

**DVB<sup>®</sup>SH**

**Lo standard DVB per la diffusione  
ibrida satellitare e terrestre verso  
terminali mobili**

**Rai**  
**Rai.it**

**Centro Ricerche  
e Innovazione Tecnologica**

... è il sistema DVB per diffusione ibrida satellitare e terrestre di servizi multimediali a terminali mobili e portatili (SH = Satellite Handheld)



# Il satellite come complemento alle reti terrestri

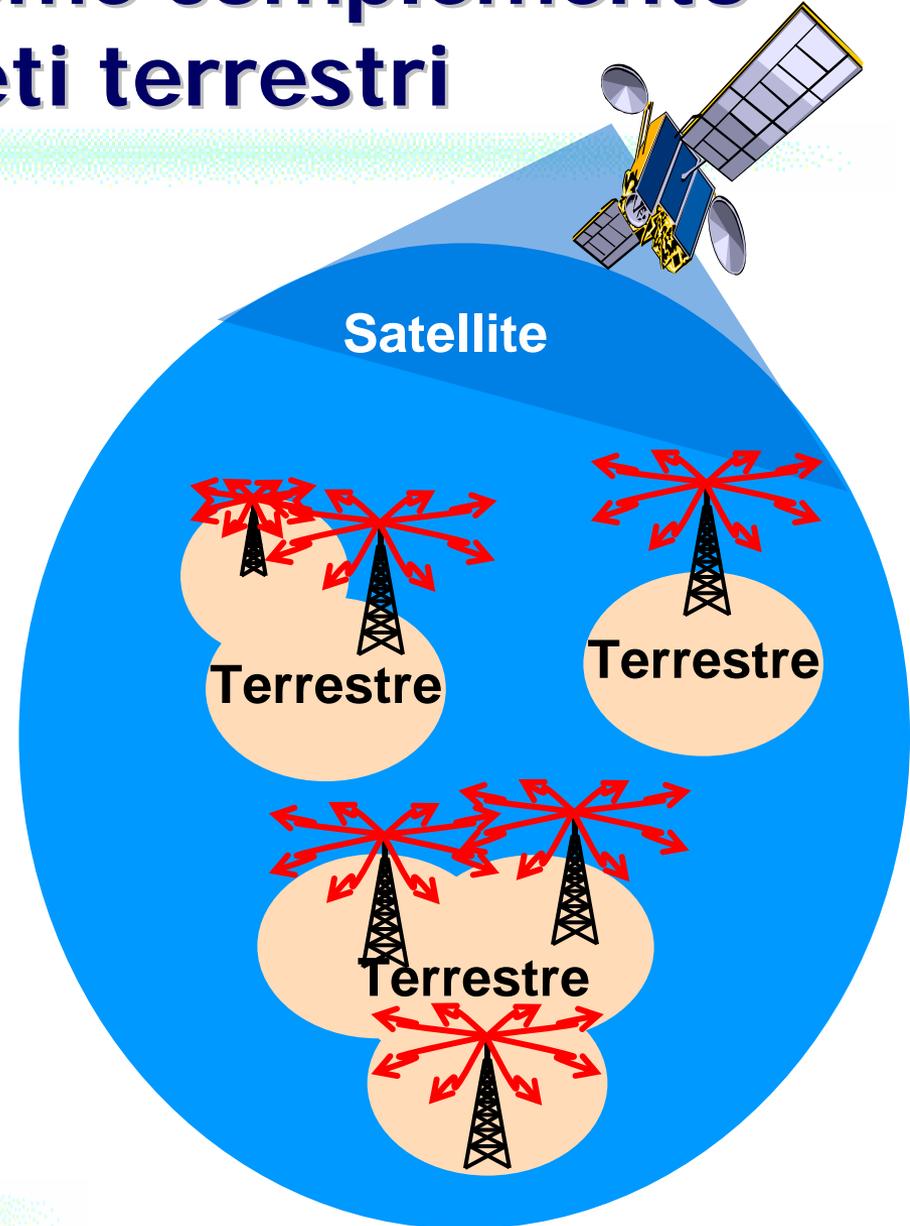


## ○ Reti terrestri:

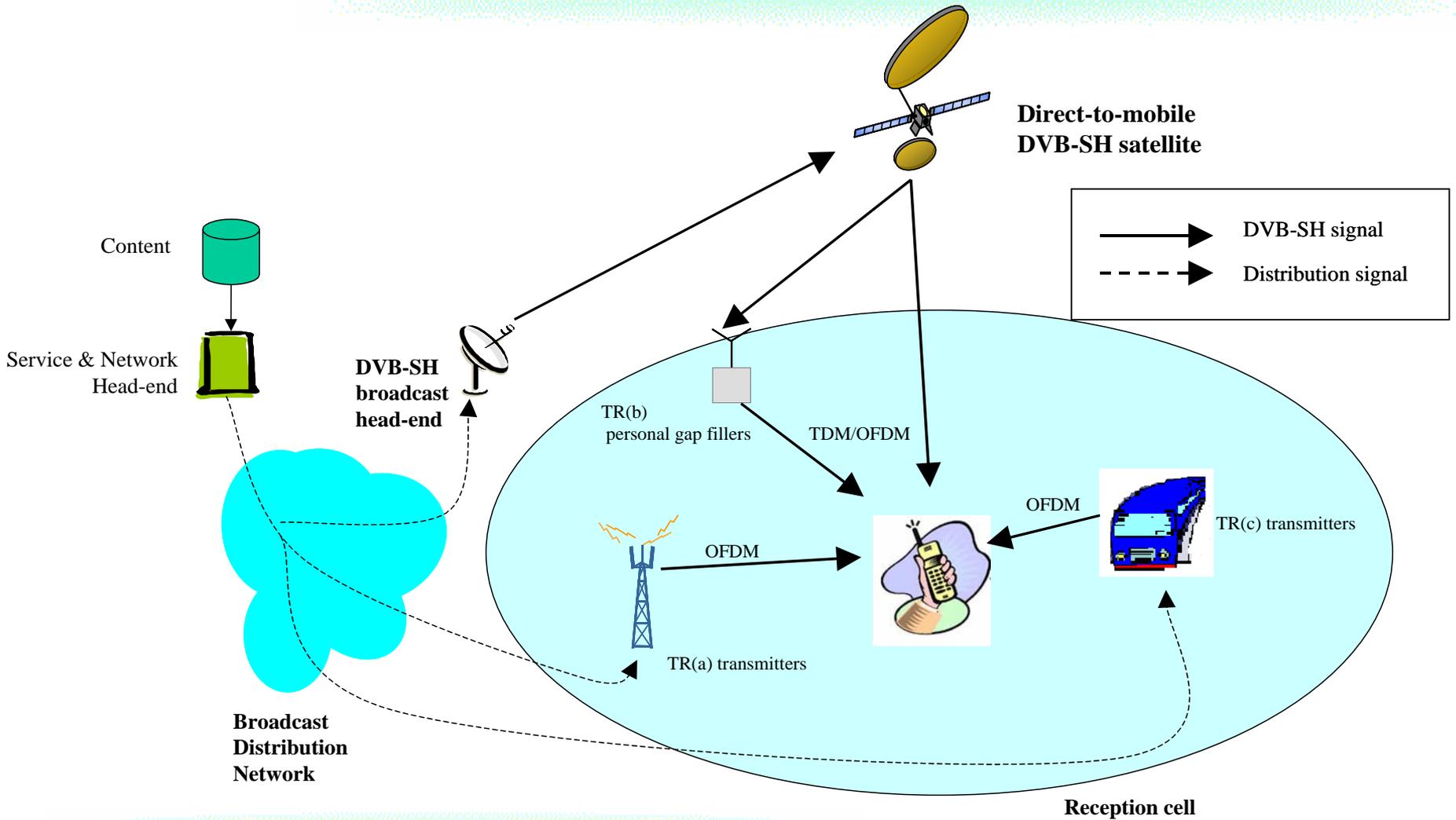
- ❑ Reti ad alta densità e potenza sono l'unico mezzo per coprire città e i ricevitori indoor
- ❑ Una copertura completa di una nazione è molto costosa (tra il costo di una rete DVB-T e UMTS)

## ○ Satellite:

- ❑ economico, garantisce ampie coperture
- ❑ Può essere utilizzato per complementare la copertura terrestre verso i terminali mobili



# Lo scenario DVB-SH (1)



## Lo scenario DVB-SH (2)

Fornire una copertura universale mediante la combinazione di una Componente Satellitare (Satellite Component, SC) ed una Componente Complementare Terrestre (Complementary Ground Component, CGC):

