



L'influenza dell'aumento di velocità sulle prestazioni della rete GSM-R in ottica ERTMS



L'evoluzione del sistema AV e il Frecciarossa 1000
EXPO MILANO - 01 luglio 2015

Sommario

- L'esperienza SIRTI nelle linee AV
- I requisiti richiesti alla rete GSM-R
- Le implicazioni dell'aumento di velocità
- Contromisure ed azioni di mitigazione

L'esperienza Sirti nelle linee AV



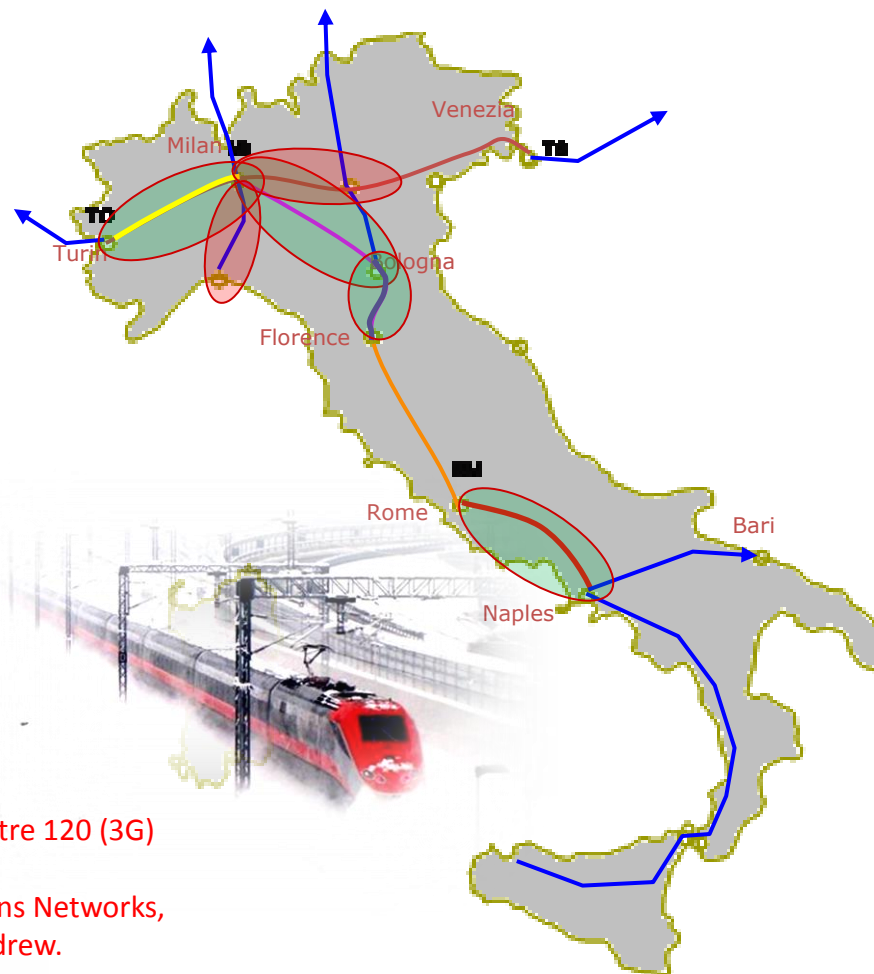
- Realizzazione **turn key** (*Progettazione sistemistica e impiantistica, realizzazione, attivazione, collaudo ed assistenza all'esercizio*) di tutti i sistemi di telecomunicazione (incluso **rete GSM-R per ERTMS**, sistemi /soluzioni di gap filling per l'estensione del segnale **degli operatori pubblici** nelle gallerie, sistemi di telefonia selettiva e automatica, video-sorveglianza, anti intrusione etc,)
- Realizzazione di parte dei sistemi di alimentazione, delle linee primarie, e delle installazioni dei sistemi di segnalamento



in fase di
progettazione o
costruzione

Alcuni dati delle linee in esercizio:

- | | |
|--|--|
| - Numero di siti BTS GSM-R: | 231 |
| - Numero ADM: | oltre 350 |
| - Numero di siti node B multioperatore | 26 |
| - Gallerie: | 90 |
| - Lunghezza complessiva gallerie coperte: | oltre 200 km |
| - Lunghezza galleria più estesa (Vaglia): | 18710 m |
| - Impianti di estensione GSM multiop.: | 90 (2G), 75 (3G) |
| - Unità Remote GSM installate in galleria: | oltre 130 (2G), oltre 120 (3G) |
| - nuovo cavo ottico installato: | oltre 1600 km |
| - principali tecnologie impiegate: | Nortel/Kapsch, Nokia Siemens Networks, Ericsson/Marconi, Huawei, Italtel, Teko Telecom, Keymile, Andrew. |



