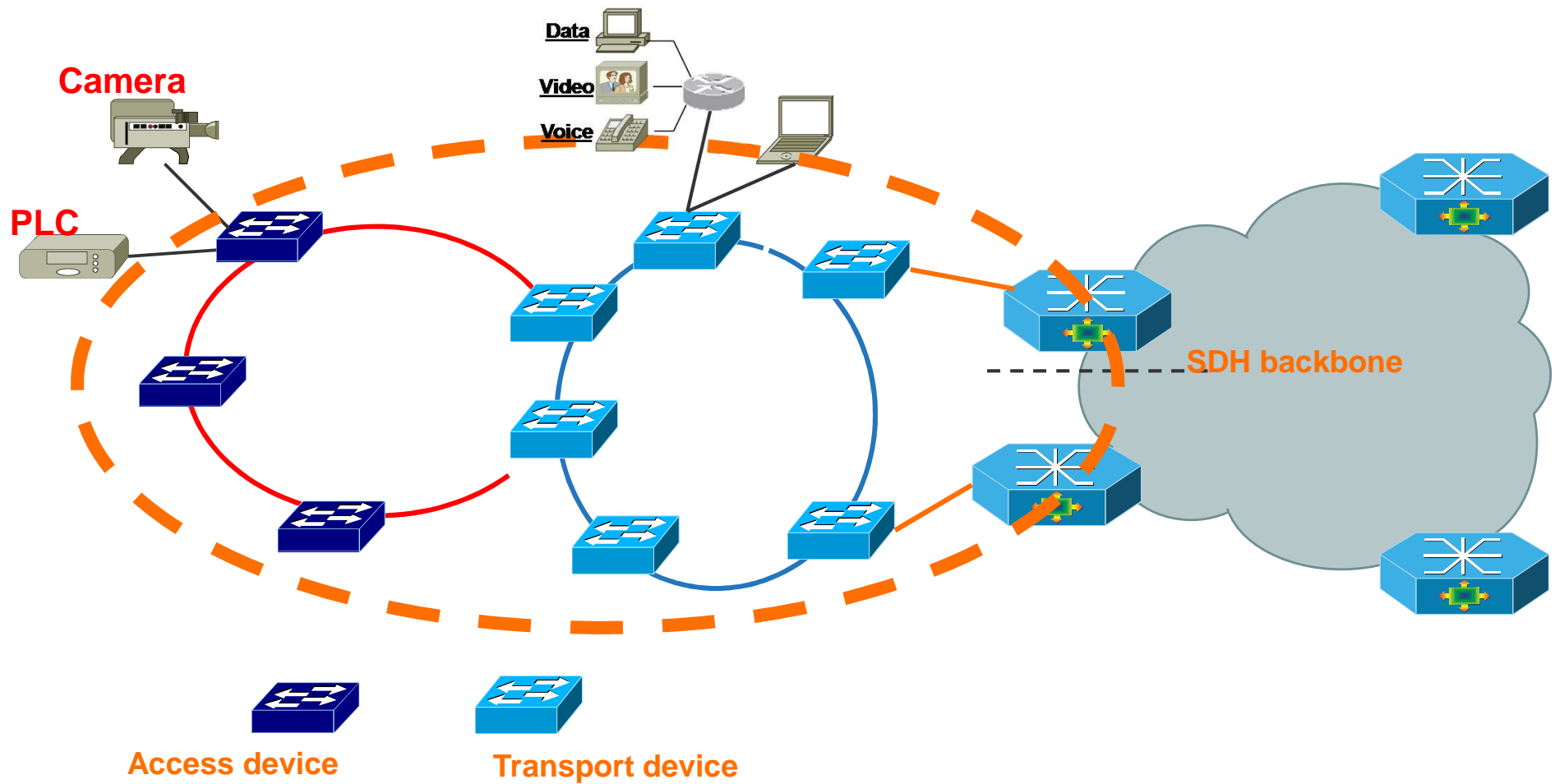


ADM4



ADM 1

TRANSMISSION SYSTEM: SDH hierarchy levels



Sistemi Telefonici

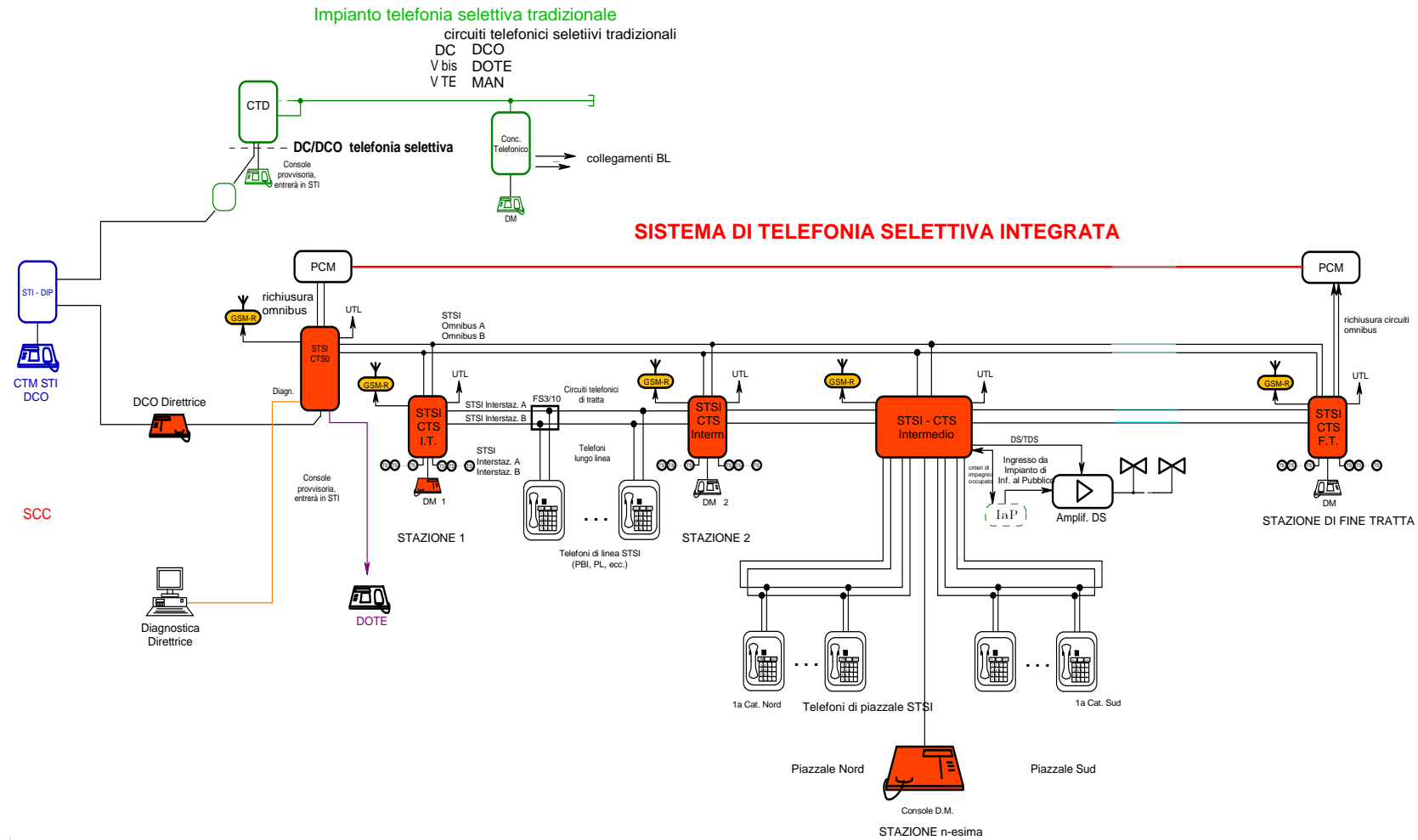
Telefonia di servizio (proprietaria)

- ❖ Sistema di Telefonia Selettiva Integrata (STSI) (linea)
- ❖ Sistemi Telefonia Selettiva Tradizionale (linea)
- ❖ Sistema di Telecomunicazioni Integrato (STI) (PC-SCC)

Centrali telefoniche compartimentali (PABX)

Linee telefoniche pubbliche

Sistemi Telefonici - STSI

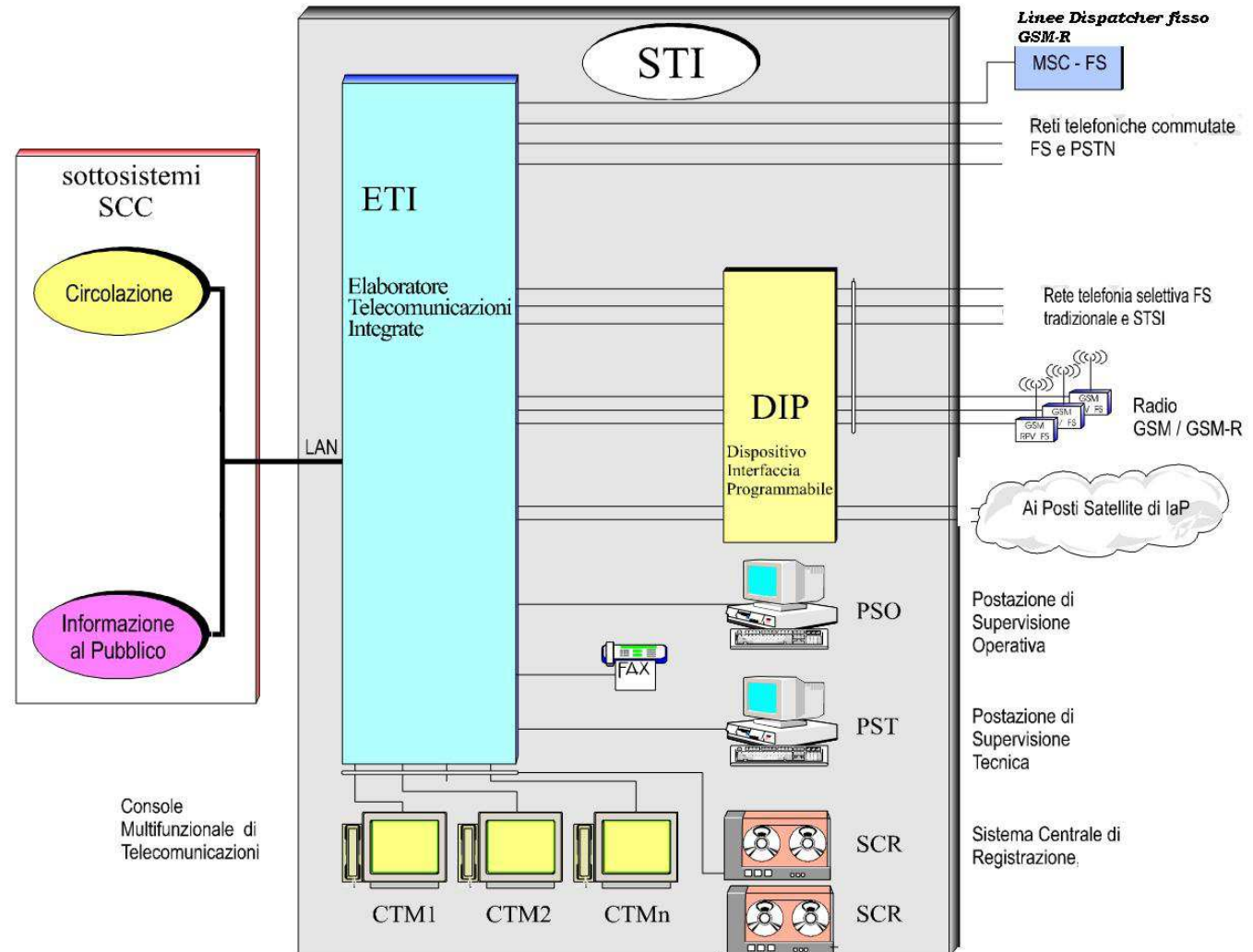


Sistemi Telefonici - STSI Elementi caratterizzanti

- Concentratore Telefonia Selettiva (CTS)
- Console Movimento (DCO/DC, DM) e TE (DOTE o SSE)
- Telefono secondario in cassa stagna (piazzale e linea)
- Telefono secondario da interno (uffici e posti di guardia)
- Dorsale di comunicazione principale Omnibus
- Dorsali di comunicazione Interstazionale
- Circuiti di piazzale (secondo livello)
- Collegamenti con apparati GSM / GSM-R
- Postazione di telediagnostica e diagnostica e configurazione

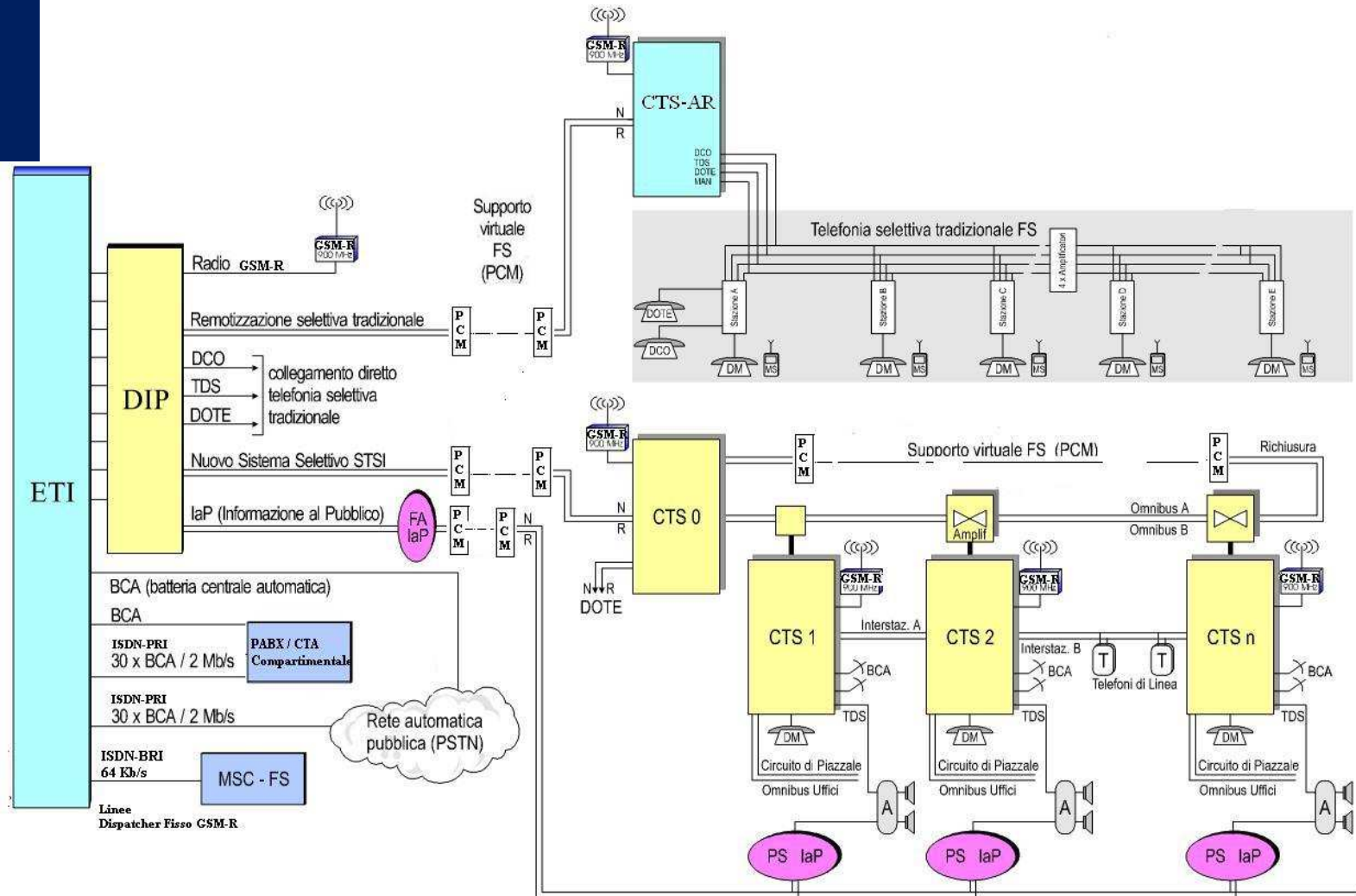
Sistemi Telefonici - STI

Schema di principio



Sistemi Telefonici - STI

Integrazione di tutti i sistemi di telefonia



RAILWAY TELEPHONE SYSTEMS

INTEGRATED TELEPHONE SYSTEM (STI):



