

**MONITORAGGIO DEI
CAMPI
ELETTROMAGNETICI
(CEM)
AD ALTA FREQUENZA
IN PROVINCIA DI
RAVENNA**

Triennio: 2019 - 2021

Ottobre 2022



Arpae – Area Prevenzione Ambientale EST
Servizio Sistemi Ambientali

Relazione a cura di:

Patrizia Luciali
Cristina Ceccarelli
Andrea Caccoli

Hanno collaborato, alla gestione delle centraline e ai monitoraggi:

Andrea Caccoli (Referente)
Roberto Tinarelli
Elena Fusillo

Contatti ed informazioni: pluciali@arpae.it
cceccarelli@arpae.it
fliguori@arpae.it

Link:

Resoconti singole campagne di misura :

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/campi-elettromagnetici/dati-campi-elettromagnetici/campagne-di-misura>

Relazione Protocollo CEM 2019 - 2021 – Report Cem Ravenna:

<https://www.arpae.it/it/il-territorio/ravenna/report-a-ravenna/campi-elettromagnetici>

1 - Introduzione

Anche nella provincia di Ravenna, come del resto in gran parte del territorio regionale, sono presenti numerose sorgenti di Campi Elettromagnetici (CEM): impianti per la trasformazione e la distribuzione dell'energia elettrica (linee elettriche e cabine di trasformazione), impianti fissi per le radiocomunicazioni (Radio-TV) e stazioni radio base per la telefonia mobile (SRB). Mentre i primi impianti sono sorgenti di campi elettromagnetici a bassa frequenza (ELF), impianti radio-TV e SRB producono CEM nel range delle alte frequenze (radio onde e microonde, RF).

Considerato l'interesse e la sensibilità manifestati dalla popolazione e dalle Amministrazioni alla tematica CEM, i Comuni della provincia di Ravenna hanno rinnovato ad Arpae il protocollo che prevede, per il triennio 2019 – 2021, il monitoraggio dei campi elettromagnetici prodotti da Impianti radio-TV e stazioni per la telefonia installati nei territori di competenza.

Infatti, i monitoraggi effettuati nell'ambito di questo e dei precedenti protocolli (2005, 2009 e 2013), oltre a verificare le valutazioni teoriche effettuate con il modello di calcolo nell'ambito del rilascio dell'autorizzazione per l'installazione/ riconfigurazione di Radio-TV e SRB, consentono di fornire puntuali risposte alle richieste informative dei cittadini.

Il numero di postazioni in cui sono state effettuate le misure, nel triennio di validità del protocollo in ogni comune nel territorio provinciale, ha tenuto conto del numero di sorgenti e dei potenziali recettori (abitazioni, siti sensibili, zone ad alta frequenza della popolazione).

Inoltre, considerando i risultati delle passate misurazioni, sono stati esclusi alcuni "caposaldi" in cui le misurazioni avevano evidenziato valori molto bassi, spesso inferiori ai limiti di sensibilità strumentale, oppure dove era venuta meno la disponibilità del privato ad ospitare la strumentazione per la misurazione (centralina).

Per la pianificazione e la realizzazione dello studio, oltre a consultare la banca dati con l'archivio dei gestori, è stata utilizzata la cartografia di riferimento aggiornata con l'ubicazione degli impianti e delle postazioni di monitoraggio.

I dati relativi alle singole campagne di misura sono pubblicati sul sito web di Arpae all'indirizzo:

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/campi-elettromagnetici/dati-campi-elettromagnetici/campagne-di-misura>

e consultabili selezionando la campagna (in corso o già conclusa) e il territorio di interesse (provincia di Ravenna). La presente relazione, invece, contiene l'elaborazione dei dati rilevati nel corso del triennio di validità del protocollo (2019 – 2021) nel territorio provinciale e verrà pubblicato all'indirizzo:

<https://www.arpae.it/it/il-territorio/ravenna/report-a-ravenna/campi-elettromagnetici>

2 - Aspetti tecnici

Lo spettro elettromagnetico (Figura 1) è costituito da radiazioni originate da differenti sorgenti e caratterizzate da frequenze diverse, da pochi Hz (onde radio) a più di alcune centinaia di trilioni di Hz (cioè maggiori di 300 EHz, raggi gamma):

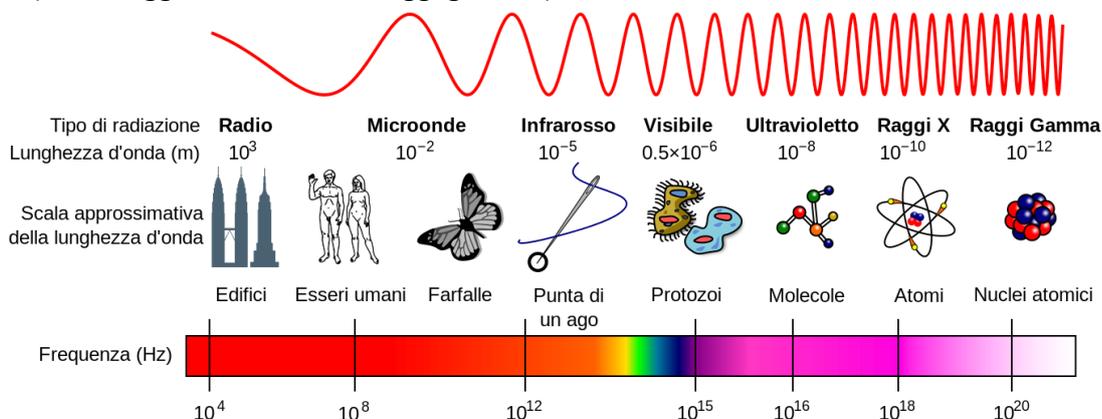


Figura 1: Spettro elettromagnetico

La caratteristica fondamentale, che distingue e determina le diverse proprietà delle onde elettromagnetiche, è proprio la frequenza (f - misurata in Hertz - Hz), cioè il numero di oscillazioni effettuate dall'onda nell'unità di tempo. La lunghezza d'onda (λ), che rappresenta la distanza percorsa dalla radiazione nel periodo di una oscillazione (uguale alla distanza tra due massimi o due minimi dell'onda), è legata alla frequenza da un rapporto di proporzionalità inversa¹: se aumenta la frequenza diminuisce la lunghezza d'onda.

Pur essendo molto diverse per origine, caratteristiche, capacità o meno di produrre ionizzazione, modalità di interazione con la materia, effetti a seguito di esposizione, queste radiazioni hanno la comune proprietà di poter essere descritte in termini di campi elettrici e magnetici; inoltre hanno la medesima velocità di propagazione nel vuoto (circa 300.000 km/s).

Le diverse regioni dello spettro (figura 2) hanno nomi diversi.

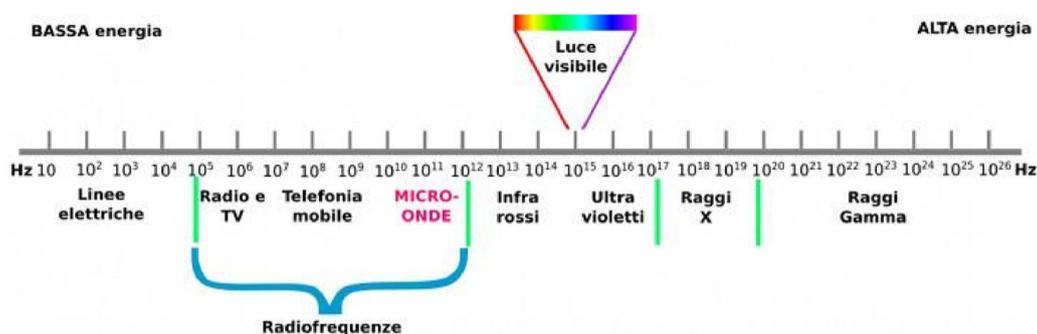


Figura 2 - Spettro elettromagnetico e nomi dei vari range di frequenza

Le radiazioni che costituiscono la parte di spettro elettromagnetico da 0 Hz a 3×10^6 GHz sono

¹ Per le onde elettromagnetiche la relazione fra frequenza e lunghezza d'onda è: $\lambda = c / f$, dove c è la velocità della luce = 299.792.458 m/s $\sim 3 \cdot 10^8$ m/s

denominate Radiazioni Non Ionizzanti (NIR) in quanto non possiedono l'energia sufficiente per modificare le componenti della materia e degli esseri viventi (atomi, molecole). In questo range di frequenze si distinguono (Tabella 1):

Campi Statici e Frequenze Estremamente Basse (ELF)	0 Hz	÷	30 KHz
Basse Frequenze (LF)	30 KHz	÷	100 KHz
Radio Frequenze (RF)	100 KHz	÷	300 MHz
Microonde (MW)	300 MHz	÷	300 GHz
Radiazione Ottica (IR – VIS – UV)	300 GHz	÷	3x10 ⁶ GHz

Tabella 1 – Suddivisione dello spettro elettromagnetico da 0 Hz a 3x10⁶ GHz e relativa nomenclatura.

I campi statici sono principalmente utilizzati nell'industria e nel settore medico (Risonanza Magnetica) e pertanto l'esposizione riguarda soprattutto i lavoratori addetti.

Le radiazioni a basse frequenze, dette ELF, si originano nel trasporto, trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti, sottostazioni, etc.) e da tutte quelle apparecchiature domestiche o industriali alimentate a 50 Hz. Relativamente all'ambiente, il maggior impatto deriva dalle linee di trasmissione ad alta tensione, utilizzate per il trasporto dell'energia elettrica a grandi distanze; l'entità dei campi elettromagnetici è maggiore al di sotto delle linee stesse e decresce rapidamente con la distanza. Dal punto di vista dell'esposizione umana sono importanti gli impianti a bassa tensione presenti in ambienti di vita e di lavoro che generano campi di entità non trascurabile e che coinvolgono, per tempi anche prolungati, un notevole numero di individui della popolazione e di lavoratori non esposti per ragioni professionali.

I campi elettromagnetici che si estendono da 300 Hz a 100 kHz sono classificate con la dicitura LF . Le fonti principali che operano in questa gamma di frequenza sono i dispositivi antifurto, tipicamente impiegati per prevenire il furto di merci, con un livello di emissione che di solito è al di sotto dei limiti di esposizione. Trovano applicazioni anche nei piani di cottura ad induzione, nei motori elettrici e nei lettori di badge. Anche alcune applicazioni industriali, come il riscaldamento a induzione e saldatura, possono causare emissioni nella gamma LF.

La presenza nell'ambiente esterno delle radiazioni a radiofrequenze (RF) e le microonde (MW) è dovuta soprattutto agli impianti radiotelevisivi, ai ponti radio ed alle stazioni radio base per telefonia mobile (SRB).

Nel caso di studio le frequenze di interesse sono quelle delle onde elettromagnetiche prodotte da:

- linee elettriche → ELF – Frequenze Estremamente Basse;
- stazioni radio base (SRB) ed emittenti radio-televisive) → RF – Radio Frequenze, comprese fra 100 kHz e 300 GHz (radioonde e microonde).

Poiché la diversa modalità di interazione con i sistemi biologici e gli effetti conseguenti dipendono dalla frequenza della radiazione², i riferimenti normativi riguardanti la tutela dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori si differenziano a seconda del range di frequenza considerato.

² la modalità di interazione delle onde elettromagnetiche con i sistemi biologici dipendono dalla frequenza della radiazione ovvero dall'energia. Infatti, nell'elettrodinamica quantistica, le radiazioni elettromagnetiche sono costituite da particelle elementari, i fotoni, che trasportano ognuno un "pacchetto" di energia. Se consideriamo un'onda con una determinata frequenza, questa sarà costituita da un fascio di fotoni tutti della stessa energia: $E = h * f$ dove h è la costante di Planck

3 - Inquadramento normativo

Le raccomandazioni e le normative nel campo delle radiazioni non ionizzanti sono il frutto di ricerche svolte da organismi internazionali e nazionali la cui *mission* è la protezione della salute e la salvaguardia dell'ambiente.

In particolare, la maggior parte della legislazione nazionale si basa sulle linee guida della Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP, *International Commission on Non Ionizing Radiation Protection*). L'ICNIRP è una organizzazione non governativa, riconosciuta dall'OMS, che valuta i risultati scientifici prodotti a livello mondiale: Sulla base di un'approfondita rassegna della letteratura, l'ICNIRP redige linee guida, periodicamente riviste ed aggiornate, che contengono valori di esposizione raccomandati. L'ultimo aggiornamento, pubblicato a marzo 2020, definisce in modo più puntuale i limiti di base e i livelli di riferimento per le varie porzioni di spettro³. Per le frequenze di interesse, introduce limiti più restrittivi rispetto alle pubblicazioni precedenti. E' però importante sottolineare che, nonostante l'Unione Europea non abbia ancora recepito queste nuove indicazioni, i limiti fissati dalla normativa italiana per l'esposizione umana ai campi elettromagnetici attualmente vigente sono comunque più cautelativi dei limiti con le nuove restrizioni previste dalla Linea Guida dell'ICNIRP 2020.

La Raccomandazione n° 519 (1999/519/CE) del 12 luglio 1999, "Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz" (Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee 30 luglio 1999 n. L 199) è la normativa di riferimento a livello europeo. La Raccomandazione, ai fini dell'applicazione delle limitazioni basate sulla valutazione dei possibili effetti sulla salute dei campi elettromagnetici, distingue tra *limiti di base* (Tabella 2) e *livelli di riferimento* (Tabella 3); tali limiti e livelli sono stati elaborati sulla scorta di un approfondito esame della letteratura scientifica pubblicata al 1999.

