



## **CAMPI ELETTROMAGNETICI E 5G**

22 Marzo 2022



***La strumentazione per la misura dei segnali 5G:  
analizzatori di spettro, centraline vettoriali  
e scanner di rete in dotazione all'ARPA Lazio***

---

**Ing. Settimio Pavoncello**

**ARPA Lazio – Sezione Provinciale di Roma**

**Via Giuseppe Saredo 52 – 00173 Roma**

**[settimio.pavoncello@arpalazio.it](mailto:settimio.pavoncello@arpalazio.it) – 06/72961510**

# Attività istituzionale di ARPA Lazio

*Compiti istituzionali dell'ARPA Lazio  
in materia di campi elettromagnetici CEM*

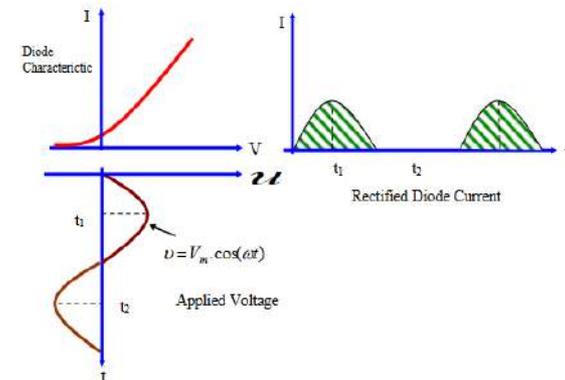
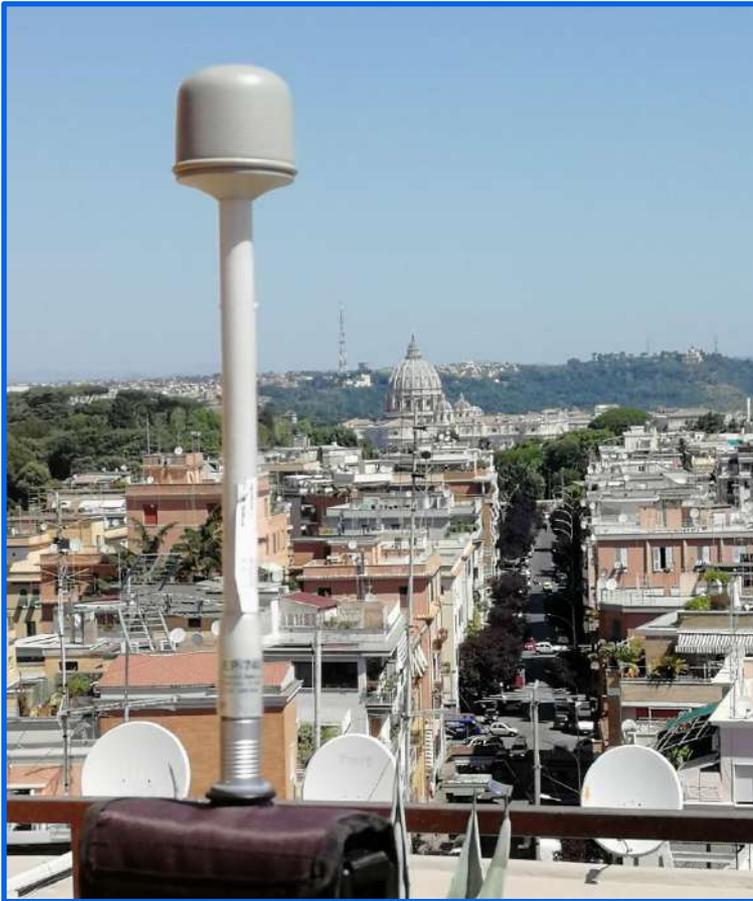
```
graph TD; A["Compiti istituzionali dell'ARPA Lazio in materia di campi elettromagnetici CEM"] --> B["Supporto tecnico al processo di AUTORIZZAZIONE mirato alla verifica previsionale del rispetto dei valori limite di campo imposti dalla normativa italiana"]; A --> C["Verifica del rispetto dei limiti di campo elettromagnetico attraverso MISURE sperimentali effettuate presso l'abitazione dei richiedenti e presso siti sensibili"];
```

**Supporto tecnico al processo di AUTORIZZAZIONE mirato alla verifica previsionale del rispetto dei valori limite di campo imposti dalla normativa italiana**

**Verifica del rispetto dei limiti di campo elettromagnetico attraverso MISURE sperimentali effettuate presso l'abitazione dei richiedenti e presso siti sensibili**

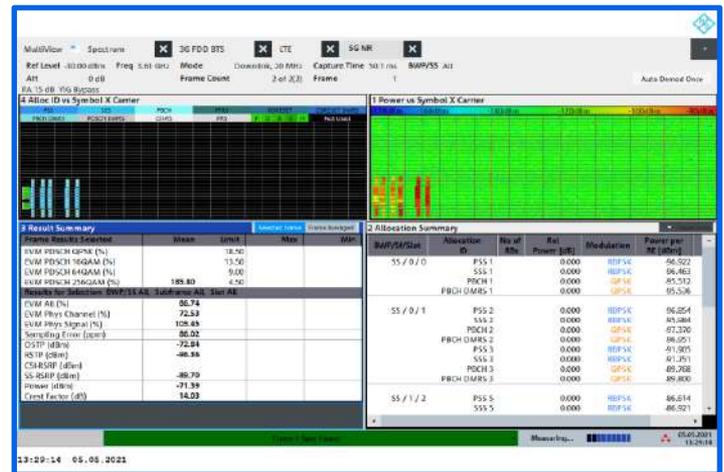
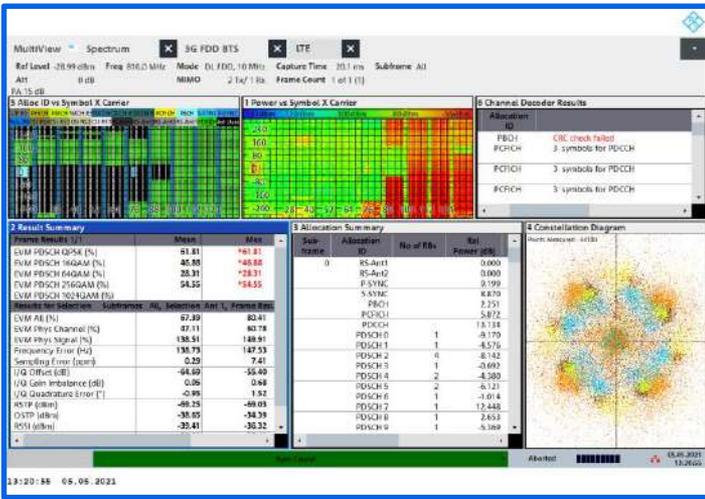
# Misure CEM in banda larga

