

Seminario sull'Inquinamento da Campi Elettromagnetici

per gli studenti del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura

Anno accademico 2025-2026

20 - 21 Novembre 2025

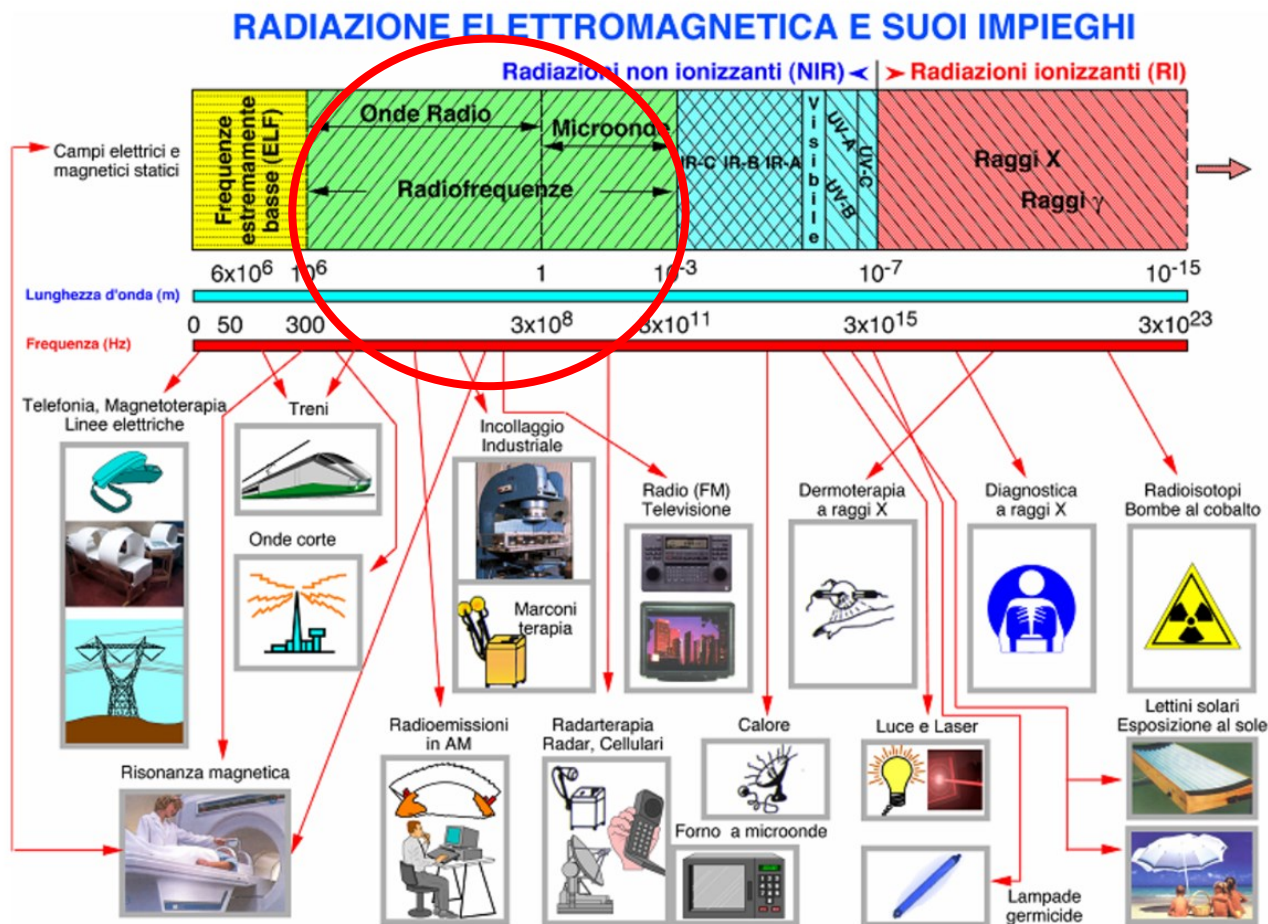
Autore: dott. S. Barba

S.O.S. Fisica Ambientale

I.P.A.S. Centro regionale di riferimento campi elettromagnetici e inquinamento acustico

Argomenti

- Impianti RF
- Valutazioni preventive
- Misure



Sorgenti ambientali **RF** (Radio Frequency)

300 kHz – 3 MHz

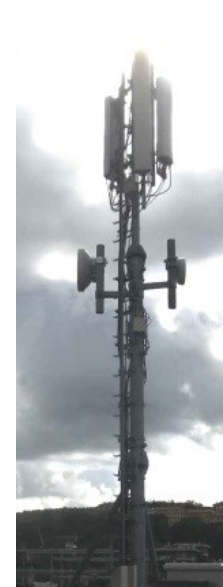
1 MHz – 1 GHz

88 MHz – 108 MHz

200 MHz – 700 MHz

700 MHz – 5 GHz

> 1 GHz



Radio AM
Onde medie

Impianti
radioamatoriali

Radio FM

Impianti TV

SRB

Ponti radio

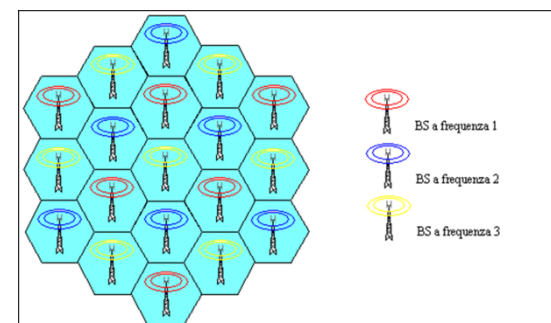
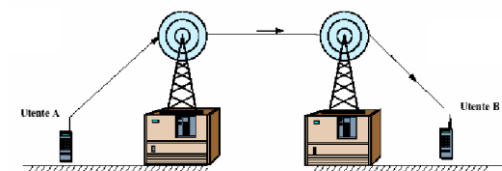
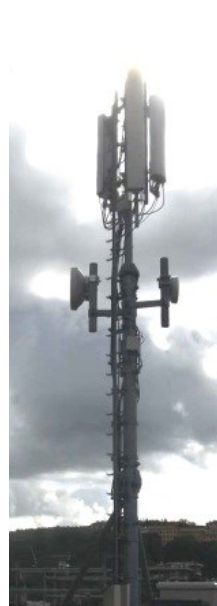
Sorgenti ambientali **RF** (Radio Frequency)

Sistemi broadcast e cellulari

Impianti Radio / TV
 (uno trasmette – tutti ricevono)



Impianti SRB
 (tutti trasmettono – tutti ricevono)



Sorgenti ambientali **RF** (**R**adio **F**requency)

Ripartizione frequenze

Servizio	Tecnologia	Banda	Frequenza [MHz]
Radio	AM	MF	0.5 – 1.6
	FM	VHF	87.5 – 108.0
	DAB+	VHF	174.0 – 230.0
Televisione	DVB-T2	UHF	470.0 – 690.0

Possono differire tra Stati e Continenti.

DVB-T -> DVB-T2

Le frequenze superiori a 700 MHz sono state assegnate alla telefonia mobile

Sorgenti ambientali RF (Radio Frequency)

Uplink
SRB ← UE

Downlink
SRB → UE

SRB: Stazione Radio Base
UE: User Equipment (es: smartphone)

Tec	Banda	UL [MHz]	DL [MHz]	3GPP Band #	Duplex
2G	900	880 - 915	925 - 960	8	FDD
	1800	1710 -1785	1805 -1880	3	FDD
3G	900	880 - 915	925 - 960	8	FDD
	2000	1920 -1980	2110 -2170	1	FDD
	2000	1900 -1920	1900 -1920	33	TDD
	2000	2010 - 2025	2010 - 2025	34	TDD
4G	800	832 - 862	791 - 821	20	FDD
	1400	---	1452-1492	32	FDD/CA
	1800	1710 -1785	1805 -1880	3	FDD
	2000	1920 -1980	2110 -2170	1	FDD
	2600	2500 -2570	2620 -2690	7	FDD
	2600	2570 -2620	2570 -2620	38	TDD
	3500	3400 - 3600	3400 - 3600	42	TDD
	3700	3600 - 3800	3600 - 3800	43	TDD
5G	700	703 - 748	758 - 803	n28	FDD
	3700	3300 - 3800	3300 - 3800	n78	TDD
	26GHz	26500 - 27500	26500 - 29500	n257	TDD

Ad ogni tecnologia
corrispondono più
bande.

Possono differire tra
Stati e Continenti.

3GPP
3rd Generation Partnership Project
collaborazione fra enti che si occupano
di standardizzare sistemi di
telecomunicazione