³ Per illustrare le principali novità introdotte nelle nuove Linee Guida si riportano di seguito alcune delle dichiarazioni rilasciate dalla stessa ICNIRP (<https://www.icnirp.org/en/rf-faq/index.html> - testo tradotto in italiano da Daniele Andreuccetti, Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara", CNR, Sesto Fiorentino (FI), Rosaria Falsaperla, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro ed Ambientale, INAIL, Monte Porzio Catone (RM), Francesco Frigerio, Centro Ricerche Ambientali, ICS Maugeri Spa, Pavia, Alessandro Polichetti, Centro Nazionale per la Protezione dalla Radiazioni e Fisica Computazionale, ISS, Roma):

"c'è una serie di differenze tra le nuove e le vecchie linee guida. Le principali modifiche riguardano le esposizioni a CEM di frequenza superiore ai 6 GHz e tengono conto degli sviluppi tecnologici dei CEM RF, come il 5G. Queste modifiche includono ulteriori restrizioni per garantire che esposizioni a CEM RF a corpo intero oppure localizzate e di breve durata (<6 minuti) non risultino eccessive. In questo intervallo di frequenze maggiori di 6 GHz, è stata ridotta (di un fattore 5) anche l'area su cui mediare le esposizioni localizzate. Ciò comporta una riduzione dell'esposizione massima di una persona rispetto alle restrizioni ICNIRP del 1998. Altre modifiche meno importanti riguardano metodi aggiuntivi per valutare la conformità alle linee guida e maggiori specifiche su come valutare scenari di esposizione complicati."

In merito agli effetti non termici (o a lungo termine), l'ICNIRP specifica:

"Oltre alle rassegne scientifiche internazionali considerate durante lo sviluppo delle linee guida, sono state prese in considerazione anche ricerche più recenti. Queste includono recenti studi condotti dal National Toxicology Program (NTP) degli Stati Uniti, e dall'Istituto Ramazzini in Italia, rivolti ad una serie di possibili effetti sulla salute tra cui la cancerogenicità. Una valutazione dettagliata di tali studi è presentata in una recente nota dell'ICNIRP. Come descritto in quest'ultima, nonostante le affermazioni sulla cancerogenicità presenti nelle pubblicazioni dell'NTP e del Ramazzini, tali studi non hanno dimostrato che l'esposizione a CEM RF abbia iniziato o promosso il cancro nei roditori, e pertanto sono coerenti con la letteratura scientifica più in generale. Poiché non è stato dimostrato che i CEM RF causino il cancro (né nei roditori, né negli esseri umani), non sono state necessarie specifiche restrizioni nelle linee guida per la protezione dall'iniziazione o dalla promozione dei tumori. Tuttavia, proteggendo dagli effetti nocivi per la salute che si verificano a livelli di esposizione più bassi, le nuove linee guida ICNIRP proteggerebbero anche da ipotetici effetti nocivi che si dovessero riscontrare a livelli di esposizione più elevati come quelli utilizzati negli studi dell'NTP".

**Limiti di base per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
(0 Hz-300 GHz)**

Gamma di frequenza	Densità di flusso magnetico (mT)	Densità di corrente (mA/m ²) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (capo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza S (W/m ²)
0 Hz	40	—	—	—	—	—
>0-1 Hz	—	8	—	—	—	—
1-4 Hz	—	8/f	—	—	—	—
4-1 000 Hz	—	2	—	—	—	—
1 000 Hz-100 kHz	—	f/500	—	—	—	—
100 kHz-10 MHz	—	f/500	0,08	2	4	—
10 MHz-10 GHz	—	—	0,08	2	4	—
10-300 GHz	—	—	—	—	—	10

f è la frequenza espressa in Hz

Tabella 2 – Limiti di base per i CEM 0 Hz – 300 GHz – Raccomandazione del 12 luglio 1999

**Livelli di riferimento per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
(0 Hz-300 GHz, valori efficaci (rms) non perturbati)**

Intervallo di frequenza	Intensità di campo E (V/m)	Intensità di campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densità di potenza ad onda piana equivalente S _{eq} (W/m ²)
0-1 Hz	—	3,2 × 10 ⁴	4 × 10 ⁴	—
1-8 Hz	10 000	3,2 × 10 ⁴ /f ²	4 × 10 ⁴ /f ²	—
8-25 Hz	10 000	4 000/f	5 000/f	—
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	—
1-10 MHz	87/f ^{1/2}	0,73/f	0,92/f	—
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2 000 MHz	1,375 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	0,0046 f ^{1/2}	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

f è la frequenza espressa in Hz

Tabella 3 - Livelli di riferimento per i CEM 0 Hz – 300 GHz – Raccomandazione del 12 luglio 1999

I limiti di base all'esposizione ai campi elettromagnetici si fondano su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico, mentre i livelli di riferimento sono livelli indicati a fini pratici, per poterli confrontare con i valori di grandezze misurate.

Il rispetto di tutti i livelli di riferimento raccomandati garantisce il rispetto dei limiti di base. Se il valore delle grandezze misurate supera i livelli di riferimento, non ne consegue necessariamente che i limiti di base siano superati. In tal caso, sarà necessario effettuare una valutazione per decidere se i livelli di esposizione siano inferiori a quelli fissati per i limiti di base.

In materia di elettromagnetismo, la normativa nazionale vigente risulta particolarmente puntuale.

Attualmente sono in vigore:

- 1) **Legge 36/01** “*Legge Quadro sulla protezione dalle esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*”: in particolare, l’art. 4 comma 2 demanda la definizione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e obiettivi di qualità all’emanazione di due decreti applicativi:
 - a. il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (G.U. n. 199 del 28/08/2003) “*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100KHz e 300GHz*” (*Radioonde e microonde*);
 - b. il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (G.U. n. 200 del 29/08/2003) “*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generate dagli elettrodotti*” (*ELF*).
- 2) **Decreto del 29.05.08** “*Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica*”, utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell’obiettivo di qualità (Gazzetta Ufficiale N. 153 del 2 Luglio 2008).
- 3) **Decreto del 29.05.08** “*Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti*” (Supplemento ordinario n.160 alla Gazzetta ufficiale 5 luglio 2008 n. 156).
- 4) **Legge 221/12** del 17/12/2012 “*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 18 ottobre 2012, n. 179, recante ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese*”, in particolare l’art. 14, comma 8, introduce delle importanti modifiche al D.P.C.M. 8 Luglio 2003, che hanno ripercussioni sulla fase preventiva e sulla fase di controllo.
- 5) **Decreto 77/2021 convertito in legge n. 108 del 29 luglio 2021** “*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure.*” In particolare, l’art. 40 introduce una serie di semplificazioni del procedimento di autorizzazione per l’installazione di infrastrutture di comunicazione elettronica e agevolazione per l’infrastrutturazione digitale degli edifici e delle unità immobiliari. In particolare il comma 5 prevede che gli interventi di cui agli articoli 87 bis e 87 ter del decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259 siano realizzati previa comunicazione di avvio dei lavori all’amministrazione comunale. Gli impianti sono attivabili qualora, entro trenta giorni dalla richiesta di attivazione all’organismo competente di cui all’articolo 14 della legge 22 febbraio 2001, n. 36 (Arpa) non sia stato comunicato dal medesimo un provvedimento negativo.
- 6) **Decreto legislativo n. 207 del 08/11/2021** - *Attuazione della direttiva (UE) 2018/1972 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell’11 dicembre 2018, che istituisce il Codice europeo delle comunicazioni elettroniche (rifusione)*. In particolare, l’art. 45 (che sostituisce l’art. 87bis) prevede la semplificazione dei procedimenti di autorizzazione all’installazione di infrastrutture radio.

Il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (G.U. n. 199 del 28/08/2003) nell'Allegato B, per le **radioonde e le microonde**, fissa (Tabella 4):

- ⇒ i **limiti di esposizione**, in modo differenziato per tre intervalli di frequenza; per le frequenze dei dispositivi delle telefonia mobile i limiti di esposizione per il campo elettrico sono pari a 20 V/m per l'intervallo di frequenze fra 3 MHz e 3 GHz e 40 V/m per frequenze fra 3 e 300 GHz. Questi valori limite devono essere rispettati in qualunque punto accessibile agli individui della popolazione;
- ⇒ il **valore di attenzione** di 6 V/m per il campo elettrico (senza differenziazione per frequenza), assunto a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine eventualmente connessi con le esposizioni ai campi generati alle suddette frequenze all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari;
- ⇒ l'**obiettivo di qualità** di 6 V/m per il campo elettrico (senza differenziazione per frequenza), da applicare all'aperto in aree e luoghi intensamente frequentati, dove per aree intensamente frequentate si intendono anche superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente per il soddisfacimento di bisogni sociali, sanitari e ricreativi.

Tabella 1	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m ²)
Limiti di esposizione			
0,1 < f ≤ 3 MHz	60	0,2	-
3 < f ≤ 3000 MHz	20	0,05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0,01	4

Tabella 2	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m ²)
Valori di attenzione			
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz-300 GHz)

Tabella 3	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m ²)
Obiettivi di qualità			
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz-300 GHz)

Tabella 4 - DPCM 8 luglio 2003 – Allegato B: limiti di esposizione (tabella 1); valori di attenzione (tabella 2); obiettivi di qualità (tabella 3)

Il Decreto Legge del 18 ottobre 2012, convertito in Legge il 17 dicembre 2012 (Legge 221/12), ha introdotto (art.14) alcune importanti modifiche alla normativa, in particolare:

1. i **limiti di esposizione** (20 V/m, art. 3 DPCM 8 luglio 2003) devono essere verificati con misure a 1.5 m sul piano di calpestio e mediati su un qualsiasi intervallo di 6 minuti (art.14 – comma 8 b⁴);
2. i **valori di attenzione** (6 V/m, art. 3 DPCM 8 luglio 2003) devono essere ugualmente determinati ad un'altezza di m 1,5 sul piano di calpestio, ma devono essere valutati come media dei valori delle 24 ore (art.14 – comma 8 a,b)⁵);
3. gli **obiettivi di qualità** di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 (6 V/m) calcolati o verificati all'aperto nelle aree intensamente frequentate devono essere determinati ad un'altezza di m 1.5 sul piano di calpestio, ma devono essere valutati come media dei valori nelle 24 ore (art.14 – comma 8 c)⁶).

L'altro Decreto, sempre del 8 Luglio 2003 ma pubblicato nella G.U. n. 200 del 29/08/2003, è relativo ai **campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti** (ovvero l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione) e fissa i seguenti limiti, valore di attenzione e obiettivo di qualità (Tabella 5):

- ⇒ i **limiti di esposizione (art.3)**: non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- ⇒ il **valore di attenzione (art.3)**: a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio;
- ⇒ l'**obiettivo di qualità (art.4) per nuovi elettrodotti**: nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, e' fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

⁴ **Art.14 - (... b)** nel caso di esposizione a impianti che generano campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz, non devono essere superati i limiti di esposizione di cui alla tabella 1 dell'allegato B del citato decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003, intesi come valori efficaci. Tali valori devono essere rilevati ad un'altezza di m. 1,50 sul piano di calpestio e mediati su qualsiasi intervallo di sei minuti. I valori di cui alla lettera a) , invece, devono essere rilevati ad un'altezza di m. 1,50 sul piano di calpestio e sono da intendersi come media dei valori nell'arco delle 24 ore;

⁵ **Art.14 - (... a)** i valori di attenzione indicati nella tabella 2 all'allegato B del citato decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 si assumono a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti anche a lungo termine eventualmente connessi con le esposizioni ai campi generati alle suddette frequenze nei seguenti casi:

- 1) all'interno di edifici ci utilizzati come ambienti abitativi con permanenze continuative non inferiori a quattro ore giornaliere;
- 2) solo nel caso di utilizzazione degli edifici ci come ambienti abitativi per permanenze non inferiori a quattro ore continuative giornaliere, nelle pertinenze esterne, come definite nelle Linee Guida di cui alla successiva lettera d) , quali balconi, terrazzi e cortili (esclusi i tetti anche in presenza di lucernai ed i lastri solari con funzione prevalente di copertura, indipendentemente dalla presenza o meno di balaustre o protezioni anti-caduta e di pavimentazione rifinita, di proprietà comune dei condomini);

⁶ **Art.14 - (... c)** ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi elettromagnetici, i valori di immissione dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate, non devono superare i valori indicati nella tabella 3 dell'allegato B del citato decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003, detti valori devono essere determinati ad un'altezza di m 1,50 sul piano di calpestio e sono da intendersi come media dei valori nell'arco delle 24 ore;

VALORI LIMITE PER CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO GENERATO DA ELETTRODOTTI E CABINE DI TRASFORMAZIONE			
Limiti di esposizione per l'induzione magnetica B	Limiti di esposizione per il campo elettrico E	Valore di attenzione per l'induzione magnetica B	Obiettivo di qualità per l'induzione magnetica B
100 μ T	5 KV/m	10 μ T	3 μ T

Tabella 5 - DPCM 8 luglio 2003 – limiti di esposizione, valore di attenzione e obiettivo di qualità per il campo elettrico e magnetico generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz

Altro riferimento normativo per valutare i campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti, è il **Decreto** del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del **29 maggio 2008** - *“Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”* che contiene la metodologia da applicare per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e di progetto, per il rispetto dei principi della Legge 36/01 e del DPCM 8 luglio 2003

A livello regionale, i riferimenti normativi sono costituiti dalla **LR 30/2000 e ss.mm.** e dalla **Direttiva Applicativa**, Delibera di Giunta n.197 del 13/03/01 *“Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico”* così come integrata e modificata dalla Delibera di Giunta n. 1138 del 21/07/2008.