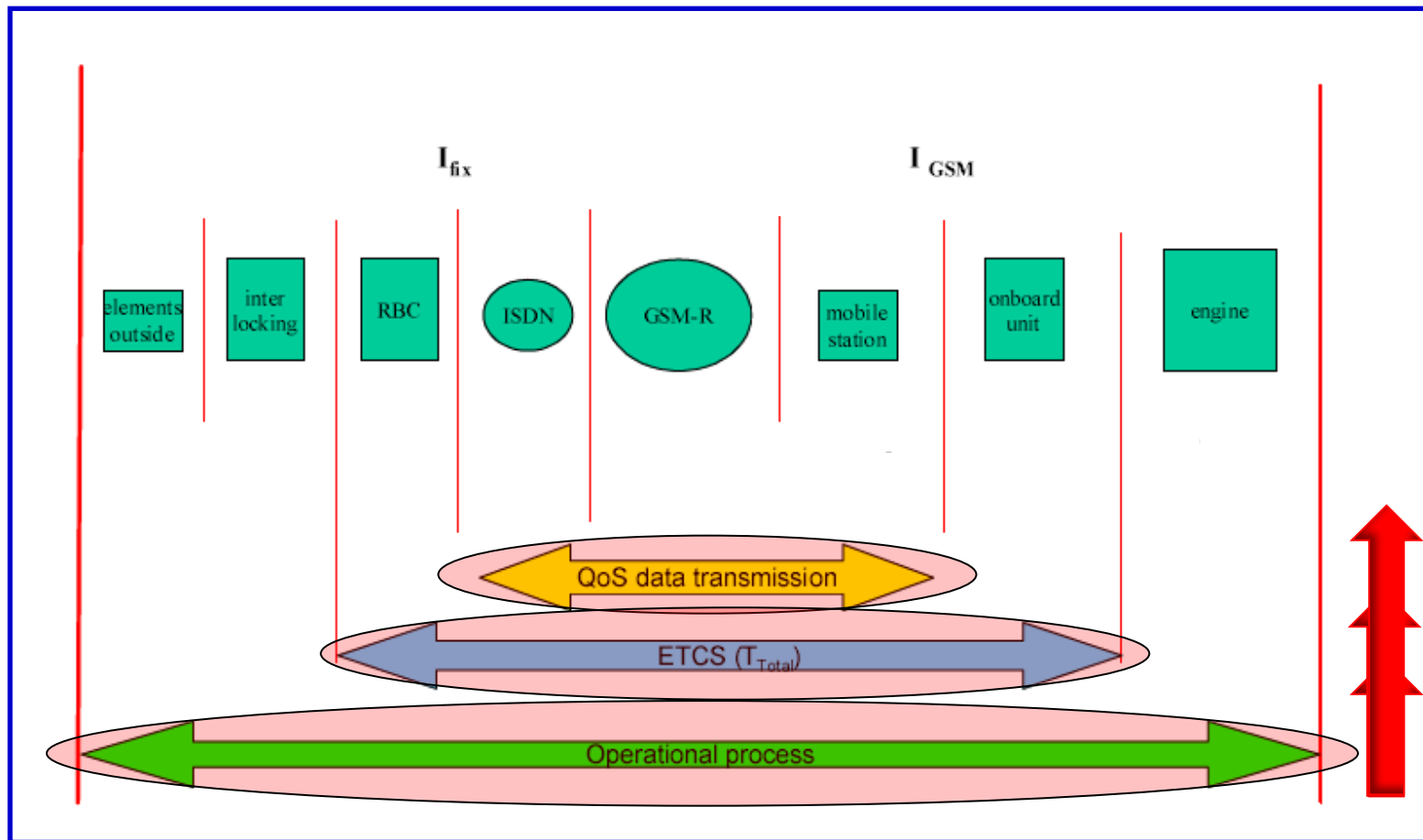
Esempi di impianti installati



Sommario

- L'esperienza SIRTI nelle linee AV
- I requisiti richiesti alla rete GSM-R
- Le implicazioni dell'aumento di velocità
- Contromisure ed azioni di mitigazione

I requisiti richiesti alla rete GSM-R



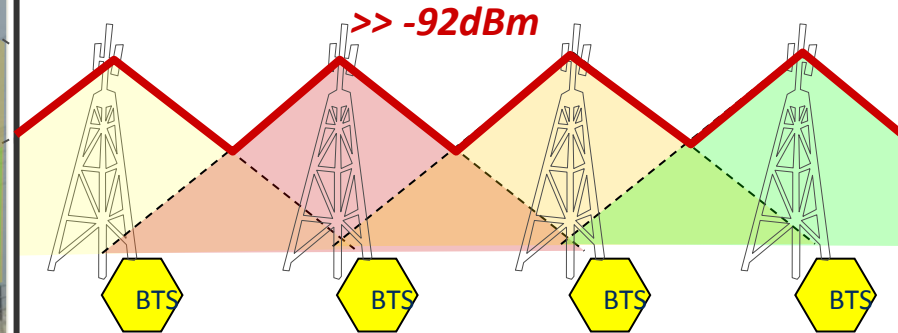
I requisiti richiesti alla rete GSM-R

- Livello di copertura radio GSM-R
- Requisiti Unisig Subset 093 ERTMS/ETCS
 - Connection establishment delay (CED)
 - Connection establishment error ratio (CER)
 - Connection loss rate (CLR)
 - Transfer delay (TD)
 - Transmission interference/Error free (TI/EF)
 - Network registration delay (NRD)
- Requisiti EIRENE FRS/SRS
 - Call set up time
 - Hand over break time

I requisiti richiesti: il livello di copertura (1 di 2)



Condizione nominale: -92 dBm (95%)

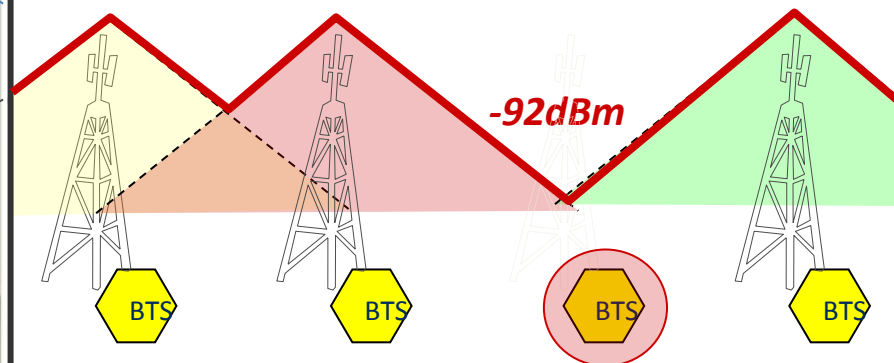


In condizioni nominali il livello di copertura è molto elevato

I requisiti richiesti: il livello di copertura (2 di 2)

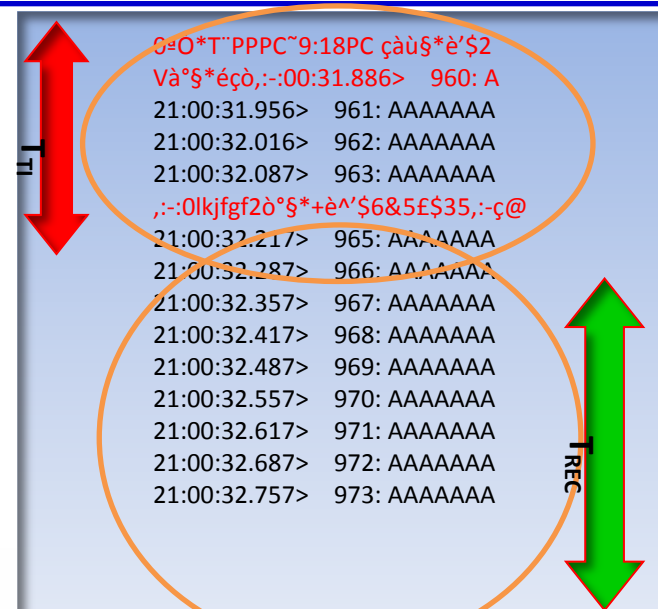
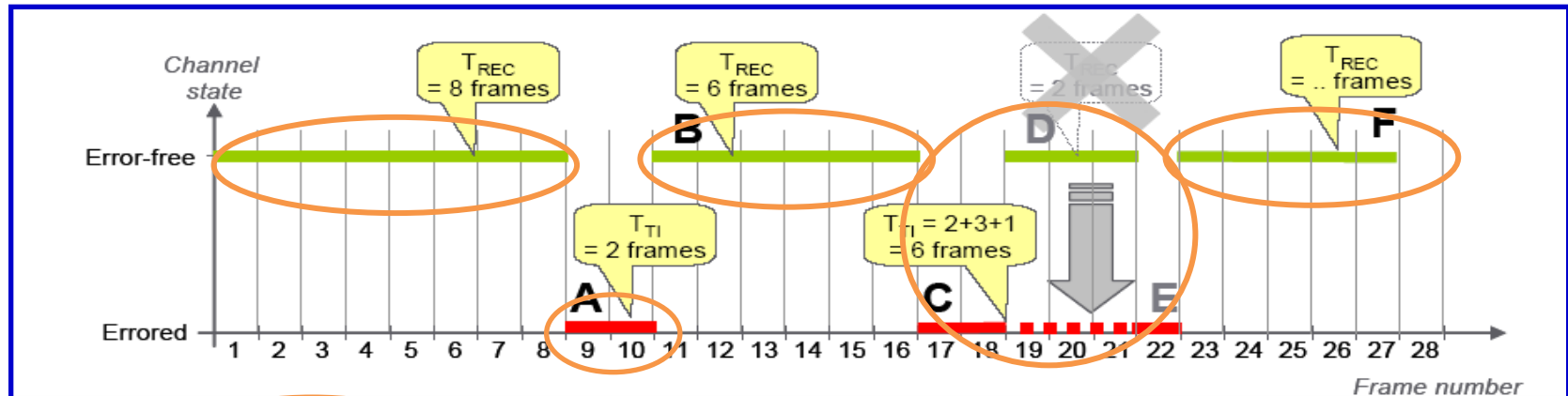