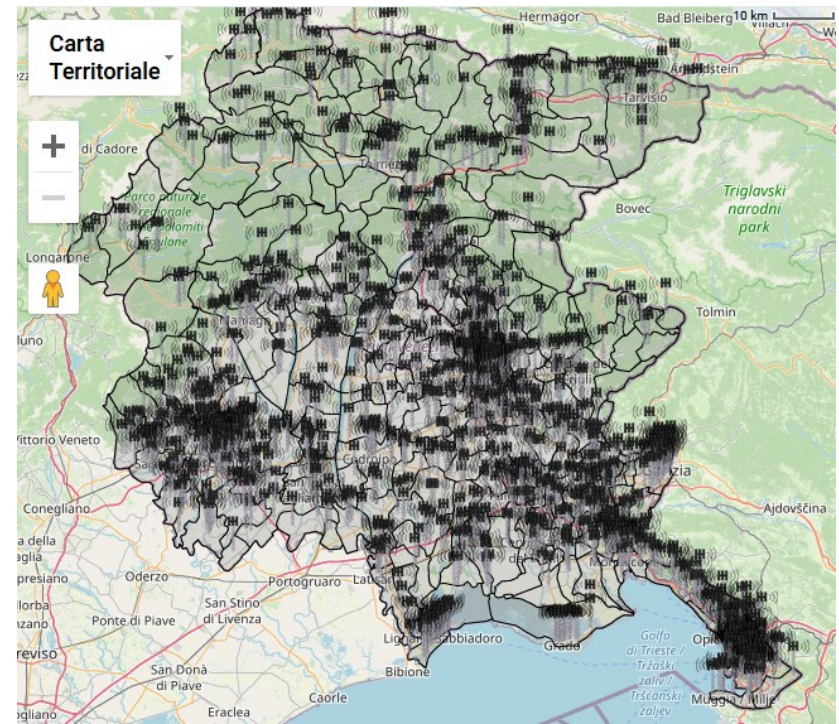
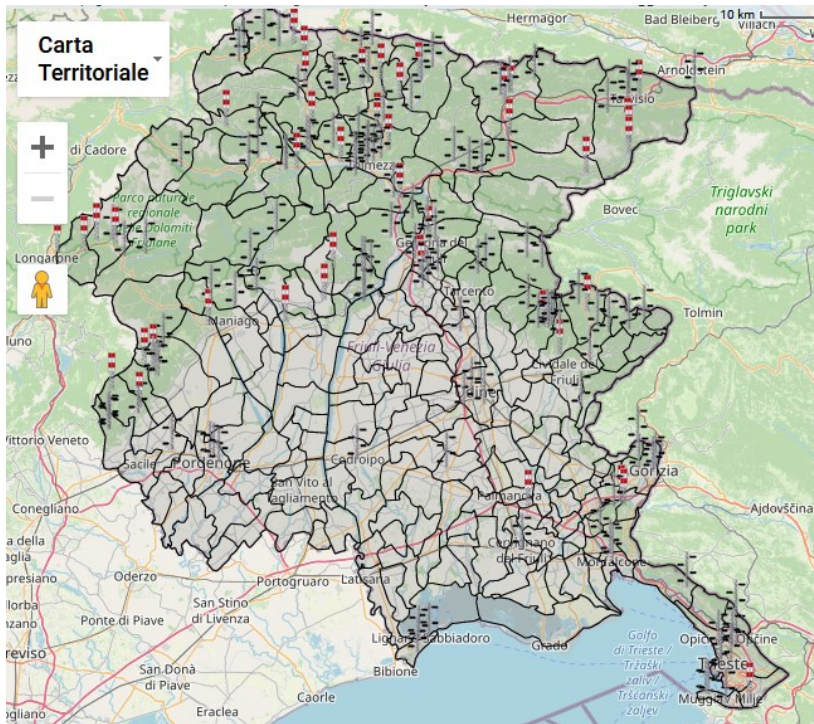
Norma CEI 211-7 App. E

Sorgenti ambientali RF (Radio Frequency)

Densità impianti

Impianti broadcast

Impianti SRB



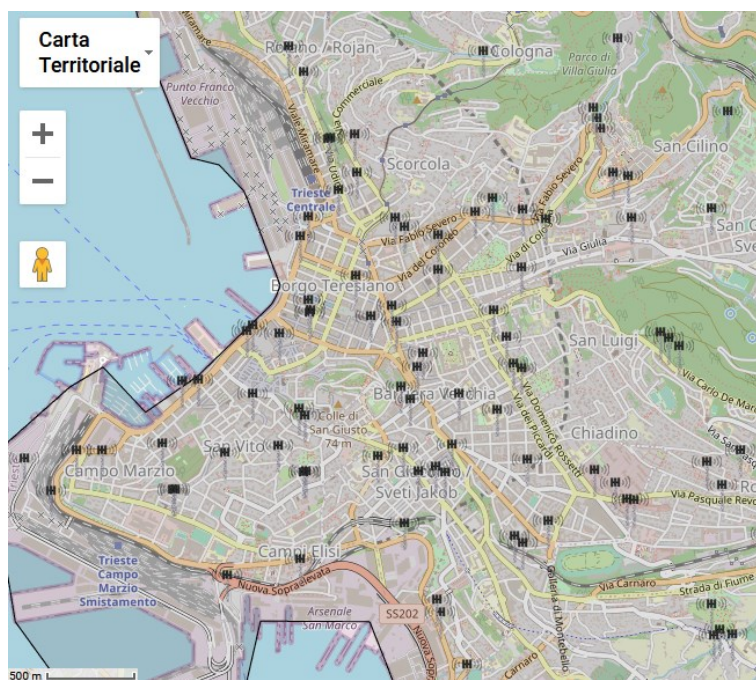
La differenza di densità degli impianti dipende principalmente da:

- Potenza -> Copertura
- Orografia territorio

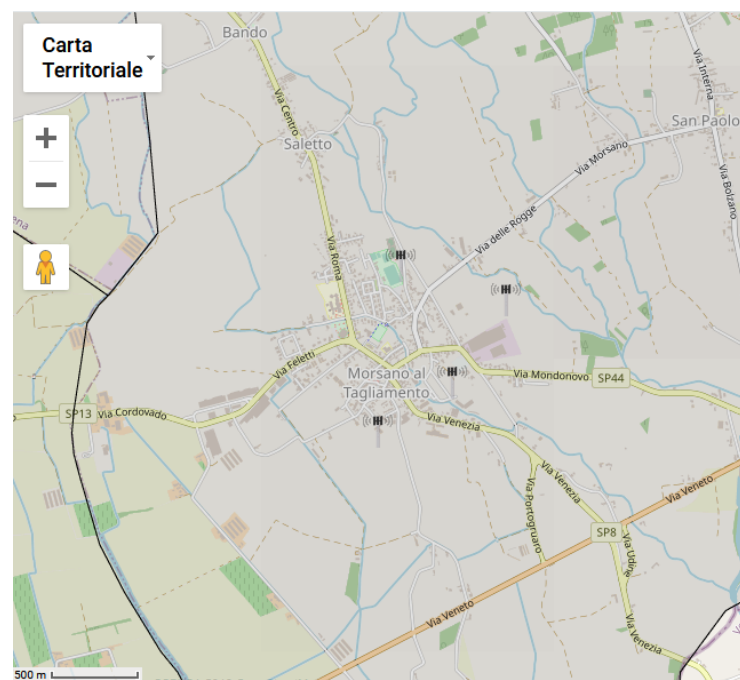
Sorgenti ambientali RF (Radio Frequency)

Densità impianti

Trieste



Morsano al Tagliamento

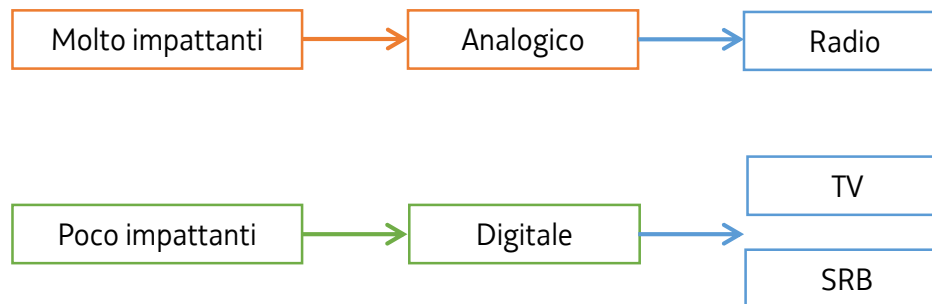


La densità di impianti SRB dipende principalmente da:

- Numero di utenti
- Orografia territorio

Sorgenti ambientali **RF** (Radio Frequency)

Tecnologie



È in generale vero a parità di distanza dalla sorgente.

Un impianto con modulazione analogica richiede maggiore potenza per garantire la stessa copertura di uno con modulazione digitale.

Sorgenti ambientali **RF** (**R**adio **F**requency)

Tecnologie

Proprietà delle sorgenti CEM RF da tenere in conto ai fini della misura

**Tipo di emissione nel tempo
(fissa o variabile – broadcast o
cellulare)**

Permette di stabilire se una misura di
breve durata è sufficiente per il
confronto con i limiti di legge

**Range di frequenza e dimensioni del
sistema radiante**

Permette di scegliere il trasduttore più
idoneo alla misura di campo
elettrico/magnetico

**Direzione di puntamento e relativa
copertura**

Permette di individuare la direzione di
massimo irraggiamento

**I dati radioelettrici degli impianti contenuti nel
catasto regionale permettono, attraverso calcoli
preventivi, di individuare le aree in cui possono
trovarsi valori più alti.**

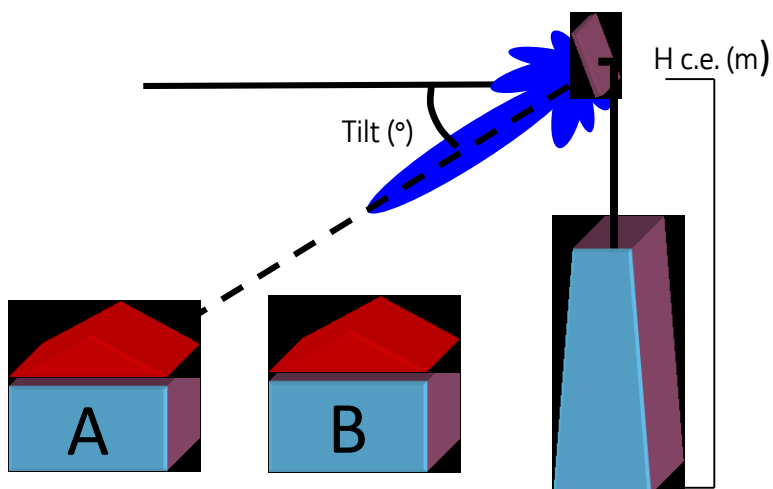
Argomenti

- Impianti RF
- Valutazioni preventive
- Misure

Valutazioni preventive

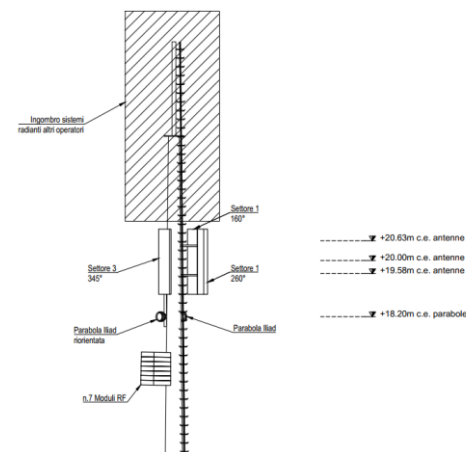
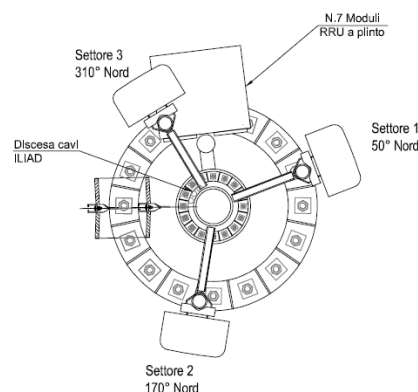
Intensità di campo elettrico prodotto da una sorgente con potenza P e guadagno $G(\theta, \varphi)$ alla distanza d

$$|\bar{E}| = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot G(\theta, \varphi)}}{d}$$