4 - Sorgenti di campi elettromagnetici oggetto di misura: Stazioni Radio Base e Radio TV

Qualunque dispositivo, macchinario, impianto alimentato ad energia elettrica emette campi elettrici, campi magnetici, campi elettromagnetici. Le sorgenti più comunemente conosciute sono gli elettrodotti per la distribuzione dell'energia elettrica, il sistema di comunicazione fatto con i telefoni cellulari, oltre ai trasmettitori Radio TV . Queste sono anche le sorgenti oggetto di misura nel presente studio.

4.1 - Trasmettitori Radio TV

I ripetitori radio-televisivi sono impianti *broadcasting*, ovvero impianti di diffusione pubblica di messaggi che, per raggiungere il più ampio numero di persone, utilizzano sistemi di comunicazione terrestri o satellitari. Tali impianti hanno spesso potenze superiori a 1000 W e, a seconda della quota di installazione, coprono ampi bacini di utenza che possono interessare anche più province.

Poiché le potenze in gioco sono significative, le emittenti radiotelevisive generano campi elettromagnetici di una certa entità che possono contribuire all'esposizione della popolazione in modo più significativo rispetto, ad esempio, ai sistemi di comunicazione della telefonia cellulare, dove sono in gioco potenze decisamente più contenute.

L'entità del campo elettrico prodotto da queste infrastrutture varia notevolmente da sito a sito, a seconda della quota di installazione e delle potenze utilizzate. La crescita spesso disordinata, la mancanza di una adeguata pianificazione delle frequenze, di un controllo delle potenze, di un catasto aggiornato ed esaustivo delle antenne radio televisive da parte del Ministero delle Comunicazioni, rende necessaria l'effettuazione di misure e controlli. Lo *switch off* del segnale televisivo analogico e la riconversione degli impianti in tecnologia digitale porta ad una diminuzione dei livelli di campo elettromagnetico grazie alla minore potenza impiegata da questo tipo di trasmettitori. L'impatto visivo dell'impianto può risultare significativo, come mostrato in Figura 3. Nella provincia di Ravenna le Radio-TV sono concentrate a Ravenna, Riolo e Brisighella

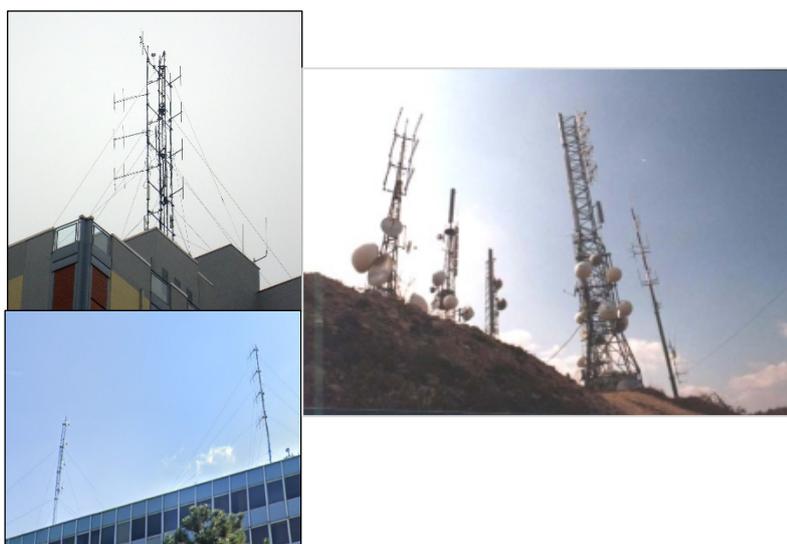


Figura 3 – Alcuni impianti Radio-TV presenti in siti della provincia di Ravenna

4.2 - Sistemi per la telefonia mobile o cellulari

Anche i sistemi per telefonia mobile sono sistemi *broadcasting*, da un punto emittente a molti punti riceventi. I sistemi cellulari sfruttano la suddivisione del territorio in aree di dimensioni limitate, dette *celle*, ognuna servita dal segnale proveniente dalla Stazione Radio Base (SRB - Figura 4).



Figura 4 - Esempi di SRB installate nella provincia di Ravenna

Le stazioni radio base per la telefonia cellulare usano:

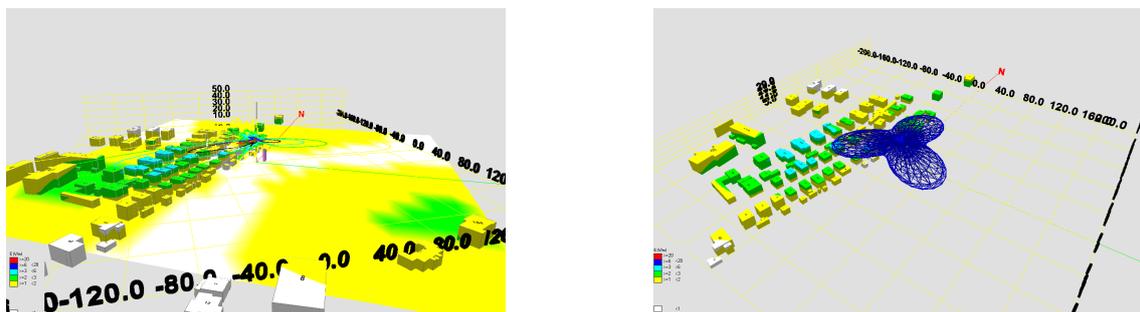
- potenze limitate, alcuni ordini di grandezza inferiore a quella dei trasmettitori radio FM e TV;
- la sagomatura del campo irradiato dalla singola cella, così da coprire solo la porzione di territorio desiderata;
- l'inclinazione delle antenne rispetto all'orizzonte, cosicché i lobi di radiazione del campo elettrico risultano inclinati verso il basso rispetto all'orizzonte.

Gli apparati fissi di telefonia cellulare si compongono di antenne trasmettenti (apparati irradianti), che trasmettono il segnale al telefono cellulare, e di antenne riceventi, che ricevono il segnale trasmesso dal telefono. Gli apparati irradianti sono installati su tralicci o su edifici elevati, in modo da inviare il segnale, senza troppe interferenze, in una specifica cella di territorio. La copertura della porzione di territorio viene garantita da due/tre gruppi di antenne (due/tre celle) collocati in direzioni diverse (direzioni di puntamento), così da garantire la quasi isotropicità del sistema. L'altezza delle installazioni, le potenze e la tipologia delle antenne impiegate concorrono a definire i valori del campo elettromagnetico nelle aree circostanti l'impianto.

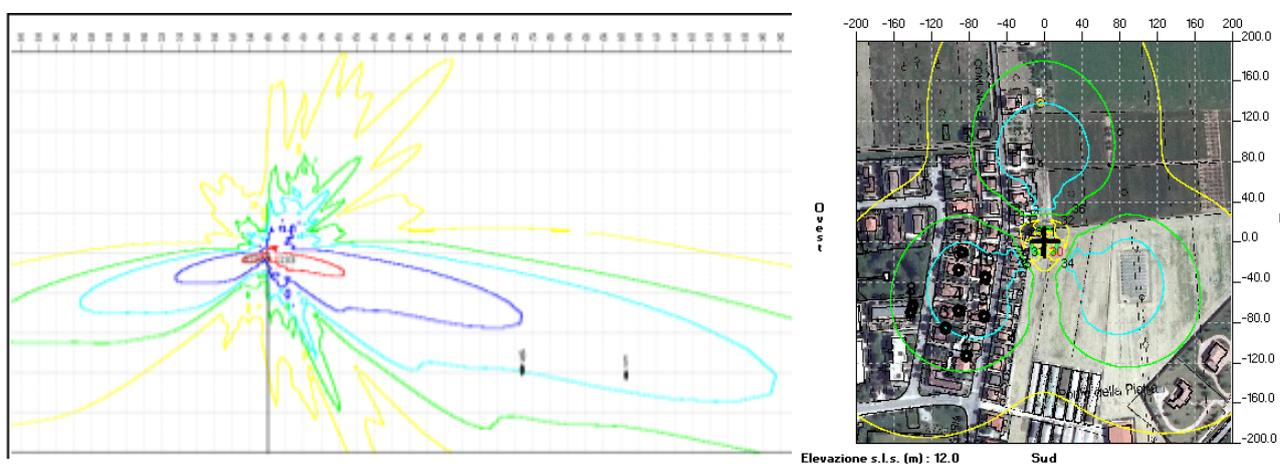
Le antenne normalmente usate nelle SRB sono schiere di elementi radianti o antenne elementari, alimentate con segnali di fase opportuna in modo da concentrare la potenza in ingresso in un sottile fascio dalle dimensioni verticali di meno di 10° e con un'apertura orizzontale di circa 60°-90°.

Per caratterizzare l'impianto e stimare – attraverso modelli di simulazione - l'andamento del campo elettrico nelle aree limitrofe, è necessario conoscerne le caratteristiche tecniche delle SRB: il numero delle celle (generalmente due o tre), il diagramma di irradiazione del campo elettrico, la direzione di puntamento, l'inclinazione dell'antenna (tilt) e le potenze irradiate.

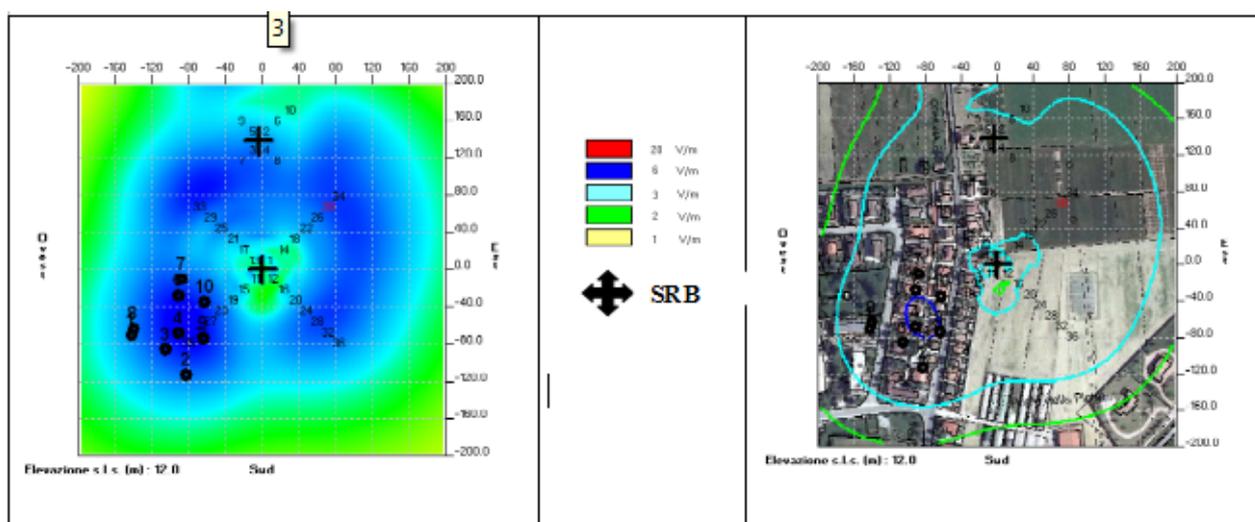
Nella figura 5 sono riportati alcuni esempi di simulazioni del Campo Elettrico (E) generato da una o da più SRB:



Simulazioni in 3D del Campo Elettrico (E) [V/m] generato da una SRB al suolo (a sinistra) e in quota (a destra)



Mappa verticale (a sinistra) ed orizzontale (a destra su ortofoto) di E [V/m] generato da una SRB



Mappa orizzontale di E generato da più SRB: a sinistra a campitura, a destra con isolinee su ortofoto AGEA

Figura 5 - Esempi di simulazioni del Campo Elettrico generato da una e più SRB

In alcune zone dei centri urbani sono installati sistemi denominati “microcelle e picocelle”. Hanno un corto raggio d’azione e garantiscono la copertura del servizio negli ambienti interni, in aree a maggior traffico telefonico (ad esempio all’interno di supermercati, lungo le strade del centro storico,...). Tali sistemi impiegano potenze estremamente basse (qualche milliwatt), possono essere installati anche a pochi metri dal suolo (circa 3 metri) - in genere sulla parete di edifici o all’interno di insegne –e determinano un minor impatto visivo rispetto alle normali SRB.

4.2.1 - Sistemi di quinta generazione (5G)

Dall’inizio degli anni 80, quando in Italia si diffusero i primi telefoni cellulari che utilizzavano la rete ETACS a 900 MHz (standard di prima generazione: 1G), ad oggi la tecnologia utilizzata dalla telefonia cellulare si è profondamente trasformata (Figura 6).