L'attività di misura dell'Agenzia prevede un controllo preliminare in "banda larga" finalizzato a valutare lo stato elettromagnetico complessivo del punto di misura.



# Misure CEM selettive in banda stretta

Nel caso vengano rilevate delle criticità si procede ad una valutazione selettiva dei contributi delle singole sorgenti



# Un esempio di verifica di conformità

Punto di misura	Frequenza (MHz)/canali	Tipo di misura	* Risultato	Estrapolazione per la verifica del non superamento del valore di attenzione (6 V/m)	Unità di misura
	BCCH: 943.0		0.313	0.403 <sup>(a)</sup>	
	BCCH: 943.4		3.005	3.713 <sup>(a)</sup>	
	BCCH: 944.2		0.302	0.376 <sup>(a)</sup>	
	BCCH: 956.6		0.228	0.396 <sup>(a)</sup>	
	BCCH: 958.6		1.678	2.906 <sup>(a)</sup>	
	UMTS: 952.6 SC 228		CPICH 0.391	1.179 <sup>(b)</sup>	
	UMTS: 2112.6 SC 510		CPICH 0.065	0.133 <sup>(b)</sup>	
	UMTS: 2167.6 SC 300		CPICH 0.088	0.058 <sup>(b)</sup>	
	UMTS: 2167.6 SC 395		CPICH 0.074	0.042 <sup>(b)</sup>	
	LTE: 1482.0 CID 243		RS 0.007	0.111 <sup>(c)</sup>	
	LTE: 1850.0 CID 379		RS 0.012	0.286 <sup>(c)</sup>	
	LTE: 1870.0 CID 179		RS 0.009	0.171 <sup>(c)</sup>	

\* somma quadratica dei valori di campo elettrico o magnetico misurati sui tre assi (x,y,z) ed all'altezza di 1,50 m dal piano di calpestio

(a) Formula usata per l'estrapolazione (cfr Guida CEI 211-7/E):  $E = E_{BCCH} \cdot \sqrt{N} \cdot \sqrt{\alpha_{24DAY}}$

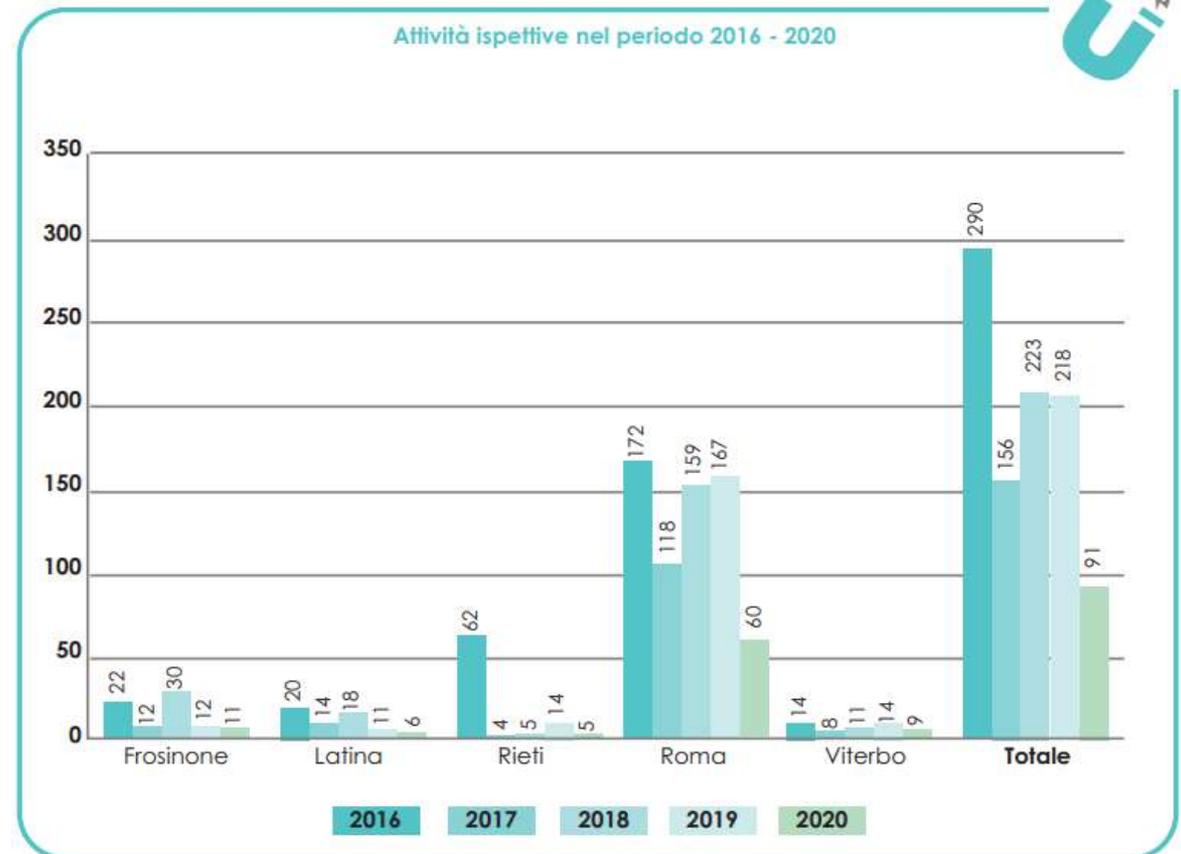
(b) Formula usata per l'estrapolazione (cfr Guida CEI 211-7/E):  $E = E_{CPICH} \cdot \sqrt{\alpha_{24DAY}} / \sqrt{\rho_{CA}}$