Sistemi Telefonici - STI Elementi caratterizzanti

- Interfacciamento e Concentrazione di circuiti di tecnologia diversa
- Accesso unificato per l'operatore DCO ai circuiti telefonici selettivi, rete telefonica commutata FS e PSTN, rete GSM-R
- Integrazione delle funzionalità GSM-R per Dispatcher fisso (DC/DCO)
- Registrazione delle conversazioni ai fini dei dispacci DCO / DM / PDM / PDS e MAN / Lavori
- Assegnazione dinamica delle tratte/circuiti telefonici ai banchi operatore DCO tramite scambio informazioni da SCC
- Presentazione dinamica dei treni in tratta con tasti di chiamata dedicati
- Postazione di diagnostica, configurazione e riascolto/archiviazione registrazioni vocali

Sistemi Telefonici - STI

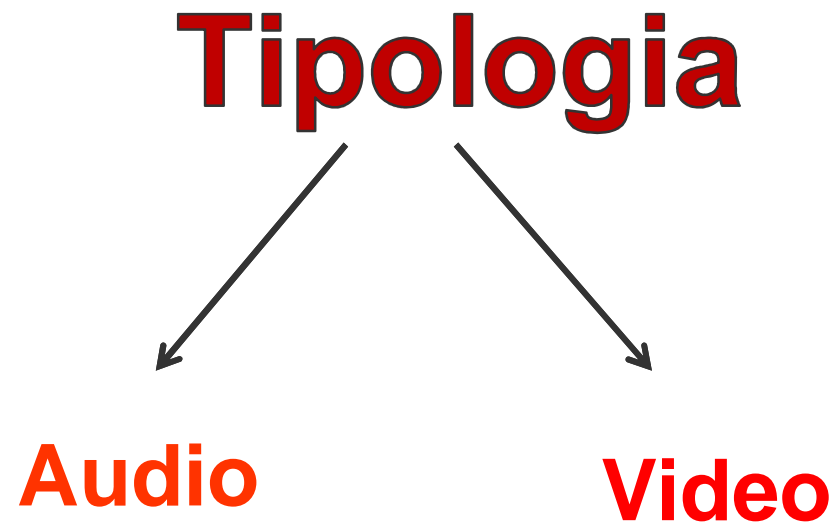
POSTAZIONE OPERATORE



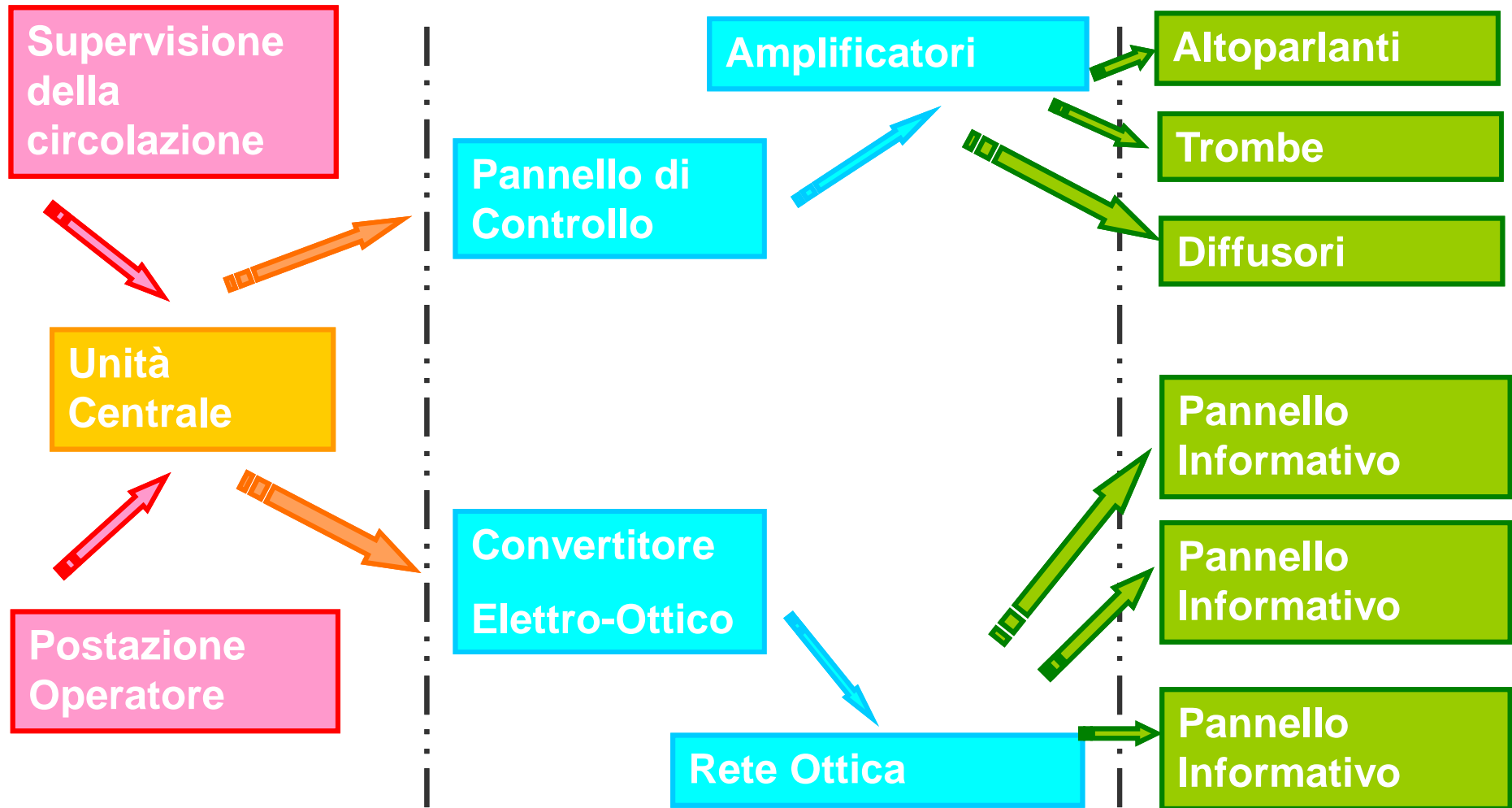
LINK CIRCOLAZIONE SCC



Impianti di Informazioni al Pubblico (I.a.P.)



I.a.P.: Architettura di Sistema



Informazioni al Pubblico (I.a.P.) – dispositivi video



Informazioni al Pubblico (I.a.P.) - dispositivi audio

Trombe DS

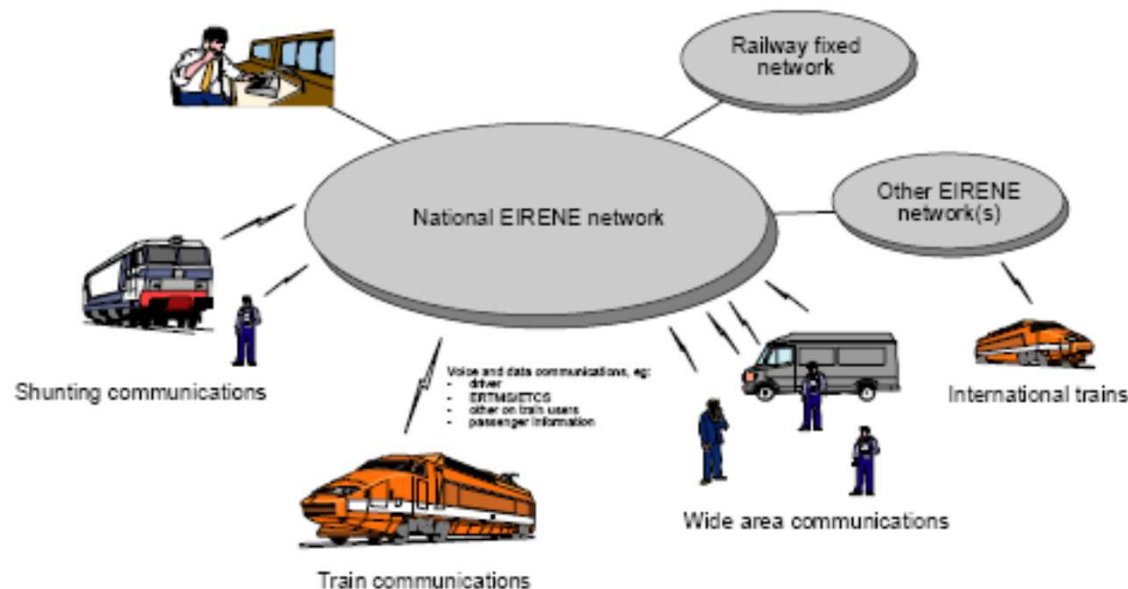


Diffusori



Sistema GSM-R

- Il GSM-R è una piattaforma di comunicazione radiomobile, dedicata alle reti ferroviarie europee e definito da parte di UIC (Progetto Eirene) e dal Consorzio Morane.
- EIRENE definisce i requisiti che soddisfano le esigenze della comunicazione mobile delle reti ferroviarie europee, le comunicazioni ferroviarie terra - treno di servizio sia di tipo fonia che dati (radiosegnalamento).

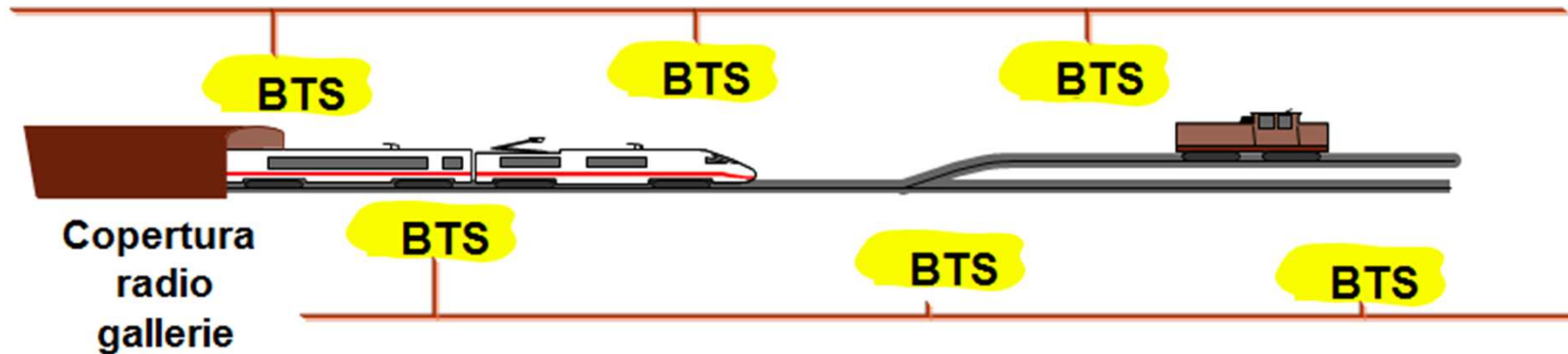


Sistema GSM-R

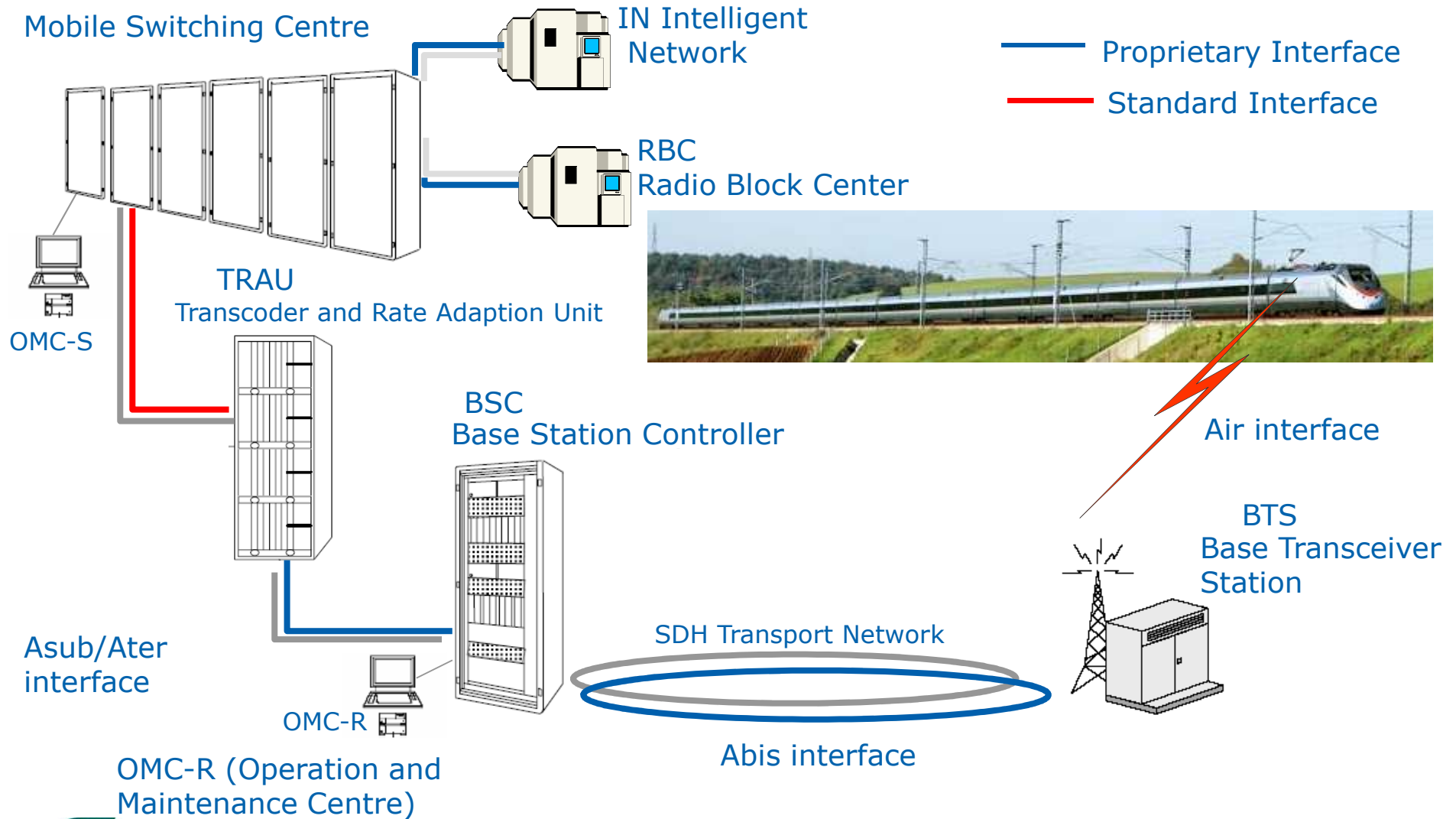
Le FS stanno applicando/prevedendo tale sistema su circa 10.000 Km di linee tradizionali e AV/AC.