**Condizione degradata
(BTS fuori servizio): -92dBm (95%)**



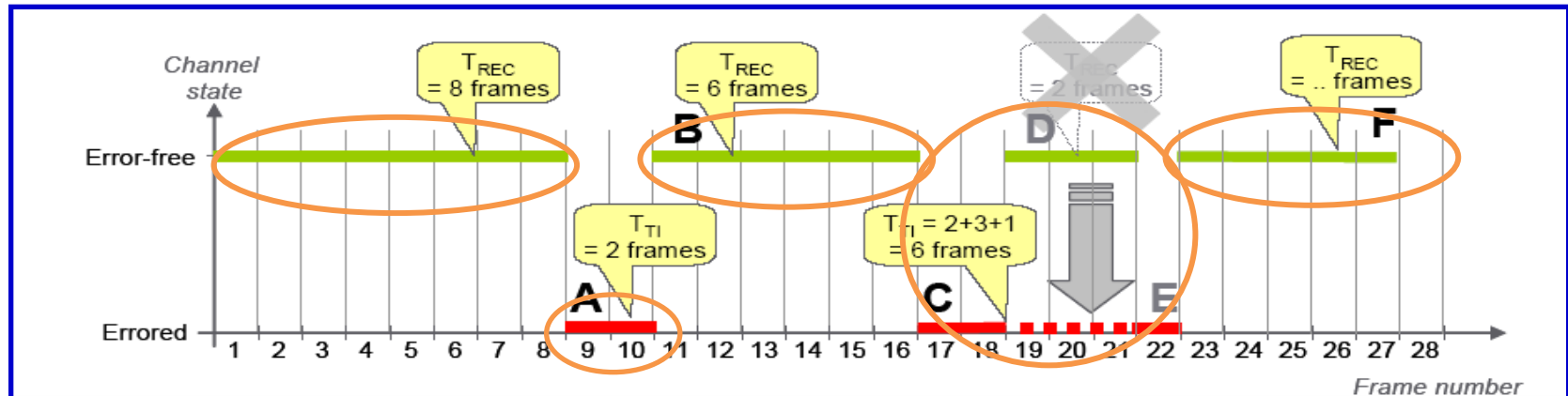
I requisiti richiesti alla rete GSM-R

Transmission Interference/Error Free period



I requisiti richiesti alla rete GSM-R

Transmission Interference/Error Free period



Requisito Subset 093:

$T_{TI} < 0,8\text{sec}$ (95%), $< 1\text{sec}$ (99%);

$T_{REC} > 20\text{sec}$ (95%), $> 7\text{sec}$ (99%).

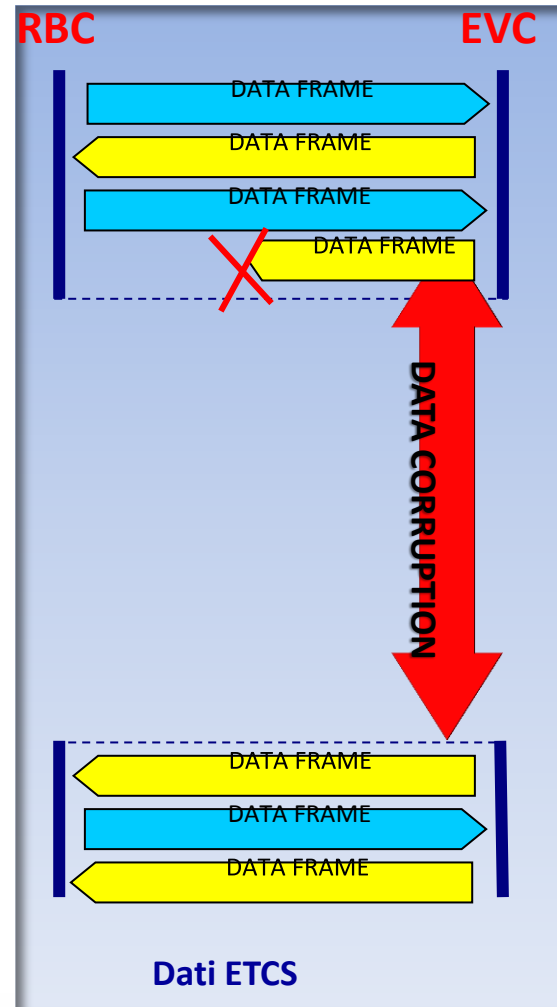
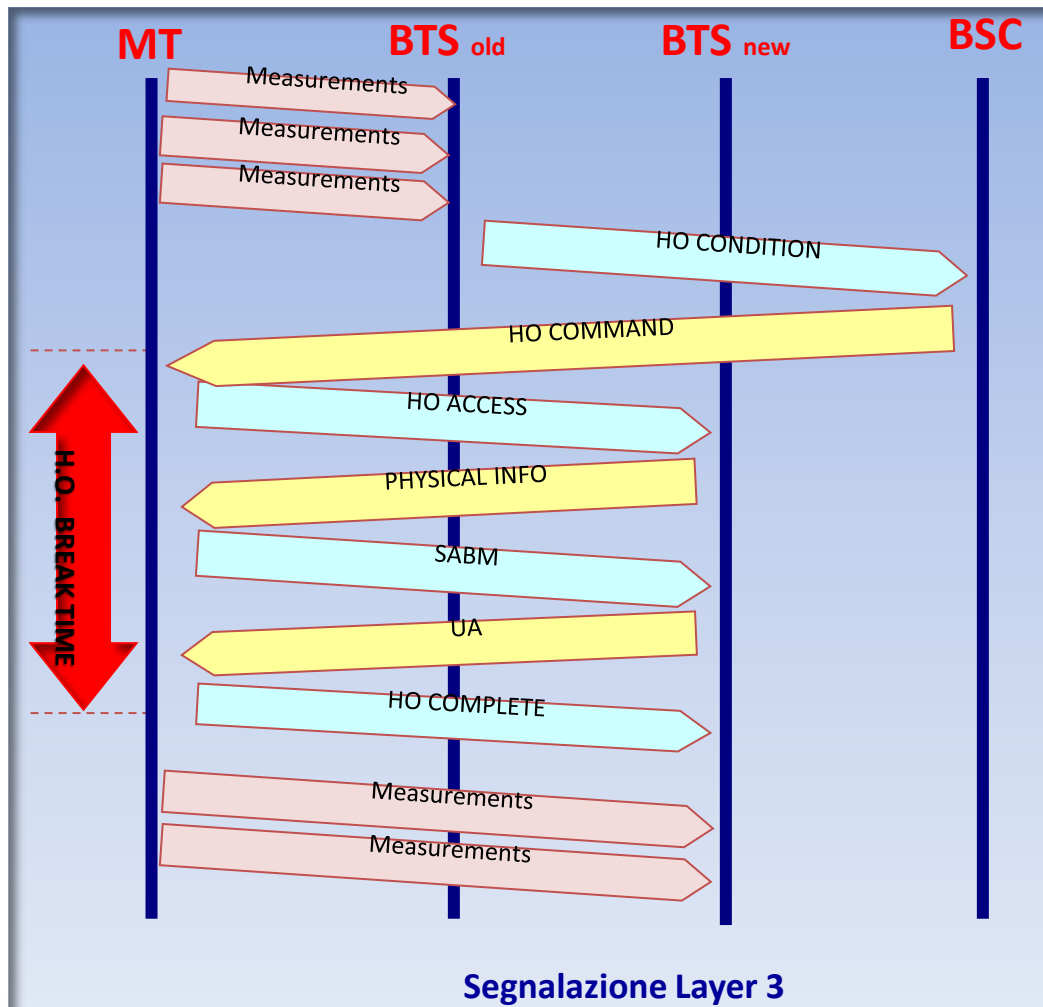
T_{REC} 4.8 kbps	> 20s	> 7s
Downlink	98.8%	99.4%
Uplink	100%	100%