(c) Formula usata per l'estrapolazione (cfr Guida CEI 211-7/E):  $E = \sqrt{n_{RS} / BF} \cdot \sqrt{\sum_n (E_{RS\_ANTn})^2} \cdot \sqrt{\alpha_{24DAY}}$

Punto di misura 1	Tipo di misura	* Risultato	Incertezza estesa (K=2/P.A@0.95)	Unità di misura
<b>Campo complessivo per il confronto diretto con il valore di attenzione (6 V/m)</b>	campo elettrico	<b>4,922</b>	+/- <b>0,813</b>	V/m
<i>note:</i>				
* somma quadratica dei valori efficaci di campo elettrico o magnetico estrapolati alle diverse frequenze				

# L'attività di controllo ispettivo in numeri

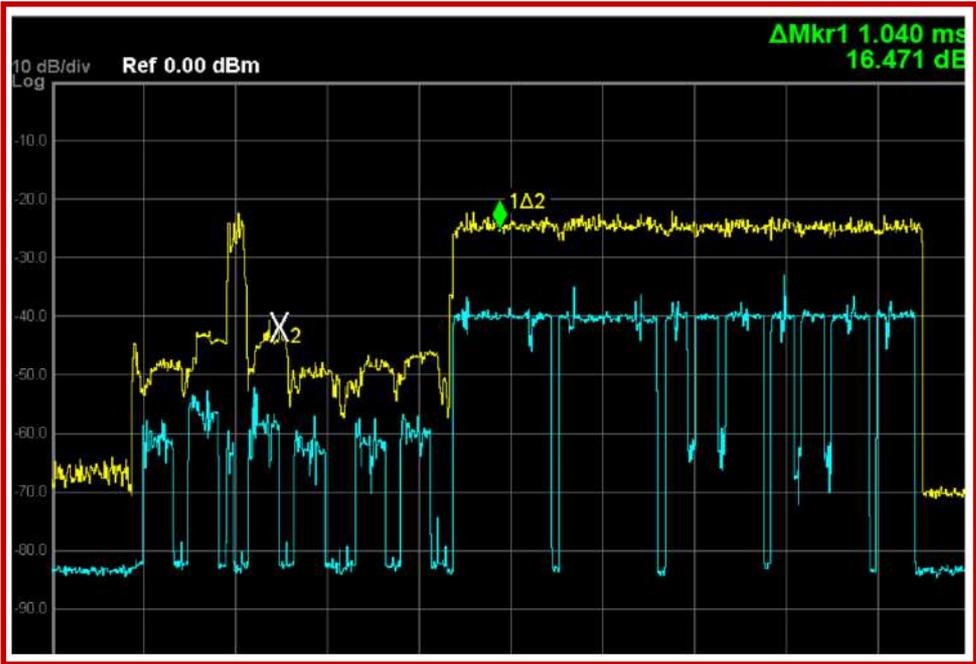
<https://www.arpalazio.it/web/guest/pubblicazioni>



# Misure sui segnali 5G - Cosa cambia?

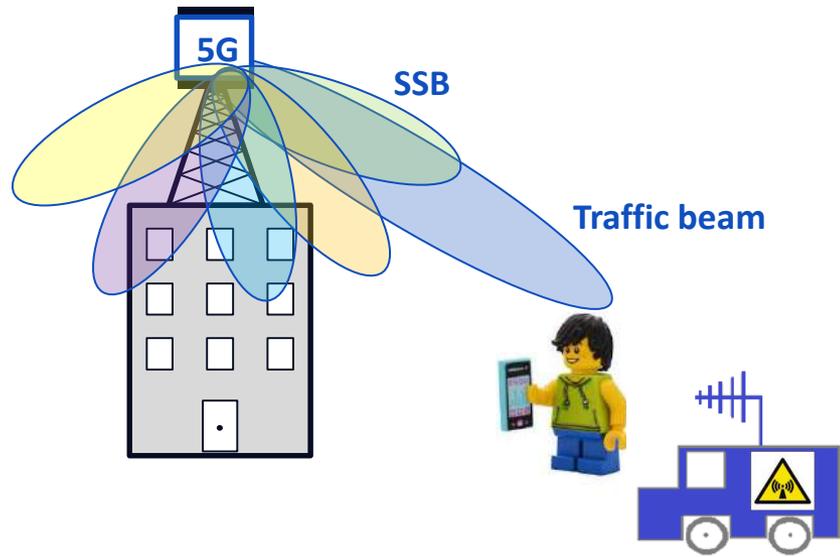
L'utilizzo di **antenne attive mMIMO** complica notevolmente l'approccio alla misura rispetto alle tecnologie precedenti!!!

$$E_{5G}^{\max} = \sqrt{N_{sc} \cdot F_{TDC} \cdot F_{beam}} \times E_{RE, \max}^{PBCH-DMRS}$$



Name	EVM (%rms)	Power per RE (dBm)	Modulation	Num. of RBs	RNTI	BWP ID
PSS	87.462	-72.58	BPSK	33	***	***
SSS	93.378	-72.91	BPSK	33	***	***
PBCH	334.541	-72.62	QPSK	60	***	***
PBCH_DMRS	129.488	-72.56	QPSK	60	***	***

(a)



# Ampliamento della dotazione strumentale

Il [MATTM](#) nel 2016 ha finanziato il progetto RIN-DEC finalizzato alla “*minimizzazione dell'intensità e degli effetti dei campi elettromagnetici*” consentendo all' [ARPA Lazio](#) l'acquisto di nuova strumentazione di misura.