Per le tratte AV/AC la copertura radio GSM-R è ridondata per sicurezza.

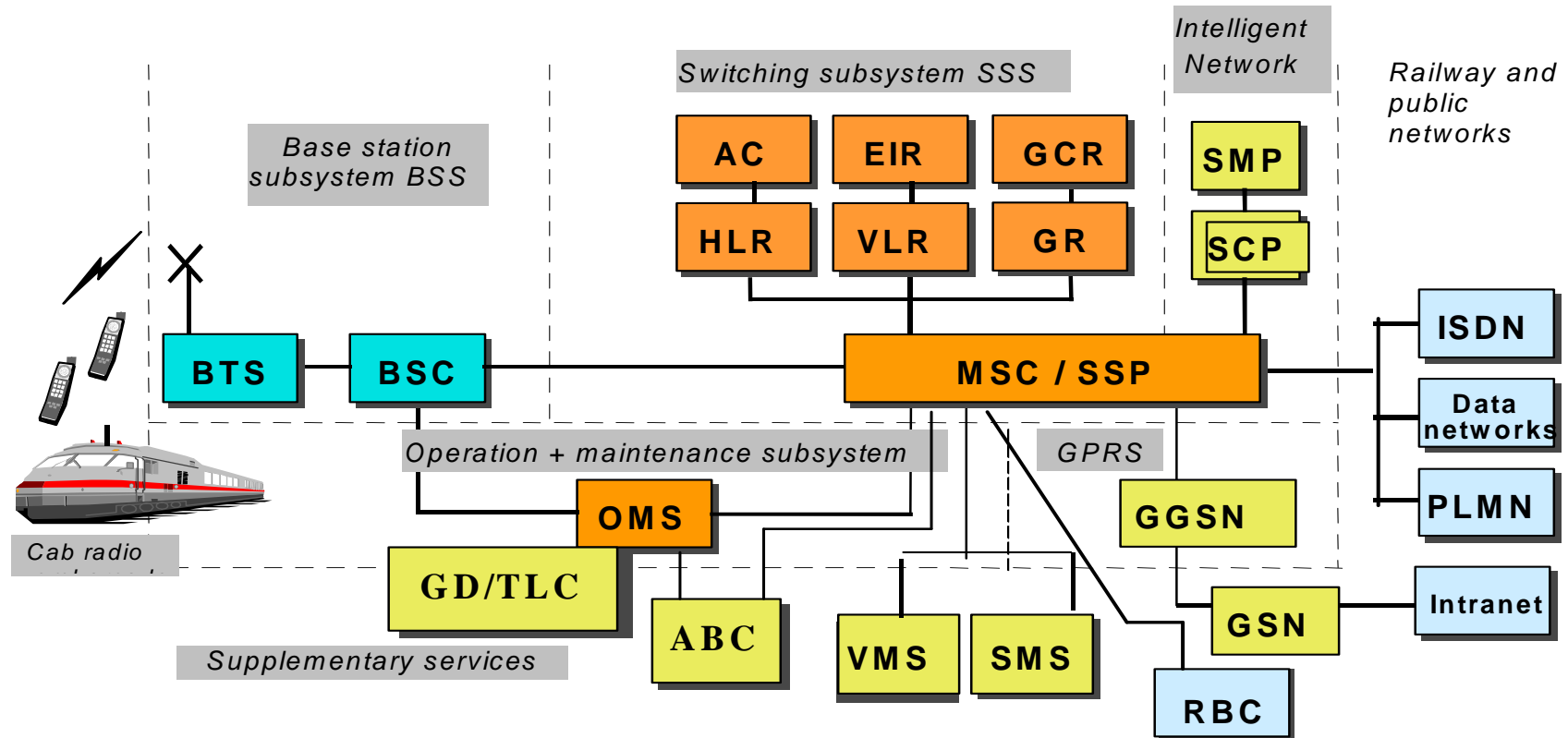
EIRAN E
EUROPEAN INTEGRATED RAILWAY RADIO
ENHANCED NETWORK



GSM-R NETWORK: ARCHITECTURE



Architettura della rete GSM-R

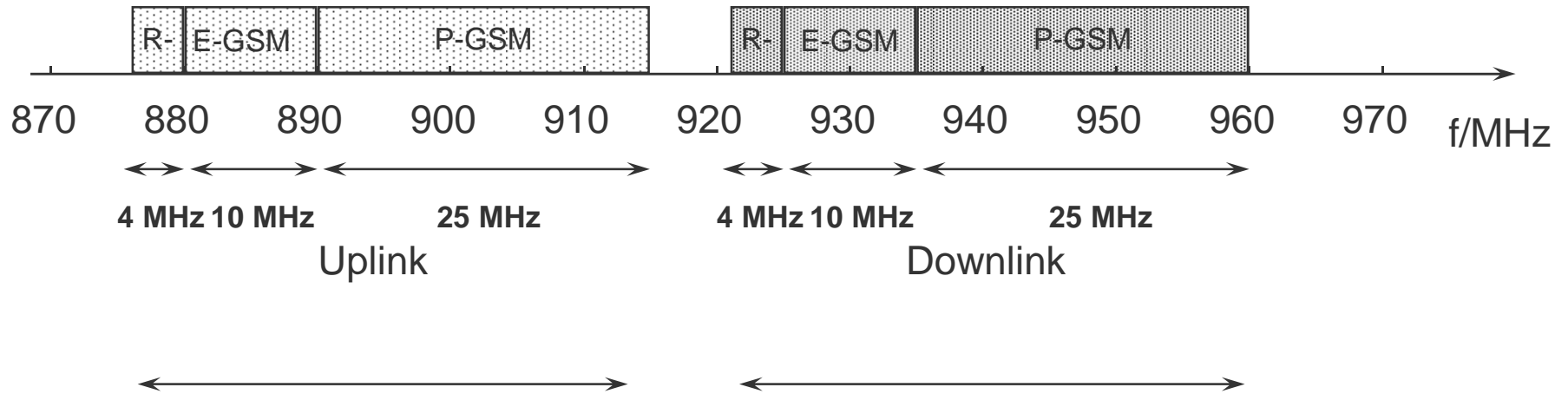


- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| ABC Administration and Billing Center | GPRS General Packet Radio Services | SCP Service Control Point |
| AC Authentication Center | GR GPRS Register | SMP Service Management Point |
| BSC Base Station Controller | GSN GPRS Support Node | SMS Short Message Service |
| BTS Base Transceiver Station | HLR Home Location Register | SSP Service Switching Point |
| EIR Equipment Identification Register | MSC Mobile Services Switching Center | VLR Visitor Location Register |
| GCR Group Call Register | RBC Radio Blocking Center | VMS Voice Mail Service |

Struttura e servizi del GSM-R

Frequenza: Banda Radio **GSM-R**

Up Link 876-880 MHz - Down Link 921-925MHz



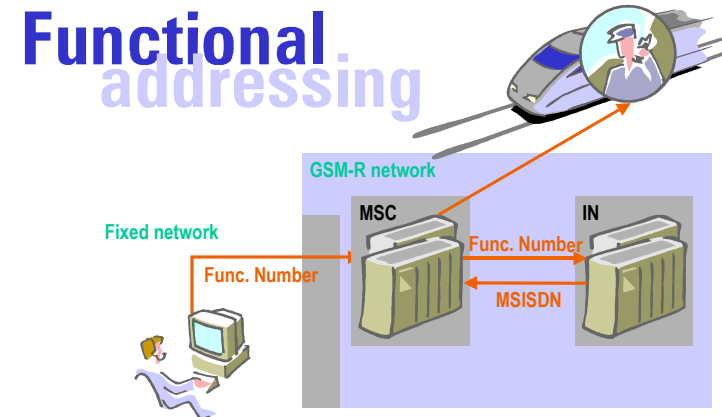
terminals operate in full 900 GSM frequency range

GSM-R - principali funzionalità ferroviarie

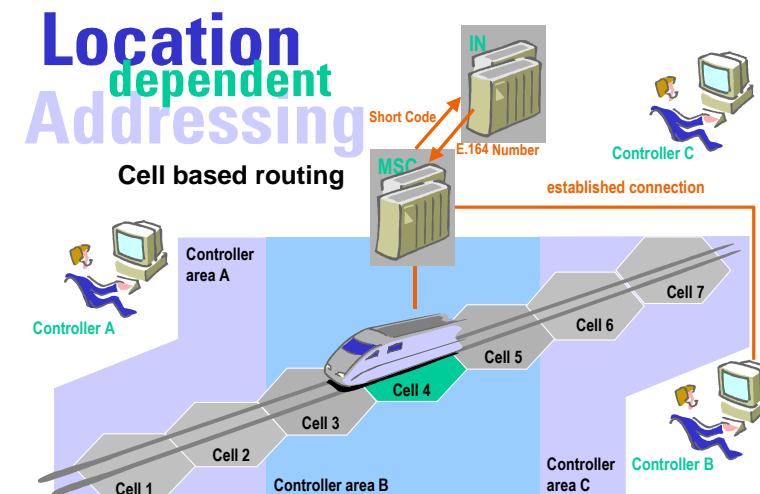
- Functional addressing
- Location Dependent Addressing
- Presentation of Functional Number
- Access Matrix
- eMLPP
- VGCS
- VBS

GSM-R - principali funzionalità ferroviarie

- ❑ **Functional addressing:** capacità di chiamare un treno usandone il numero



- ❑ **Location Dependent Addressing:** capacità di chiamare, utilizzando lo stesso numero, operatori diversi a seconda della posizione geografica del chiamante

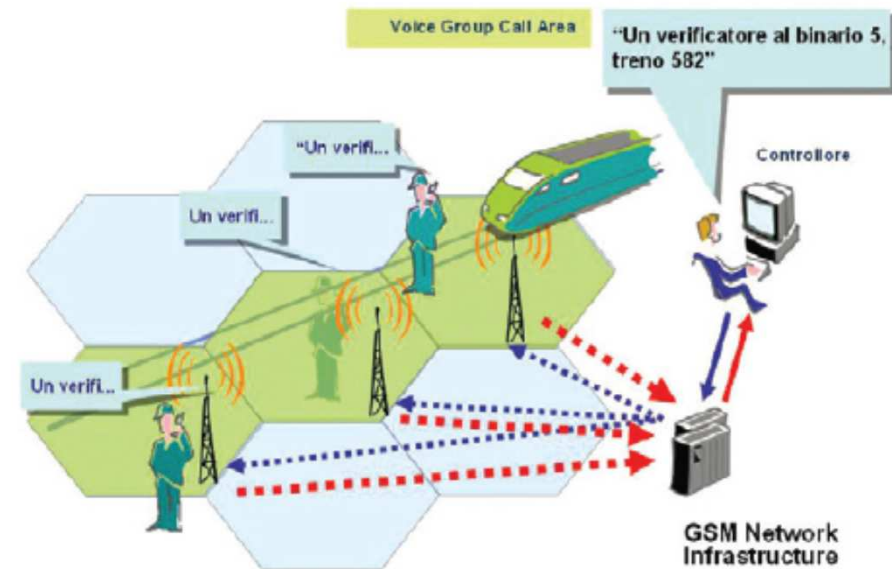


GSM-R - principali funzionalità ferroviarie

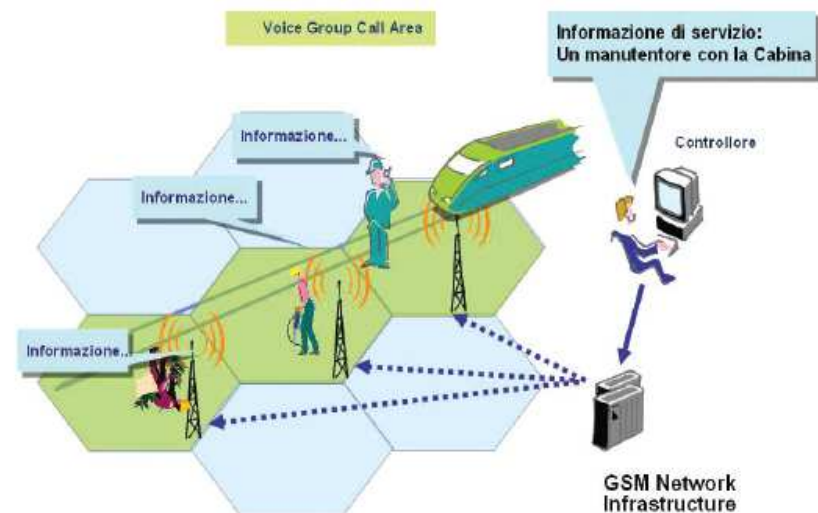
- ❑ **Presentation of Functional Number:** presentazione al chiamante e al chiamato del numero funzionale chiamato e chiamante
- ❑ **Access Matrix:** il gestore della rete può consentire/inibire chiamate tra categorie funzionali differenti
- ❑ **eMLPP:** capacità per chiamate ad alta priorità di interrompere chiamate a bassa priorità in caso di risorse radio non disponibili