Valutazioni preventive

Progetto: caratteristiche geometriche dell'impianto



Scheda radio:

dati tecnici necessari ai fini della valutazione dell'impatto elettromagnetico dell'impianto

Direzione [°N]	Frequenza [MHz]	Tecnologia	Altezza C.E. [m] ⁽¹⁾	Pol	P _{max} [W]	a _{24h}	F _{TDC}	F _{PR}	Guadagno [dBi]	Tilt Mecc [°]	Tilt Elett. [°]	Id Modello	Marca Antenna	Modello Antenna (Diagramma d'Antenna)	Coord. X [m]	Coord. Y [m]
120	800	LTE	20	+/-45°	30	0.4	-	-	15.69	0	5	11051	KATHREIN	80010685V01_0791_X_CO_P45_04T	408638.4	5052863.4
190	800	LTE	20	+/-45°	30	0.44	-	-	15.65	3	5	11052	KATHREIN	80010685V01_0791_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
260	800	LTE	20	+/-45°	30	0.6	-	-	15.65	2	5	11052	KATHREIN	80010685V01_0791_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
120	900	GSM	20	+/-45°	30	1	-	-	16.42	0	5	11064	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_04T	408638.4	5052863.4
190	900	GSM	20	+/-45°	30	1	-	-	16.41	3	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
260	900	GSM	20	+/-45°	30	1	-	-	16.41	2	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
120	900	UMTS	20	+/-45°	30	0.4	-	-	16.42	0	5	11064	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_04T	408638.4	5052863.4
190	900	UMTS	20	+/-45°	30	0.55	-	-	16.41	3	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
260	900	UMTS	20	+/-45°	30	0.55	-	-	16.41	2	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
120	1800	LTE	20	+/-45°	60	0.4	-	-	17.43	0	3	11071	KATHREIN	80010685V01_1855_X_CO_P45_03T	408638.4	5052863.4
190	1800	LTE	20	+/-45°	80	0.55	-	-	17.43	3	3	11071	KATHREIN	80010685V01_1855_X_CO_P45_03T	408638.4	5052863.4
260	1800	LTE	20	+/-45°	80	0.45	-	-	17.43	2	3	11071	KATHREIN	80010685V01_1855_X_CO_P45_03T	408638.4	5052863.4

Approfondimento

Pareri preventivi Dati tecnici

La potenza emessa da un impianto SRB non è fissa ma varia nel tempo in funzione delle condizioni di carico (traffico utenza).

Affinché le valutazioni preventive possano essere più vicine alle reali condizioni di funzionamento dell'impianto, vengono considerati opportuni fattori di riduzione della potenza.

Direzione [°N]	Frequenza [MHz]	Tecnologia	Altezza C.E. [m] ^(*)	Pol	P _{max} [W]	a _{24h}	F _{TDC}	F _{PR}	Guadagno [dBi]	Tilt Mecc [°]	Tilt Elett. [°]	Id Modello	Marca Antenna	Modello Antenna (Diagramma d'Antenna)	Coord. X [m]	Coord. Y [m]
120	800	LTE	20	+/-45°	30	0.4	-	-	15.69	0	5	11051	KATHREIN	80010685V01_0791_X_CO_P45_04T	408638.4	5052863.4
190	800	LTE	20	+/-45°	30	0.44	-	-	15.65	3	5	11052	KATHREIN	80010685V01_0791_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
260	800	LTE	20	+/-45°	30	0.6	-	-	15.65	2	5	11052	KATHREIN	80010685V01_0791_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
120	900	GSM	20	+/-45°	30	1	-	-	16.42	0	5	11064	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_04T	408638.4	5052863.4
190	900	GSM	20	+/-45°	30	1	-	-	16.41	3	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
260	900	GSM	20	+/-45°	30	1	-	-	16.41	2	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
120	900	UMTS	20	+/-45°	30	0.4	-	-	16.42	0	5	11064	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_04T	408638.4	5052863.4
190	900	UMTS	20	+/-45°	30	0.55	-	-	16.41	3	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
260	900	UMTS	20	+/-45°	30	0.55	-	-	16.41	2	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
120	1800	LTE	20	+/-45°	60	0.4	-	-	17.43	0	3	11071	KATHREIN	80010685V01_1855_X_CO_P45_03T	408638.4	5052863.4
190	1800	LTE	20	+/-45°	80	0.55	-	-	17.43	3	3	11071	KATHREIN	80010685V01_1855_X_CO_P45_03T	408638.4	5052863.4
260	1800	LTE	20	+/-45°	80	0.45	-	-	17.43	2	3	11071	KATHREIN	80010685V01_1855_X_CO_P45_03T	408638.4	5052863.4

Fattori fissi

P_{max}

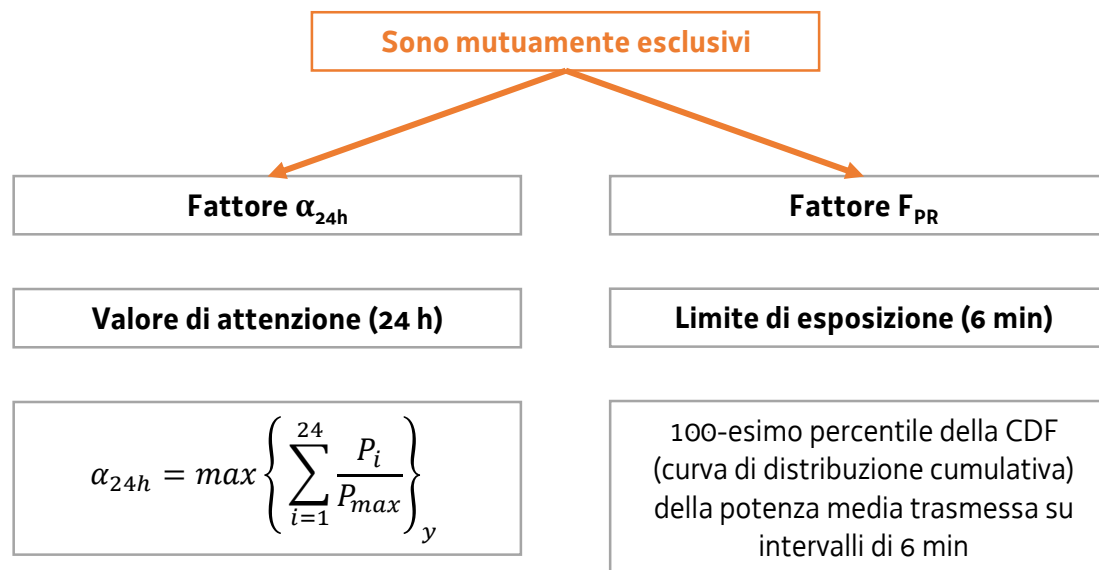
F_{TDC}

Fattori variabili

α_{24h}

F_{PR}

Pareri preventivi Dati tecnici – fattori variabili

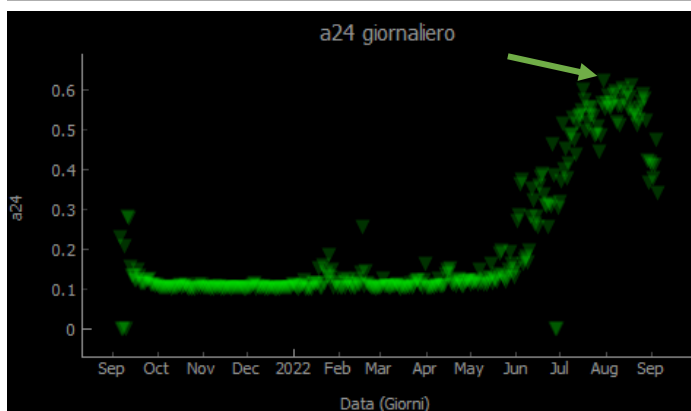
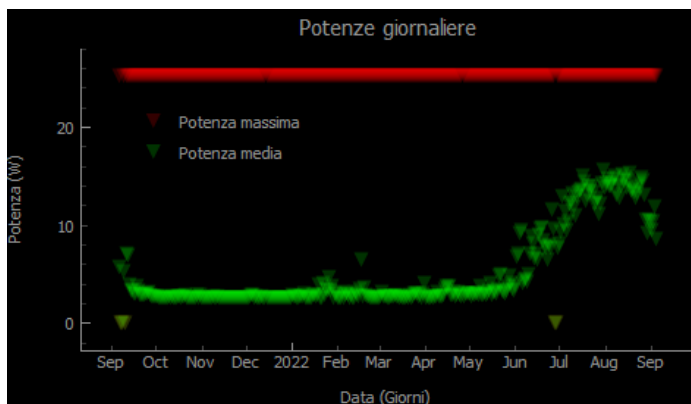


Relativamente all'intervallo di tempo di riferimento (24 ore o 6 minuti a seconda del limite di legge), semplificando, rappresentano la frazione di **potenza media** emessa rispetto alla potenza massima erogabile.