- In modalità cooperativa, con SC che garantisce una copertura geografica globale e CGC una copertura urbana/indoor di tipo cellulare.

Entrambe le componenti, Satellitare e Terrestre, sono alimentati da una rete di distribuzione di vari tipo (DVB-S2, fiber, xDSL...).

# Lo scenario DVB-SH (3)

## I trasmettitori terrestri

### TR(a): infrastruttura broadcast gestita da operatore di rete

- complementa la ricezione nelle aree dove la ricezione satellitare è difficile (indoor, urbana)
- può essere co-locata con celle dell'operatore mobile o esserne indipendente
- l'inserimento di contenuti "locali" è possibile, previa opportuna pianificazione di rete.

### TR(b): gap-filler "personali" di bassa potenza

- ri-trasmissione SFN "locale"
- applicazione tipica: ritrasmissione indoor del segnale da satellite; non c'è inserimento locale di contenuti

### TR(c): gap-filler mobili

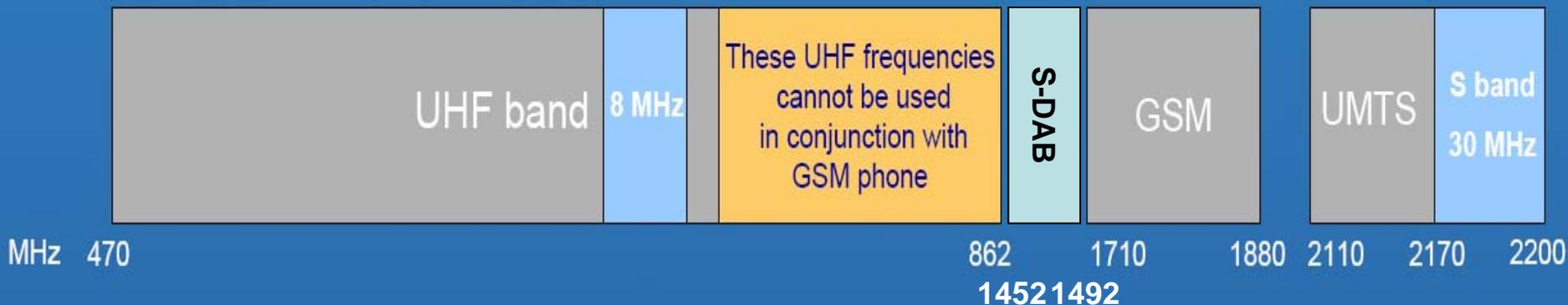
- creano una infrastruttura complementare mobile per treni, autobus, navi,..
- in base alla pianificazione, è possibile inserire contenuti locali