GSM-R - principali funzionalità ferroviarie

❑ **VGCS:** chiamate di gruppo

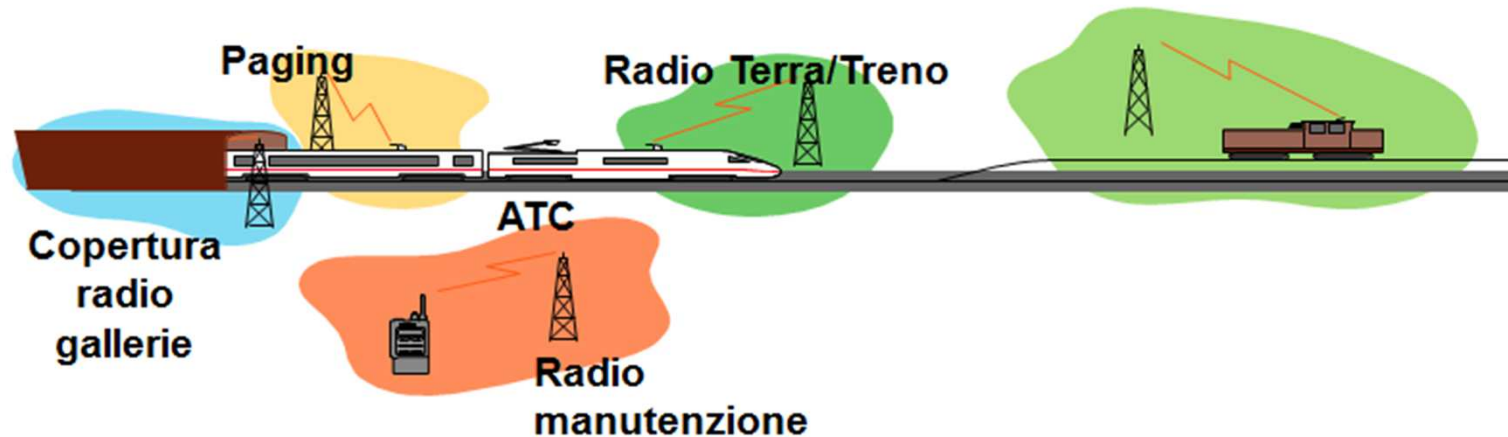


❑ **VBS:** chiamate broadcast

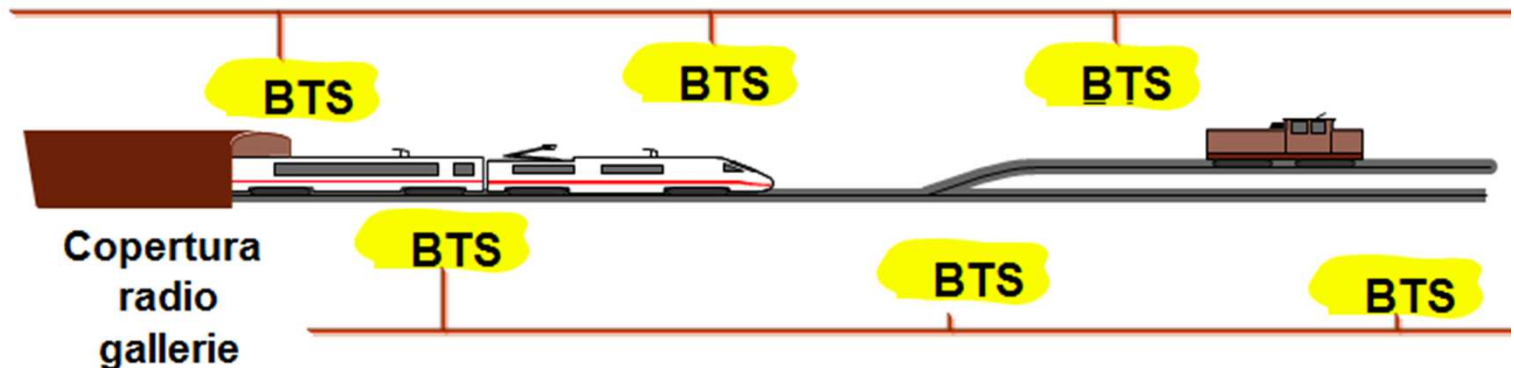


GSM-R – linee tradizionali e AV

Linea Commerciale
(storica):
copertura radio
non ridondata



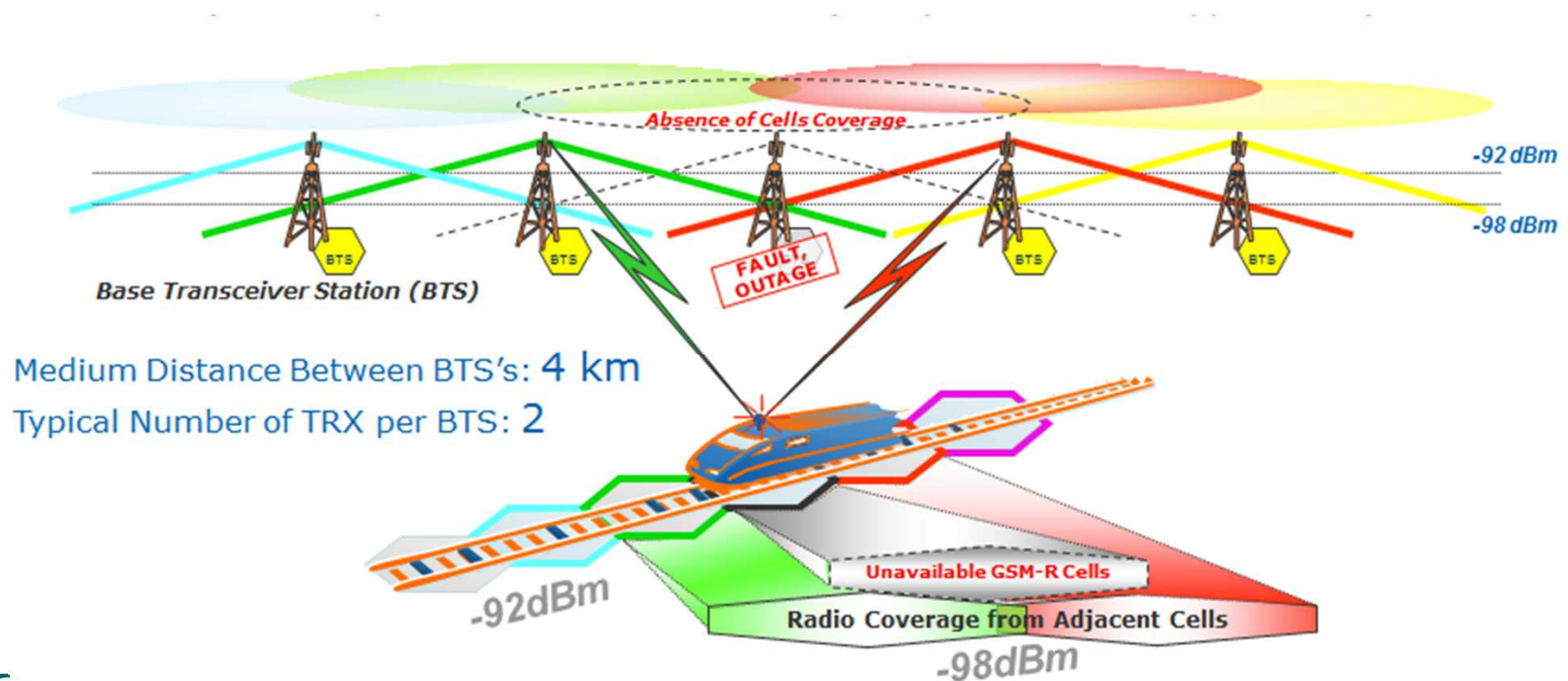
Linea AC/AV:
copertura radio
ridondata:
numero doppio
BTS e sistema
trasmissivo
ridondato



GSM-R linea ad alta velocità

In caso di guasto o interruzione di una BTS:

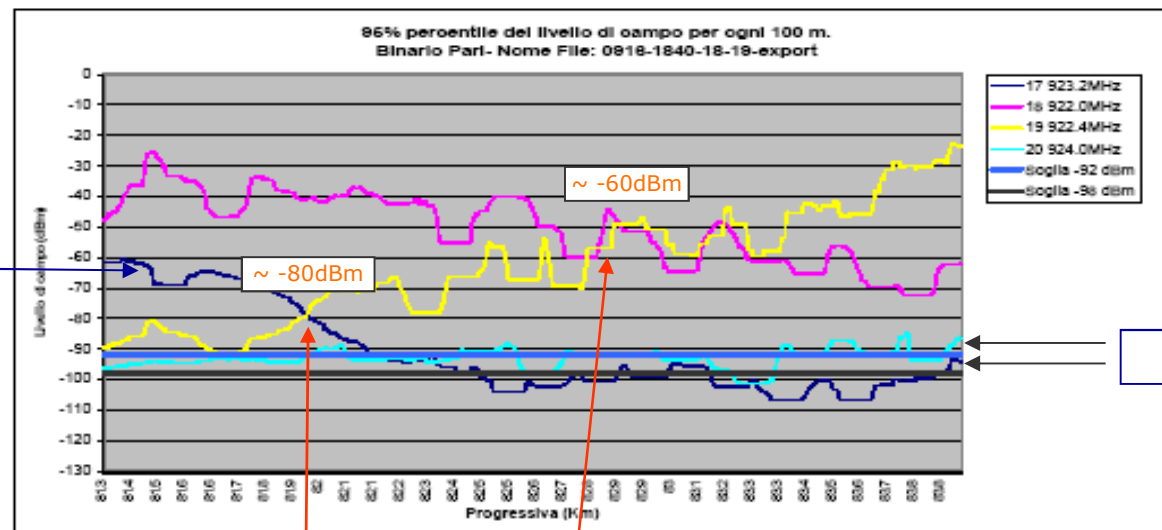
Le BTS adiacenti forniscono la copertura Radio e il traffico sul canale GSM-R



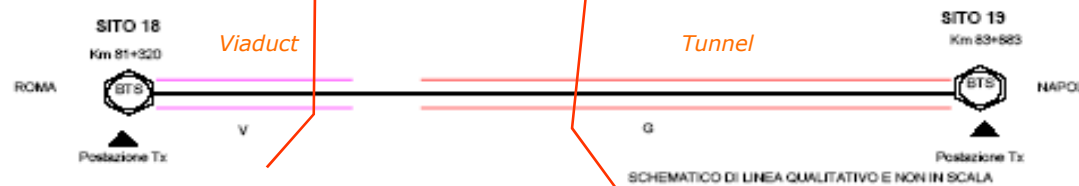
GSM-R linea ad alta velocità

Tipico caso di passaggio di copertura - condizioni normali e di guasto (o interruzione) di una BTS

Passaggio di copertura ad una BTS adiacente



Livello minimo di riferimento



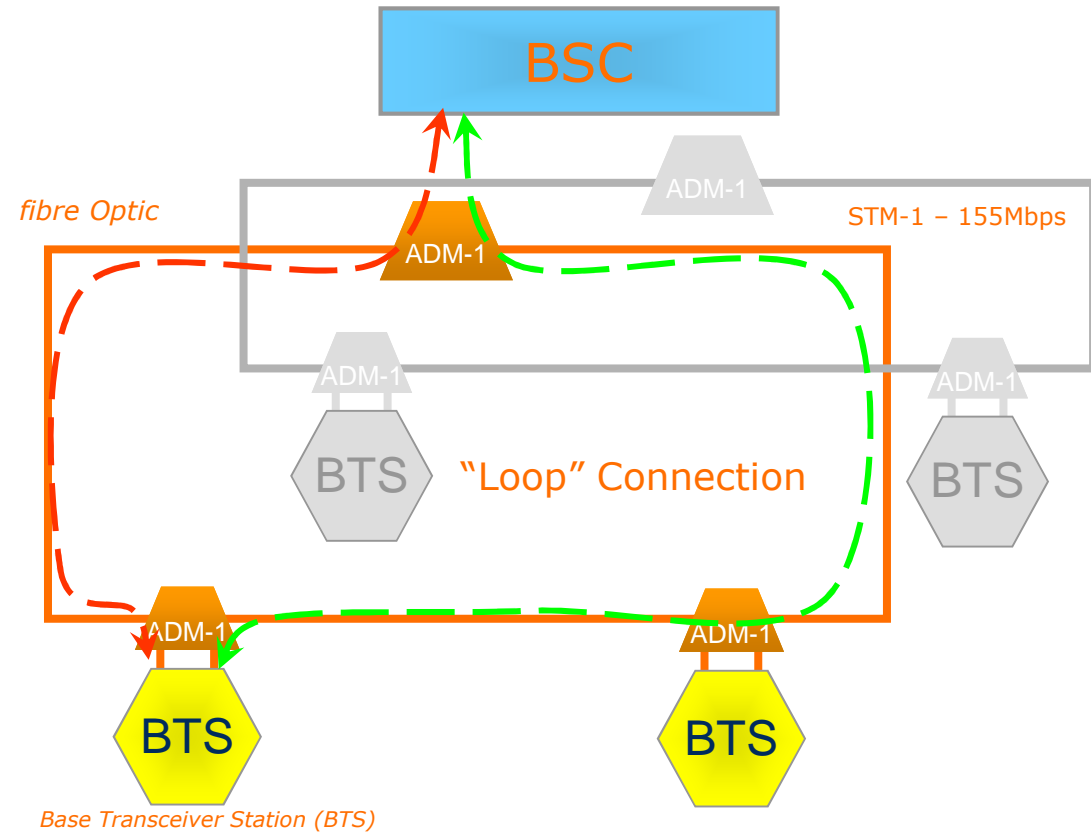
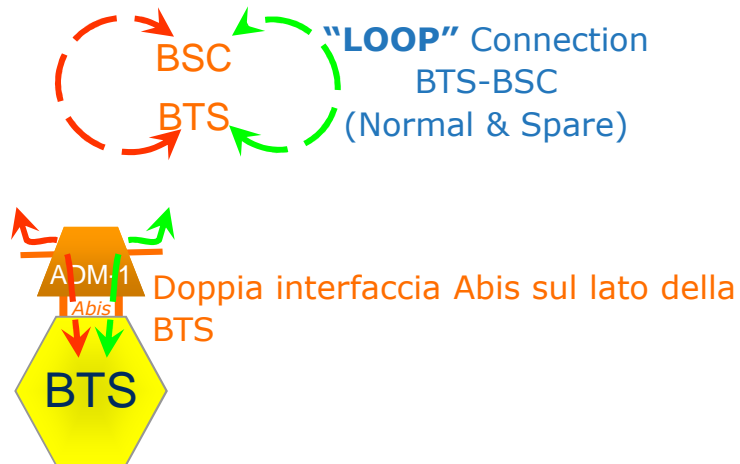
Passaggio di copertura da una BTS ad un'altra dopo un guasto