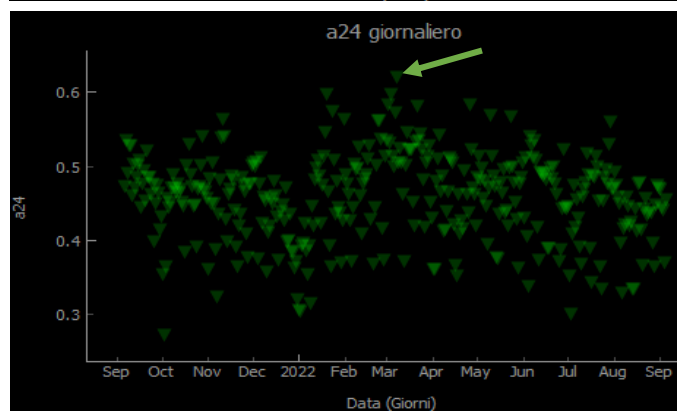
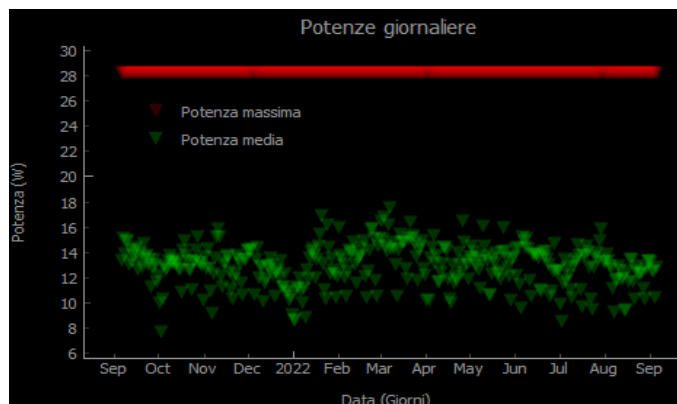
Pareri preventivi Dati tecnici – fattori variabili

Fattore α_{24h} – Confronto tra due impianti in località diverse

Lignano Sabbiadoro



Trieste



Pareri preventivi Dati tecnici

La tecnologia 5G NR prevede l'uso di antenne attive. Queste sono in grado di variare il loro lobo di radiazione (diagramma di antenna) in funzione della posizione e delle richieste dei singoli utenti o gruppi di questi.

Affinché le valutazioni preventive possano tenerne conto, in modo cautelativo, si considera l'involuppo di tutti i beams sintetizzabili.

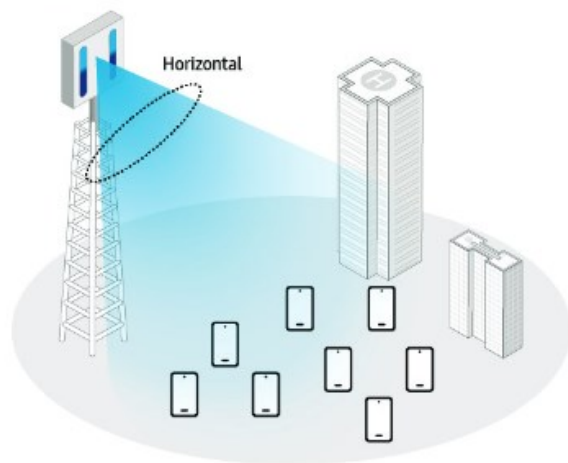
Direzione [°N]	Frequenza [MHz]	Tecnologia	Altezza C.E. [m] ^(*)	Pol	Pmax [W]	a _{24h}	F _{TDC}	F _{PR}	Guadagno [dBi]	Tilt Mecc [°]	Tilt Elett. [°]	Id Modello	Marca Antenna	Modello Antenna (Diagramma d'Antenna)	Coord. X [m]	Coord. Y [m]
120	800	LTE	20	+/-45°	30	0.4	-	-	15.69	0	5	11051	KATHREIN	80010685V01_0791_X_CO_P45_04T	408638.4	5052863.4
190	800	LTE	20	+/-45°	30	0.44	-	-	15.65	3	5	11052	KATHREIN	80010685V01_0791_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
260	800	LTE	20	+/-45°	30	0.6	-	-	15.65	2	5	11052	KATHREIN	80010685V01_0791_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
120	900	GSM	20	+/-45°	30	1	-	-	16.42	0	5	11064	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_04T	408638.4	5052863.4
190	900	GSM	20	+/-45°	30	1	-	-	16.41	3	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
260	900	GSM	20	+/-45°	30	1	-	-	16.41	2	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
120	900	UMTS	20	+/-45°	30	0.4	-	-	16.42	0	5	11064	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_04T	408638.4	5052863.4
190	900	UMTS	20	+/-45°	30	0.55	-	-	16.41	3	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
260	900	UMTS	20	+/-45°	30	0.55	-	-	16.41	2	5	11065	KATHREIN	80010685V01_0947_X_CO_P45_05T	408638.4	5052863.4
120	1800	LTE	20	+/-45°	60	0.4	-	-	17.43	0	3	11071	KATHREIN	80010685V01_1855_X_CO_P45_03T	408638.4	5052863.4
190	1800	LTE	20	+/-45°	80	0.55	-	-	17.43	3	3	11071	KATHREIN	80010685V01_1855_X_CO_P45_03T	408638.4	5052863.4
260	1800	LTE	20	+/-45°	80	0.45	-	-	17.43	2	3	11071	KATHREIN	80010685V01_1855_X_CO_P45_03T	408638.4	5052863.4

Per le antenne attive, il
diagramma di antenna è
l'involuppo

Pareri preventivi Dati tecnici – fattori variabili

Antenna passiva vs attiva

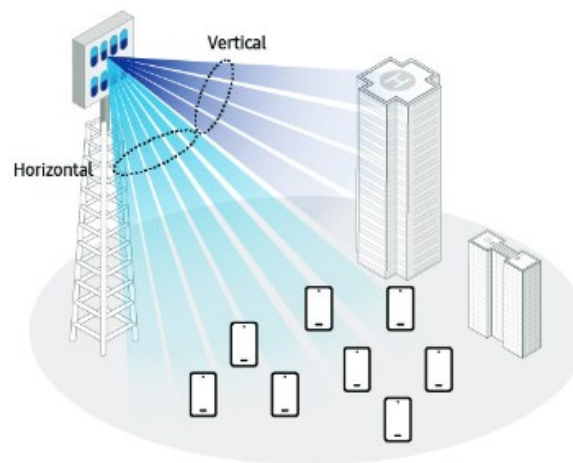
Legacy Antenna



Antenna passiva

La potenza è irradiata in un'area «statica» che dipende dall'apertura angolare dell'antenna

Massive MIMO



Antenna attiva

La potenza è irradiata in direzioni specifiche e focalizzata verso singoli utenti o gruppi ravvicinati

Pareri preventivi Dati tecnici – fattori variabili

Antenna attiva

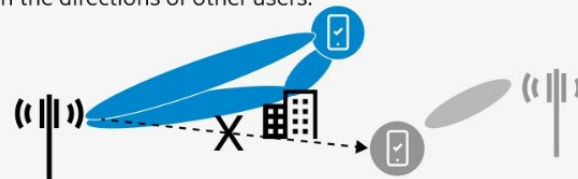
A. Beamforming

Serve single users by directing the energy toward the user.



B. Generalized beamforming

Serve single users by sending the same data stream in different directions and possibly forming zero (nulls) in the directions of other users.



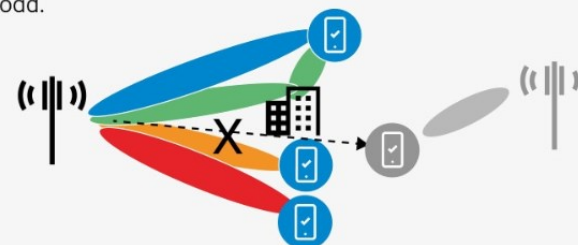
C. SU-MIMO

Increase data rates by transmitting several data streams to a user.



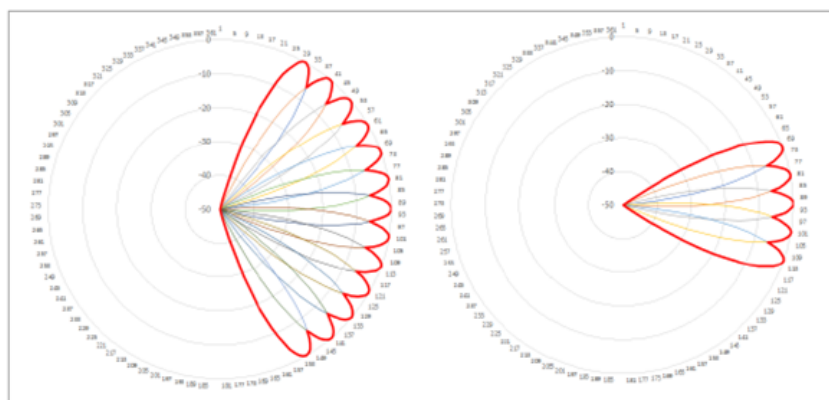
D. MU-MIMO

At high load, serve more users simultaneously at high load.

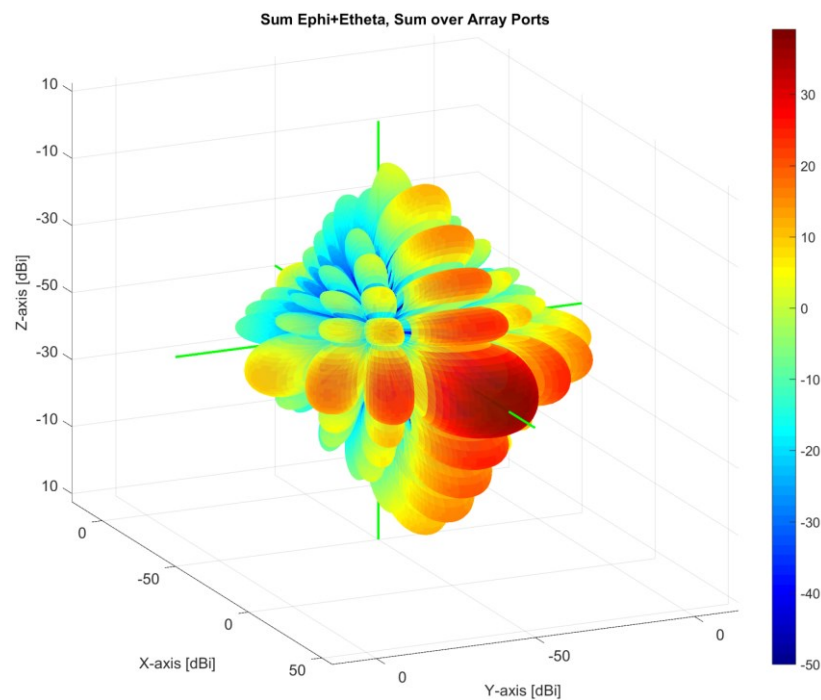


Pareri preventivi Dati tecnici – fattori variabili

Antenna attiva - Diagramma di antenna come involuppo



Griglia di 65 fasci: 13 fasci per ogni
 piano di azimuth; 5 piani di elevazione
 La combinazione di fasci attivati può
 cambiare ad ogni intervallo di
 trasmissione