T_{TI} 4.8 kbps	< 0.8s	< 1s
Downlink	100%	100%
Uplink	99.70%	99.80%

Dati tratta AV Milano – Bologna

Corruzione dati durante handover

(passaggio da una cella alla successiva) 1 di 2



Corruzione dati durante handover

(passaggio da una cella alla successiva) 2 di 2

Requisito EIRENE: < 300msec (valore indicativo)

Test MORANE: valore misurato < 550msec e > 450msec

Parametro	50° percentile (msec)	95° percentile (msec)	99° percentile (msec)
H.o. break time (h.o. complete - h.o. command)	160	200	250
Corruzione dati Uplink	265	335	385
Corruzione dati Downlink	305	400	475

Dati tratta AV Milano – Bologna

Sommario

- L'esperienza SIRTI nelle linee AV
- I requisiti richiesti alla rete GSM-R
- Le implicazioni dell'aumento di velocità
- Contromisure ed azioni di mitigazione

Le implicazioni dell'aumento di velocità

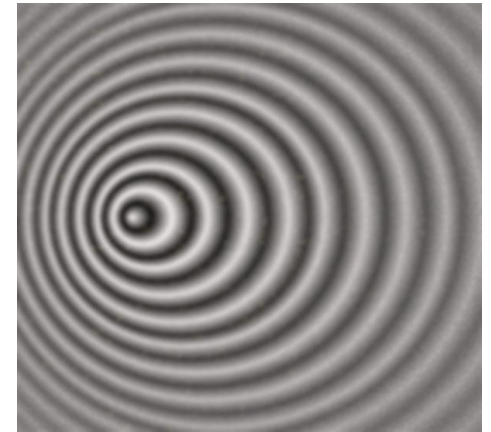
- Fenomeni intrinsecamente correlati all'aumento della velocità di crociera:
 - Degrado intrinseco del canale radio all'aumentare della velocità (effetto Doppler etc.)
 - Infittimento degli handover
 - Spostamento della posizione dell' handover
- Occorre verificare che l'incremento di velocità non 'degradi' significativamente le caratteristiche della connessione GSM-R ai fini della funzionalità ERTMS.

Le implicazioni dell'aumento di velocità

Degrado intrinseco del canale radio all'aumentare della velocità

Considerando che:

- l'esperienza maturata nelle linee AV ha evidenziato degradi non significativi del canale radio nel passare da una velocità di crociera di 200 km/h ad una velocità di 300 km/h (causati da effetto doppler e altri fenomeni propagativi).
- I ricevitori degli apparati GSM-R sono in linea teorica realizzati per consentire comunicazioni «senza interruzioni» a velocità molto superiori all'attuale velocità di percorrenza (fino a 500 km/h)

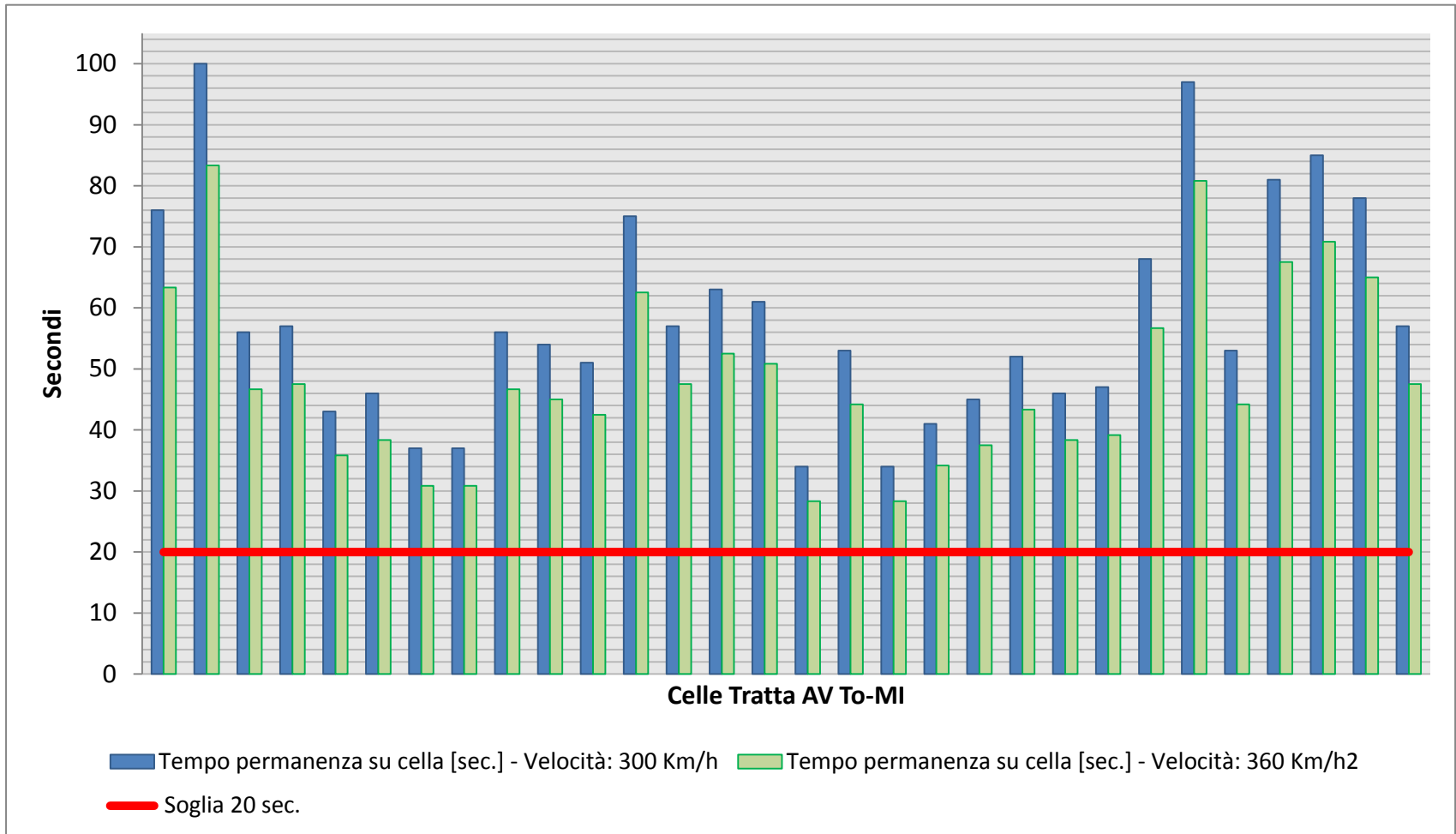


in linea teorica il canale radio 'dovrebbe' mantenere prestazioni adeguate ai fini del corretto funzionamento del sistema ERTMS