# Le bande

Il DVB-SH può essere trasmesso principalmente in banda L (allocazione DAB) e in banda S (3G da satellite e ibrido)

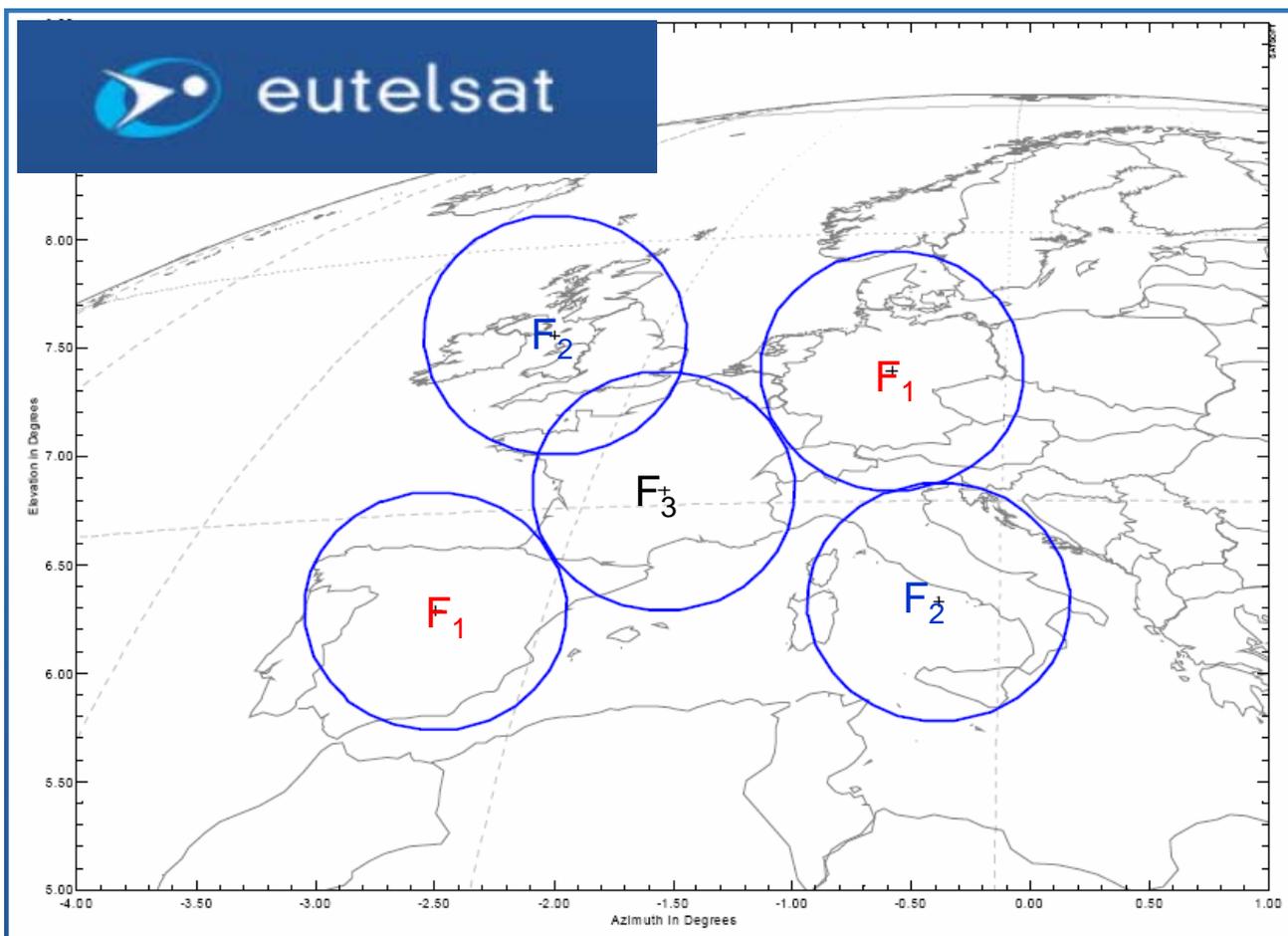
Utilizzando 15 MHz in banda S, si possono ottenere 3 spot da satellite da 5 MHz

## Why European Satellite Direct Mobile TV (1) : Frequencies



# Le coperture satellitari in banda S

Coverage sample with 1.1° beams  
(9 m Spacecraft Antennain S-band 2170 to 2200 MHz frequency range)



- o Tre canali da 5 MHz (Spagna, Francia, UK, Germania e Italia):
  - uno per spot, da riutilizzare a terra in SFN per copertura nazionale
  - Gli altri 2 canali possono essere riutilizzati a terra per servizi locali

# DVB-SH: modi trasmissivi

- **SH-A:** modo **OFDM** sia per la tratta **satellite** che per quella **terrestre**.
  - può usare la stessa frequenza in SFN per entrambe le componenti (maggiore efficienza spettrale, a scapito della possibilità di inserimenti di contenuti locali)
  - quando il satellite utilizza lo schema "multi-feed phase combining" per ottenere una copertura multi-spot, gli amplificatori operano su più segnali, e devono quindi operare in **linearità** (l'OFDM non dà origine a ulteriori riduzioni di effic. di potenza)
  
- **SH-B:** **TDM** (portante singola) via **satellite**, **OFDM** per la tratta **terrestre**, su blocchi di frequenza diversi (MFN).
  - ottimizzazione indipendente dei parametri terrestre/satellite: con segnali a portante singola si ottiene la massima efficienza di potenza sui transponder satellitari alla **saturazione**

# Il canale via satellite (LMS=Land Mobile Satellite)

La ricezione mobile diretta da satellite in banda S è bloccata dagli ostacoli

- ❑ alberi
- ❑ case
- ❑ ponti
- ❑ ...