Pareri preventivi Dati tecnici – fattori variabili

Antenne attive - Diagramma di antenna come inviluppo

- Il beamforming (antenna attiva) è efficiente solo per frequenze superiori al GHz: a frequenze inferiori (ad es. 700 MHz) risulta più efficiente utilizzare antenne passive.
- Non tutte le bande (frequenze) sono uguali: a parità di EIRP (prodotto potenza per guadagno) **maggiore è la frequenza, minore è la distanza percorsa dal segnale e maggiore è l'attenuazione dovuta agli ostacoli frapposti.**

Pareri preventivi Dati tecnici – fattori variabili

Alcune considerazioni

Le valutazioni preventive sono effettuate in condizioni cautelative

- **Non vengono considerate le attenuazioni dovute alla presenza di ostacoli** (ad esempio edifici, muri perimetrali, vegetazione, ecc.). Per le eccezioni si rimanda al D.M. 05/10/2016 «Approvazione delle Linee Guida sui valori di assorbimento del campo elettromagnetico da parte delle strutture degli edifici».
- **Viene considerata la massima potenza erogata tenuto conto dell'utilizzo medio inteso come valore massimo nel periodo di riferimento** (DM 02/12/2014 «Linee guida, relative alla definizione delle modalità con cui gli operatori forniscono all'ISPRA e alle ARPA/APPA i dati di potenza degli impianti e alla definizione dei fattori di riduzione della potenza da applicare nelle stime previsionali per tener conto della variabilità temporale dell'emissione degli impianti nell'arco delle 24 ore» e delibera SNPA 59/2019 e s.m.i.).
- **In caso di antenne attive, viene considerato l'inviluppo**, una forma statica di diagramma di antenna ottenuto considerando tutti i beams (fasci) sintetizzabili simultaneamente (condizione cautelativa e non fisicamente realizzabile - delibera SNPA 59/2019 e s.m.i.).

Fine approfondimento

Valutazioni preventive

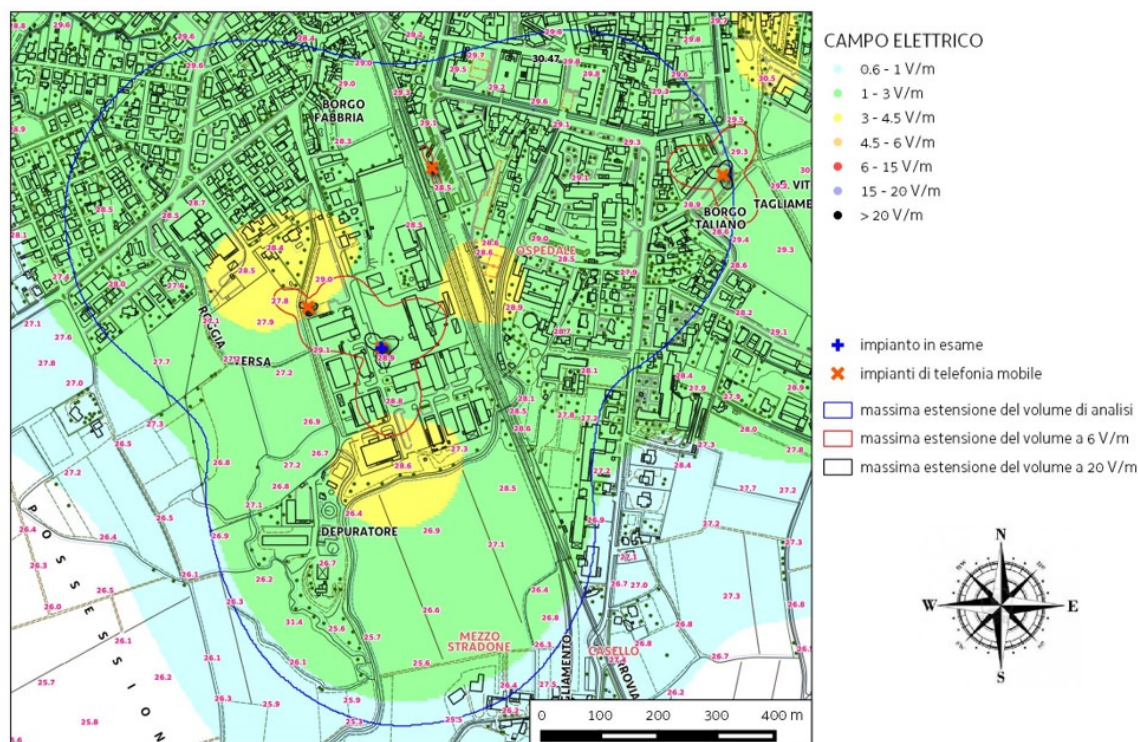
Elenco altre stazioni radio base considerate nelle simulazioni



ID	Gestore	Indirizzo
3562	TELECOM	VIALE ZUCCHERIFICIO C/O ZONA ARTIGIANALE
4037	RFI	TRATTA FERROVIARIA CASARSA-PORTOGRUARO
6312	TELECOM	Via Paolo Sarpi, 34/A c/o centrale Telecom
6313	VODAFONE	Via Paolo Sarpi, 34/A c/o centrale Telecom
6746	VODAFONE	VIALE PRODOLONE C/O CAMPO SPORTIVO
7268	VODAFONE	VIA TINA MODOTTI C/O PARCHEGGIO COMUNALE
7712	WIND-TRE	VIA MARTIRI DELLA LIBERTA'
8825	WIND-TRE	Via Zuccherificio 20
9028	WIND-TRE	VIA MARTIRI DELLA LIBERTA' C/O PARCHEGGIO COMUNALE
9288	TELECOM	VIA PRODOLONE C/O CAMPO SPORTIVO

Valutazioni preventive

ALLEGATO V(a):
distribuzione del campo elettrico simulato, calcolato su una orografia a 1.5 metri sul livello del terreno

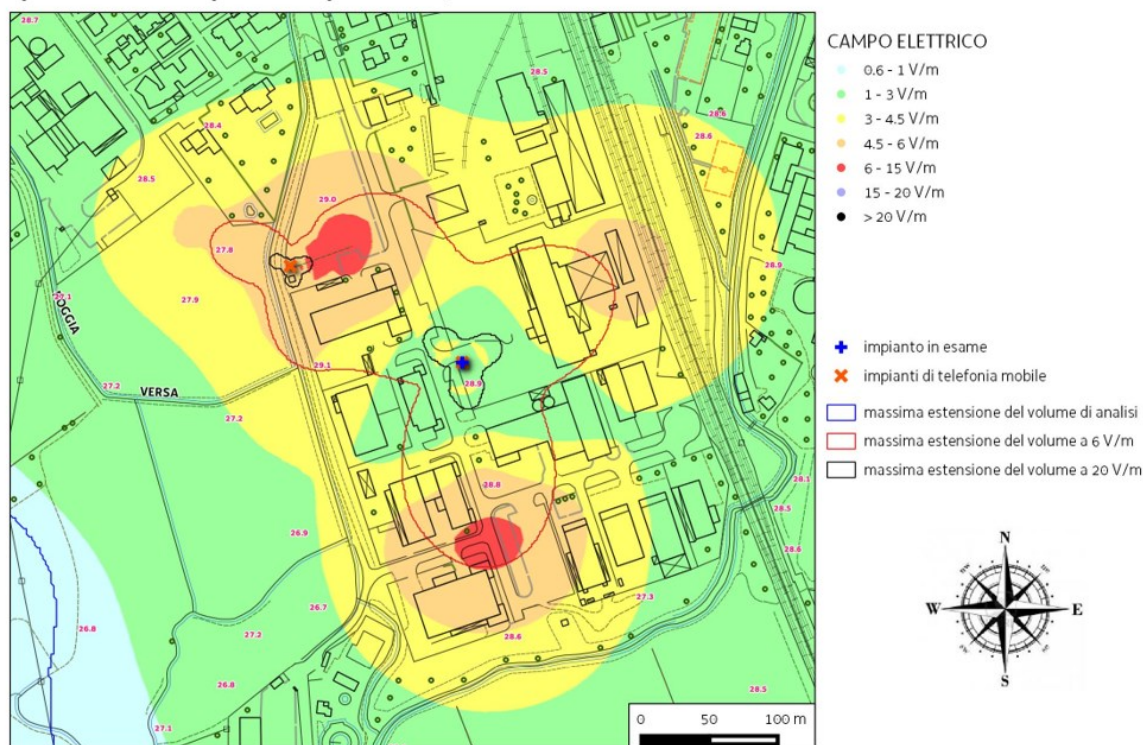


Massima estensione del Volume di Analisi (contorno linea blu)

Rappresenta la proiezione in pianta del volume evidenziato dalla simulazione singola nel quale si prevedono valori di campo elettrico maggiori o uguali a 0.6 V/m (area di interesse)

Valutazioni preventive

ALLEGATO V(b):
distribuzione del campo elettrico calcolato su una sezione a 10 metri dalla base dell'impianto in esame (quota minima a cui compaiono valori di campo elettrico pari a 6 V/m)



Massima estensione del Volume a 6 V/m (contorno linea rossa)

Rappresenta la proiezione in pianta del volume evidenziato dalla simulazione complessiva nel quale si prevedono valori di campo elettrico maggiori o uguali a 6 V/m (valore di attenzione / obiettivo di qualità)

Argomenti

- Elettrodotti
- Valutazioni preventive
- Misure

Misure

Strumenti

Banda Larga

Funzionamento dello strumento che include nella misura una grande parte dello spettro di frequenza del segnale, permettendo una valutazione globale del segnale stesso nell'intervallo di frequenza considerato.



Banda Stretta

Funzionamento dello strumento che considera per ogni singola misura una piccola parte dello spettro di frequenza del segnale, permettendo una dettagliata analisi delle componenti del segnale stesso.