Appare comunque indispensabile durante la prima fase di incremento della velocità di crociera monitorare il canale radio delle connessioni ERTMS al fine di verificare che il passaggio da 300 a 360 km/h abbia impatti non significativi sulle caratteristiche delle connessioni ERTMS

Le implicazioni dell'aumento di velocità

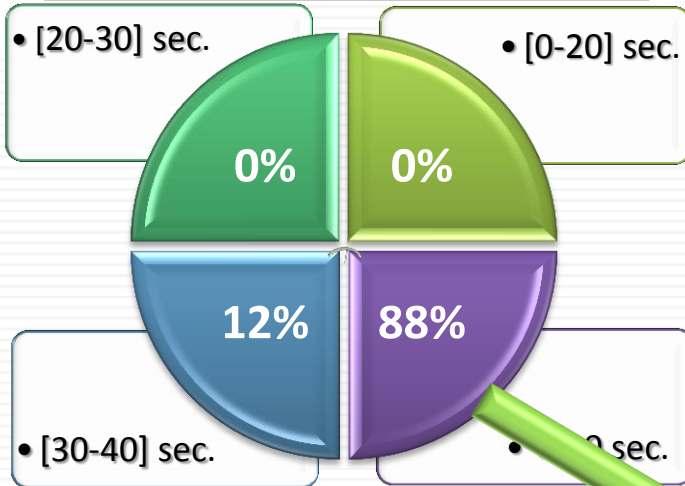
Tempi di permanenza (es. Torino-Milano)



Le implicazioni dell'aumento di velocità

Impatto sui tempi di permanenza nelle celle (1 di 4)

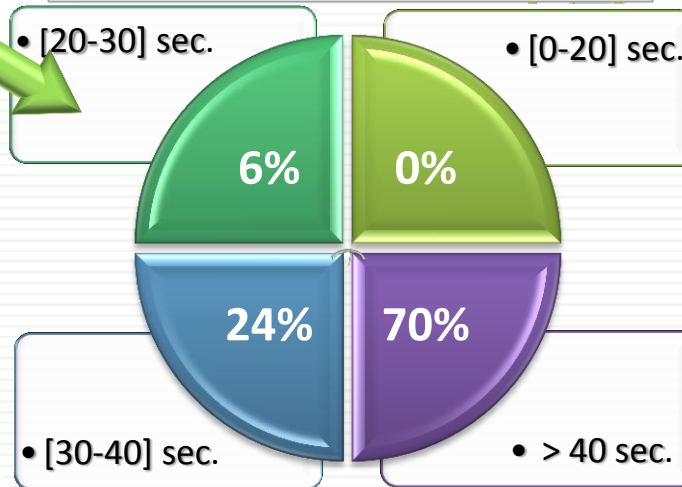
Velocità Treno : 300 Km/h



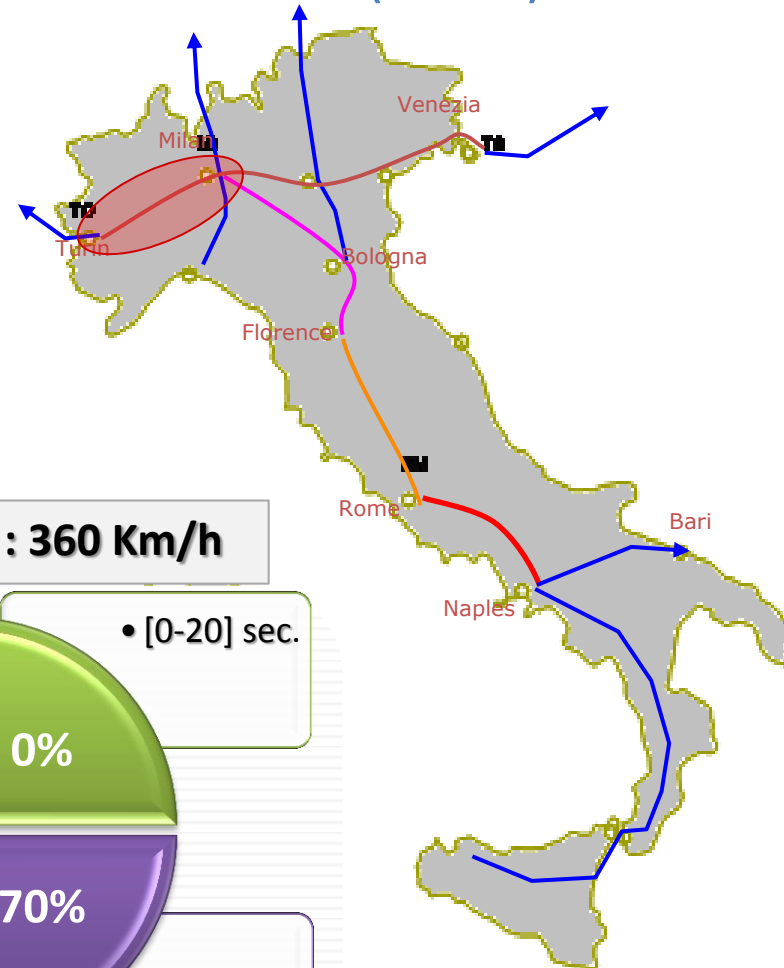
300 Km/h



Velocità Treno : 360 Km/h



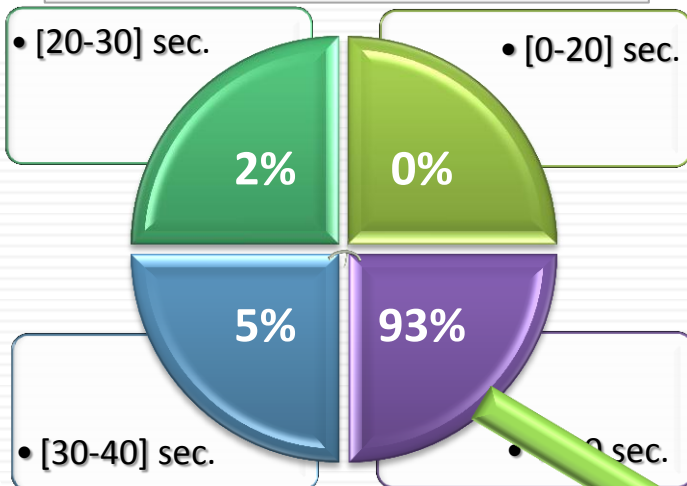
360 Km/h



Le implicazioni dell'aumento di velocità

Impatto sui tempi di permanenza nelle celle (2 di 4)