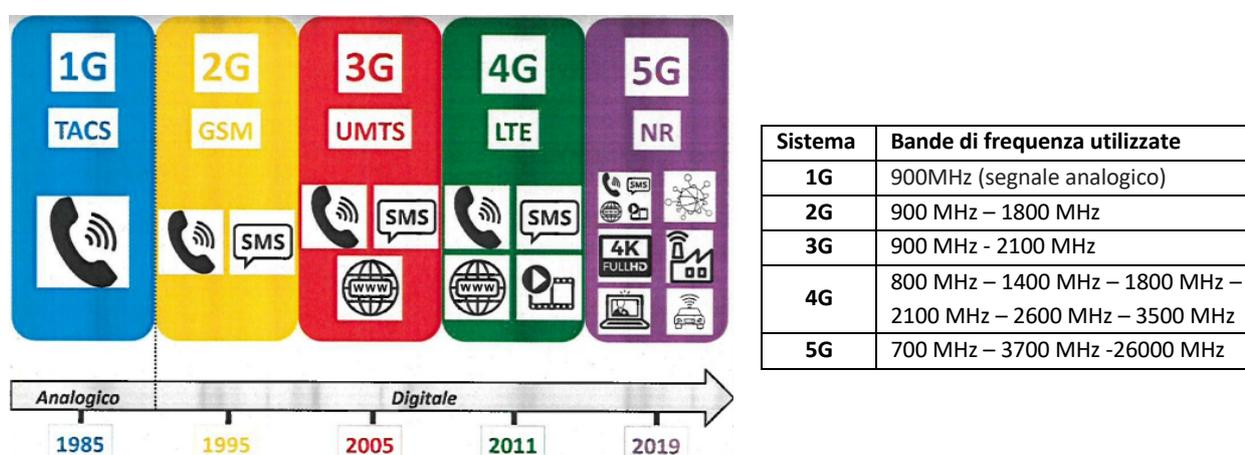


Figura 6 – Evoluzione della tecnologia mobile: tecnologie di comunicazione elettronica in mobilità e relative bande di frequenza utilizzate

Questa evoluzione ha consentito agli utilizzatori di telefono cellulare di accedere ad una serie di servizi: oltre alla basilare comunicazione fonica con un altro utente senza vincoli di mobilità, chiamate in conferenza e videoconferenza, accesso ad Internet, fax, E-mail, trasferimento dati, ricezione di programmi televisivi ecc.

Il 5G, ovvero la nuova tecnologia di telefonia mobile di quinta generazione, rappresenta l’evoluzione della tecnologia già utilizzata 4G e conosciuta anche con l’acronimo LTE (Long Term Evolution). Rispetto al 4G, il 5G consente di incrementare le prestazioni dei servizi di telefonia e trasmissione dati in termini di velocità, tempi di latenza (tempo che passa tra quando un dispositivo invia una richiesta di dati e quando inizia a riceverli) e capacità (numero di dispositivi che riesce a tenere collegati e, quindi, numero di flussi di dati in *download* e *upload* che riesce a gestire per ogni chilometro quadrato). E’ possibile, inoltre, implementare nuovi servizi come i sistemi di guida autonoma delle automobili, i servizi smart city, i dispositivi smart home e smart agrifood, e il cosiddetto *lot* (*Internet of things*), uno standard di connessione che abilita e prevede il collegamento Internet tra umani per mezzo di oggetti intelligenti e lo scambio di informazioni tra milioni di oggetti per chilometro quadrato.

Si stima che entro la fine del 2024 il 5G raggiungerà oltre il 40% della popolazione globale e che ci

saranno 1,5 miliardi di abbonamenti alla nuova tecnologia. Questo comporterà nuovi scenari di esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF).

In Italia le bande di frequenza assegnate al 5G sono state stabilite dal MiSE con il Decreto del 05/10/2018 “Piano nazionale di ripartizione delle frequenze” e, successivamente, messe all’asta.

Le bande di frequenza 5 G sono:

- 694-790 MHz (di seguito citata come “banda 700 MHz”),
- 3,6-3,8 GHz
- 26,5-27,5 GHz (di seguito citata come “banda 26 GHz”).

Al momento le frequenze utilizzate per i servizi di telefonia mobile (2G, 3G e 4G) ricadono nell’intervallo 800 MHz - 2,6 GHz, con una parziale sovrapposizione, quindi, con la banda 700 MHz. Per le nuove applicazioni le frequenze più utilizzate ricadranno nella banda 26 GHz. A differenza delle frequenze più basse queste hanno una portata inferiore e possono essere facilmente schermate da oggetti come muri, edifici e arredi urbani, ma anche dalla vegetazione e dalla pioggia. Per ovviare a questo problema e fornire una copertura ottimale del segnale a RF si dovranno quindi utilizzare antenne con potenza minore, di dimensioni più ridotte ma più diffuse nel territorio (small cells, porzioni di territorio servite da una singola antenna).

La peculiarità dei sistemi 5G, rispetto alle tecnologie precedenti, sta nell’evoluzione della tecnologia MIMO (Multiple-Input Multiple-Output), già utilizzata con il 4G, in *massive MIMO* che ottimizza la possibilità di invio e ricezione simultanea dei dati verso un maggior numero di dispositivi connessi. Questo nuovo sistema tecnologico, noto come *beamforming*, è caratterizzato da una emissione “adattativa” in base al numero di utenze da servire, alla loro posizione e al tipo di servizio (Figura 7) invece della emissione costante di potenza in tutte le direzioni dei precedenti sistemi.

Le antenne trasmettono le informazioni in modo mirato in direzione dell’utente assicurando la migliore velocità e, allo stesso tempo, la riduzione delle emissioni nelle altre direzioni, favorendo la riduzione delle interferenze e indirizzando la potenza solo dove c’è la reale necessità. Per queste caratteristiche spesso l’antenna 5G è anche detta “*smart antenna*” (antenna intelligente).

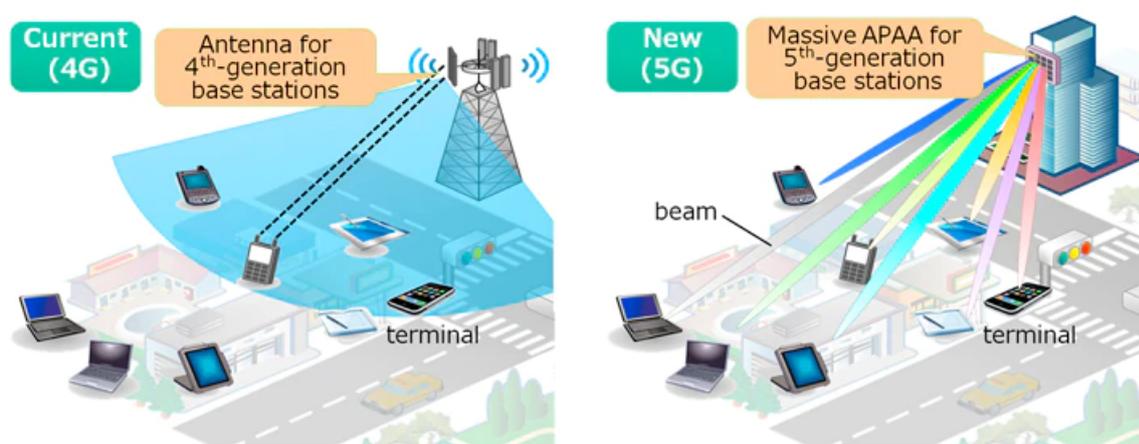


Figura 7 - Il beamforming implementato nella tecnologia 5G

Le previsioni di calcolo per le antenne adattative si basano, dunque, su un diagramma d’antenna a involuppo, che include tutti i diagrammi possibili nello stato di esercizio (Figura 8).

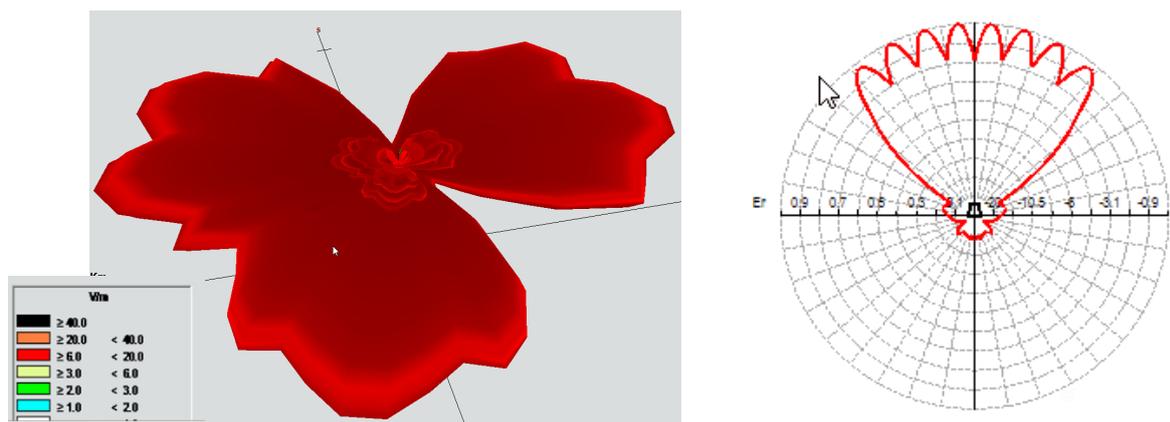


Figura 8 - Isovoluma a 6 V/m generato da tre sistemi d'antenna con tecnologia 5G -3700 Mhz (a sinistra); diagramma orizzontale a involuppo di una antenna massiva MIMO (a destra)

Poiché, in realtà, tutti i diagrammi d'antenna su cui si basa il diagramma d'involuppo non possono verificarsi simultaneamente, se si utilizzassero per i calcoli questo tipo di diagrammi si avrebbe una sovrastima non giustificata della radiazione effettiva. Allora, nelle valutazioni preventive dei sistemi d'antenne 5G massive MIMO, si introduce a un fattore correttivo sulle potenze in antenna: in questo modo i calcoli di esposizione, in un determinato punto dello spazio, si avvicinano a quelli "potenzialmente realizzabili" e funzione del numero di utenti attivi nel periodo di osservazione considerato. Le valutazioni preventive, quindi, si basano su un "approccio statistico" che utilizza coefficienti di riduzione, da applicare alla potenza massima nominale configurabile all'antenna. Tali coefficienti di riduzione sono stati ottenuti a monte, raccogliendo un numero congruo di misurazioni in diverse tipologie di sito e con diverse condizioni di traffico, elaborando un insieme di dati sufficientemente ampio da garantirne la significatività.

Al 2021 la maggior parte delle SRB con 5G autorizzate nella Provincia di Ravenna si limitavano a configurazioni statiche e, quindi, gestite in modo analogo alle SRB tradizionali.

4.3 - Ponti radio

I ponti radio, realizzati attraverso antenne paraboliche (Figura 9), trasmettono in modo direttivo: l'energia elettromagnetica viene irradiata in fasci collimati, sia orizzontalmente che verticalmente; essi inviano segnali a grandi distanze utilizzando potenze in molti casi inferiori al Watt.

Il segnale emesso dai ponti radio, ad alta frequenza, collega tra loro antenne poste a distanza ed in visibilità ottica (senza ostacoli interposti); l'elevata direttività e le potenze impiegate fanno sì che non vi siano problemi legati ad aspetti protezionistici ambientali e sanitari.



Figura 9 : Esempio di ponte radio di antenna radio e di ponte radio di SRB

5 - Misure del campo elettrico prodotto dalla radiazione elettromagnetica ad alta frequenza: metodologia e risultati

5.1. - Metodologia e strumentazione

La distribuzione dei campi elettromagnetici nello spazio circostante una sorgente dipende dalle caratteristiche radioelettriche della sorgente stessa e dal punto di osservazione. A seconda della distanza fra punto di misurazione e sorgente che origina il campo, si individuano due diverse regioni :

- Regione di campo vicino (reattivo / radiativo o zona di Fresnel),
- Regione di campo lontano (zona di Fraunhofer)

La separazione tra le due regioni dipende dalle dimensioni della sorgente (antenna) e dalla lunghezza d'onda (ovvero dalla frequenza di radiazione).

La distinzione fra le due regioni (campo vicino e campo lontano) è molto importante quando si devono eseguire delle misure. Infatti:

- in condizioni di campo vicino le misure di campo devono essere condotte in maniera indipendente per il campo elettrico e il campo magnetico;
- in condizioni di campo lontano, invece, è possibile misurare uno solo dei campi (elettrico o magnetico) e ricavare di conseguenza l'altro, essendo il campo elettrico E e quello magnetico H legati tra loro.

Le dimensioni delle sorgenti RF (antenne), le frequenze dei rispettivi segnali, nonché la reciproca distanza tra punto di misura ed antenna, sono tali da far ritenere valida l'approssimazione di campo lontano per la quasi totalità dei rilievi di campo elettromagnetico che vengono effettuati nell'attività di monitoraggio/misura dagli operatori Arpa.

In questa particolare condizione l'onda elettromagnetica ha le caratteristiche di onda piana; campo elettrico (E) e campo magnetico (H) sono in fase ed ortogonali tra loro; entrambi risultano perpendicolari alla direzione di propagazione dell'onda e le relazioni che legano E, H e S (densità di potenza) sono relativamente semplici.

Le caratteristiche sopra esposte fanno sì che, in approssimazione di campo lontano, sia sufficiente la verifica del rispetto del valore limite di una qualsiasi delle tre grandezze per poter affermare che sono rispettati anche i limiti relativi alle altre due.

Le misure del campo elettromagnetico possono essere:

- a "banda larga";
- a "banda stretta".