Condizioni normali con la BTS in servizio

GSM-R linea ad alta velocità

La connessione tra la BTS e il BSC è ridondata

2 vie separate per la rete di trasporto SDH



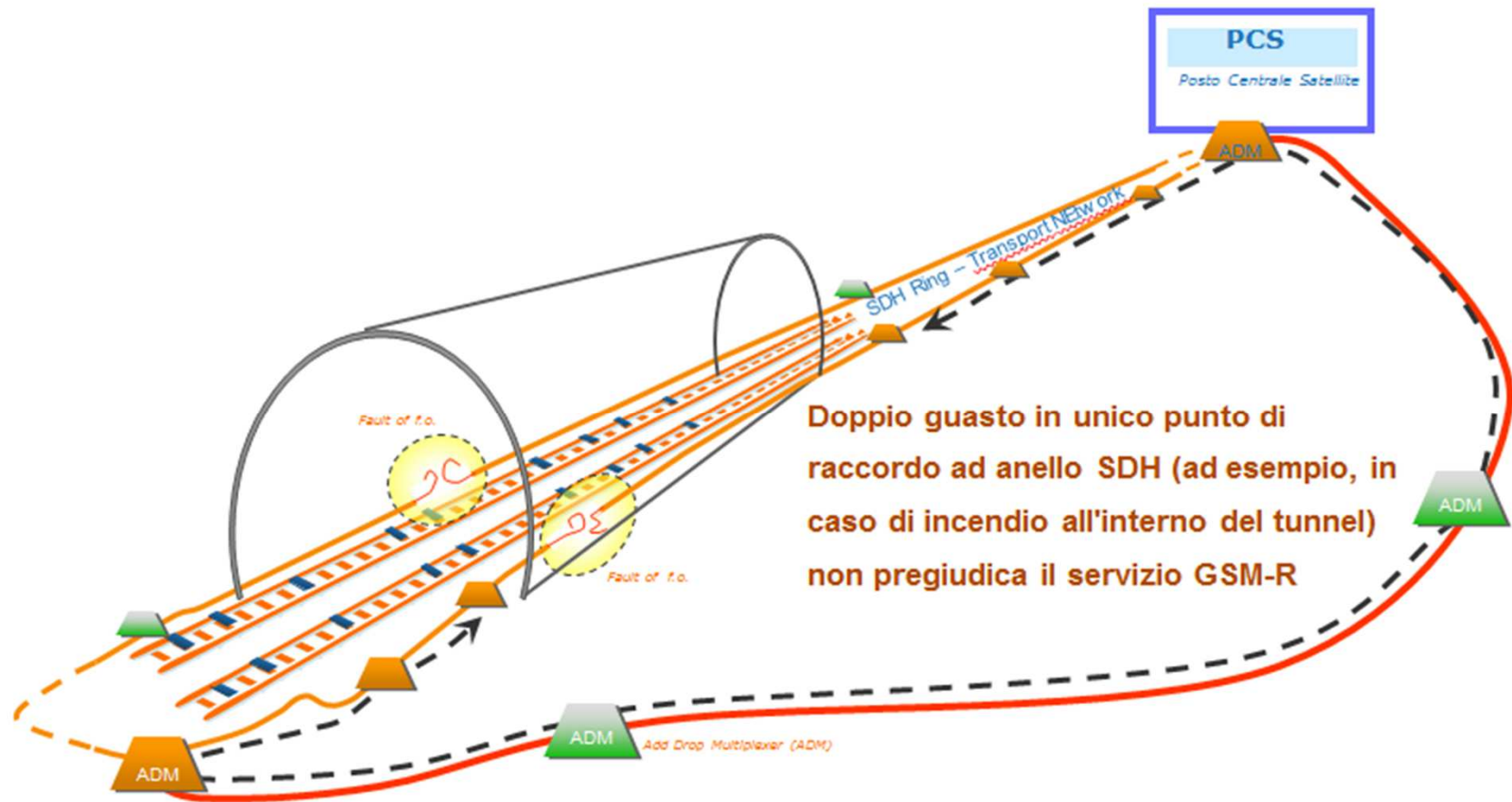
Caso di un guasto su:

- Fibra Ottica
- Dispositivi di Trasporto SDH
- Interfaccia Abis

GSM-R linea ad alta velocità

Terza via di collegamento tra BSC e BTS di sopra la rete di Trasporto SDH

La terza via è geograficamente separata e fuori dal lato HSL

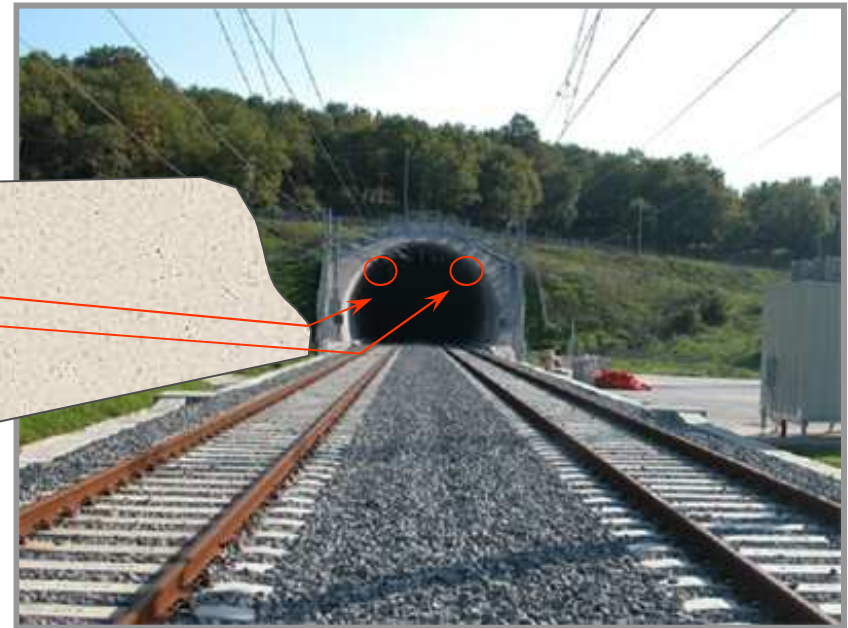
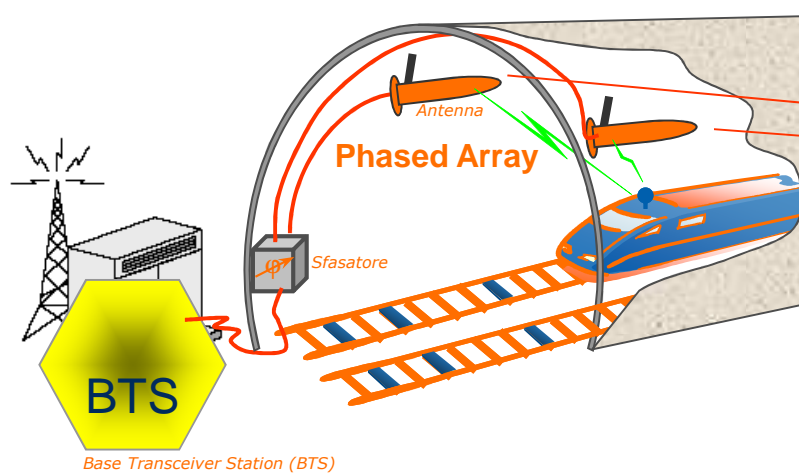


GSM-R linea ad alta velocità

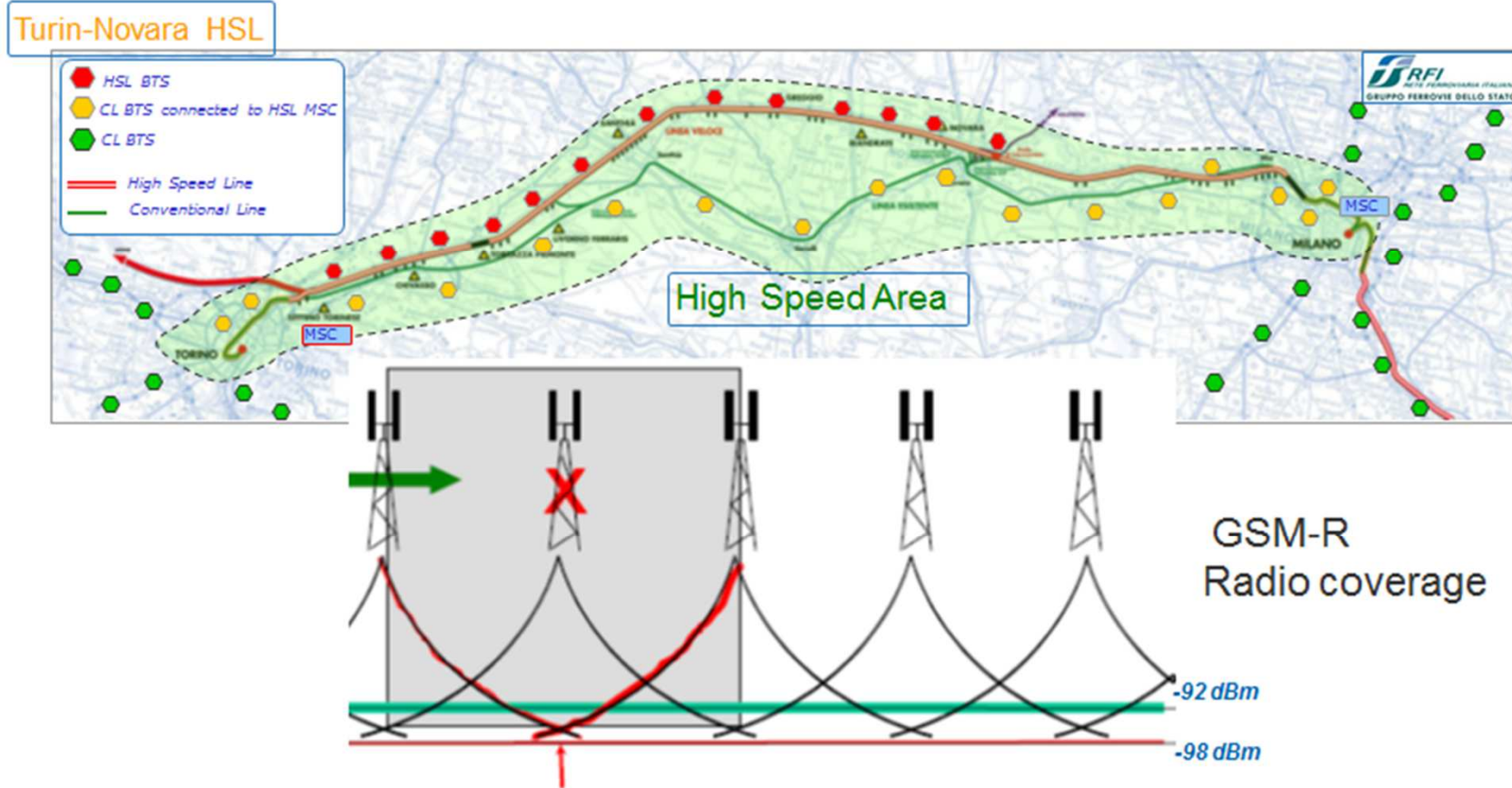
Vengono utilizzate due antenne in tunnel per la Copertura Radio il GSM-R :

Condizioni normali: n 2 antenne (Phased Array) → Miglioramento della Qualità della Copertura Radio

Condizioni di guasto: Il guasto di una antenna non influisce sul servizio GSM-R



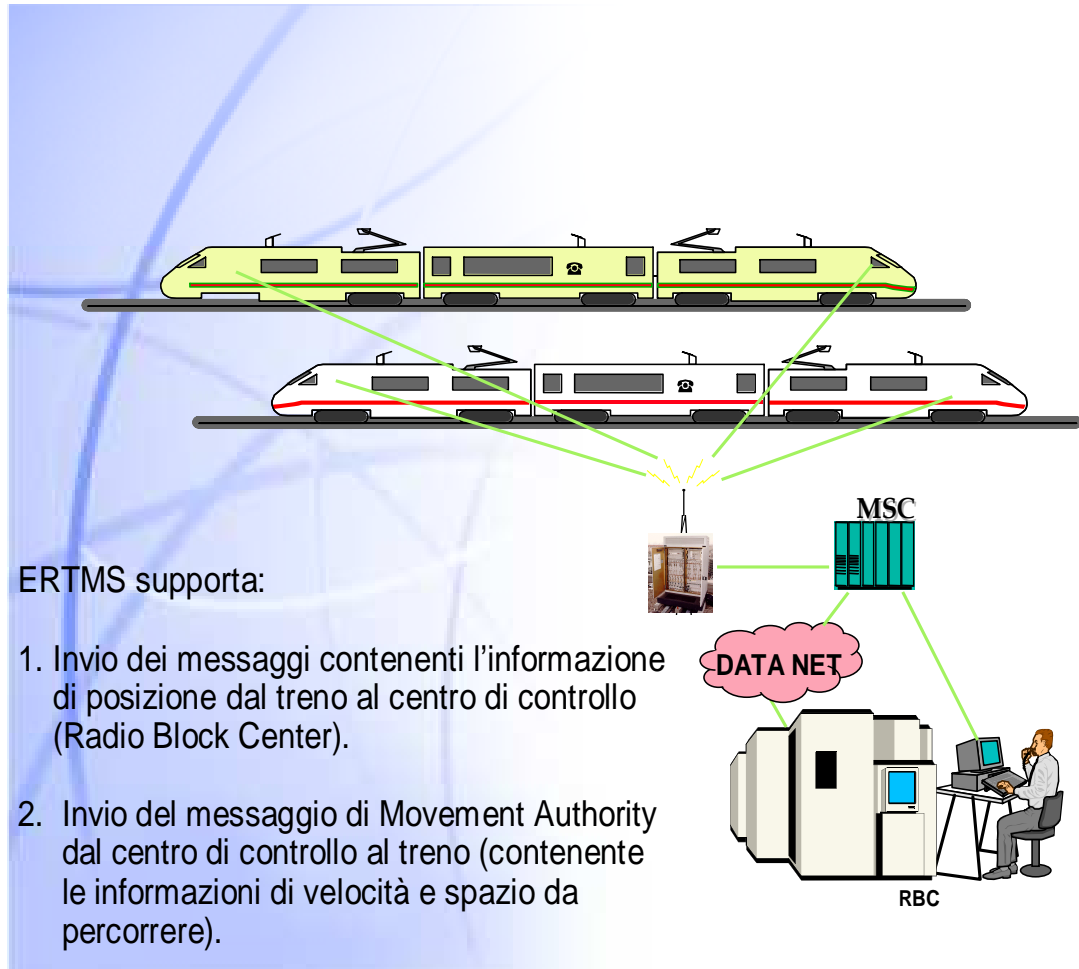
Copertura radio/cell planning



Sistema GSM-R – GSM-R & ERTMS

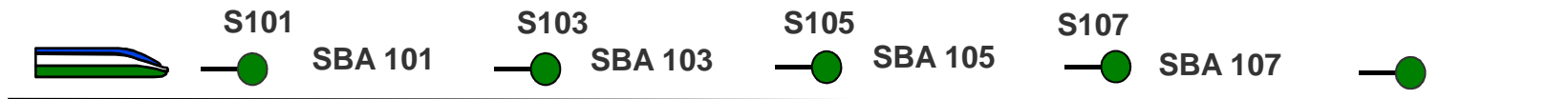
EIRENE fornirà il supporto radio per l'ERTMS / ETCS

Gli strati EURORADIO GSM-R sono responsabili di garantire la sicurezza complessiva della linea di trasmissione tra le applicazioni terra/treno ERTMS / ETCS.