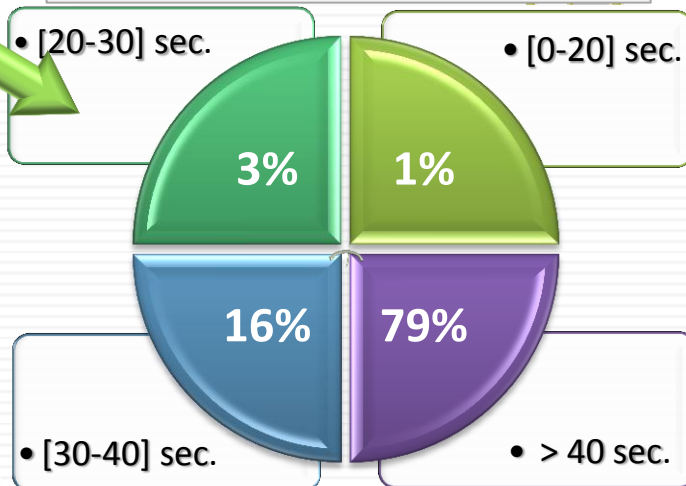
Velocità Treno : 300 Km/h



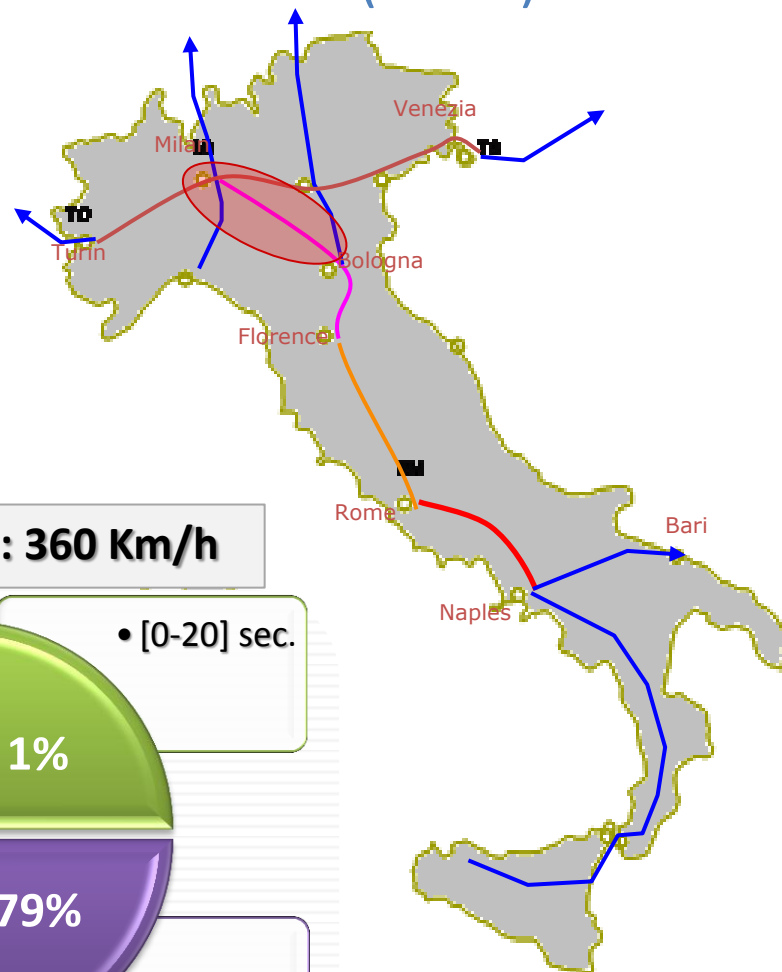
300 Km/h



Velocità Treno : 360 Km/h



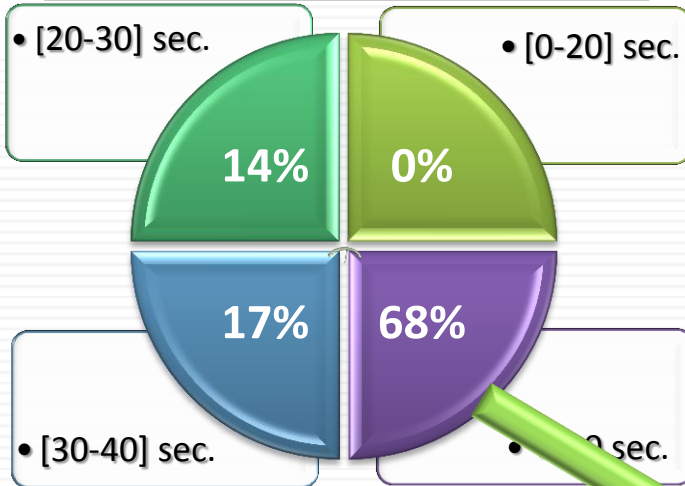
360 Km/h



Le implicazioni dell'aumento di velocità

Impatto sui tempi di permanenza nelle celle (3 di 4)