Misure

Strumenti

Centralina di monitoraggio
in banda larga



Entrambe permettono
una misura prolungata
nel tempo

Centralina di monitoraggio
In banda stretta



Misure

Come eseguirle

Riferimenti

- Norma CEI 211-7 «Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 10 Hz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana»

Posizione

Altezza pari a 1.5 m sopra il piano di calpestio, ad almeno 3 volte la dimensione massima della sonda da qualsiasi superficie

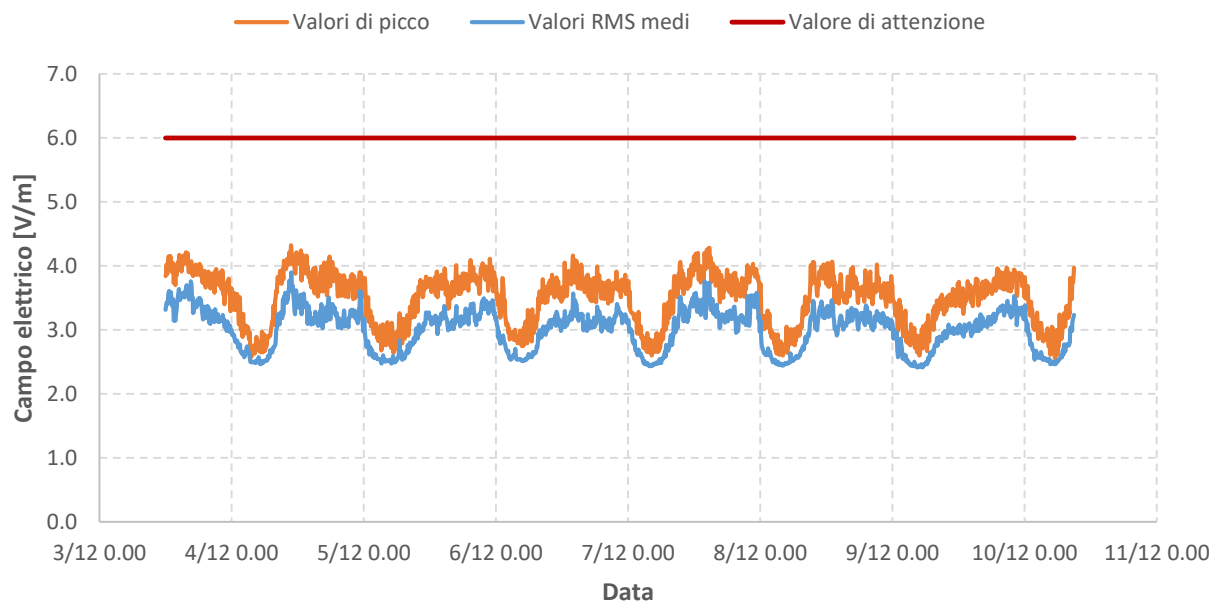
Durata

- Limite di esposizione: qualsiasi intervallo di 6 minuti (valore efficace)
- Valore di attenzione: media nelle 24 ore (almeno un valore efficace ogni 6 minuti)

Misure

Esempio di misura in continuo in banda larga

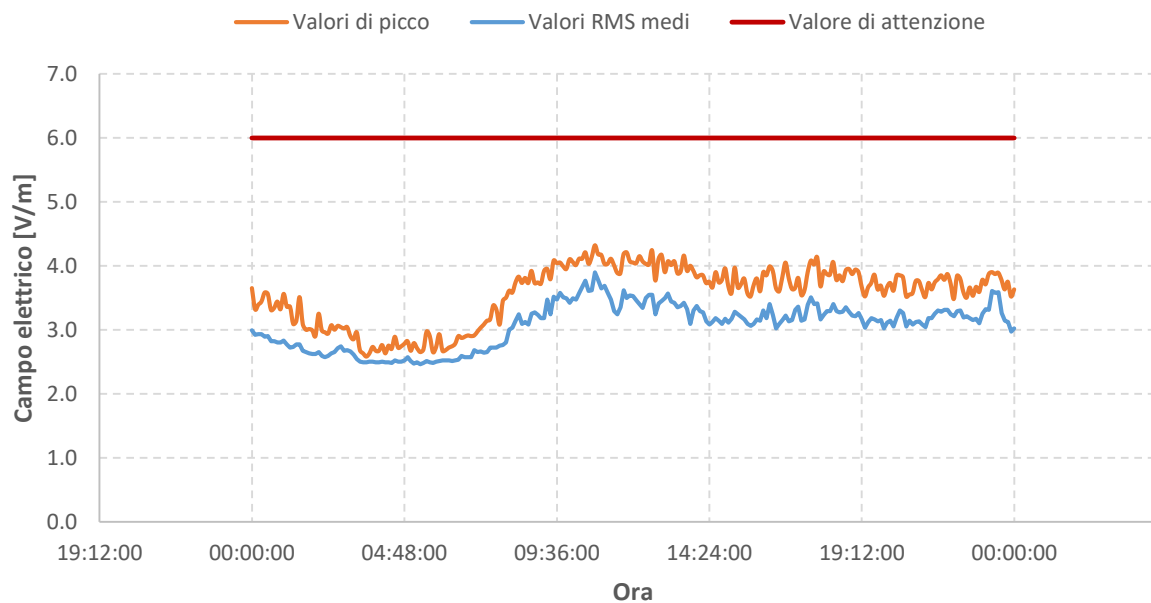
Andamento del campo elettrico nel periodo di misura



Misure

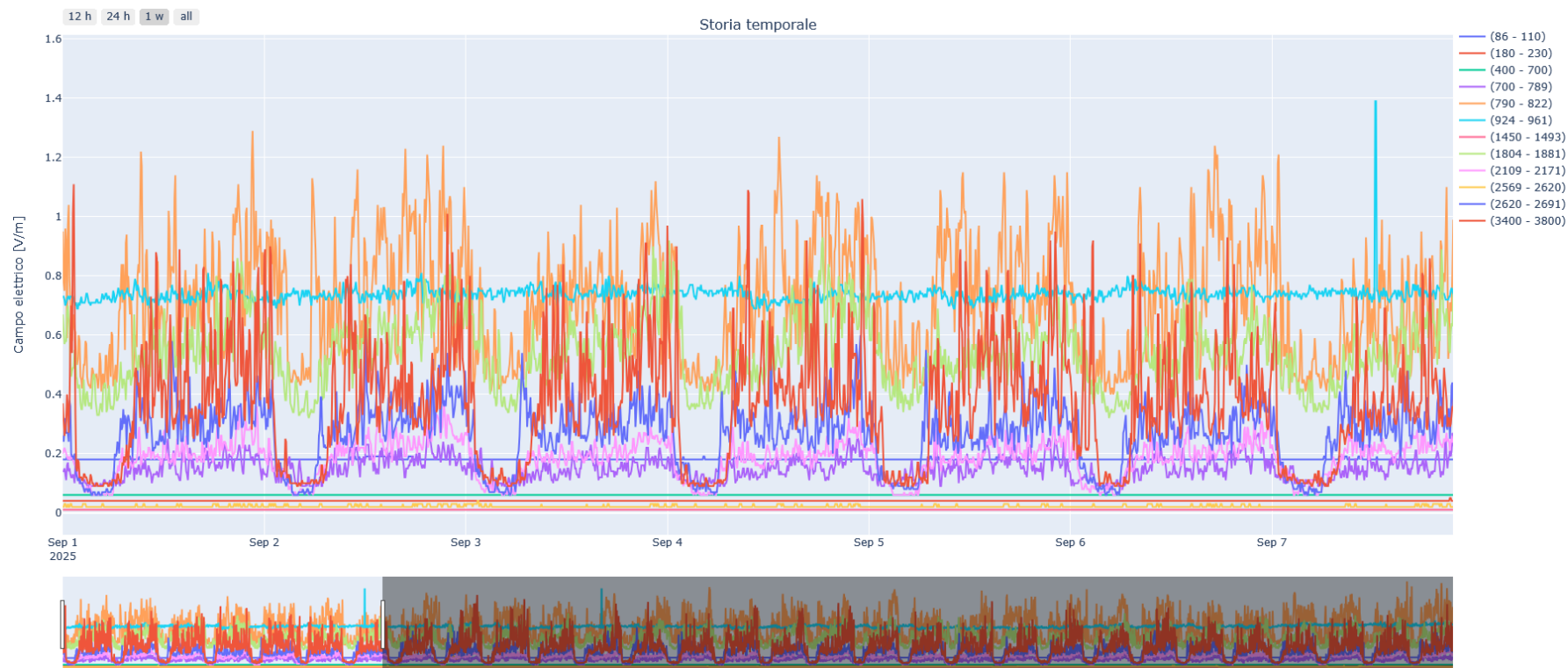
Esempio di misura in continuo in banda larga