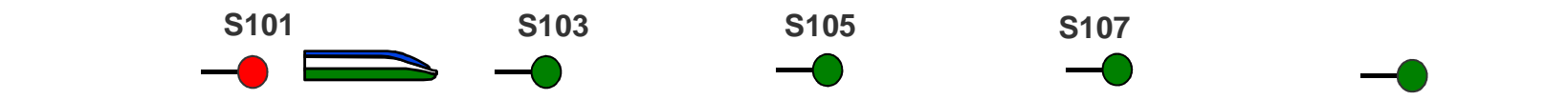
Linea Convenzionale Progetto di Segnalazione

2. Distanza tra i treni _ Linea Convenzionale

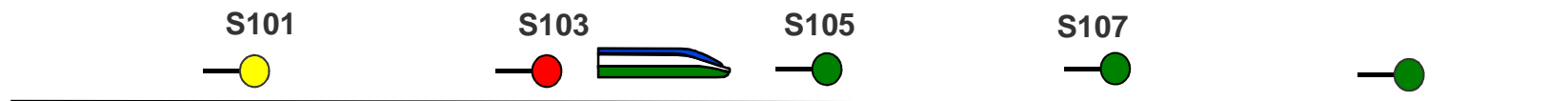


SBA 101 = Segnale di Blocco Automatico 101 = Block Section Signal (main signal) n. 101

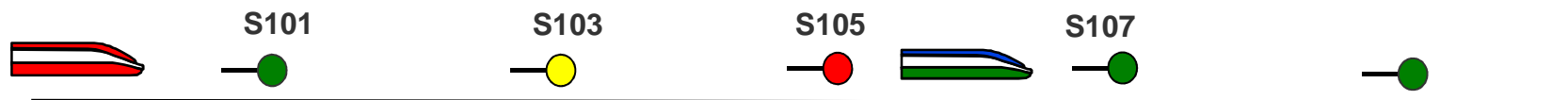
2. Distanza di sicurezza _ Linea Convenzionale



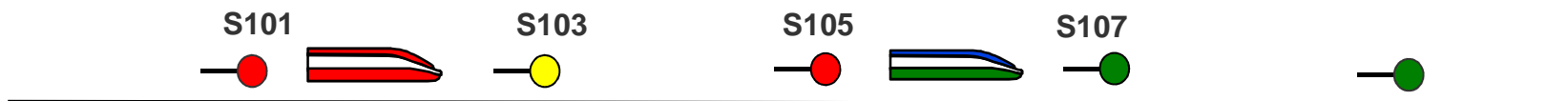
2. Distanza di sicurezza _ Linea Convenzionale



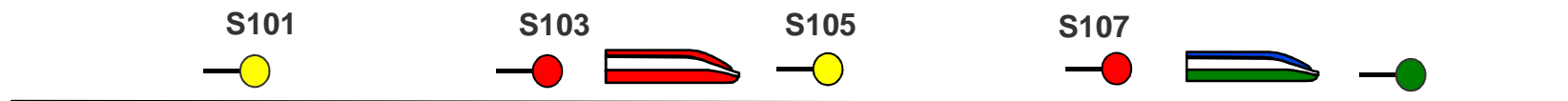
2. Distanza di sicurezza _ Linea Convenzionale



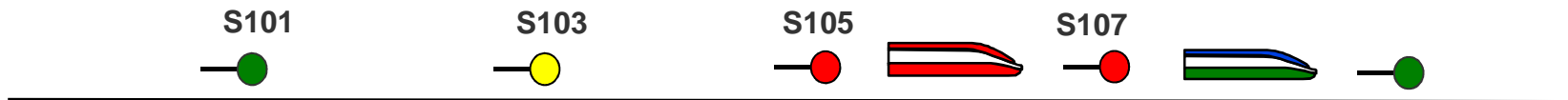
2. Distanza di sicurezza _ Linea Convenzionale



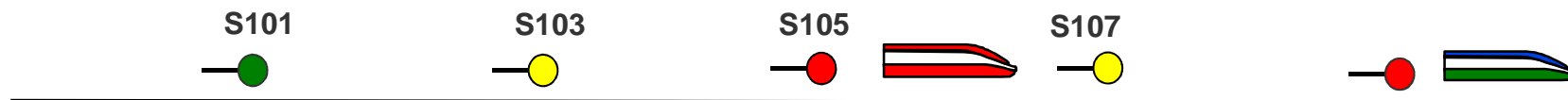
2. Distanza di sicurezza _ Linea Convenzionale



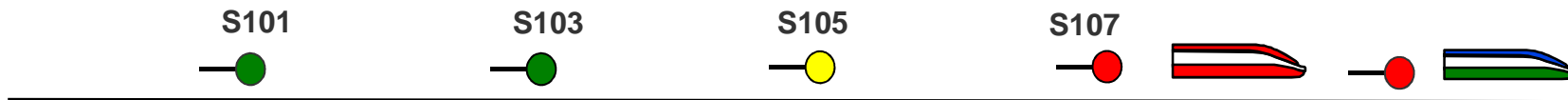
2. Distanza di sicurezza _ Linea Convenzionale



2. Distanza di sicurezza _ Linea Convenzionale



2. Distanza di sicurezza _ Linea Convenzionale



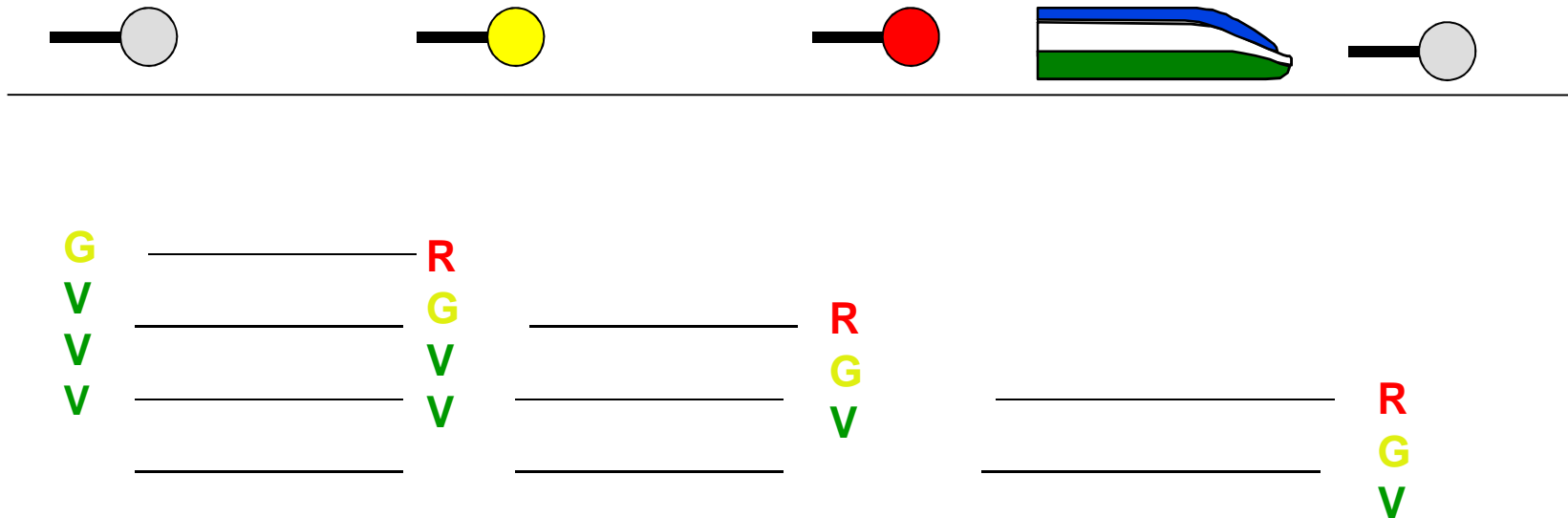
2. Distanza di sicurezza _ Linea Convenzionale



2. Distanza di sicurezza _ Linea Convenzionale

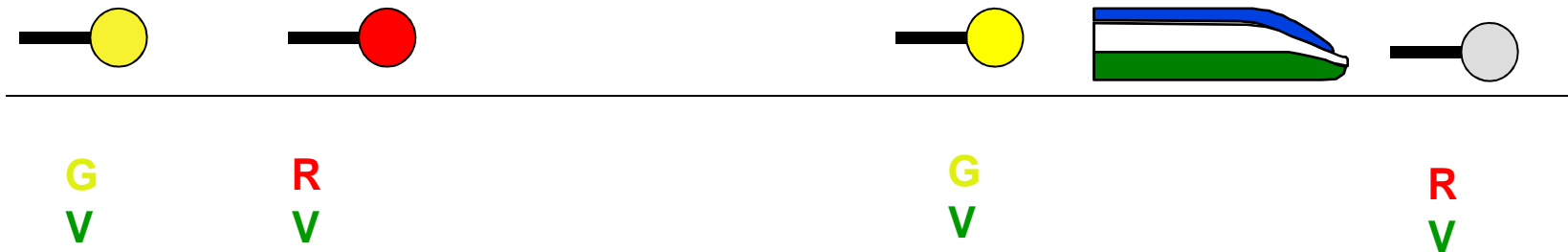
La distanza tra i treni è assicurata da una sequenza codificata di aspetti del segnale.

Qui di seguito, un esempio di sistema AB basato su 3 colori



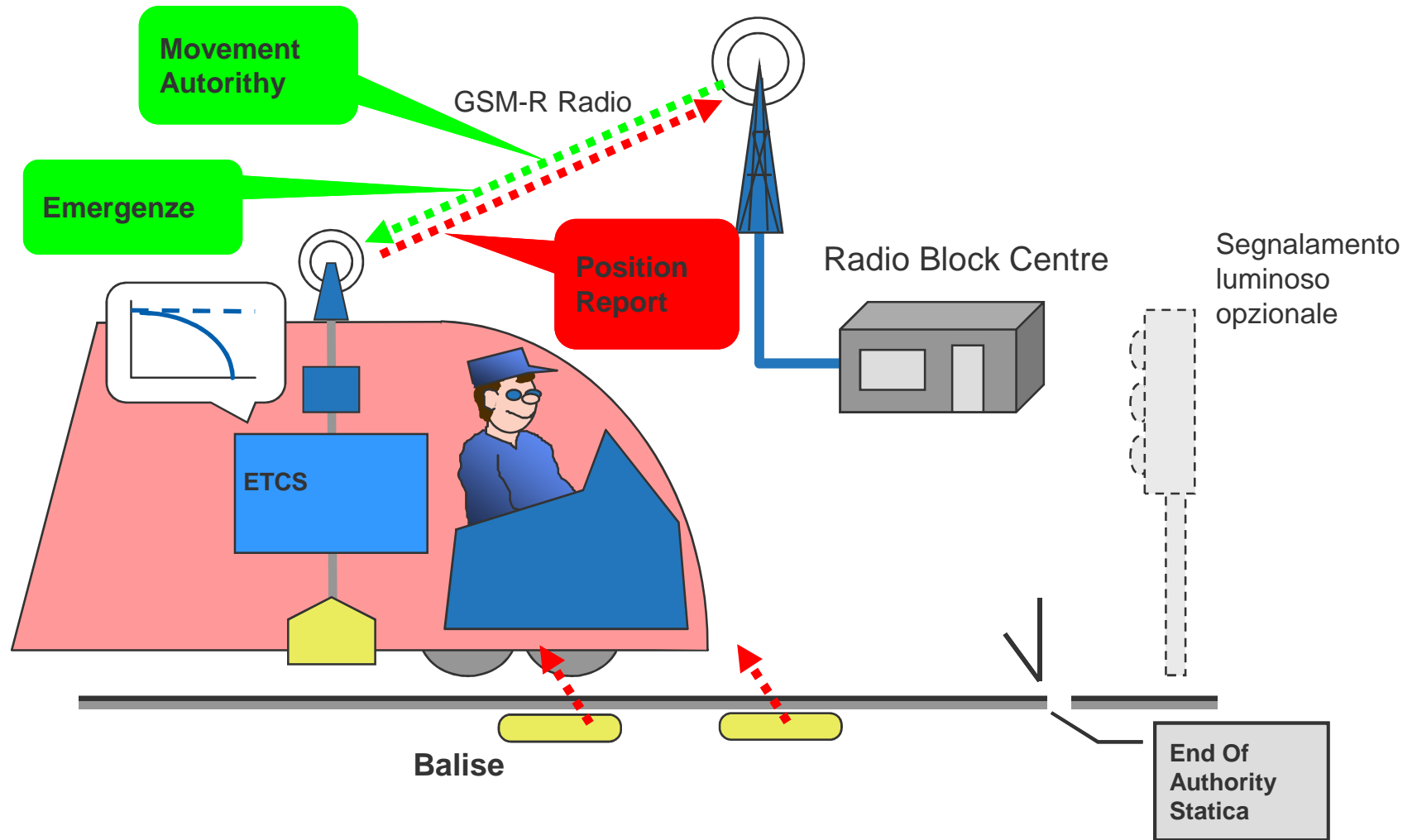
2. Distanza di sicurezza _ Linea Convenzionale