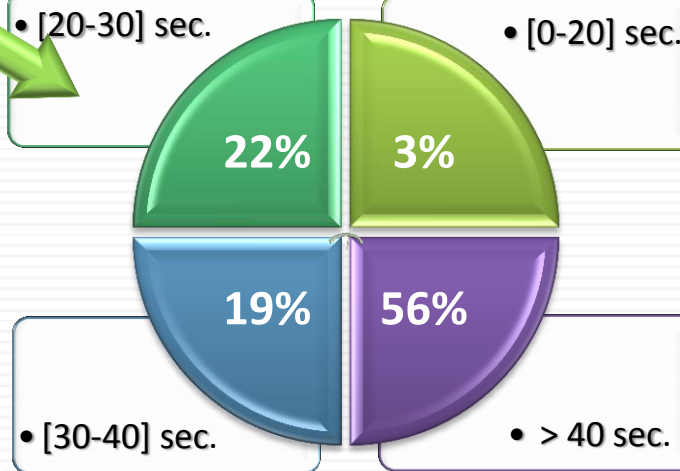
Velocità Treno : 300 Km/h



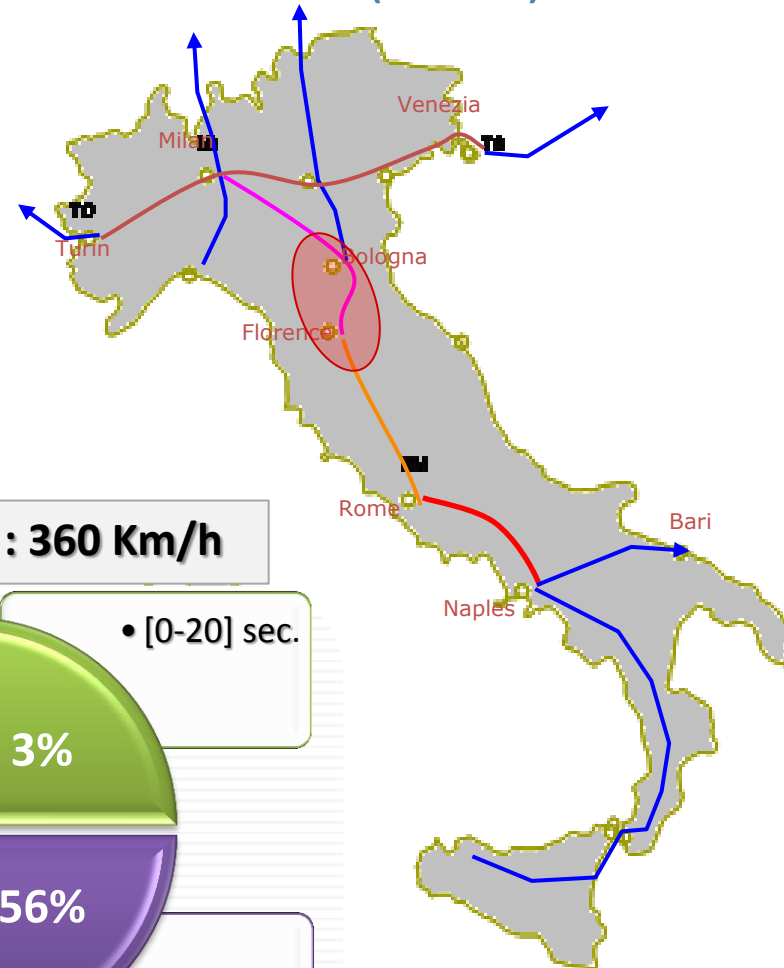
300 Km/h



Velocità Treno : 360 Km/h



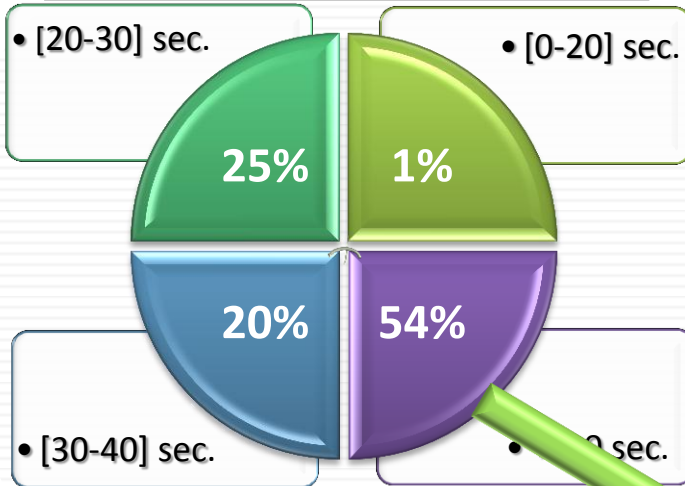
360 Km/h



Le implicazioni dell'aumento di velocità

Impatto sui tempi di permanenza nelle celle (4 di 4)