Vector Spectrum Analyzer



Vector Scanner



Remote Spectrum Monitor



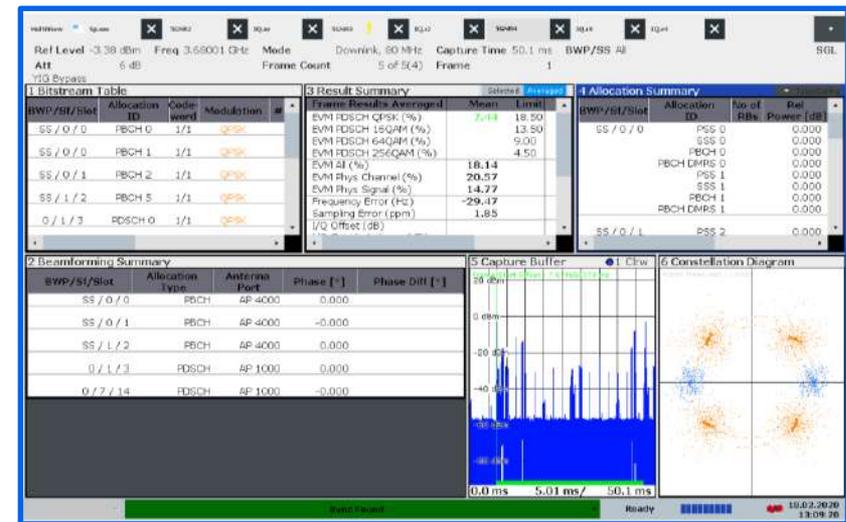
# Analizzatore di spettro vettoriale **mmW Ready**

## Vector Spectrum Analyzer



### Specifiche di maggior interesse:

- Range di frequenza da 2 Hz a 30 GHz (**mmW Ready!!**)
- Banda di demodulazione I/Q 400 MHz
- DANL a 1 GHz: -153 dBm (typ.)
- Incertezza di misura a 2 GHz: 0.29 dB



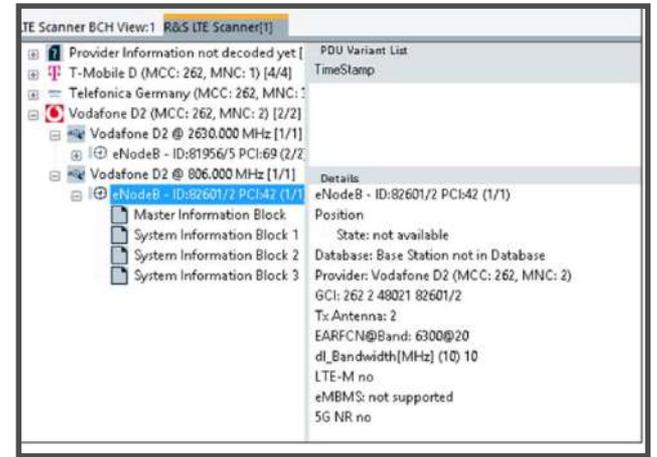
Analisi dei segnali 5G con ricognoscimento automatico dei parametri di acquisizione (numerologia, SSB center frequency, SSB case structure)

# Scanner vettoriale di rete

## Forcing di rete controllato



## Decodifica del MIB e SIB



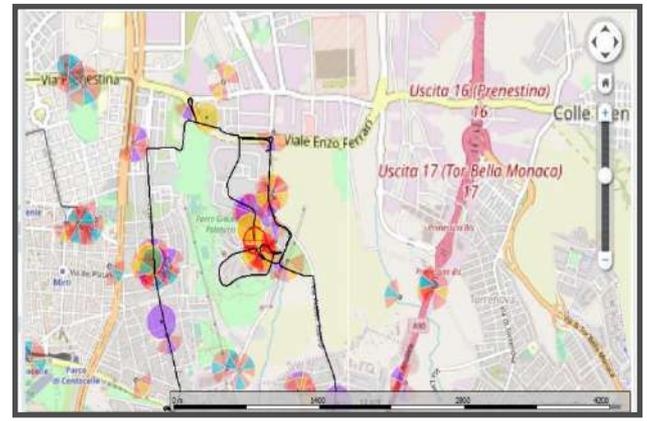
## Vector Scanner



## Automatic Channel Detection



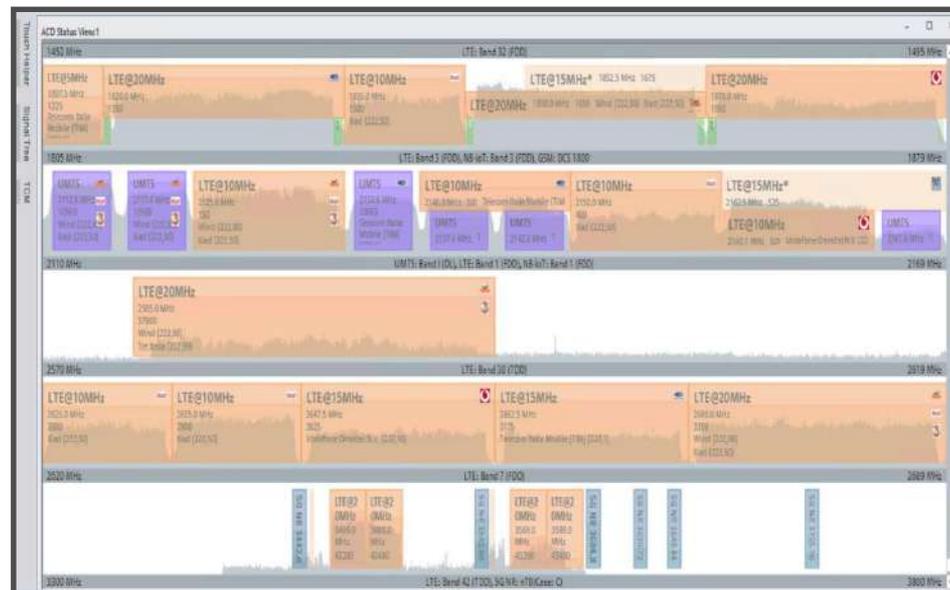
## Position Estimation



# Strumento di ausilio alle misure selettive

The screenshot shows the RRS LTE Scanner interface. On the left is a tree view of network parameters. On the right is a 'PDU Variant List' details pane. Blue arrows point from the following parameters in the details pane to a legend:

- Cell Identity (from eNodeB-ID)
- Operatore (from MCC)
- Rami MIMO (from EARFCN/Band)
- Banda Segnale (from dl\_Bandwidth)
- N RB (from dl\_Bandwidth)



Le caratteristiche degli scanner vettoriali di rete possono **semplificare le attività di misura selettiva** nelle fasi di **identificazione dei contributi più significativi** e nella fase di **acquisizione dei parametri di rete** (e.s.: numero di portanti di traffico GSM,  $\rho_{CA}$  utilizzato nella trasmissione 3G, numero di rami del MIMO e boosting factor utilizzato nella trasmissione 4G)

# Strumento di ausilio alle misure selettive

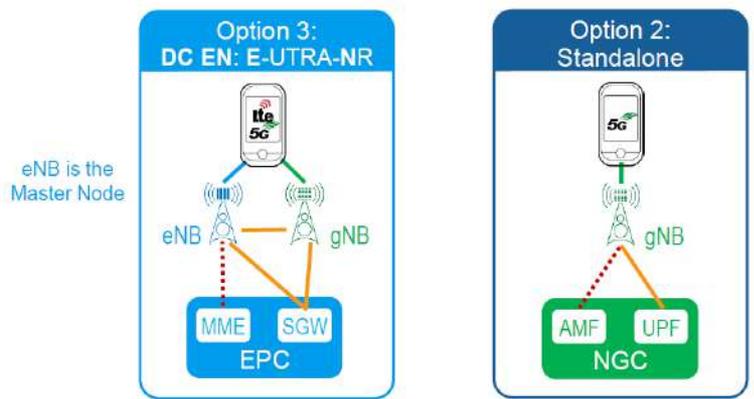
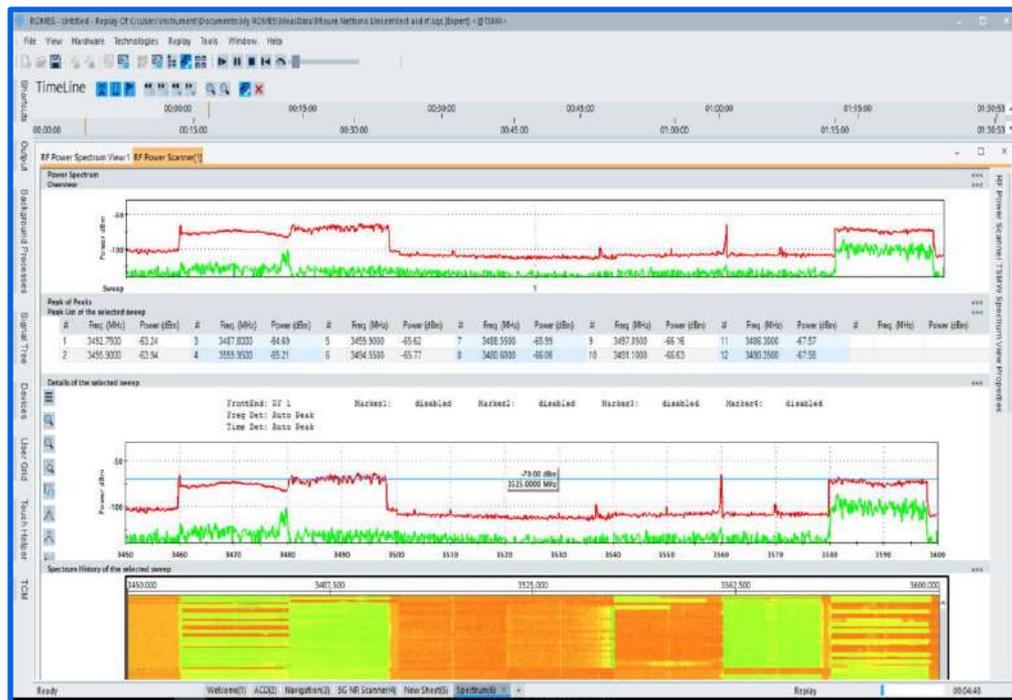
## Prime acquisizioni eseguite su segnali 5G Stand Alone in banda N78

5G NR Scanner TopN View:1 R&S 5G NR Scanner (TSME)[1]