Le misure in banda larga – che, a loro volta, si distinguono in "misure di breve periodo" e "misure in continuo" - restituiscono la somma, intesa come somma quadratica, di tutti i contributi dei livelli di campo elettrico presenti nel punto di rilievo e in un definito intervallo di frequenze, che dipende dallo strumento usato; nel caso specifico: 3 MHz -18 GHz per le misure brevi e 100 KHz – 8 GHz per la misura in continuo. Gli strumenti di misura in banda larga sono tecnologicamente più semplici, a lettura diretta e più economici (se confrontati con quelli utilizzati per la banda stretta); consentono, comunque, di fare indagini accurate di un sito, nonché di individuare la presenza o meno di eventuali criticità.

Per le misure di breve periodo in banda larga si utilizza uno strumento portatile, di dimensioni

ridotte e di peso contenuto, che presenta il vantaggio di poter essere utilizzato per indagare aree estese in tempi brevi: per la semplicità di esecuzione della misura è utilizzato anche per indagini preliminari del sito. La misura, effettuata in presenza dell'operatore in genere dura qualche decina di minuti e può servire anche per esplorare l'area e individuare il punto di massima esposizione dove, magari, installare lo strumento per la misura in continuo (centralina di monitoraggio) (Figura 10).

La centralina di monitoraggio è uno strumento rilocabile, ma più ingombrante dello strumento portatile; l'installazione richiede più tempo e, solitamente, lo strumento viene lasciato nello stesso sito per periodi prolungati (in genere qualche settimana) ed acquisisce i valori di campo elettrico in continuo, in assenza dell'operatore a presidio della misura.

Considerate le dimensioni dello strumento e del suo supporto (palo e base in metallo), per l'installazione della centralina è necessario individuare un sito adeguato che garantisca, oltre ai requisiti di sicurezza e di disponibilità, la rappresentatività della misura.



Figura 10 - Strumenti a banda larga: per misure di breve periodo e in continuo (centraline)

La misura di lungo periodo con la centralina di monitoraggio ha l'indubbio vantaggio, rispetto alla misura di breve periodo, di rilevare in automatico la somma di tutti i contributi di campo elettrico per periodi lunghi di tempo, consentendo di caratterizzare l'eventuale variabilità temporale delle emissioni degli impianti presenti in un determinato sito.

La misura di campo elettrico con lo strumento a banda larga, sia di breve periodo sia in continuo, è relativa a tutti i segnali che concorrono a determinare la misura di E, pertanto, questi strumenti non discriminano – nella banda di lavoro - le frequenze delle singole emissioni di campo elettrico e la loro relativa intensità. Per caratterizzare le emissioni in funzione delle frequenze dei segnali si deve ricorrere alle misure in banda stretta: poiché tali misure sono particolarmente onerose in termini anche temporali, vi si ricorre se le misure in banda larga superano il 75% dei valori limite o di cautela, per valutare quanto ogni sorgente contribuisce al livello globale di campo elettrico misurato.

Nello specifico, per lo studio in oggetto, è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- Per le misure brevi in banda larga →
 - Analizzatore Rohde&Schwarz FSH8, dotato di sonda tipo TSEMF-B1 (range di frequenza 3 MHz ÷ 3 GHz);
 - Misuratore di campo elettrico a banda larga PMM 8053, dotato di sonda isotropica PMM modello EP333 (range di frequenza 100 KHz ÷ 3.6 GHz).
- Per le misure in continuo →
 - 3 centraline di monitoraggio per campi elettromagnetici della ditta NARDA PMM tipo 8057 FUB (tri-band);
 - 3 centraline di monitoraggio per campi elettromagnetici della ditta Wavecontrol tipo MonitEM.

Le misure del campo elettrico in alta frequenza sono state effettuate secondo quanto previsto dalla Norma CEI 211-7:2001-01 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana” e dalla “Guida tecnica per la misura di campi elettromagnetici compresi nell’intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all’esposizione della popolazione” (documento ANPA RTI CTN_AGF 1/2000).

5.2 – Individuazione dei siti di misura e risultati delle misure RF in continuo (centraline)

Tenendo conto dell’entità della pressione (numero di SRB autorizzate in ogni comune al 2018) e dei potenziali ricettori, nel protocollo sottoscritto era previsto il monitoraggio in corrispondenza di 34 postazioni, per un totale di almeno 94 campagne di misure nel triennio (Tabella 6):

COMUNI	N° impianti SRB e RadioTV (2018)	N° di postazioni in ogni comune	N° Campagne nel triennio
ALFONSINE	14	1	3
BAGNACAVALLO	24	4	6
BAGNARA	4	1	3
BRISIGHELLA	51	1	3
CASOLA VALSENO	11	1 ¹⁾	2
CASTEL BOLOGNESE	14	1	3
CERVIA	86	3	9
CONSELICE	16	1	3
COTIGNOLA	9	1	3
FAENZA	61	2	6
FUSIGNANO	9	1	3
LUGO	51	3	9
MASSA LOMBARDA	9	1	3
RAVENNA	259	9	27
RIOLO TERME	21	1	3
RUSSI	21	1	3
S. AGATA SANTERNO	5	1	2
SOLAROLO	8	1	3
TOTALE	673	34	94

Tabella 6 – Numero di impianti (rif. anno 2018), di postazioni e di campagne previste nel protocollo per il triennio (2019 – 2021) nella provincia di Ravenna

In realtà, nel periodo 2019 – 2021, nonostante la pandemia, è stato possibile effettuare **93 campagne di misura in 43 postazioni/caposaldi**. Le maggior parte delle campagne, inoltre, si sono protratte per un periodo maggiore rispetto a quanto preventivato (mediamente 31 giorni, rispetto ai 21 previsti). Di seguito si riporta la mappa con le postazioni del 2019 e la tabella delle campagne effettuate nel triennio, suddivise per comune (Figura 11 e Tabella 7):



Figura 11 – Localizzazione delle postazioni di misura in continuo dell’anno 2019

COMUNI	N° di postazioni effettuate in ogni comune	N° Campagne effettuate in ogni comune
ALFONSINE	2	6
BAGNACAVALLO	2	3
BAGNARA DI ROMAGNA	1	3
BRISIGHELLA	1	3
CASOLA VALSENI	1	2
CASTEL BOLOGNESE	1	3
CERVIA	5	9
CONSELICE	1	2
COTIGNOLA	1	3
FAENZA	2	4
FUSIGNANO	1	1
LUGO	3	7
MASSA LOMBARDA	1	1
RAVENNA	16	35
RIOLO TERME	1	3
RUSSI	2	3
SANT'AGATA SUL SANTERNO	1	3
SOLAROLO	1	2
TOTALE	43	93

Tabella 7 – Numero di postazioni e di campagne effettuate nel triennio nella Provincia

Di seguito (Tabella 8), per ogni campagna, si riporta l’anagrafica della postazione, il numero di impianti presenti nella zona, la distanza dall’impianto più vicino, il periodo e i giorni di misura e alcune statistiche del campo elettrico (E [V/m]), in particolare:

- il valore minimo dei valori di campo elettrico mediati su 6 minuti rilevati nel periodo di riferimento (E_{\min} di 6 min);
- il valore massimo misurato, il massimo dei valori di campo elettrico mediati su 6 minuti e rilevati nel periodo di riferimento (da confrontare con il limite di esposizione di 20 V/m per quelle postazioni in cui non c’è permanenza per più di 4 ore al giorno) - (E_{\max} di 6 min);
- il valore massimo della media giornaliera, il massimo dei valori medi calcolati su ciascun periodo di 24 ore nel periodo di misura (da confrontare con 6 V/m per quelle postazioni in cui c’è permanenza per più di 4 ore al giorno) - (E_{\max} di 24 ore);
- il valore medio calcolato, ovvero la media dei valori di campo elettrico rilevati nel periodo di riferimento (E_{medio} dell’intero periodo di misura);
- il valore di riferimento normativo da applicarsi alla postazione di misura in funzione della specifica destinazione d’uso.

Analoghe informazioni ed elaborazioni sono riportate in Tabella 9 relativamente ad ogni postazione. Nelle tabelle 8 e 9 le celle relative al E_{\max} di 24 ore e E_{\max} di 6 minuti sono campite con una diversa colorazione che consente una valutazione di sintesi del dato contenuto.

Infatti, tenuto conto che, per tutti gli impianti di tele-radio-comunicazione (nel *range* di frequenze tra 0.1 MHz e 300 GHz), si applica

- **il Valore di attenzione** (6 V/m come media di valori nell'arco delle 24 ore) all'interno di edifici utilizzati come ambienti abitativi con permanenze continuative non inferiori a 4 ore giornaliere e loro pertinenze esterne con dimensioni abitabili;
- l’Obiettivo di qualità (6 V/m come media di valori nell'arco delle 24 ore) all'aperto in aree intensamente frequentate;

in funzione del risultato assunto dalla massima media giornaliera (E_{Max} media 24 ore - terzultima colonna), la cella – nelle tabelle 8 e 9 - risulta campita con uno di questi colori:

$E < 3 \text{ V/m}$	$(3 \leq E < 6) \text{ V/m}$	$E \geq 6 \text{ V/m}$
---------------------	------------------------------	------------------------

Invece, per un confronto con il

- **il Limite di esposizione** (20 V/m mediati su qualsiasi intervallo di 6 minuti), indipendente dalla destinazione d’uso del luogo

il colore assunto dalla cella relativa al “valore massimo misurato” (E_{Max} di 6 min -- quartultima colonna), è individuato considerando i seguenti intervalli di E :

$E < 10 \text{ V/m}$	$(10 \leq E < 20) \text{ V/m}$	$E \geq 20 \text{ V/m}$
----------------------	--------------------------------	-------------------------

Elaborazione dei dati rilevati in ogni
campagna di misura effettuata nel
triennio- E [V/m]

N° campagna	N° Postazione	Comune Località	Indirizzo	Postazione	Impianti vicini	Anno	N° gg	E Min di 6 min	E Max di 6 min	E Max media 24 ore	E Medio intero periodo	Rif. norma
1	Post. 1	CERVIA	Via Caduti Libertà 16	Aula informatica 1°p.	2 SRB	2019	34	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	6
2	Post. 2	FAENZA	P.zza Pancrazi 1/a	Piscina com.le lastrico solare	5 SRB, 1 altro	2019	30	<0,5	1,00	0,80	0,73	20
3	Post. 3	RAVENNA	Circ. San Gaetanino 243	Abitaz. terrazzo	3 SRB	2019	30	1,79	2,65	2,35	2,19	6
4	Post. 4	RAVENNA	Via Spadolini 5	Abitaz. balcone 3° p.	2 SRB	2019	31	<0,5	1,98	1,71	1,60	6
5	Post. 5	BAGNARA	Via 2 Giugno 54	Abitaz. terrazzo	2 SRB	2019	27	<0,5	0,90	0,57	0,52	6
6	Post. 6	CERVIA Montaletto	Via Visdomina 41c	Abitaz. balcone 2° p.	1 SRB	2019	31	<0,5	0,57	0,50	0,50	6
7	Post. 7	RAVENNA	Viale Pallavicini 4/6	Hotel Italia lastrico solare	3 SRB	2019	28	2,56	4,82	3,51	3,36	6
8	Post. 8	RAVENNA	Via Monte Nero 50	Abitaz. terrazzo 4°p.	3 SRB	2019	28	<0,5	0,64	0,50	0,50	6
9	Post. 9	RAVENNA Porto Fuori	Via Berretti 9	Abitaz. balcone 2° p.	2 SRB	2019	30	0,59	1,40	1,05	0,94	6
10	Post. 10	FUSIGNANO	Via Fornace 35	Magaz. com.le esterno	2 SRB	2019	38	<0,5	1,14	0,85	0,70	6
11	Post. 11	LUGO	Via Relencini 1	Uff. com.li 2° p.	3 SRB, 1 TV	2019	17	0,36	0,72	0,51	0,49	6
12	Post. 12	MASSA LOMBARDA	Via Della Pace 34	Lastrico solare cond.	3 SRB	2019	38	0,58	1,48	1,16	1,00	20
13	Post. 13	RAVENNA	Via Caorle 28	Asilo "Mani Fiorite" p. terra	8 radio	2019	36	<0,5	0,82	0,67	0,62	6
14	Post. 14	BAGNACAVALLO	Via A. Gamberini 2	Abitaz. balcone 1° p.	1 SRB, 1 altro	2019	35	0,79	1,47	1,09	1,05	6
15	Post. 15	BAGNACAVALLO Traversara	Traversa Molino 8	Abitaz. balcone 1° p.	2 SRB	2019	34	<0,5	0,99	0,67	0,59	6
16	Post. 16	RAVENNA Piangipane	Via Maccalone 48	Abitaz. esterno	1 SRB	2019	6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	6
17	Post. 17	CERVIA Milano Marittima	Viale 2 Giugno 37	Hotel Saraceno - lastrico solare NE	2 SRB	2019	22	1,92	3,82	3,12	2,67	20
18	Post. 18	ALFONSINE	Via Destra Senio 14	Dep. com.le esterno		2019	33	<0,5	0,78	0,64	0,60	6
19	Post. 19	RUSSI	Via Emilio Babini 1	Uff. com.le scala antincendio	1 SRB	2019	33	1,06	2,99	2,54	2,32	6
20	Post. 20	BRISIGHELLA	Via Baccagnano 1	Abitaz. esterno	2 SRB	2019	33	<0,5	0,93	0,77	0,70	6
21	Post. 21	RIOLO TERME	Via Leopardi	Abitaz. balcone 1° p.	5 SRB	2019	33	0,83	2,46	1,64	1,45	6
22	Post. 22	CASOLA VALSENO	Via Meleto 9	Abitaz. esterno	3 SRB	2019	31	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	6
23	Post. 1	CERVIA	Via Caduti della Libertà 16	Aula informatica 1° p.	2 SRB	2019	28	<0,5	0,99	0,67	0,61	6
24	Post. 23	ALFONSINE	Via Samaritani 1	Scuola Elem. lastrico solare	2 SRB, 2 altro	2019	2	0,57	1,23	0,95	0,86	20
25	Post. 24	RAVENNA	Via Rivaverde 5	Residence Rivaverde Terrazzo	3 SRB	2019	41	1,32	3,66	2,76	2,17	6
26	Post. 25	RAVENNA Marina Romea	Viale Ferrara 30	Abitaz. esterno	2 SRB	2019	36	<0,5	0,50	<0,5	<0,5	6
27	Post. 26	RAVENNA Casal Borsetti	Via al mare 122	Hotel Europa Terrazzo praticabile	1 SRB	2019	36	2,49	7,47	5,26	4,38	6
28	Post. 27	RAVENNA Lido Adriano	Via Orazio 83	Lastrico solare cond.	1 SRB, 1 altro	2019	41	1,01	5,03	3,32	2,78	20
29	Post. 28	CERVIA Milano Marittima	XVI Traversa 16	Hotel Londra balcone 5° p.	3 SRB	2019	35	1,25	2,84	2,23	2,11	6
30	Post. 29	CERVIA	Via Malva Sud 93a	Abitaz. balcone 1° p.	1 SRB	2019	35	0,73	2,24	1,54	1,34	6
31	Post. 30	RAVENNA	Via Romea 34	Abitaz. 8° p. balcone cond. Lato E	1 SRB, 1 altro	2019	21	1,08	2,44	1,97	1,72	6
32	Post. 31	CASTEL BOLOGNESE	Viale Umberto I 1	Piana praticabile	2 SRB	2019	28	0,82	2,77	2,19	2,11	6