Andamento del campo elettrico in un giorno



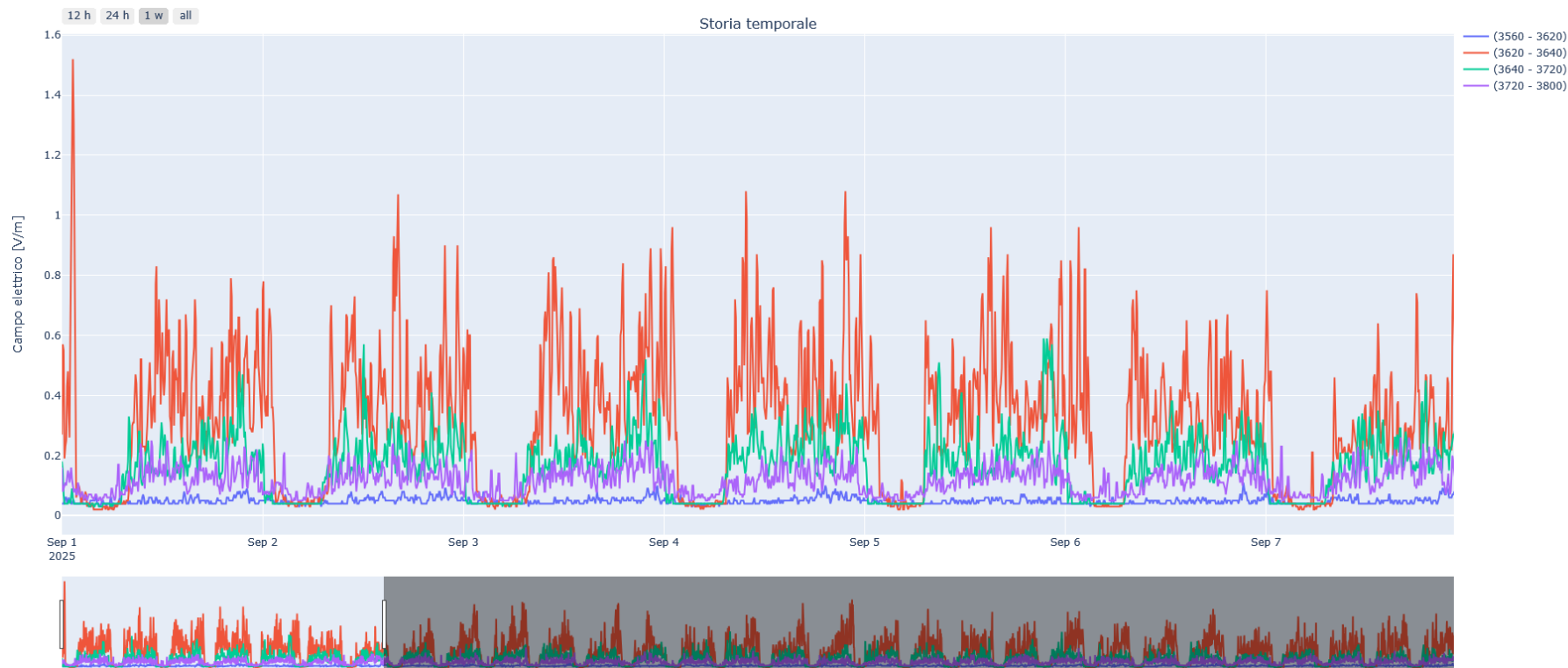
Misure

Esempio di misura in continuo in banda stretta (bande radio/TV e telefonia mobile)



Misure

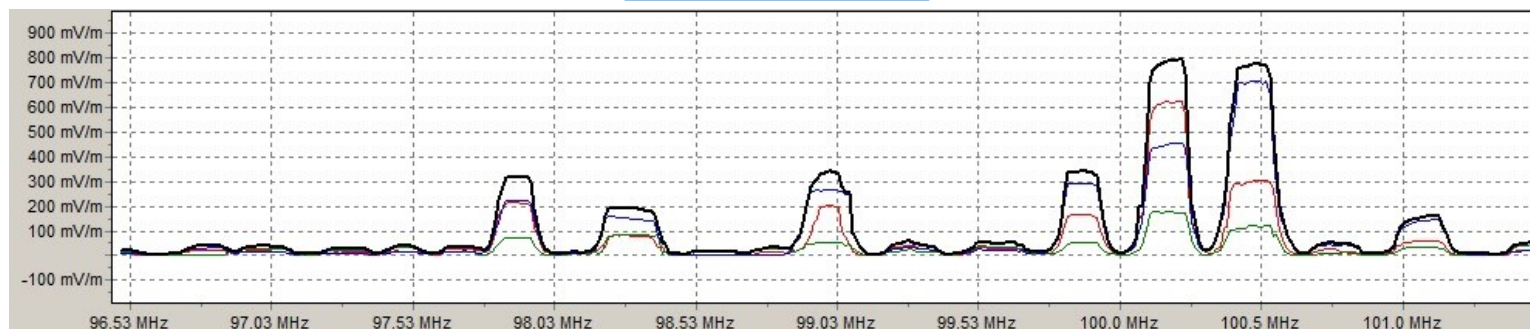
Esempio di misura in continuo in banda stretta (banda 5G NR – 3.6 GHz)



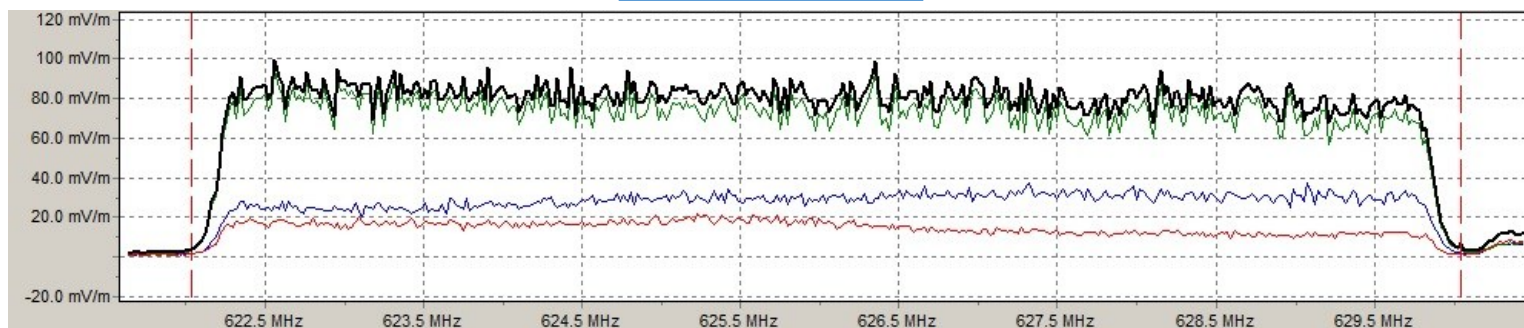
Misure

Esempio di misura in banda stretta

Segnali FM



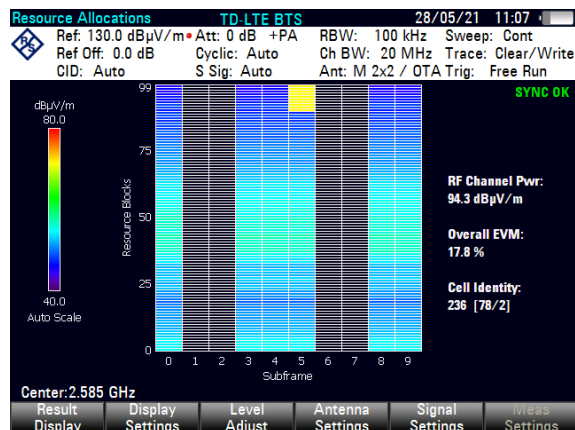
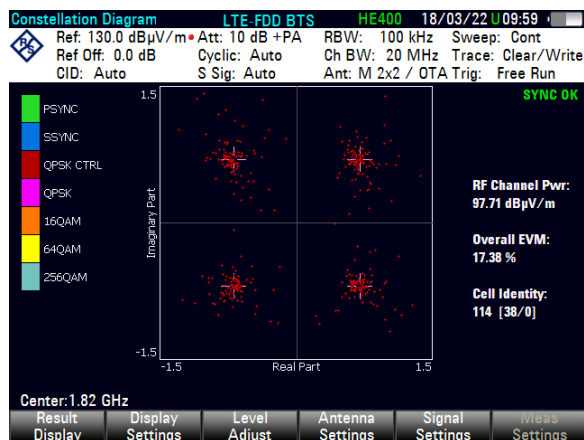
Segnale TV



Esempio di misura in banda stretta

Misure

Esempio di misura in banda stretta (dettagli SRB)



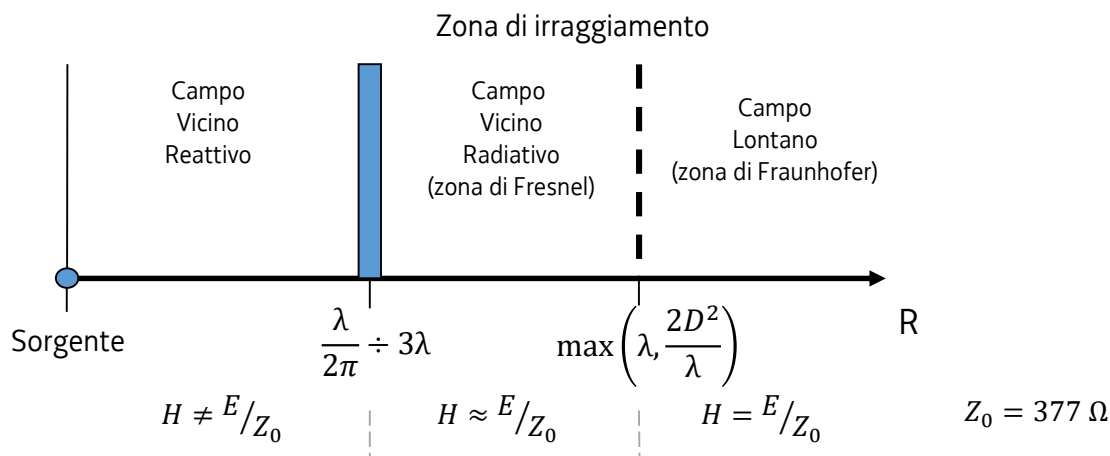
Result Summary		TD-LTE BTS		28/05/21	11:04
Center:	2.585 GHz	Ref Level:	130.0 dBμV/m	Sweep:	Cont
Channel:	---	Ref Offset:	0.0 dB	Trigger:	Free Run
Band:	---	Att:	0.0 dB +PA	Cell [Grp/ID]	Auto
Transd:	TSEMF-B2_101708	Antenna:	M 4x4 / OTA	Cyclic Prefix:	Auto
Ch BW:	20 MHz (100 RB)	UL/DL:	Config 2	Subframes:	10

Global Results		SYNC OK	
RF Channel Power:	93.43 dBμV/m	Cell Identity [Grp/ID]:	236 [78/2]
Overall EVM:	108.38 %	Cyclic Prefix:	Normal
Carrier Freq Error:	680.22 Hz	Traffic Activity:	5.29 %
Sync Signal Power:	73.41 dBμV/m	SINR:	20.95 dB
OSTP:	81.84 dBμV/m	RSSI:	98.45 dBμV/m
RSRP:	71.90 dBμV/m	RSRQ:	-6.56 dB
Frame Offset:	---		

Reference Signal Overview			
Antenna:	Power:	EVM:	Time Alignment Error to Antenna 1:
1	63.85 dBμV/m	13.81 %	0.00 s
2	74.57 dBμV/m	3.67 %	-58.16 ns
3	51.19 dBμV/m	187.82 %	-2.04 μs
4	51.22 dBμV/m	186.53 %	1.95 μs

Result Display	Display Settings	Level Adjust	Antenna Settings	Signal Settings	Meas Settings
----------------	------------------	--------------	------------------	-----------------	---------------