Sistema AB basato su 3 colori

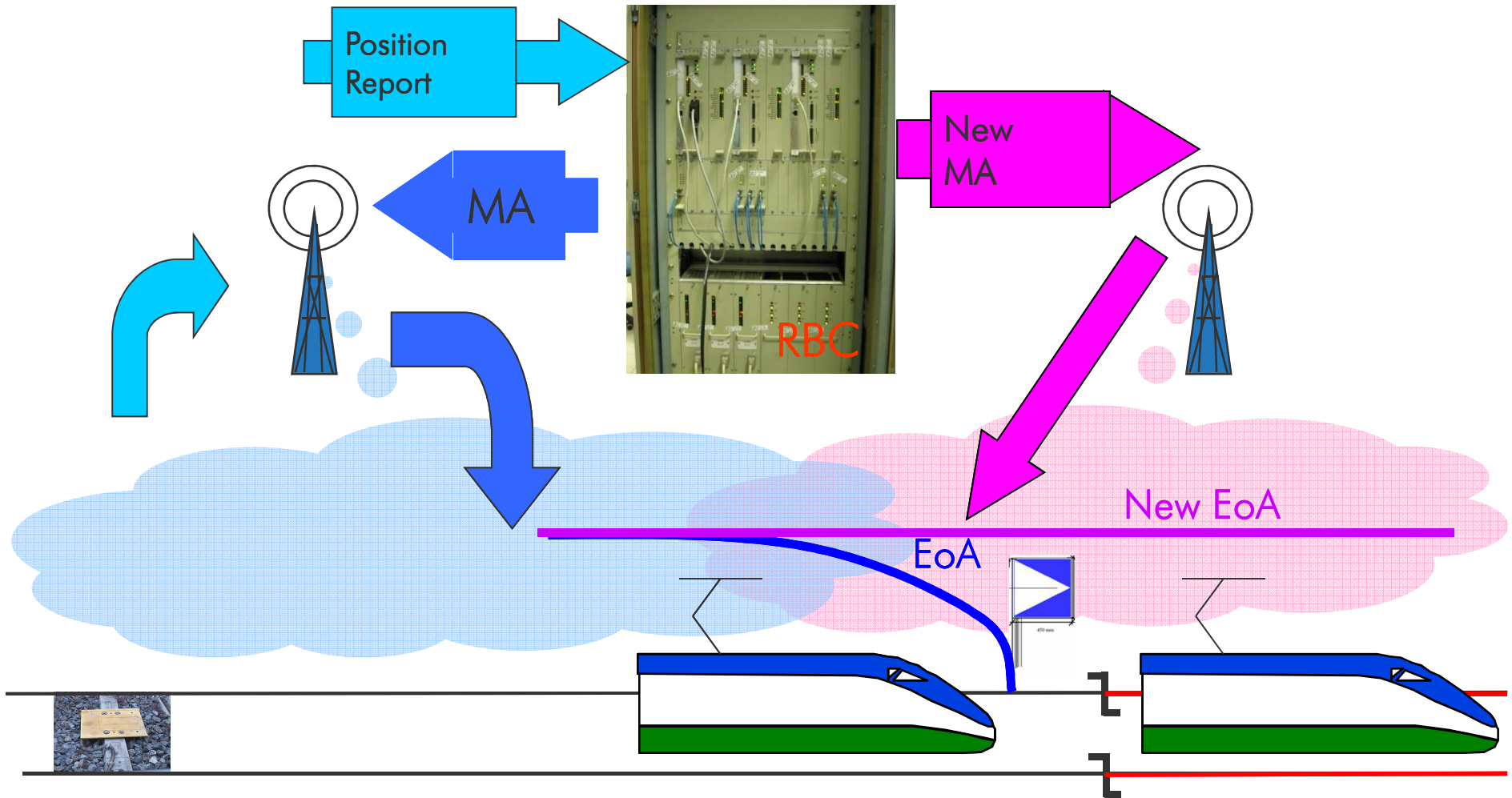


ERTMS DESIGN

3. ERTMS _ STI compliant line



ERTMS L2 - DATA FLOW



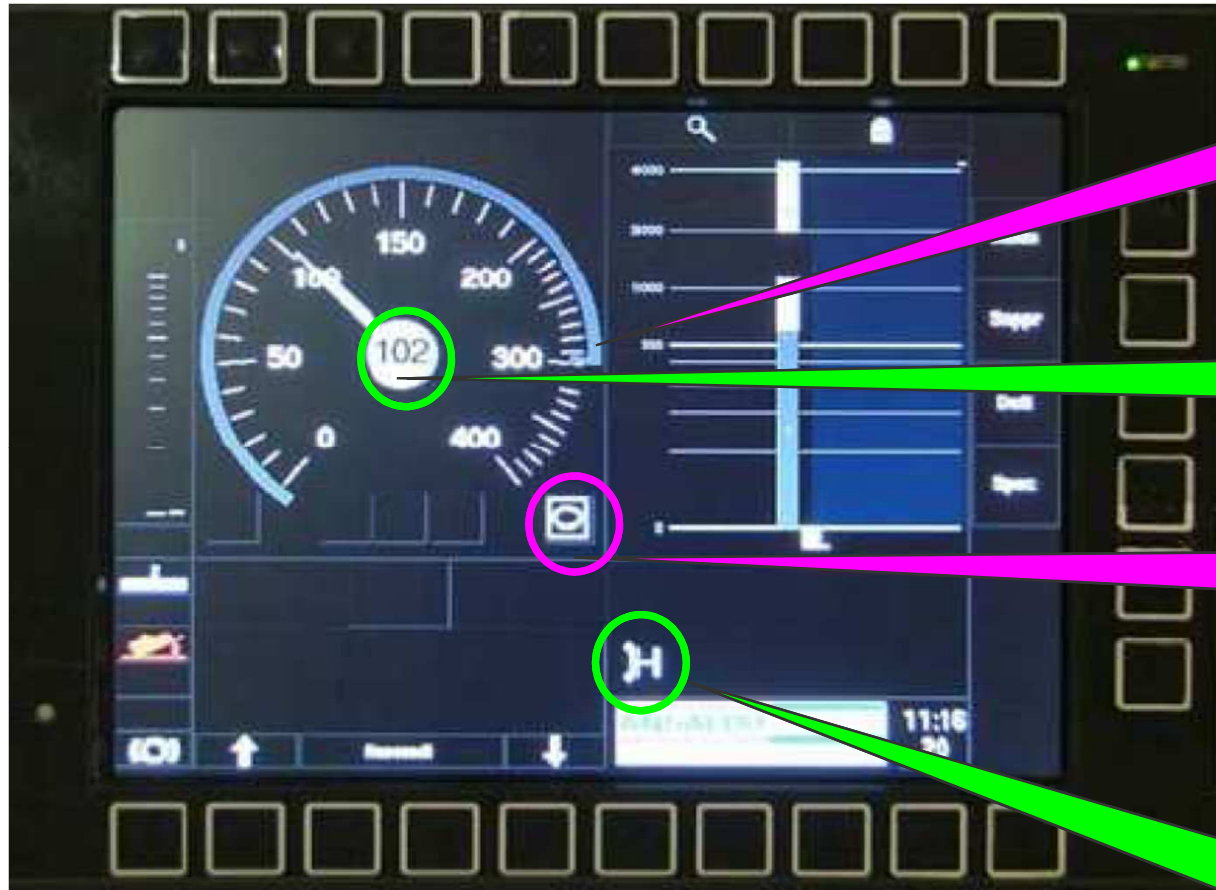
On board Devices Specifications

ERTMS - DMI

Conventional
DMI



Driver Board



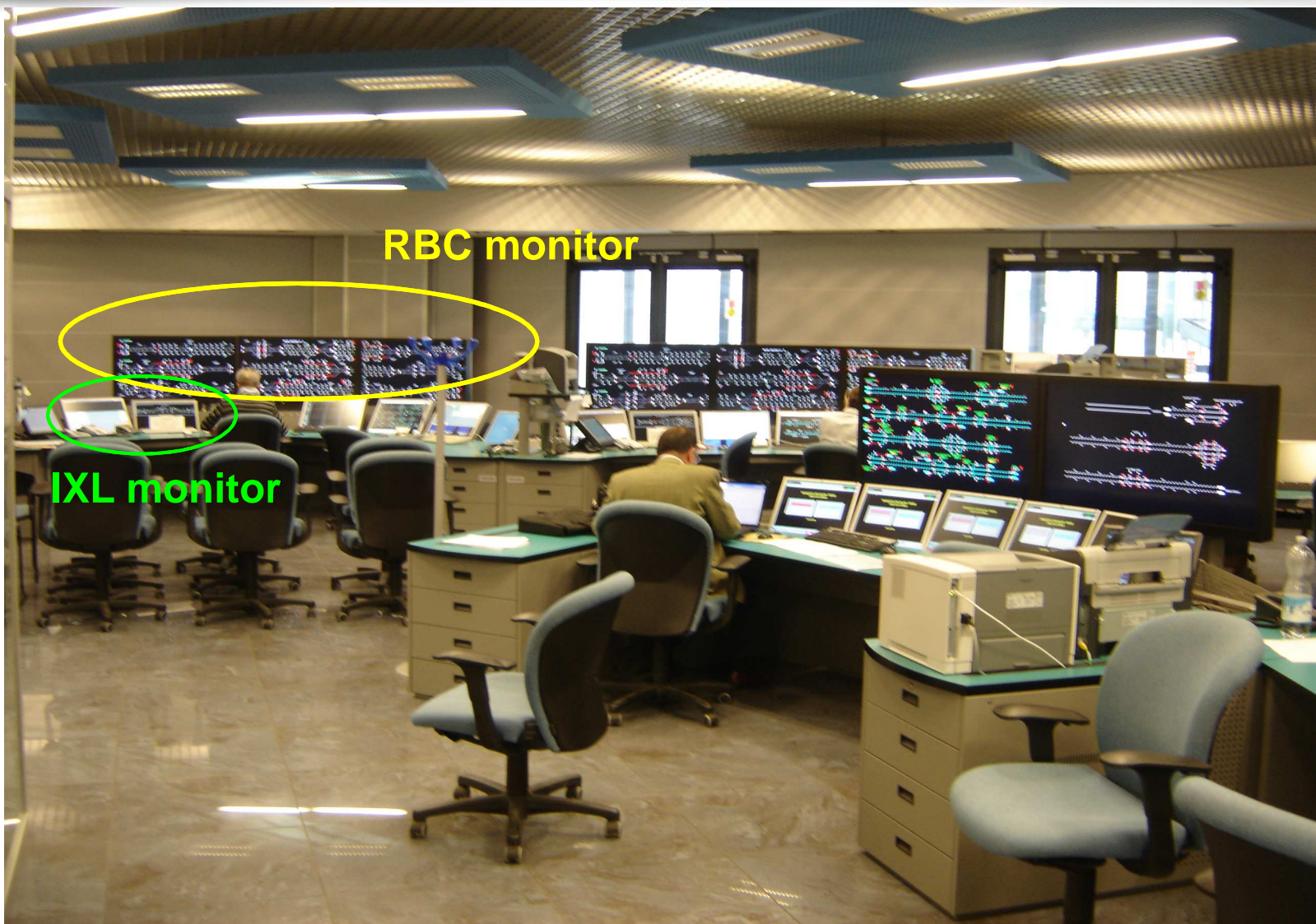
**Max allowed speed
(300 km/h)**

**Current speed
(102 Km/h)**

**Current Mode
(Full Supervision)**

**State of TLC
connection**

OCC _ CONTROL ROOM



GSM-R: CAB RADIO

Cab Radio per voce e dati



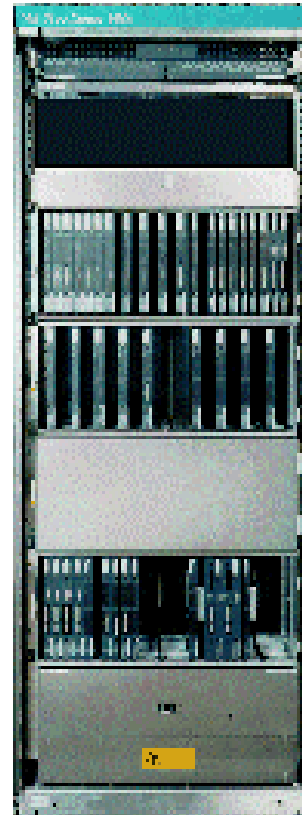
GSM-R: BSS DEVICES



BTS indoor:
BS240 Siemens
1600x600x450 mm



BTS outdoor:
BS241 Siemens
1700x700x650 mm

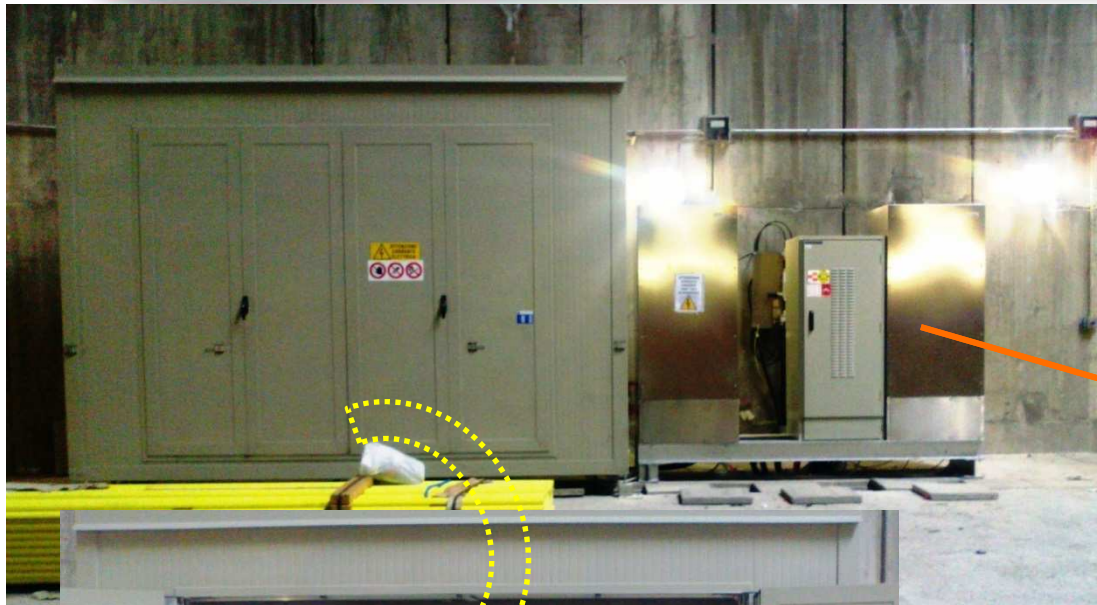


BSC



TRAU

GSM-R: sito di Pozzo Zanardi



ADM – quadro alimentazione 1000V



BTS4 - NSN 241

GSM-R Passante AV Bologna



GRSM-R NSS & RBC

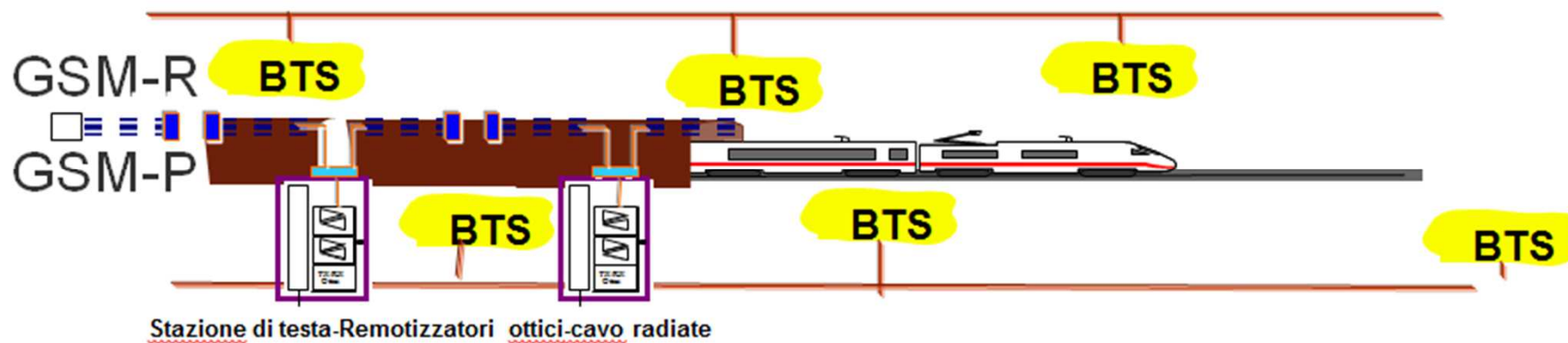




COPERTURA RADIO DELLE GALLERIE

la copertura radio delle gallerie è realizzata con:

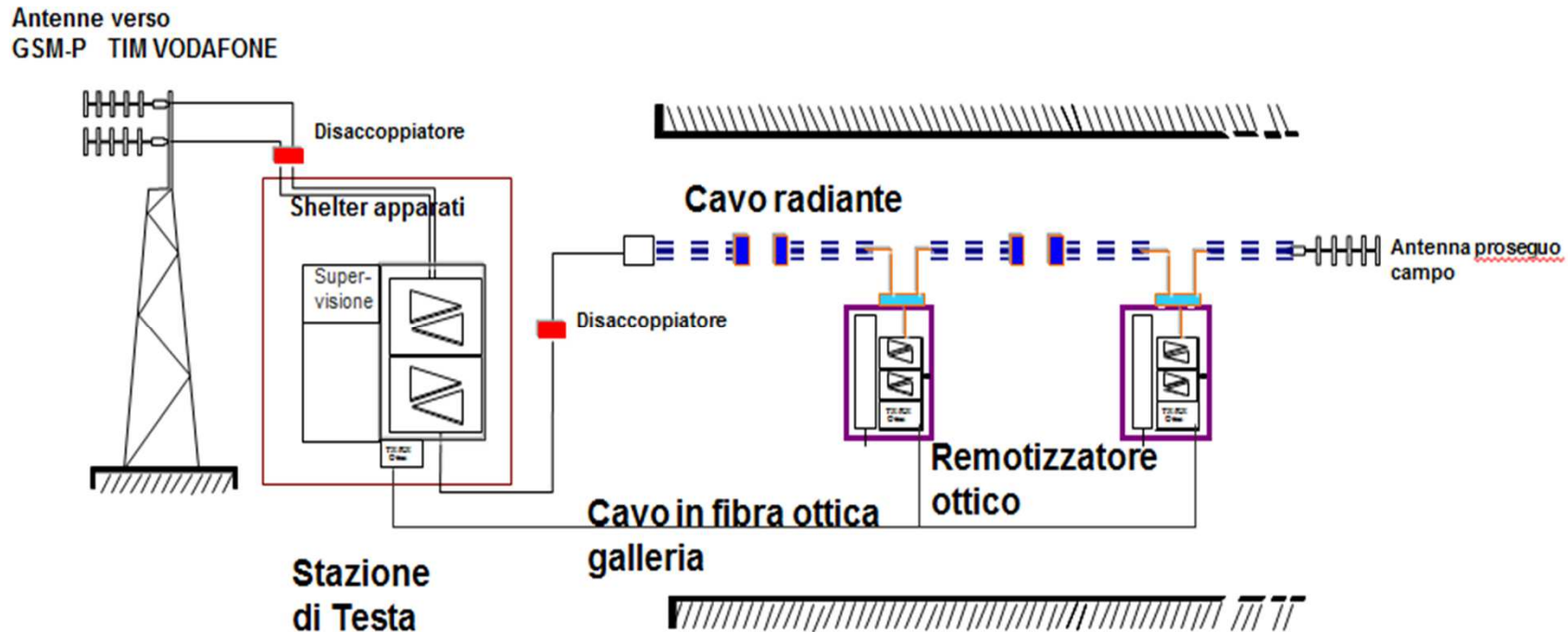
- ❖ BTS + antenne per il GSM-R
- ❖ Impianti di radio propagazione in galleria per GSM-P:
TIM ,Vodafone e WIND (900 MHz)



GSM-P: radiopropagazione segnali TIM e Vodafone

Un impianto di radiopropagazione in galleria diffonde il segnale radio GSM presente all'imbocco della galleria all'interno della stessa

Impianto di radiopropagazione con amplificatori in derivazione ottica



Copertura GSM-P interna alle gallerie : apparati

Stazione di testa



Amplificatore



Ripetitore ottico



Cavo radiante



Antenne



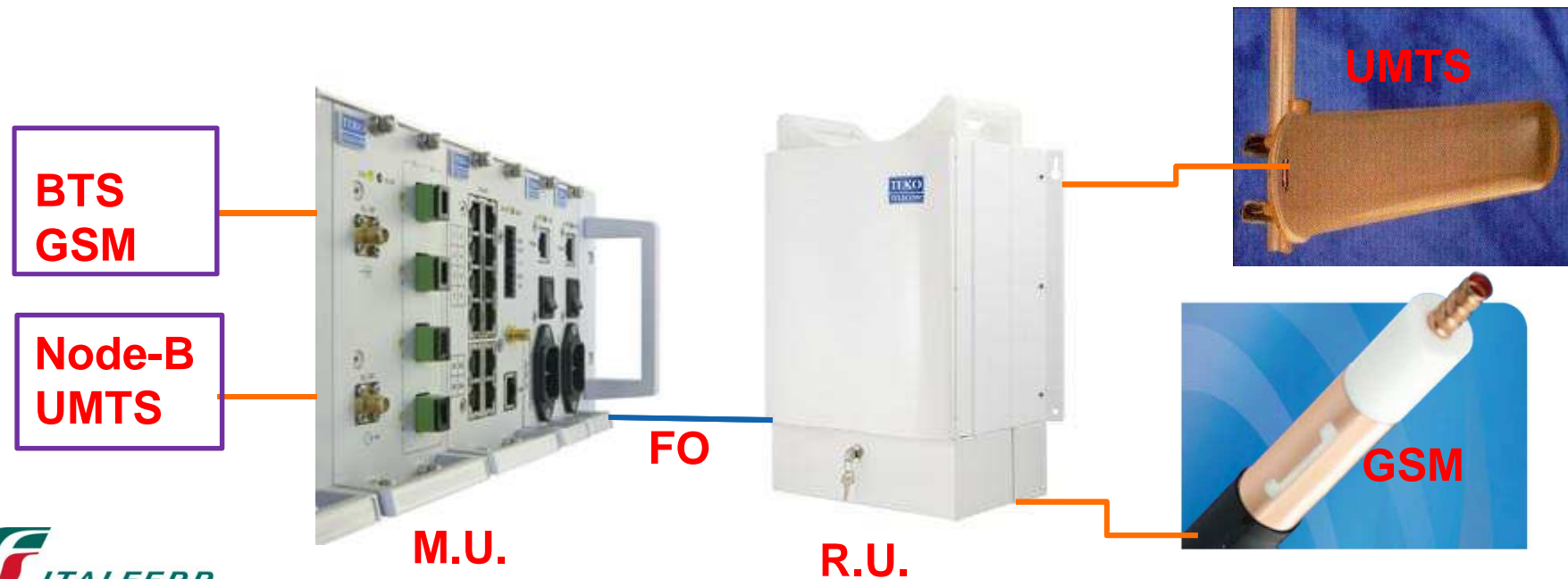
Copertura GSM-P interna alle gallerie



GSM e UMTS

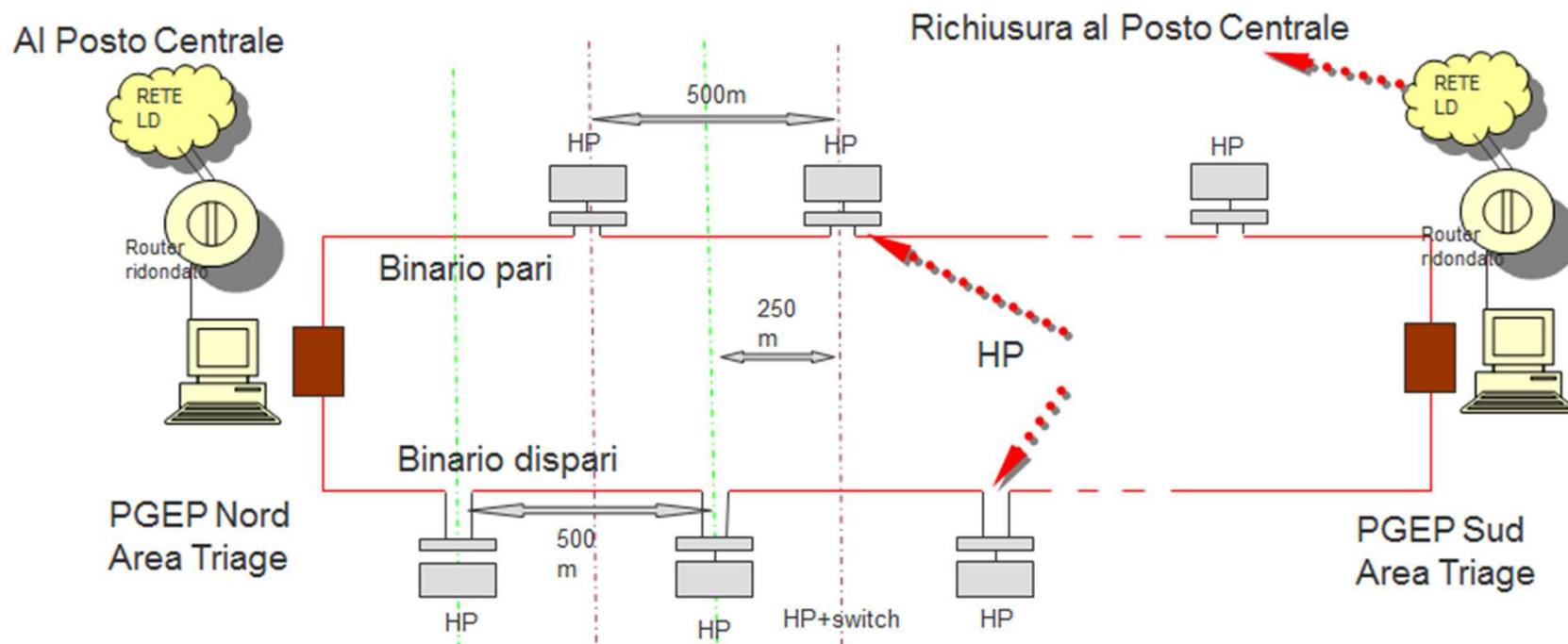
All'interno del Passante e lungo le vie di fuga è prevista la copertura radio GSM e UMTS degli operatori di telefonia mobile: **TIM**, **Vodafone**, **Wind**, **3** (solo UMTS)

con apparati radio (BTS e Node B connessi a una Master Unit) installati nella stazione AV e Remote Unit (amplificatori) lungo linea connessi a cavo radiante e antenne.



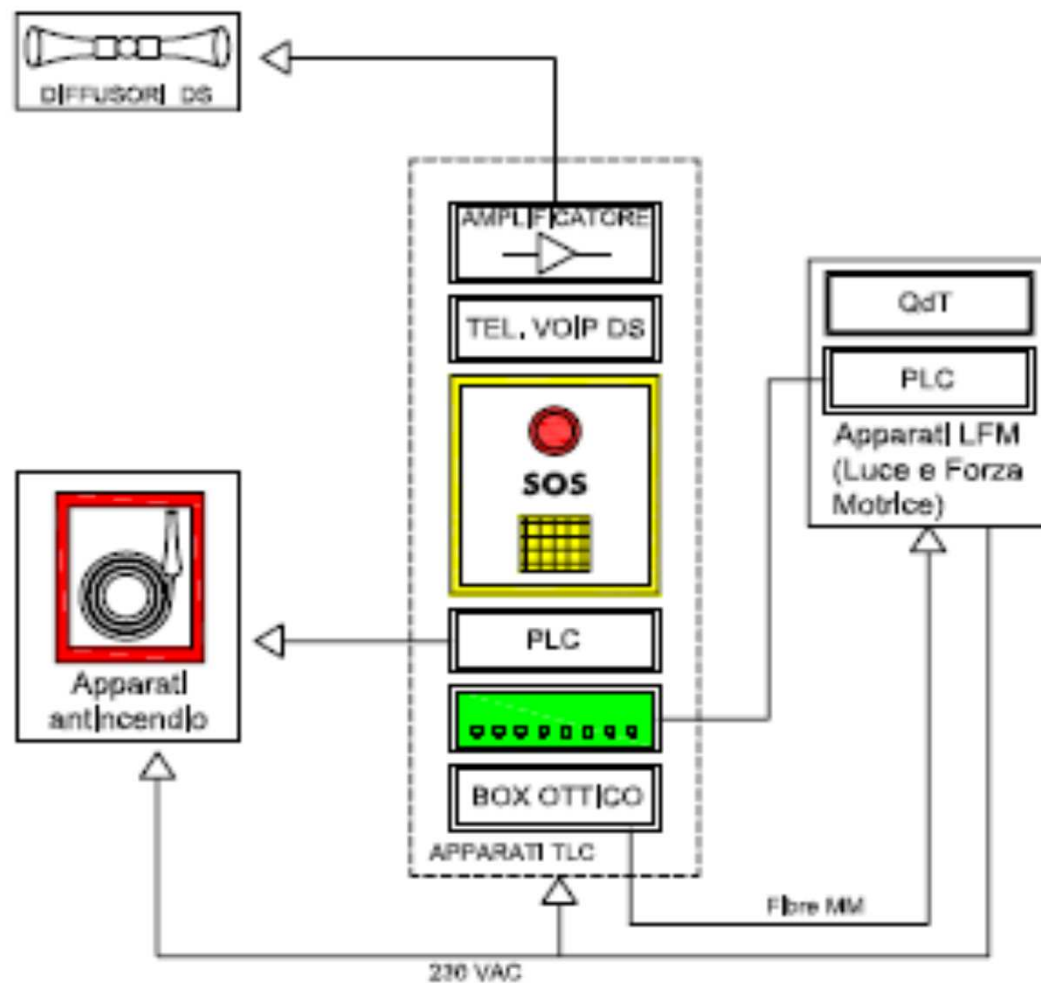
Sistemi TLC per la sicurezza delle gallerie ferroviarie

Il sistema si compone di: colonnino di emergenza SOS (HP), diffusione sonora, dorsale di trasporto interna alla galleria, supervisione per tutti i sistemi di sicurezza.



Sistemi TLC per la sicurezza delle gallerie ferroviarie

**Colonnino
Help Point**



Telecomunicazioni

Q & A