Top N: 222:38@631968

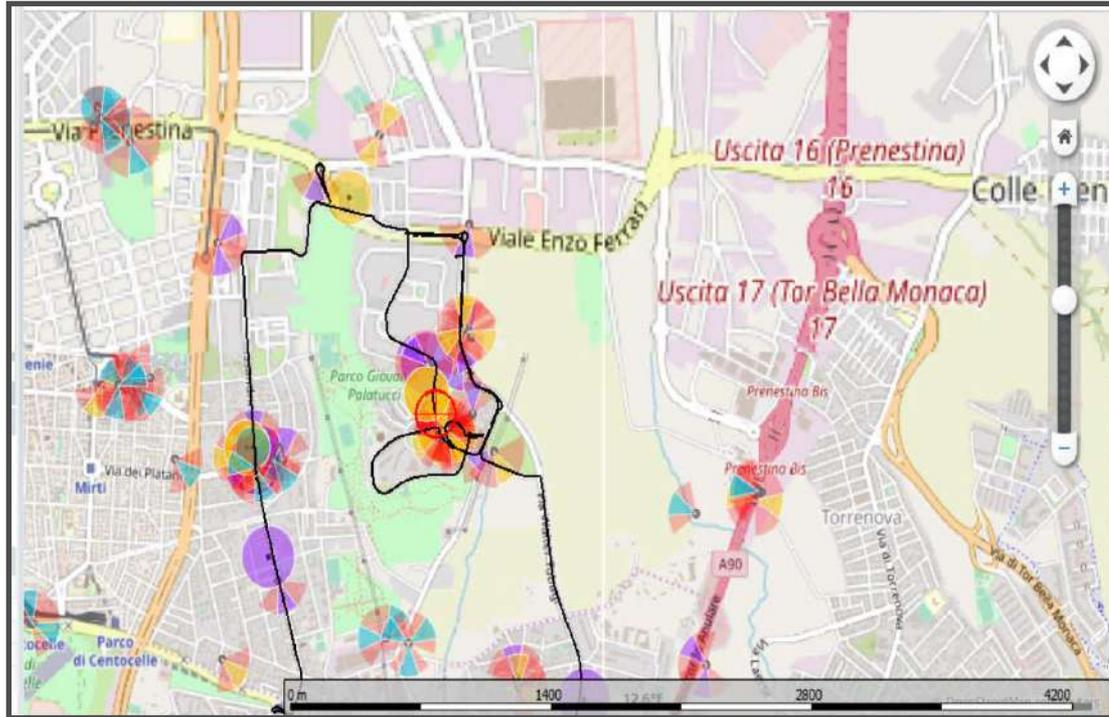
List

#	T	PCI	SSB ...	EVM	SS-RSRQ	SS-RePo...	NR-ARF...	Band	SS-Ref	MCC	MNC	LAC	CID User	Freq Ba...	Carrier ...	SCS	BWP Ba...	BWP Ce...	5G NR ...	TDD Pattern
1	1	31	0	-2.85	-12.06	-70.00	631968	78	3479.52	222	38	14031	176170...	78	38	30	38.16	3478.98	SA	DDDFUU DDD...
2	2	27	0	4.75	-16.26	-70.00	631968	78	3479.52	222	38	14031	176170...	78	38	30	38.16	3478.98	SA	DDDFUU DDD...
3	3	35	0	9.29	-20.03	-70.00	631968	78	3479.52	222	38	14031	176170...	78	38	30	38.16	3478.98	SA	DDDFUU DDD...



La versione dello standard 5G NR (New Radio) che gli operatori hanno cominciato ad attivare viene definita 5G Non-Standalone (NSA), che significa letteralmente "non autonomo".

# Strumento di geolocalizzazione degli impianti



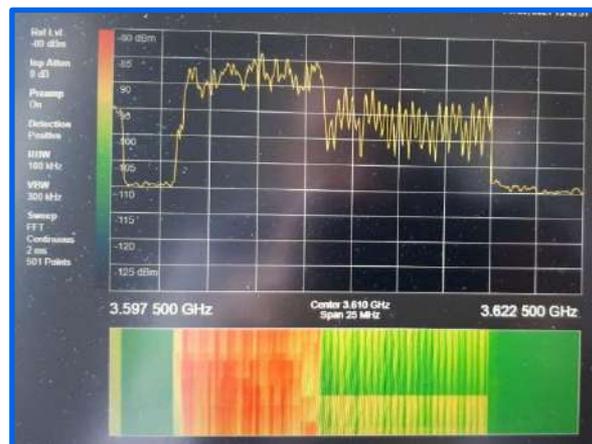
**Confronto** tra gli impianti e le tecnologie **autorizzate** e quelli effettivamente installati e **presenti sul territorio.**

Lo scanner dotato di ricevitore GPS è in grado di **geolocalizzare su cartografia digitale gli impianti radio** che rileva durante un percorso su strada dando per ciascuno di essi **indicazioni specifiche sulle direzioni di irraggiamento e sulle caratteristiche di rete dei segnali rilevati**

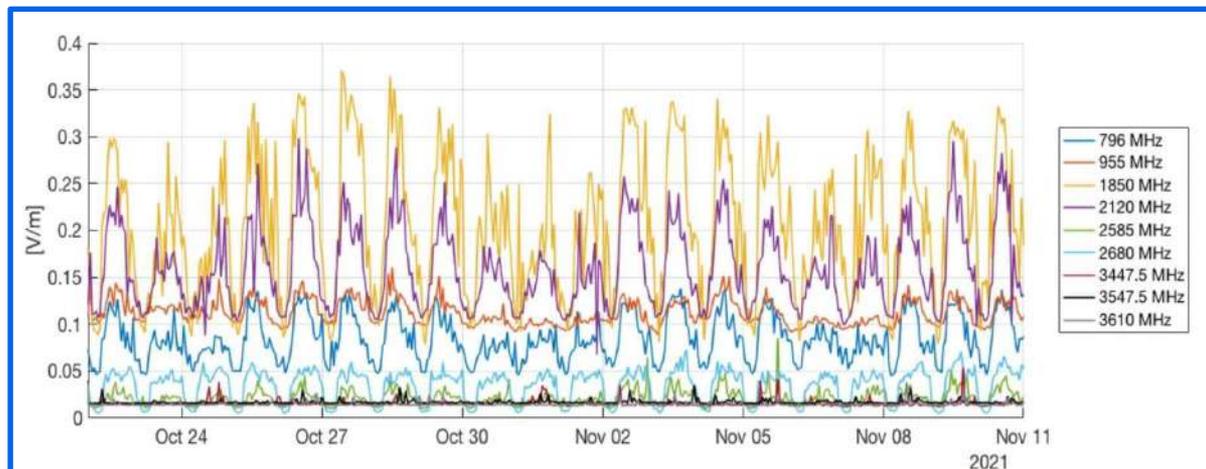


# Centraline vettoriali

A partire dal mese di luglio 2021 l'**ARPA Lazio** ha attivato delle centraline di **monitoraggio vettoriale** con lo scopo di tracciare l'evoluzione della rete 5G, partendo dalla condizione attuale di scarso traffico dati.