→ **profonde attenuazioni** del segnale, della durata di alcuni/molti secondi (in funzione della velocità dell'auto)



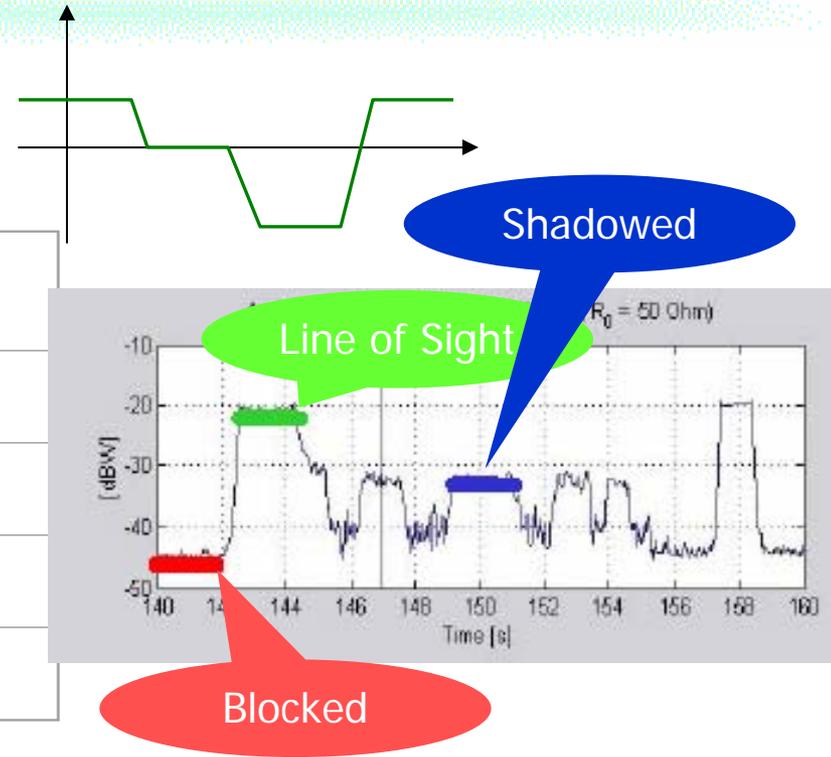
Per ricostruire i segnali persi: correzione degli errori (FEC) ad elevata ridondanza + l'utilizzo di interleaver lunghi (**alcuni secondi**)

# Il modello del canale (funzione della velocità del mezzo)

## ○ Fading lento

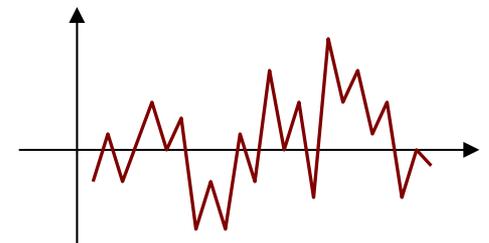
- causato da ostacoli
- modello: catena di Markov

Environment (mean values)	Good (1-A)	Bad (A)
Highway	90%	10%
Rural	78%	22%
Suburban	80%	20%
Urban	60%	40%



## ○ Fading veloce

- causato dalla propagazione multipath (doppler elevato in banda S)

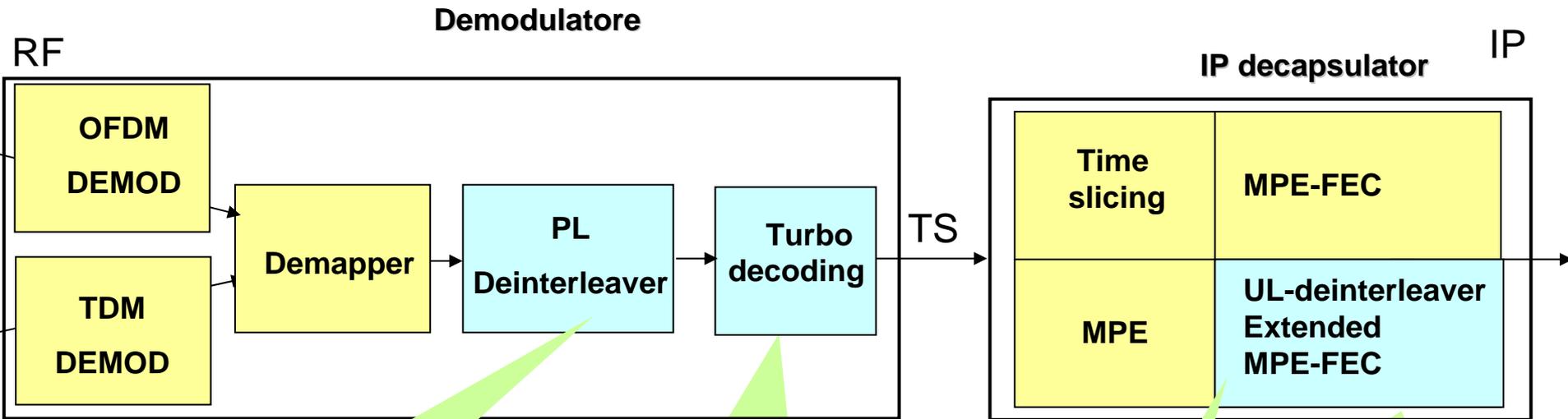


# I blocchi costitutivi del DVB-SH

E' ispirato in senso lato al **DVB-T**, al **DVB-H**, e al **DVB-S2** (SH-B)