Misure



	Frequenza [MHz]	Lunghezza d'onda [m]	$\frac{\lambda}{2\pi} \div 3\lambda$ [m]
Radio AM	1	300	47 ÷ 900
Radio FM	100	3	0.5 ÷ 9.0
TV	400	0.75	0.12 ÷ 2.3
Telefonia mobile	700	0.42	0.07 ÷ 1.3

La strumentazione da utilizzare va scelta in funzione della tipologia di sorgente e della zona di irraggiamento

Misure

Misure di controllo e vigilanza

Par. 13.3: Criteri di scelta del sistema e delle metodologie di misura:

In generale è sufficiente effettuare soltanto misure di campo in **Banda Larga** se:

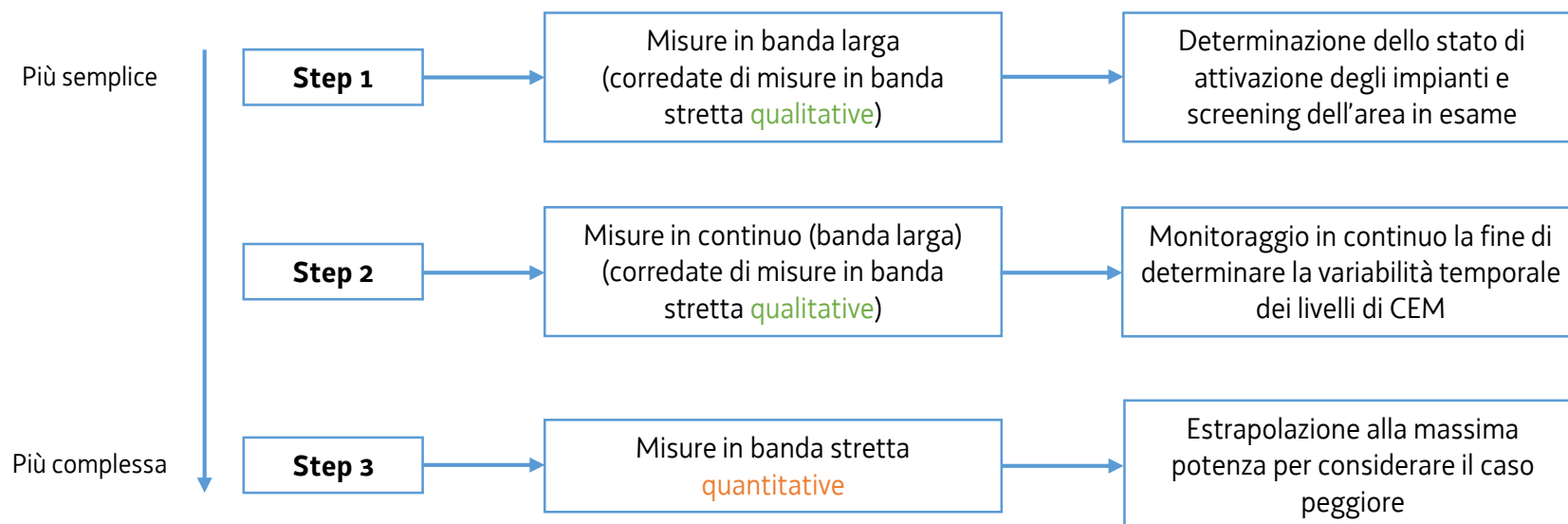
- le misure sono volte ad individuare punti critici in una zona su cui insistono più impianti (screening);
- il valore misurato in Banda Larga non supera il 75% del valore del limite più basso applicabile fra quelli relativi alle frequenze di emissione delle sorgenti presenti.

Viceversa è necessario effettuare la misura utilizzando una catena strumentale in **Banda Stretta** se:

- sono presenti più sorgenti che emettono in intervalli di frequenza su cui devono essere applicati differenti valori limite ed il valore precedentemente misurato in Banda Larga è superiore al 75% del limite più basso;
- mediante la misura in Banda Larga viene evidenziato un superamento del limite per cui si rende necessaria la riduzione a conformità, procedura che richiede di valutare i diversi contributi forniti singolarmente da ogni sorgente.

Misure

Misure di controllo e vigilanza



Procedura interna ARPA FVG

Relativamente al valore di attenzione, superati i 2 V/m, si procede al monitoraggio in continuo e/o all'estrapolazione alla massima potenza

Misure

Misure di controllo e vigilanza
Estrapolazione alla massima potenza

2G (GSM/DCS)

$$E = E_{BCCH} \sqrt{1 + (N - 1) \alpha_{PC} \alpha_{DTX}} \sqrt{\alpha_{24}}$$

BCCH (**B**roadcast **C**ontrol **C**hannel)

3G (UMTS)

$$E = E_{CPICH} \frac{\sqrt{\alpha_{24}}}{\sqrt{\rho_{CA}}}$$

CPICH (**C**ommon **P**ilot **C**hannel)

4G (LTE)

$$E = \sqrt{\sum_n (E_{RSn})^2} \sqrt{\frac{n_{RS}}{BF}} \sqrt{F_{TDC}} \sqrt{\alpha_{24}}$$

RS (**R**eference **S**ignal) del PBCH
(**P**hysical **B**roadcast **C**hannel)

- Campo elettrico relativo al canale di controllo (quantità misurata)
 - Parametri di rete (quantità fissate dal Gestore)
- Variabilità nell'arco delle 24 ore (quantità misurata dai dati di potenza oraria forniti dal Gestore)

Misure

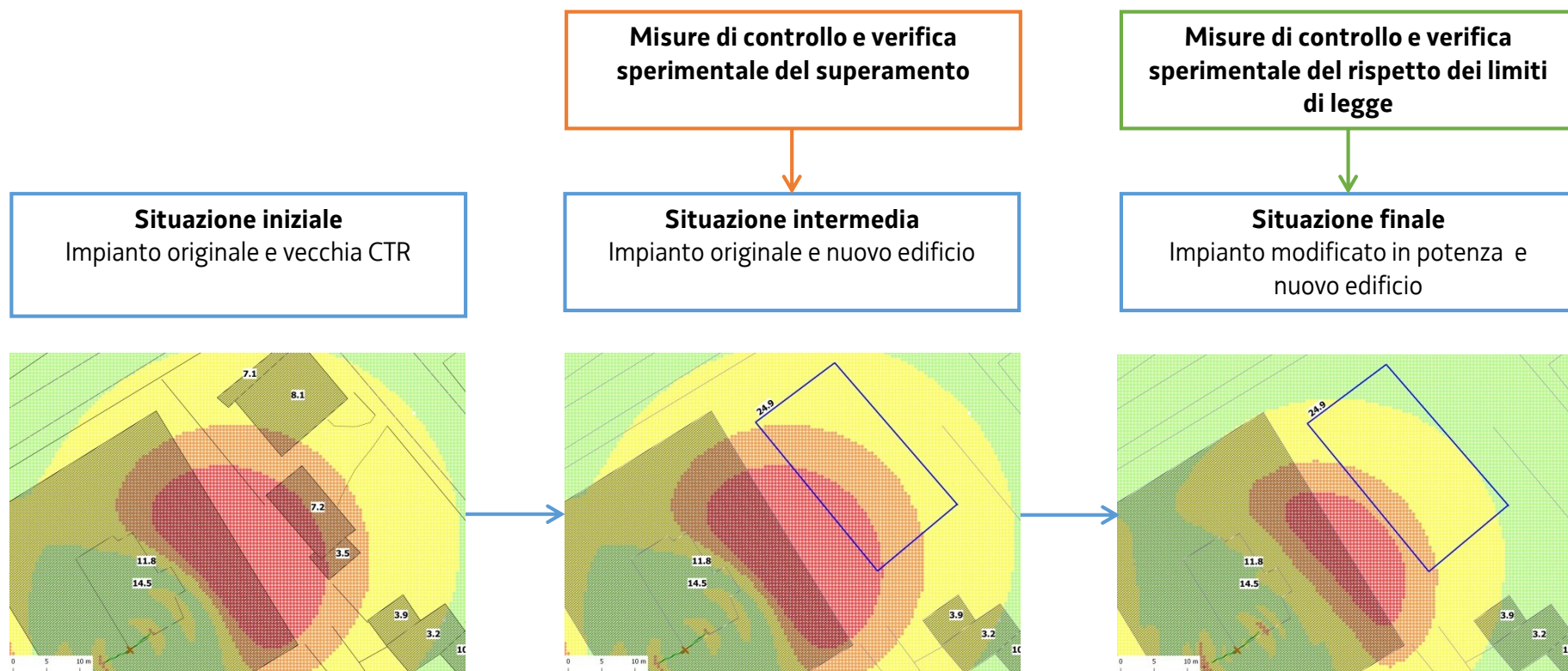
Misure di controllo e vigilanza

Considerazioni

1. Verificare le tipologie di impianti presenti a Catasto in modo da scegliere opportunamente gli strumenti da utilizzare e capire come procedere con le misure.
2. Tenere conto della storia del sito, per eventuali aggiornamenti non presenti a Catasto.
2. Mappare in banda larga l'area in esame, prediligendo zone abitate e/o sensibili (scuole, ospedali, parchi, ecc ...) -> zone a permanenza superiore a 4 ore giornaliere e limite di legge più basso (valore di attenzione/obiettivo di qualità pari a 15 V/m).
3. Effettuare misure in banda stretta qualitativa per capire quali impianti sono attivi.
4. Effettuare misure in banda stretta quantitativa solo se superato il 75% del limite applicabile.
5. Adottare eventuali semplificazioni dettate dalle norme tecniche per rendere più efficiente l'intervento di misura (per impianti di tipo broadcast – radio/TV – è sufficiente una misura di 6 minuti anziché di 24 ore).

Misure

Esempio della risoluzione di un superamento



Misure

Criticità

ARPA possiede una buona conoscenza del territorio e ha individuato alcune aree critiche che controlla regolarmente: queste sono riportate nel PRRIR (Piano Regionale di Risanamento degli Impianti Radioelettrici) del 2014 aggiornato nel 2021.

In molti casi i valori di campo **sono rientrati** nei limiti di legge

I superamenti sono generalmente dovuti a campi elettromagnetici generati da **impianti radio e TV**

Alcune aree sono più rilevanti perché **maggiormente abitate**

? ! ? ! ?