L'andamento della potenza ricevuta dimostra che i terminali mobili abilitati al 5G sono ancora scarsamente diffusi.



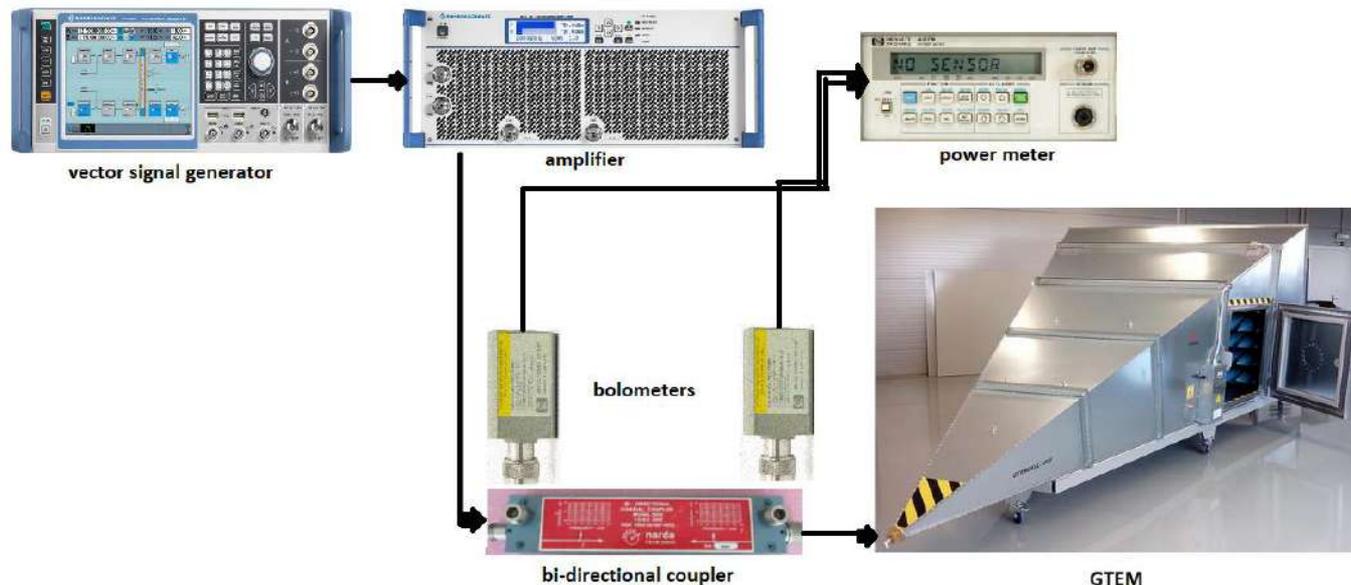
I dati del monitoraggio della centralina installata al centro di Roma sono disponibili all'indirizzo

**Strumentazione in**  
**banda larga e**  
**segnali 5G**

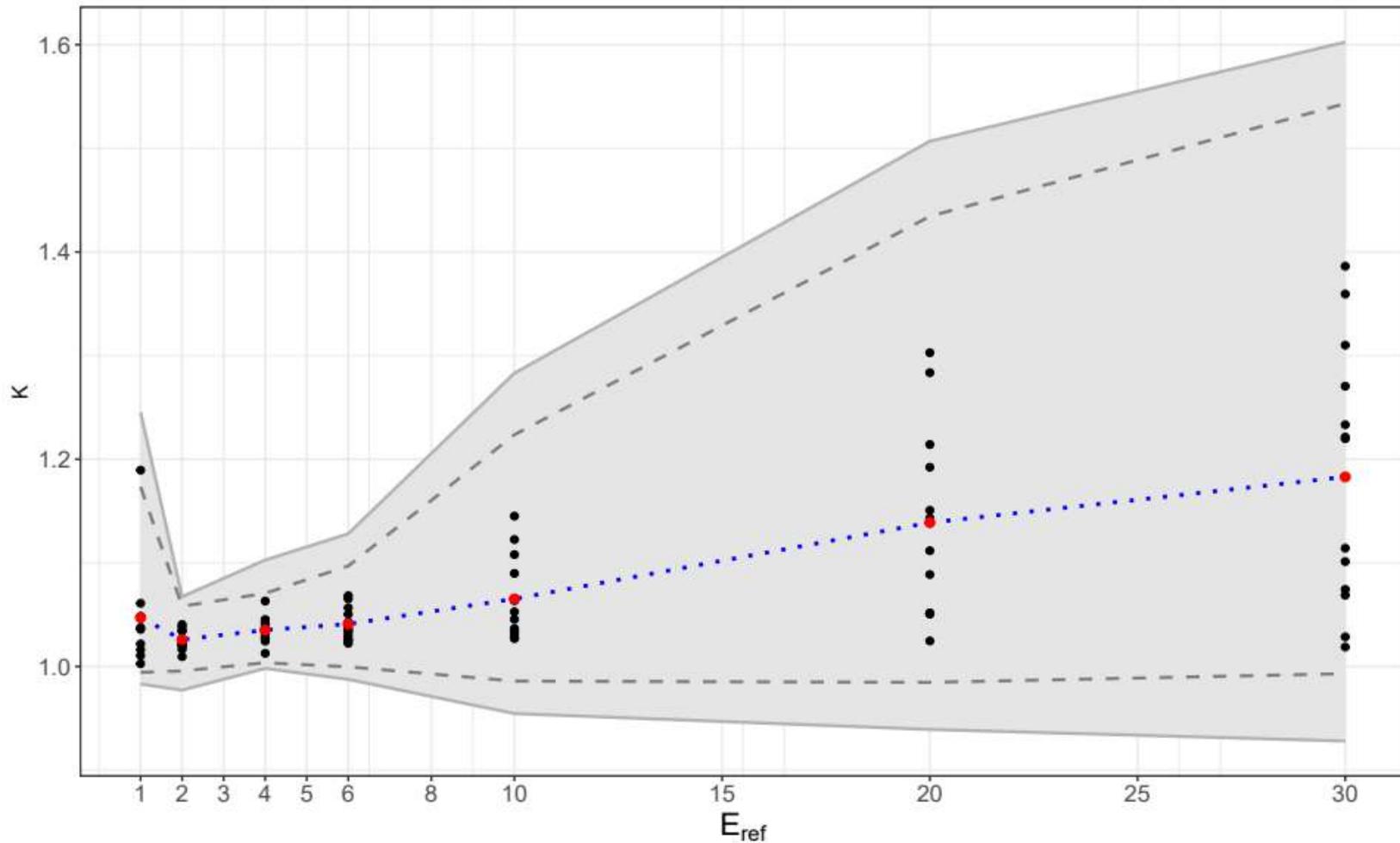
# Segnali 5G ed efficacia dei sensori in banda larga