- Il livello "link" utilizza pacchetti MPEG2-TS
- I datagram IP sono "incapsulati" in pacchetti MPEG tramite il protocollo Multi-Protocol Encapsulation (MPE)
- Il "Time-slicing" è applicabile sugli stream elementari delle sezioni MPE
- Le sezioni sono raggruppate e inviate in modo da formare "burst" elementari di tipo DVB-H bursts (della durata di circa 1 secondo)

# Correzione degli errori nel DVB-SH: due livelli (come nel DVB-H)



**Campioni  
"soft-decision"**

**FEC di  
Livello fisico  
3GPP-Turbo**

**FEC di  
Livello superiore  
RS o Raptor**

**Campioni  
"hard-decision"**

I blocchi gialli sono presenti nel DVB-T/H

# Modulazione e Mapping

- Flessibilità di scelta della modalità SH-A o SH-B, a seconda delle caratteristiche del satellite:
  - OFDM per la componente terrestre CGC
  - OFDM o TDM per la componente satellitare SC
- Mapping:
  - TDM: QPSK, 8PSK, 16APSK con roll-off 0.15, 0.25, 0.35 (da DVB-S2)
  - OFDM: QPSK, 16QAM (16QAM non-uniforme per trasmissioni gerarchiche) (da DVB-T/H)
- Varie canalizzazioni: 8, 7, 6, 5, 1.7 MHz
- FFT: 8k, 4k, 2k e 1k (scalato dal modo 2k)

# PL-FEC nel DVB-SH

- Il codice adottato a livello fisico è il **Turbo codice** dello standard **3GPP2 (protegge tutto il flusso)**
  - code rate: 1/5, 2/9, 1/4, 2/7, 1/3, 2/5, 1/2, 2/3
- Il ricevitore può sfruttare il segnale ricevuto dal satellite e terrestre, nelle seguenti modalità:
  - **maximal ratio combining** (MRC) (SFN)
    - Offre un guadagno in termini di potenza, legato al rapporto fra le potenze ricevute dai due rami, satellitare e terrestre
    - applicabile sia per SH-A che SH-B
  - **code diversity combining**
    - Basato su una punturazione complementare dei due rami, satellitare e terrestre
    - Applicabile nel solo SH-B
- In associazione al codice è introdotto un **interleaver di canale (su tutto il flusso)**:
  - Con durata flessibile da circa 100 ms fino a parecchi secondi, a seconda del tipo di applicazione
    - Occupazione di memoria maggiore (circa 5-8 volte, a seconda del code rate) rispetto agli interleaver associati all'UL-FEC, in quanto la decodifica di livello fisico è di tipo soft (UL-FEC lavora invece su bit decisi a livello fisico) e deve essere memorizzato il segnale di canale codificato

# UL-FEC nel DVB-SH

- Nel DVB-H il codice di Reed-Solomon è applicato su matrici di interleaving (max 2 Mb), associate al singolo servizio e trasmesse in **burst singoli** della durata tipica di **mezzo secondo** (per bit rate utile del segnale di 5 Mbit/s)
  - Per contrastare il canale tipico della ricezione satellitare è necessaria una diversità temporale maggiore
- Il DVB-SH introduce la **protezione inter-FEC (multi-burst)** e **interleaver temporali lunghi**, con, al posto di un singolo burst temporale lungo, più sottoburst interessati al processo di codifica
  - Memoria di interleaving estensibile fino a svariati secondi, a seconda del tipo di servizio, con conseguenze su tempi di zapping
- Due possibili codici per UL-FEC:
  - Reed-Solomon, come per il DVB-H
  - Raptor, per una più efficiente implementazione software e prestazioni ottimizzate su grandi blocchi di decodifica

# DVB-SH

## Ricevitori di Classe 1

- Protezione di livello fisico (PL) con interleaving corto (fino a 200ms)
- Protezione di livello superiore (UL) con lunghi Interleaving
  - **Memoria di interleaving UL di circa 4 Mbits (doppia rispetto al DVB-H), per una diversità di tempo fino a 10÷30 secondi**



# DVB-SH

## Ricevitori di Classe 2

- La protezione dei fading lunghi è effettuata a livello fisico (10-30 secondi), per un migliore sfruttamento delle capacità del PL-FEC (Turbo codice)
  - Memoria di de-interleaving di circa 128 Mbits



# Le prestazioni dei ricevitori di Classe 1 e Classe 2

Simulazioni e test preliminari indicano che:

- Su canali critici i ricevitori di **Classe 2** hanno tipicamente prestazioni superiori rispetto a quelli di **Classe 1**;
- Il **Progetto ORTIGIA (ESA)**, guidato da **Eutelsat**, sta conducendo test di ricezione via satellite, utilizzando un ricevitore prototipo di tipo 2 e un Van. Test preliminari condotti in Italia con il **Centro Ricerche Rai** hanno dimostrato un guadagno di alcuni dB nella ricezione satellitare
- Tuttavia, per applicazioni su telefoni cellulari, i ricevitori di **Classe 1** restano il principale candidato, per la minore complessità (memoria del de-interleaver)