Elaborazione dei dati rilevati in ogni campagna di misura effettuata nel triennio- E [V/m]

N° campagna	N° Postazione	Comune Località	Indirizzo	Postazione	Impianti vicini	Anno	N° gg	E Min di 6 min	E Max di 6 min	E Max media 24 ore	E Medio intero periodo	Rif. norma
33	Post. 32	FAENZA	C.so D. Baccarini 1/a	Liceo Torricelli corridoio 3° p	5 SRB	2019	28	2,43	3,81	3,44	3,06	6
34	Post. 33	RAVENNA Lido di Classe	V. Fratelli Vivaldi 94	Hotel Astor lastrico solare	2 SRB	2019	28	0,73	2,21	1,98	1,53	6
35	Post. 34	RAVENNA Lido di Savio	Viale Faenza 12	Hotel Apollonia terrazzo 5° p. lato S	1 SRB	2019	28	0,62	1,38	1,07	0,90	6
36	Post. 35	SOLAROLO	Via Canale Molino 1	Abitaz. esterno	3 SRB	2019	28	<0,5	1,09	0,77	0,69	6
37	Post. 5	BAGNARA	Via 2 Giugno 54	Abitaz. terrazzo	2 SRB	2019	60	<0,5	1,17	0,85	0,79	6
38	Post. 36	COTIGNOLA	C.so Sforza 110	Abitaz. terrazzo	6 SRB	2019	60	1,13	2,42	1,81	1,69	6
39	Post. 2	FAENZA	P.zza Pancrazi 1/a	Piscina com.le lastrico solare	5 SRB, 1 altro	2019	60	<0,5	1,95	1,21	0,86	20
40	Post. 37	RAVENNA	Via G. Rasponi 8	Terrazzo cond.	4 SRB	2019	42	0,92	1,82	1,38	1,31	6
41	Post. 4	RAVENNA	Via Spadolini 5	Abitaz. balcone 3° p.	2 SRB	2019	42	<0,5	2,65	1,97	1,80	6
42	Post. 38	RAVENNA	Via Carraie 21	Abitaz. lastrico 5° p.	3 SRB	2019	42	1,09	2,50	1,99	1,76	6
43	Post. 39	LUGO	Viale Baracca 62	Ist. Stoppa lastrico 6° p.	4 SRB, 1 TV	2019	47	0,93	1,81	1,60	1,41	6
44	Post. 40	LUGO Voltana	Viale della Stazione 14	Sc. Elem. Fermi terrazzo 1° p. lato NO	1 SRB	2019	34	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	6
45	Post. 41	SANT'AGATA SUL SANTERNO	Via Berlinguer 15	Campo sportivo - lato N	2 SRB	2019	18	0,49	1,68	1,26	1,33	6
46	Post. 42	CONSELICE	Via Guglielma 2	Abitaz. terrazzo 2°p.	2 SRB	2019	27	1,01	2,45	1,71	1,30	6
47	Post. 13	RAVENNA	Via Caorle 28	Asilo "Mani Fiorite" p. terra	8 radio	2020	23	0,3	0,72	<0,5	<0,5	6
48	Post. 7	RAVENNA	Viale Pallavicini 4/6	Hotel Italia lastrico solare	3 SRB	2020	59	1,46	3,81	2,82	2,38	6
49	Post. 9	RAVENNA Porto Fuori	Via Berretti 9	Abitaz. balcone 2° p.	2 SRB	2020	124	<0,5	2,45	1,55	1,27	6
50	Post. 28	CERVIA Milano Marittima	XVI Traversa 16	Hotel Londra balcone 5° p.	3 SRB	2020	17	1,29	3,09	2,34	1,97	6
51	Post. 26	RAVENNA Casal Borsetti	Via al mare 122	Hotel Europa terrazzo	1 SRB	2020	30	1,62	4,67	3,24	2,7	6
52	Post. 33	RAVENNA Lido di Classe	V. Fratelli Vivaldi 94	Hotel Astor lastrico solare	2 SRB	2020	16	0,9	2,04	1,64	1,33	6
53	Post. 34	RAVENNA Lido di Savio	Viale Faenza 12	Hotel Apollonia terrazzo 5° p. lato S	1 SRB	2020	17	0,72	1,59	1,24	1,04	6
54	Post. 27	RAVENNA Lido Adriano	Via Orazio 83	Lastrico solare cond.	1 SRB, 1 altro	2020	30	1,68	4,61	3,66	2,78	20
55	Post. 20	BRISIGHELLA	Via Baccagnano 1	Abitaz. esterno	2 SRB	2020	22	0,63	1,49	1,27	1,13	6
56	Post. 31	CASTEL BOLOGNESE	Viale Umberto I 1	Piana praticabile	2 SRB	2020	21	0,67	1,61	1,36	1,26	6
57	Post. 21	RIOLO TERME	Via Leopardi	Abitaz. balcone 1° p.	5 SRB	2020	22	1,3	3,26	2,21	2,07	6
58	Post. 11	LUGO	Via Relencini 1	Uff. com.li 2° p.	3 SRB, 1 TV	2020	6	0,43	0,88	0,7	0,56	6
59	Post. 23	ALFONSINE	Via Samaritani 1	Scuola Elem. lastrico solare	2 SRB, 2 altro	2020	20	0,57	1,1	0,81	0,79	20
60	Post. 19	RUSSI	Via Emilio Babini 1	Uff. com.le scala antincendio	1 SRB	2020	20	1,27	3,99	2,17	2,09	6
61	Post. 41	SANT'AGATA SUL SANTERNO	Via Berlinguer 15	Campo sportivo - lato N	2 SRB	2020	20	0,62	2,05	1,6	1,3	6
62	Post. 36	COTIGNOLA	C.so Sforza 110	Abitaz. terrazzo	6 SRB	2020	19	1,22	3,27	2,11	2,03	6

**Elaborazione dei dati rilevati in ogni
campagna di misura effettuata nel
triennio- E [V/m]**

N° campagna	N° Postazione	Comune Località	Indirizzo	Postazione	Impianti vicini	Anno	N° gg	E Min di 6 min	E Max di 6 min	E Max media 24 ore	E Medio intero periodo	Rif. norma
63	Post. 39	LUGO	Viale Baracca 62	Ist. Stoppa lastrico 6° p.	4 SRB, 1 TV	2020	19	0,93	2,06	1,7	1,54	6
64	Post. 18	ALFONSINE	Via Destra Senio 14	Dep. com.le esterno	4 SRB, 1 radio	2020	18	0,78	1,59	1,25	1,21	6
65	Post. 13	RAVENNA	Via Caorle 28	Asilo "Mani Fiorite" p. terra	8 radio	2021	23	<0,5	0,72	<0,5	<0,5	6
66	Post. 14	BAGNACAVALLLO	Via A. Gamberini 2	Abitaz. balcone 1° p.	1 SRB, 1 altro	2021	44	0,57	1,78	1,18	0,99	6
67	Post. 7	RAVENNA	Viale Pallavicini 4/6	Hotel Italia lastrico solare	3 SRB	2021	26	1,47	4,64	3,51	3,01	6
68	Post. 20	BRISIGHELLA	Via Baccagnano 1	Abitaz. esterno	2 SRB	2021	21	<0,5	0,85	0,71	0,65	6
69	Post. 22	CASOLA VALSENIO	Via Meleto 9	Abitaz. esterno	3 SRB	2021	21	<0,5	<0,5	0,50	0,50	6
70	Post. 21	RIOLO TERME	Via Leopardi	Abitaz. balcone 1° p.	5 SRB	2021	21	1,19	3,23	1,99	1,81	6
71	Post. 28	CERVIA Milano Marittima	XVI Traversa 16	Hotel Londra balcone 5° p.	3 SRB	2021	26	0,63	2,14	1,56	1,39	6
72	Post. 29	CERVIA	Via Malva Sud 93a	Abitaz. balcone 1° p.	1 SRB	2021	26	0,63	2,14	1,56	1,39	6
73	Post. 34	RAVENNA Lido di Savio	Viale Faenza 12	Hotel Apollonia terrazzo 5° p. lato S	1 SRB	2021	26	0,65	1,61	1,13	1,00	6
74	Post. 33	RAVENNA Lido di Classe	V. Fratelli Vivaldi 94	Hotel Astor lastrico solare	2 SRB	2021	26	0,89	2,00	1,62	1,34	6
75	Post. 26	RAVENNA Casal Borsetti	Via al mare 122	Hotel Europa terrazzo	1 SRB	2021	23	2,39	5,98	4,37	3,78	6
76	Post. 27	RAVENNA Lido Adriano	Via Orazio 83	Lastrico solare cond.	1 SRB, 1 altro	2021	31	2,19	7,26	5,59	5,09	20
77	Post. 25	RAVENNA Marina Romea	Viale Ferrara 30	Abitaz. esterno	2 SRB	2021	20	<0,5	0,90	0,56	0,52	6
78	Post. 31	CASTEL BOLOGNESE	Viale Umberto I 1	Piana praticabile	2 SRB	2021	15	0,63	3,09	2,63	1,72	6
79	Post. 2	FAENZA	P.zza Pancrazi 1/a	Piscina com.le lastrico solare	5 SRB, 1 altro	2021	18	0,80	2,54	1,88	1,66	20
80	Post. 35	SOLAROLO	Via Canale Molino 1	Abitaz. esterno	3 SRB	2021	18	0,50	1,50	1,10	0,97	6
81	Post. 18	ALFONSINE	Via Destra Senio 14	Dep. com.le esterno		2021	28	0,77	1,34	1,15	1,05	6
82	Post. 41	SANT'AGATA SUL SANTERNO	Via Berlinguer 15	Campo sportivo - lato N	2 SRB	2021	23	0,84	2,10	1,42	1,31	6
83	Post. 37	RAVENNA	Via G. Rasponi 8	Terrazzo cond.	4 SRB	2021	15	0,48	2,30	1,70	1,56	6
84	Post. 38	RAVENNA	Via Carraie 21	Abitaz. lastrico 5° p.	3 SRB	2021	28	0,98	3,49	2,57	2,23	6
85	Post. 9	RAVENNA Porto Fuori	Via Berretti 9	Abitaz. balcone 2° p.	2 SRB	2021	31	1,32	3,76	2,42	2,15	6
86	Post. 23	ALFONSINE	Via Samaritani 1	Scuola Elem. lastrico solare	2 SRB, 2 altro	2021	21	0,63	1,29	1,11	0,98	20
87	Post. 39	LUGO	Viale Baracca 62	Ist. Stoppa lastrico 6° p.	4 SRB, 1 TV	2021	19	0,87	2,14	1,78	1,59	6
88	Post. 42	CONSELICE	Via Guglielma 2	Abitaz. terrazzo 2°p.	2 SRB	2021	27	1,22	2,27	2,02	1,64	6
89	Post. 36	COTIGNOLA	C.so Sforza 110	Abitaz. terrazzo	6 SRB	2021	23	1,37	3,13	2,41	2,16	6
90	Post. 4	RAVENNA	Via Spadolini 5	Abitaz. balcone 3° p.	2 SRB	2021	20	1,17	2,63	2,00	1,77	6
91	Post. 43	RUSSI San Pancrazio	Via Naldi 1/5	Abitaz. balcone 1° p.	4 SRB	2021	9	0,28	0,59	<0,5	<0,5	6
92	Post. 5	BAGNARA	Via 2 Giugno 54	Abitaz. terrazzo	2 SRB	2021	33	0,56	1,35	1,01	0,92	6
93	Post. 40	LUGO Voltana	Viale della Stazione 14	Sc. Elem. Fermi terrazzo 1° p. NO	1 SRB	2021	20	<0,5	0,51	<0,5	<0,5	6