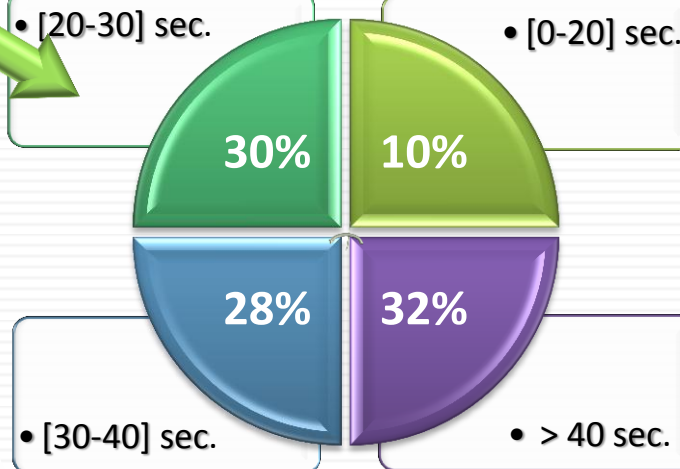
Velocità Treno : 300 Km/h



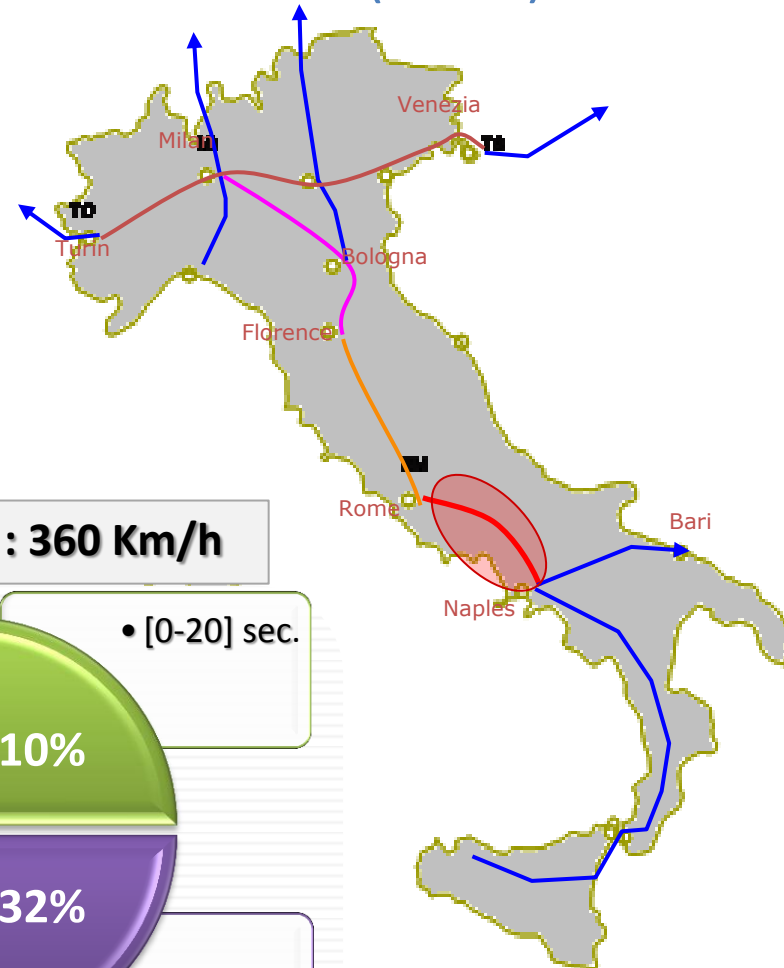
300 Km/h



Velocità Treno : 360 Km/h

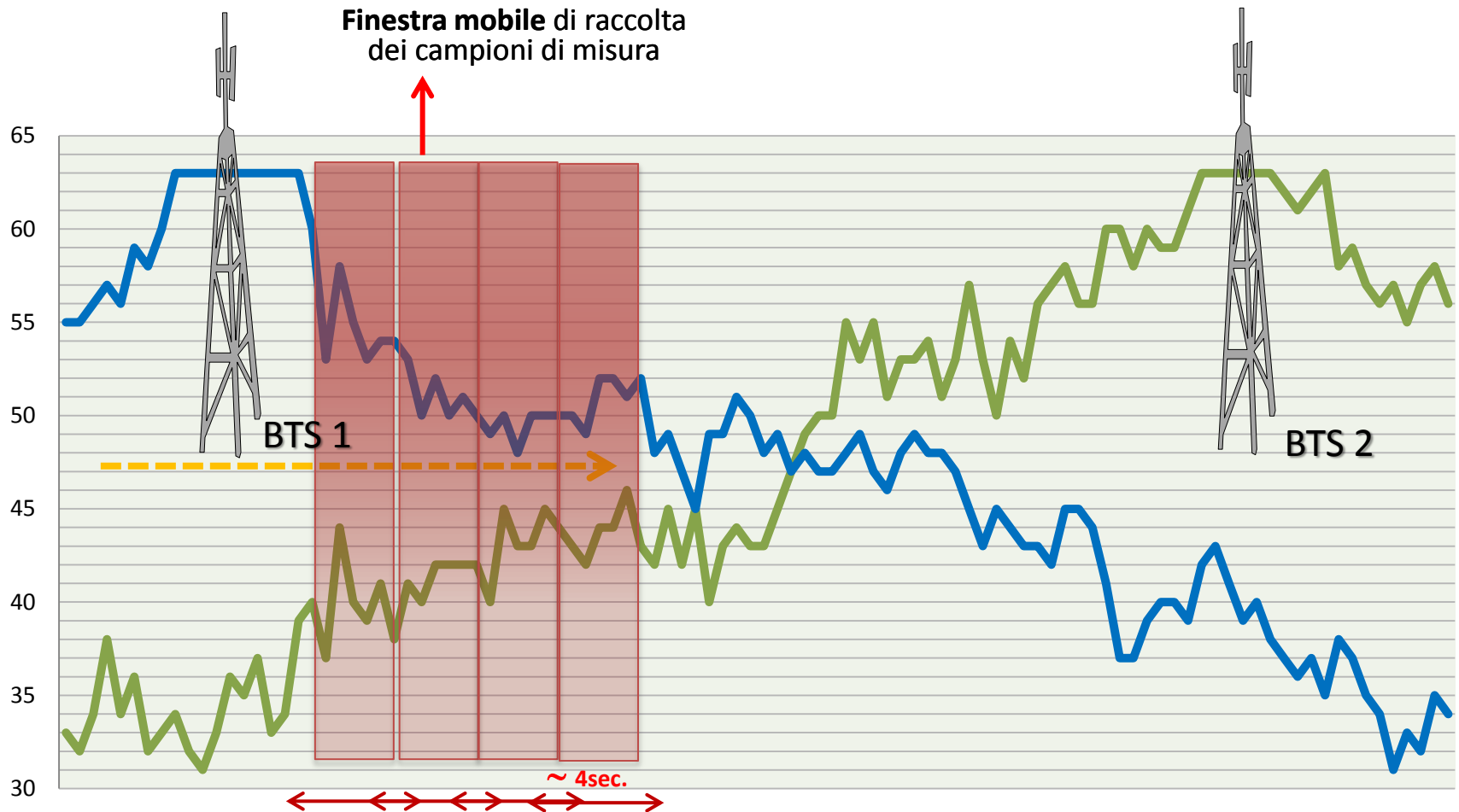


360 Km/h



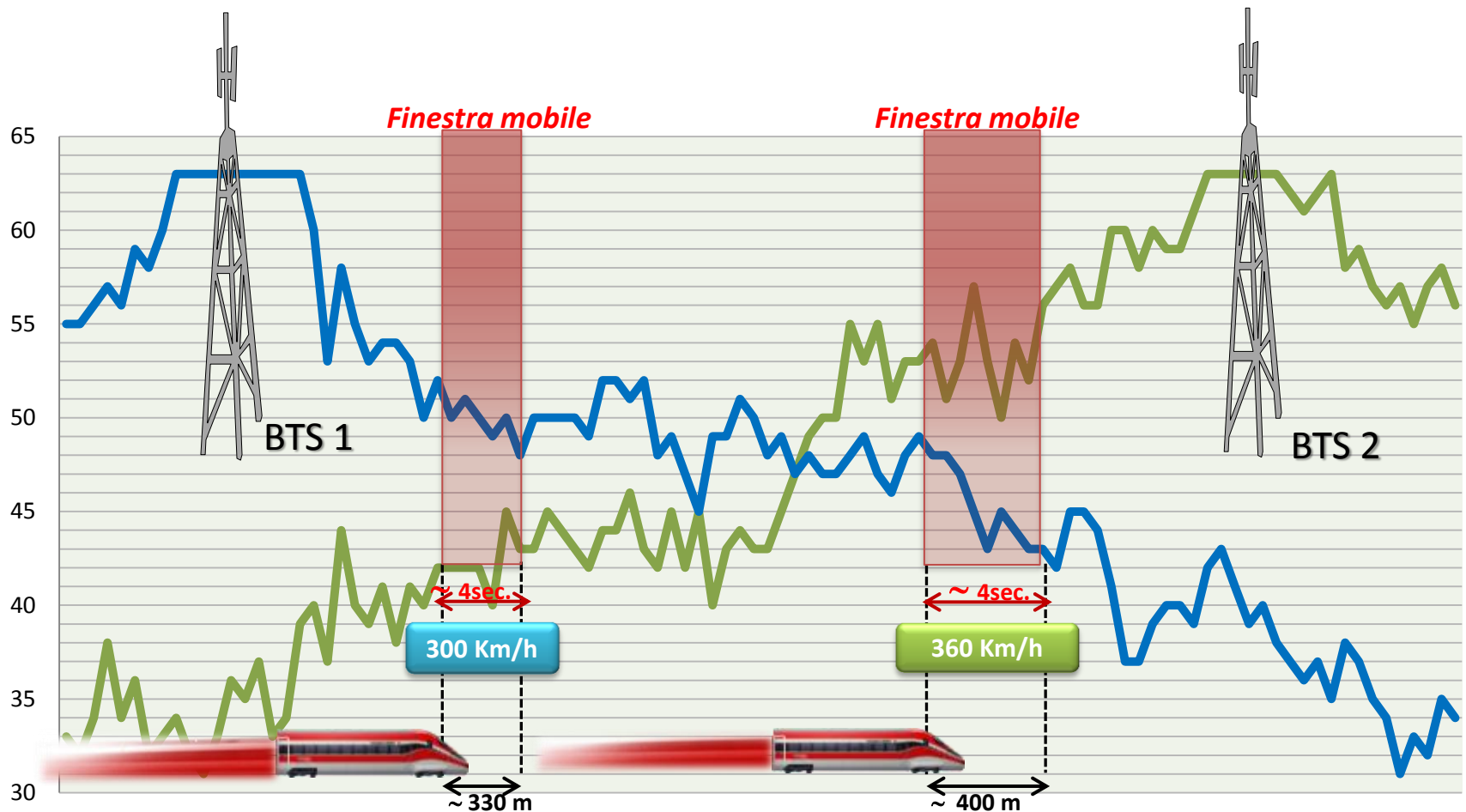
Le implicazioni dell'aumento di velocità

Spostamento del punto di handover



Le implicazioni dell'aumento di velocità

Spostamento del punto di handover



Le implicazioni dell'aumento di velocità

Spostamento del punto di handover



Sommario

- L'esperienza SIRTI nelle linee AV
- I requisiti richiesti alla rete GSM-R
- Le implicazioni dell'aumento di velocità
- **Contromisure ed azioni di mitigazione**

Contromisure ed azioni di mitigazione

- Nella fase di incremento della velocità di crociera è fondamentale effettuare una opportuna azione di monitoring dei parametri radio delle connessioni ERTMS per verificare che:
 - L'infittimento degli handover non crei degradi significativi allo scambio dati delle connessioni ERTMS
 - La sovrapposizione della copertura radio delle celle adiacenti (sia come livello che come qualità)
 - L'aumento della velocità non introduca significativi degradi al canale radio
 - I parametri richiesti dalle specifiche si mantengano nei range previsti
- Eventuali contromisure ed azioni di mitigazione
 - Tuning dei parametri di rete
 - Ottimizzazioni della radiocopertura (modifiche sistemi radianti, integrazioni della copertura, etc.)

Ringrazio per l'attenzione

Danilo E. Pozzi

d.pozzi@sirti.it