Test di verifica della risposta a segnali 5G effettuati nel centro LAT di ARPA Piemonte nell'ambito dei lavori di revisione della guida tecnica CEI 211-7:

- ✓ 13 diverse sonde a banda larga sottoposte a livelli di campo con ampiezza variabile fra 1 V/m e 30 V/m;
- ✓ Testati segnali con caratteristiche diverse in termini di occupazione di trama, numerologia, livello di modulazione, modalità di duplexing, ampiezza di banda del segnale.



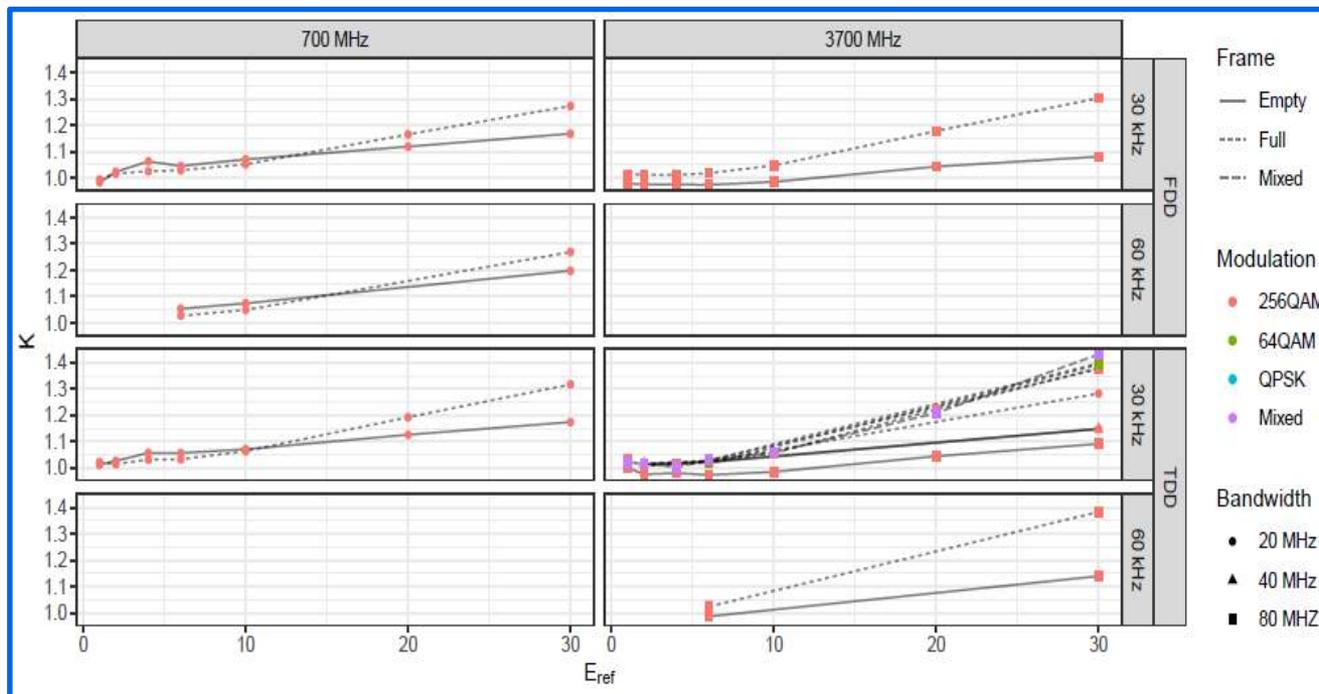
# Segnali 5G ed efficacia dei sensori in banda larga



$$K = \left( \frac{E_{meas(mod)}}{\sqrt{P_{net(mod)}}} \right) / \left( \frac{E_{meas(CW)}}{\sqrt{P_{net(CW)}}} \right)$$

# Segnali 5G ed efficacia dei sensori in banda larga

I parametri che hanno influenzato maggiormente le misure sono risultati essere: il grado di riempimento della trama e larghezza di banda del segnale.



Risultati in linea con gli studi del passato sui segnali in tecnologia OFDM.

I misuratori in banda larga tendono a sovradimensionare il contributo di campo elettromagnetico garantendo una valutazione cautelativa!!!

# Grazie per l'attenzione



[Ing. Settimio Pavoncello](#)

ARPA Lazio

Sezione Provinciale di Roma

Unità Controlli 2

**Tel: 06/72961510**

[settimio.pavoncello@arpalazio.it](mailto:settimio.pavoncello@arpalazio.it)

## Domande??