Tabella 8 – Sintesi dei risultati delle campagne di misura (93) effettuate nel triennio 2019 – 2021

**Elaborazione dei dati rilevati nel
triennio in ogni postazione - E [V/m]**

N° Postazione	Comune Località	Indirizzo	Postazione	N° campagna nel triennio	N° gg	E Min di 6 min	E Max di 6 min	E Max media 24 ore	E Medio intero periodo	Rif. norma
Post. 1	CERVIA	Via Caduti Libertà 16	Aula informatica 1°p.	2	62	<0,5	0,99	0,67	0,43	6
Post. 2	FAENZA	P.zza Pancrazi 1/a	Piscina com.le lastrico solare	3	108	<0,5	2,54	1,88	1,08	20
Post. 3	RAVENNA	Circ. San Gaetano 243	Abitaz. terrazzo	1	30	1,79	2,65	2,35	2,19	6
Post. 4	RAVENNA	Via Spadolini 5	Abitaz. balcone 3° p.	3	93	<0,5	2,65	2,00	1,72	6
Post. 5	BAGNARA	Via 2 Giugno 54	Abitaz. terrazzo	3	120	<0,5	1,35	1,01	0,74	6
Post. 6	CERVIA Montaletto	Via Visdomina 41c	Abitaz. balcone 2° p.	1	31	<0,5	0,57	0,50	0,50	6
Post. 7	RAVENNA	Viale Pallavicini 4/6	Hotel Italia lastrico solare	3	113	1,46	4,82	3,51	2,92	6
Post. 8	RAVENNA	Via Monte Nero 50	Abitaz. terrazzo 4°p.	1	28	<0,5	0,64	0,50	0,50	6
Post. 9	RAVENNA Porto Fuori	Via Berretti 9	Abitaz. balcone 2° p.	3	185	<0,5	3,76	2,42	1,45	6
Post. 10	FUSIGNANO	Via Fornace 35	Magaz. com.le esterno	1	38	<0,5	1,14	0,85	0,70	6
Post. 11	LUGO	Via Relencini 1	Uff. com.li 2° p.	2	23	0,36	0,88	0,70	0,53	6
Post. 12	MASSA LOMBARDA	Via Della Pace 34	Lastrico solare cond.	1	38	0,58	1,48	1,16	1,00	20
Post. 13	RAVENNA	Via Caorle 28	Asilo "Mani Fiorite" p. terra	3	82	<0,5	0,82	0,67	0,37	6
Post. 14	BAGNACAVALLO	Via A. Gamberini 2	Abitaz. balcone 1° p.	2	79	0,57	1,78	1,18	1,02	6
Post. 15	BAGNACAVALLO Traversara	Traversa Molino 8	Abitaz. balcone 1° p.	1	34	<0,5	0,99	0,67	0,59	6
Post. 16	RAVENNA Piangipane	Via Maccalone 48	Abitaz. esterno	1	6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	6
Post. 17	CERVIA Milano Marittima	Viale 2 Giugno 37	Hotel Saraceno – lastrico solare NE	1	22	1,92	3,82	3,12	2,67	20
Post. 18	ALFONSINE	Via Destra Senio 14	Dep. com.le esterno	3	79	<0,5	1,59	1,25	0,95	6
Post. 19	RUSSI	Via Emilio Babini 1	Uff. com.le scala antincendio	2	53	1,06	3,99	2,54	2,21	6
Post. 20	BRISIGHELLA	Via Baccagnano 1	Abitaz. esterno	3	76	<0,5	1,49	1,27	0,83	6
Post. 21	RIOLO TERME	Via Leopardi	Abitaz. balcone 1° p.	3	76	0,83	3,26	2,21	1,78	6
Post. 22	CASOLA VALSENO	Via Meleto 9	Abitaz. esterno	2	52	<0,5	<0,5	0,50	0,38	6
Post. 23	ALFONSINE	Via Samaritani 1	Scuola Elem. lastrico solare	3	43	0,57	1,29	1,11	0,88	20
Post. 24	RAVENNA	Via Rivaverde 5	Residence Rivaverde Terrazzo	1	41	1,32	3,66	2,76	2,17	6
Post. 25	RAVENNA Marina Romea	Viale Ferrara 30	Abitaz. esterno	2	56	<0,5	0,90	0,56	0,39	6
Post. 26	RAVENNA Casal Borsetti	Via al mare 122	Hotel Europa terrazzo	3	89	1,62	7,47	5,26	3,62	6
Post. 27	RAVENNA Lido Adriano	Via Orazio 83	Lastrico solare cond.	3	102	1,01	7,26	5,59	3,55	20
Post. 28	CERVIA Milano Marittima	XVI Traversa 16	Hotel Londra balcone 5° p.	3	78	0,63	3,09	2,34	1,82	6
Post. 29	CERVIA	Via Malva Sud 93a	Abitaz. balcone 1° p.	2	61	0,63	2,24	1,56	1,37	6
Post. 30	RAVENNA	Via Romea 34	Abitaz. 8° p. balcone cond. Lato E	1	21	1,08	2,44	1,97	1,72	6
Post. 31	CASTEL BOLOGNESE	Viale Umberto I 1	Piana praticabile	3	64	0,63	3,09	2,63	1,70	6
Post. 32	FAENZA	C.so D. Baccharini 1/a	Liceo Torricelli corridoio 3° p	1	28	2,43	3,81	3,44	3,06	6
Post. 33	RAVENNA Lido di Classe	Viale Fratelli Vivaldi 94	Hotel Astor lastrico solare	3	70	0,73	2,21	1,98	1,40	6

N° Postazione	Comune Località	Indirizzo	Postazione	N° campagna nel triennio	Elaborazione dei dati rilevati nel triennio in ogni postazione - E [V/m]					
					N° gg	E Min di 6 min	E Max di 6 min	E Max media 24 ore	E Medio intero periodo	Rif. norma
Post. 34	RAVENNA Lido di Savio	Viale Faenza 12	Hotel Apollonia terrazzo 5° p. lato S	3	71	0,62	1,61	1,24	0,98	6
Post. 35	SOLAROLO	Via Canale Molino 1	Abitaz. esterno	2	46	<0,5	1,50	1,10	0,83	6
Post. 36	COTIGNOLA	C.so Sforza 110	Abitaz. terrazzo	3	102	1,13	3,27	2,41	1,96	6
Post. 37	RAVENNA	Via G. Rasponi 8	Terrazzo cond.	2	57	0,48	2,30	1,70	1,44	6
Post. 38	RAVENNA	Via Carraie 21	Abitaz. lastrico 5° p.	2	70	0,98	3,49	2,57	2,00	6
Post. 39	LUGO	Viale Baracca 62	Ist. Stoppa lastrico 6° p.	3	85	0,87	2,14	1,78	1,51	6
Post. 40	LUGO Voltana	Viale della Stazione 14	Sc. Elem. Fermi terrazzo 1° p. lato NO	2	54	<0,5	0,51	<0,5	<0,5	6
Post. 41	SANT'AGATA SUL SANTERNO	via Berlinguer 15	Campo sportivo lato N	3	61	0,49	2,10	1,60	1,31	6
Post. 42	CONSELICE	Via Guglielma 2	Abitaz. terrazzo 2°p.	2	54	1,01	2,45	2,02	1,47	6
Post. 43	RUSSI San Pancrazio	Via Naldi 1/5	Abitaz. balcone 1° p.	1	9	0,28	0,59	<0,5	<0,5	6

Tabella 9 – Sintesi dell'elaborazione delle misure effettuate in ciascuna postazione (43) nel triennio 2019 - 2021

Dall'analisi di tutti i valori rilevati risulta che, in nessun caso, il campo elettrico ha superato il limite di esposizione, pari a 20 V/m, e neppure il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità (6 V/m come media sulle 24 ore) previsti nelle aree con permanenza superiore alle 4 ore giornaliere (DPCM 8 luglio 2003 e s.m.i. (artt. 3,4)).

Valori del campo elettrico mediato su 6 minuti (che, quindi, devono essere confrontati con il limite di esposizione di 20 V/m) superiori a 5 V/m (1/4 del limite) sono stati rilevati nel comune di Ravenna, nelle postazioni 26 e 27, negli anni 2019 e 2021 (Tabella 10):

N. Postazione	Comune / Località	Indirizzo	Postazione	Anno	N. gg	E _{Max} media di 6 min
Post. 26	RAVENNA Casal Borsetti	Via al mare 122	Hotel Europa terrazzo	2019	36	7,47
				2020	30	4,67
				2021	23	5,98
				E relativo alle 3 campagne di misura		
Post. 27	RAVENNA Lido Adriano	Via Orazio 83	Lastrico solare cond.	2019	41	5,03
				2020	30	4,61
				2021	31	7,26
				E relativo alle 3 campagne di misura		

Tabella 10 – Postazioni in cui è stato misurato un valore di campo elettrico mediato su 6 minuti superiore a 5 V/m in almeno un anno nel triennio 2019 - 2021

Invece, valori del campo elettrico **mediato su 24 ore** (che, quindi, devono essere confrontati con il valore di attenzione di 6 V/m se nella postazione vi è permanenza continuativa non inferiori a 4 ore giornaliere) superiori alla metà del livello di attenzione (3 V/m) sono stati rilevati nei comuni di Ravenna e Faenza, nelle postazioni 7, 26 e 32 (Tabella 11):

N. Postazione	Comune / Località	Indirizzo	Postazione	Anno	N. gg	E _{Max} media 24 ore [V/m]
Post. 7	RAVENNA	Viale Pallavicini 4/6	Hotel Italia lastrico solare	2019	28	3,51
				2020	59	2,82
				2021	26	3,51
				E relativo alle 3 campagne di misura		
Post. 26	RAVENNA Casal Borsetti	Via al mare 122	Hotel Europa terrazzo	2019	36	5,26
				2020	30	3,24
				2021	23	4,37
				E relativo alle 3 campagne di misura		
Post. 32	FAENZA	C.so Baccarini 1/a	Liceo Torricelli corridoio 3° p (*)	2019	28	3,44
				E relativo alla campagna di misura		

(*) in questa postazione è stata effettuata una sola campagna per non intralciare l'attività didattica in anni di restrizioni all'accesso causa pandemia.

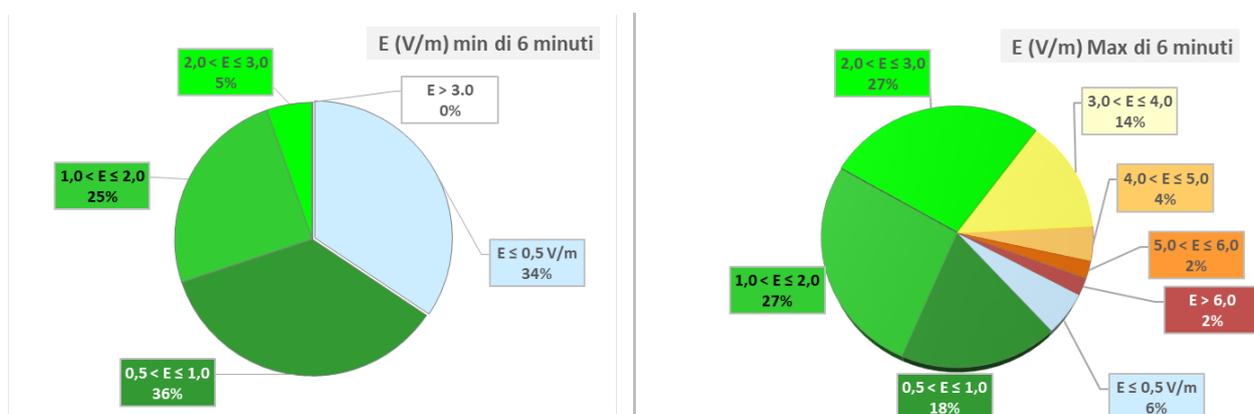
Tabella 11 – Postazioni in cui è stato misurato un valore di campo elettrico mediato su 24 ore superiore a 3 V/m in almeno un anno nel triennio 2019 - 2021

I vari parametri statistici dell'intensità di campo elettrico calcolati per le 93 campagne di misura sono stati raggruppati in 8 classi, in base al valore assunto dal campo elettrico E; nella Tabella 12 è riportato il numero di misure ricadenti in ciascuno degli otto intervalli e in Figura 12 i grafici a torta con le percentuali di dati rispetto al totale delle campagne (93):

	Intervalli di Campo Elettrico (E in V/m) – 93 campagne							
	E ≤ 0,5(**)	0,5 < E ≤ 1	1 < E ≤ 2	2 < E ≤ 3	3 < E ≤ 4	4 < E ≤ 5	5 < E ≤ 6	6 < E ≤ 7,5
E _{min} di 6 min	32	33	23	5	0	0	0	0
E _{max} di 6 min	5	17	25	25	13	4	2	2
E _{max} media 24 ore	10	25	36	16	4	1	1	0
E _{medio} intero periodo	9	20	39	16	7	1	1	0

(**) Limite di rilevabilità della sonda E = 0,5 V/m; le misure inferiori a tale valore ricadono nel primo intervallo (E ≤ 0,5 V/m)

Tabella 12 – Numero dei diversi parametri del campo elettrico (E [V/m]) elaborati per le 93 campagne e ricadenti in ciascuno degli otto intervalli di E