# Il Trial DVB-SH

## RAI, H3G e Alcatel-Lucent

**RAI, H3G e Alcatel-Lucent**, in associazione con **Eutelsat e Thales Alenia Space**, stanno preparando un trial DVB-SH a Torino

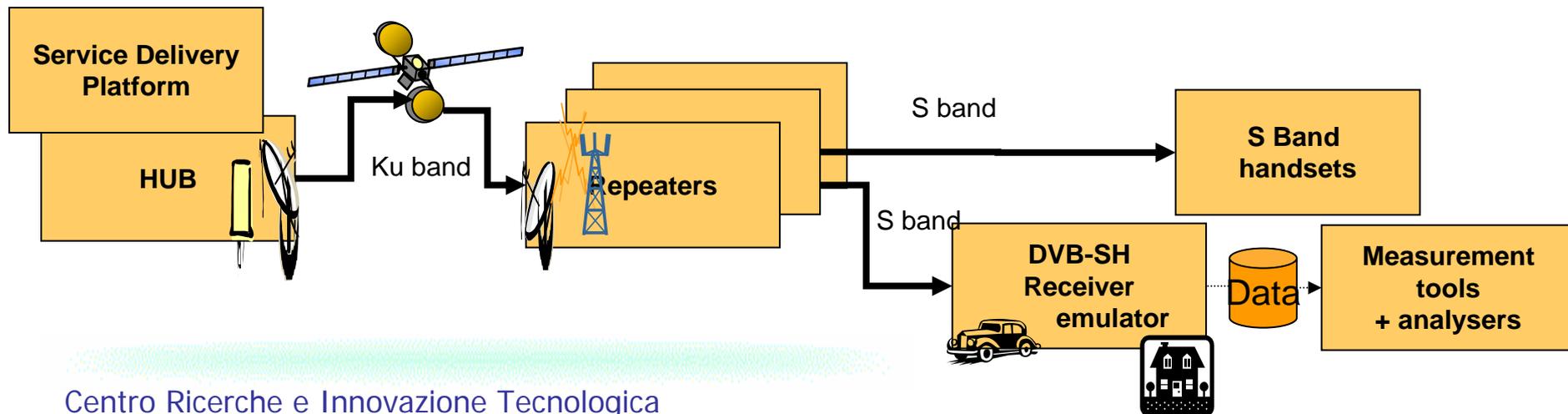
**Obiettivo**: validare il sistema in un ambiente reale urbano in condizioni indoor e outdoor, con ricezione statica e in mobilità

- La fase 1 sarà limitata alla tratta terrestre
- Il satellite (Eutelsat in banda Ku) sarà utilizzato in modo DVB-S2 per l'alimentazione di rete
- Alcatel-Lucent fornirà catene RF qualificate e prototipi di ricevitori in linea con la specifica tecnica
- H3G e RAI forniranno i siti, rispettivamente cellulari e di alta quota, e parteciperanno alla pianificazione di rete e alle misure in campo

# RAI - Alcatel - H3G Field Trial

## Configurazione parte terrestre

- **Singola piattaforma centralizzata di Service Delivery / Hub** che genera gli stream e alimenta i ripetitori attraverso il satellite geostazionario(Ku band)
- **Alcuni ripetitori ri-generativi** (Ku-band --> S-band) installati presso i siti degli operatori
- **Alcuni ricevitori prototipali** installati su veicoli (ricezione out-door) e portatili (ricezione outdoor e in-door) con cattura real-time dei dati MPEG. Processing "Off-line" dei dati catturati per analisi degli errori
- **Alcuni esemplari di video-fonini S-Band**, con design finale



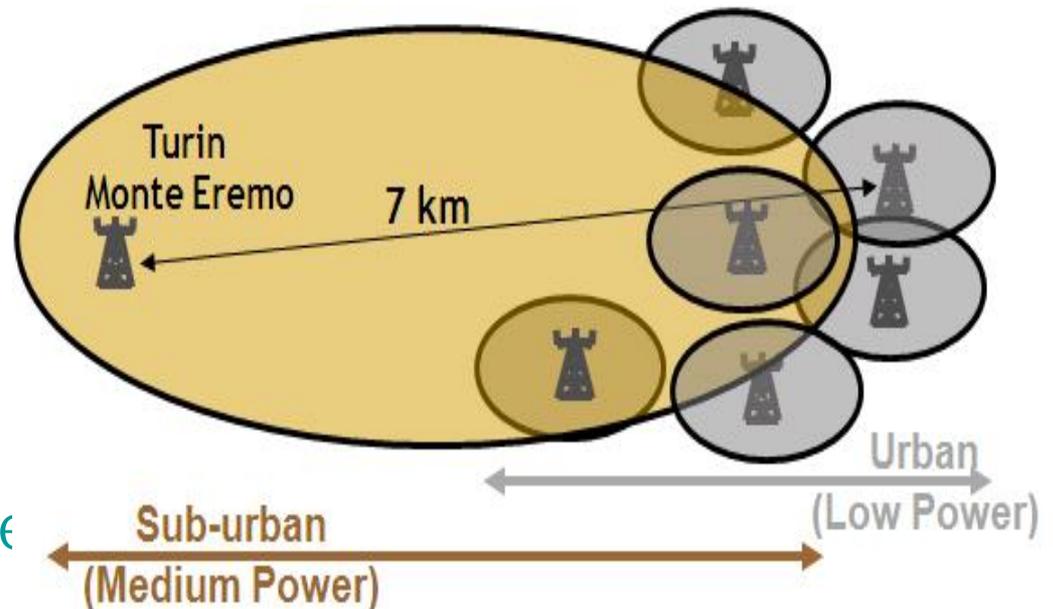


### Ripetitori RAI:

- Cernaia: Sito a bassa potenza nel centro città
- Eremo: sito a media potenza sulla collina torinese

### Ripetitori H3G

- 5 celle su siti radiomobile



# Eremo DVB-SH

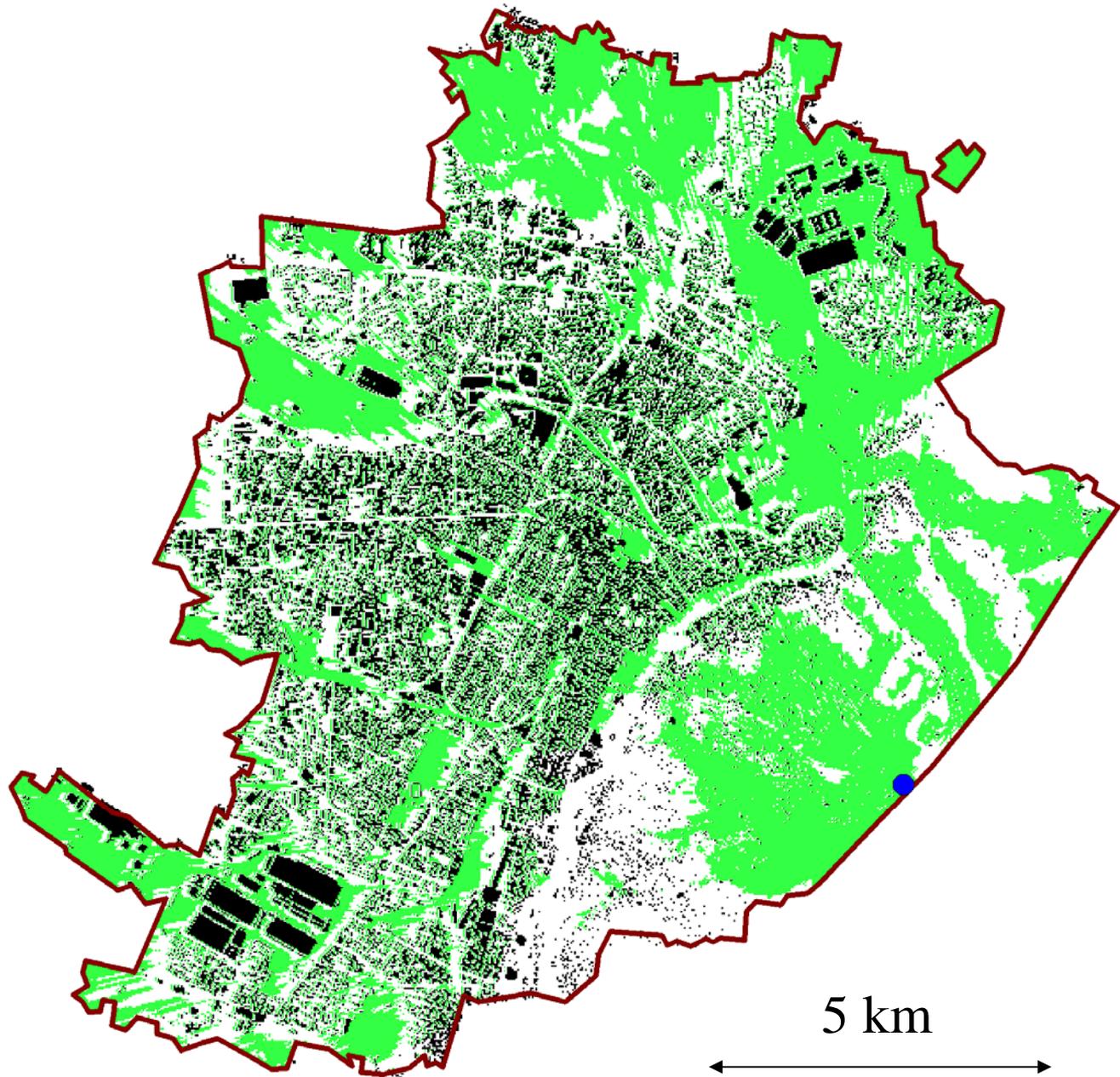
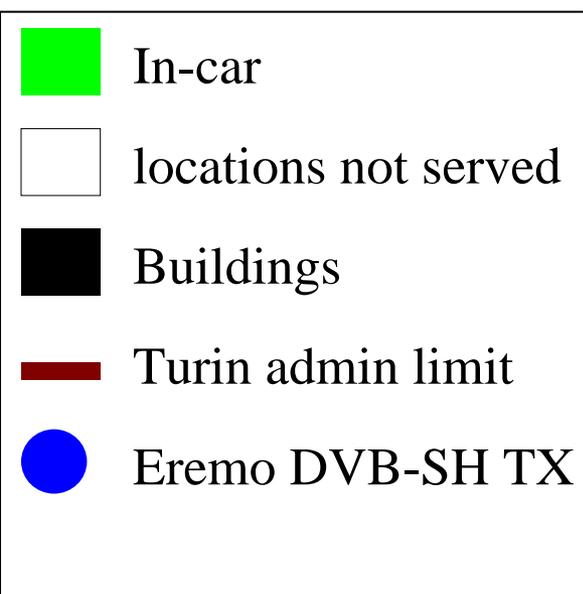
$f = 2177.5$  MHz

ERP = 1.4 kW

Service: **mobile inside car**

85% locations

Modulation: QPSK TC 1/3



# Eremo DVB-SH

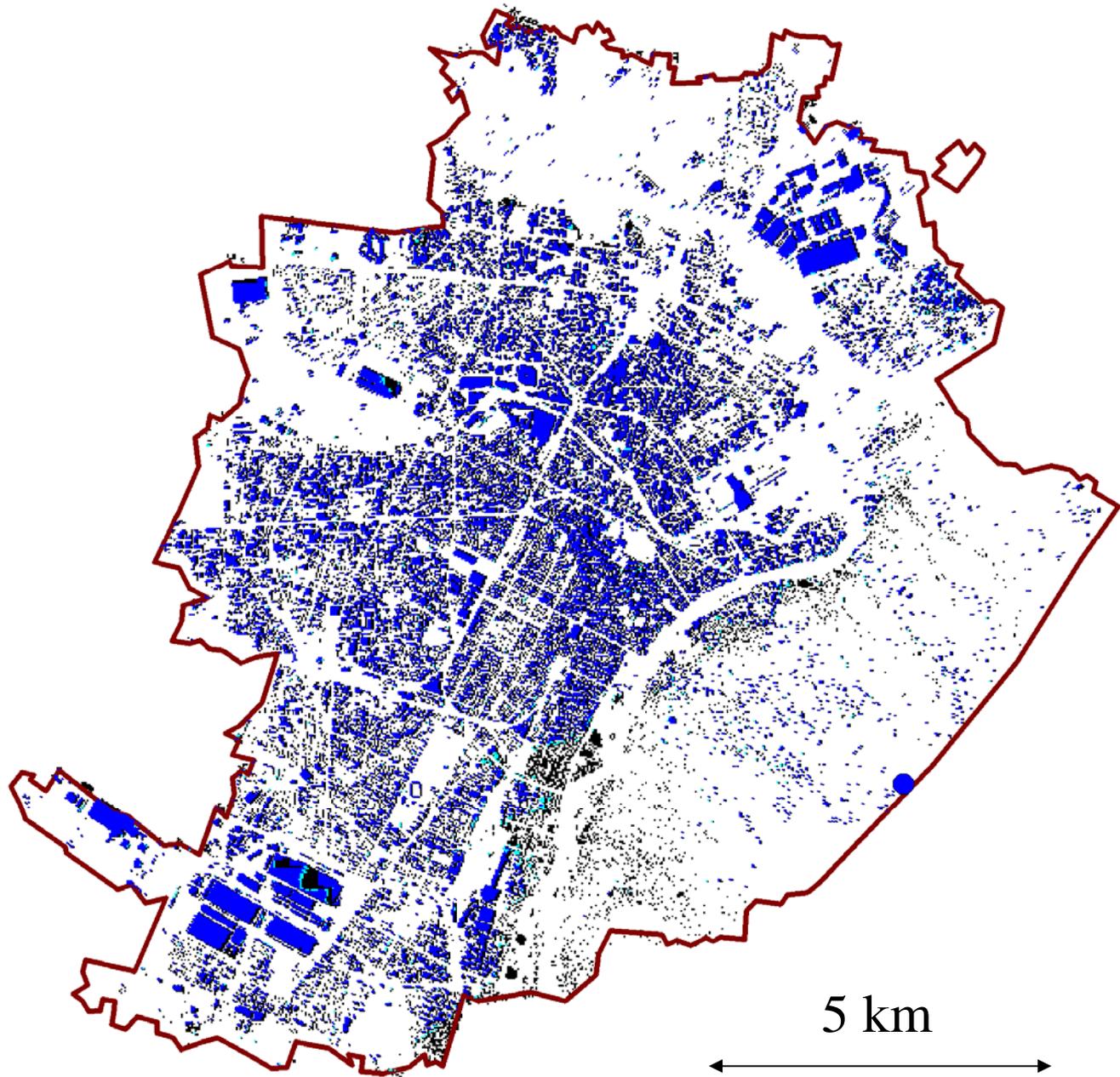
$f = 2177.5$  MHz

ERP = 1.4 kW

**Service: indoor**

85% locations

Modulation: QPSK TC 1/3





# Tabella comparativa DVB-H e DVB-SH

	DVB-H	DVB-SH
<b>Modulation/Coding</b> Equal code rate	16QAM $\frac{1}{2}$ + MPE FEC $\frac{2}{3}$	16 QAM $\frac{1}{3}$ TC
<b>Useful bit rate</b> (kb/s/MHz) Same @ 5 %	968	1037
<b>Channel Bandwidth</b> (MHz) Same @ 5 %	1.6	1.5
<b>Cell coverage (%)</b>	90	90
<b>Cell radius (m)</b>	540	540



# Massima Potenza nelle aree urbane

## 3GPP = 60 dBm (potenza irradiata per carrier per sector)

- Fino a 20 W per carrier/per sector con una antenna da 17 dB (no feeder loss)
- Fino a 30 W per carrier/per sector con una antenna da 18 dB (3 dB feeder loss)

## Area di protezione

- Il raggio dell'area di protezione dovrebbe essere meno di 5 - 8 m
- Permette di radiare fino a 50 W nella maggioranza dei casi

## DVB-SH Mobile TV (raggio della cella 540m)

- Potenza per carrier/per sector 3,3 watts (30 watts/(3\*3)) → 50 dBm
- La propagazione a 2,2 Ghz fa scendere 15dB sotto il DVBH dopo pochi metri

## DVB-H Mobile TV (raggio cella 540m)

- Potenza per carrier/per sector 100 watts (200 watts/(2\*1)) → 55 dBm



**Grazie per l'attenzione**