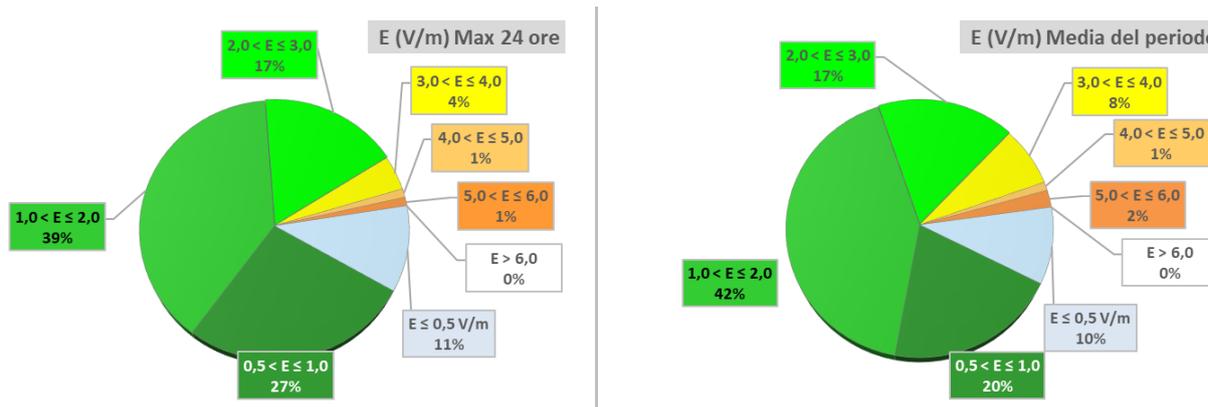


Figura 12 – Grafici a torta: distribuzione % dei quattro parametri del campo elettrico elaborati per le 93 campagne, nelle otto classi

La Tabella 13 riporta il calcolo della percentuale cumulata, in ciascun intervallo indicato, per i diversi parametri considerati:

	Intervalli di Campo Elettrico (E in V/m) – 93 campagne							
	E ≤ 0,5	E ≤ 1	E ≤ 2	E ≤ 3	E ≤ 4	E ≤ 5	E ≤ 6	E ≤ 7.5
E_{min} di 6 min	34%	70%	95%	100%				
E_{max} di 6 min	5%	24%	51%	77%	91%	96%	98%	100%
E_{max} media 24 ore	11%	38%	76%	94%	98%	99%	100%	
E_{medio} intero periodo	10%	31%	73%	90%	98%	99%	100%	

Tabella 13 – Percentuale cumulata del campo elettrico E rilevato nelle 93 campagne di misura, in ciascun intervallo indicato, per i diversi parametri considerati

Le elaborazioni effettuate dei dati misurati nelle 93 campagne di misura consentono di rilevare che:

- **valori minimi del campo elettrico (E):** la maggior parte dei valori minimi è inferiore a 1 V/m (70%) e il 25% è compresa fra 1 e 2 V/m; solo nel 5.3 % dei casi (5 campagne) il valore del campo elettrico non è sceso sotto i 2 V/m (nel 2019 nelle campagne nn. 7, 27 e 33 e nel 2021 nelle campagne 75 e 76);
- **i valori massimi della media di 6 minuti** sono tutti abbondantemente inferiori al limite di esposizione di 20 V/m. Oltre il 75% delle campagne ha fatto registrare valori massimi su 6 minuti inferiori a 3 V/m e il 96% inferiori a 5 V/m (1/4 del limite). In due sole campagne il valore massimo è stato superiore a 6 V/m:
 - o nel 2019: 7,47 V/m (campagna 27 - postazione 26);
 - o nel 2021: 7,26 V/m (campagna 76 - - postazione 27).
- **i valori massimi della media su 24 ore** sono tutti inferiori a 6 V/m (valore di attenzione). Circa il 94% delle campagne ha fatto registrare valori massimi su 24 ore inferiori a 3 V/m. In due sole campagne (2%) il valore massimo è compreso fra 5 e 6 V/m (le stesse in cui si sono registrati anche i valori massimi della media di 6 minuti superiori a 6 V/m) :
 - o nel 2019: 5,26 V/m (campagna 27 - postazione 26);
 - o nel 2021: 5,59 V/m (campagna 76 - postazione 27).

- Infine, anche i **valori medi dell'intero periodo della campagna di misura** sono tutti inferiori a 6 V/m. Il 90% delle campagne ha fatto registrare valori medi inferiori a 3 V/m, l'8% fra 3 e 4 V/m e l'1% fra 4 e 5 V/m S. Solo in una campagna il valore medio è di poco superiore a 5 V/m:
 - o nel 2021: 5,09 V/m (campagna 76 - postazione 27).

Analoga elaborazione è stata effettuata considerando le **43 postazioni**. Per ogni postazione, considerando tutte le campagne effettuate in quel sito, sono stati calcolati i vari parametri e, mentre la Tabella 14 indica il numero di misure ricadenti in ciascuno degli otto intervalli, la Figura 13 mostra i grafici a torta con le percentuali.

Intervallo di Campo Elettrico (E in V/m) – 43 postazioni								
	E < 0,5	0,5÷1,0	1,0÷2,0	2,0÷3,0	3,0÷4,0	4,0÷5,0	5,0÷6,0	> 6,0
E_{min} di 6 min	21	11	10	1	0	0	0	0
E_{max} di 6 min	2	9	9	10	10	1	0	2
E_{max} media 24 ore	3	9	15	11	3	0	2	0
E_{medio} intero periodo	7	11	17	5	3	0	0	0

Tabella 14 – Numero dei diversi parametri del campo elettrico (E [V/m]) elaborati per le 43 postazioni e ricadenti in ciascuno degli otto intervalli di E

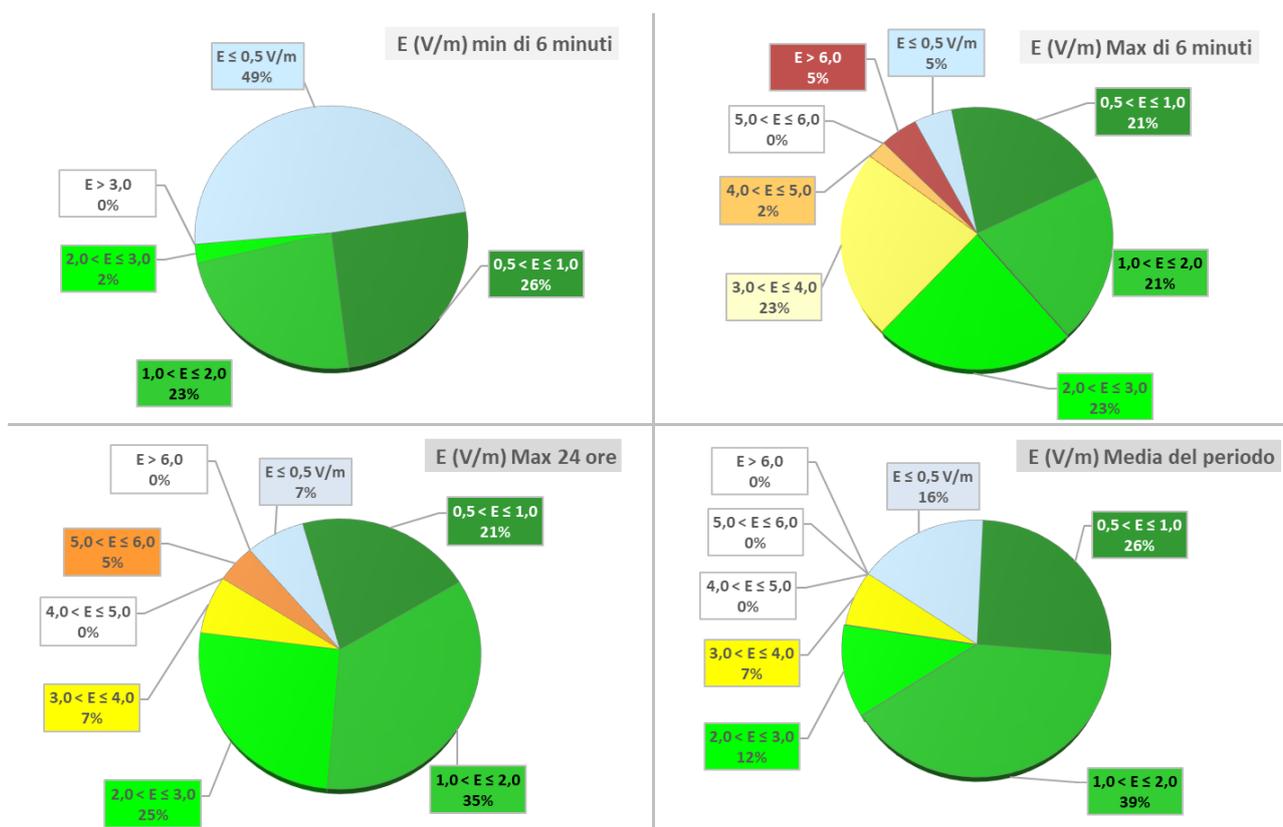


Figura 13 – Grafici a torta: distribuzione % dei quattro parametri elaborati di E per le 43 postazioni, nelle otto classi

La Tabella 15 riporta il calcolo della percentuale cumulata, in ciascun intervallo indicato, per i diversi parametri considerati:

	Intervallo di Campo Elettrico (E in V/m) – 43 postazioni							
	E ≤ 0,5	E ≤ 1	E ≤ 2	E ≤ 3	E ≤ 4	E ≤ 5	E ≤ 6	E ≤ 7.5
E_{min} di 6 min	49%	74%	98%	100%				
E_{max} di 6 min	2%	26%	47%	70%	93%	95%	95%	100%
E_{max} media 24 ore	3%	28%	63%	88%	95%	95%	100%	
E_{medio} intero periodo	8%	42%	81%	93%	100%			

Tabella 15 – Percentuale cumulata del campo elettrico E rilevato nelle 43 postazioni, in ciascun intervallo indicato, per i diversi parametri considerati

In sintesi, relativamente alle 43 postazioni, si può osservare che:

- i valori minimi del campo elettrico (E) sono per il 98% delle postazioni inferiori a 2 V/m; per il 2% comprese fra 2 e 3 V/m (1 sola postazione, la n. 32)

N. Postazione	Comune / Località	Indirizzo	Postazione	N° campagne	N. gg	E _{min} media 6 min. [V/m]
Post. 32	FAENZA	C.so Baccarini 1/a	Liceo Torricelli corridoio 3° p (*)	1 (2019)	28	2.43

- i valori massimi della media di 6 minuti sono tutti abbondantemente inferiori al limite di esposizione di 20 V/m. Il 70% delle postazioni ha fatto registrare valori massimi su 6 minuti inferiori a 3 V/m e il 96% inferiori a 5 V/m (1/4 del limite). In due sole postazioni il valore massimo è stato superiore a 5 V/m:

N. Postazione	Comune / Località	Indirizzo	Postazione	N° campagne	N. gg	E _{Max} media 24 ore [V/m]
Post. 26	RAVENNA Casal Borsetti	Via al mare 122	Hotel Europa terrazzo	3	89	7.47
Post. 27	RAVENNA Lido Adriano	Via Orazio 83	Lastrico solare condominio	3	102	7.26

- i valori massimi della media su 24 ore sono tutti inferiori a 6 V/m in tutte le 43 postazioni, anche quelle in cui non si applica il valore di attenzione (6 V/m) cioè le postazioni dove è prevista la permanenza per meno di 4 ore continuative (ad esempio “lastrico solare non praticato”) e dove si applica, invece, il limite di esposizione (20 V/m, media di 6 minuti). In oltre l’88% delle postazioni i valori massimi su 24 ore sono inferiori a 3 V/m. In tre postazioni (7%) il valore massimo su 24 ore è compreso fra 3 e 4 V/m, mentre in due è compreso fra 5 e 6 V/m:

N. Postazione	Comune / Località	Indirizzo	Postazione	N° campagne	N. gg	E _{Max} media 24 ore [V/m]	Rif. Norma
Post. 17	CERVIA Milano Marittima	Viale 2 Giugno 37	Hotel Saraceno lastrico solare NE	1	22	3.12	20
Post. 32	FAENZA	C.so Domenico Baccarini 1/a	Liceo Torricelli cor-ridoio 3° p	1	28	3.44	6
Post. 7	RAVENNA	Viale Pallavicini 4/6	Hotel Italia Lastrico solare	3	113	3.51	6
Post. 26	RAVENNA Casal Borsetti	Via al mare 122	Hotel Europa terrazzo	3	89	5.26	6
Post. 27	RAVENNA Lido Adriano	Via Orazio 83	Lastrico solare cond.	3	102	5.59	20

- i valori medi dell'intero periodo di misura sono inferiori a 4 V/m in tutte le postazioni e solo il 7% (3 postazioni) è compreso fra 3 e 4 V/m:

N. Postazione	Comune / Località	Indirizzo	Postazione	N° campagne	N. gg	E _{medio} intero periodo [V/m]	Rif. Norma
Post. 27	RAVENNA Lido Adriano	Via Orazio 83	Lastrico solare condominio	3	102	3.06	20
Post. 26	RAVENNA Casal Borsetti	Via al mare 122	Hotel Europa terrazzo	3	89	3.55	6
Post. 32	FAENZA	C.so Domenico Baccarini 1/a	Liceo Torricelli corridoio 3° p	1	28	3.62	6

5.3 – Postazioni “caposaldi”: andamento del campo elettrico nel tempo

Alcune postazioni sono oggetto di monitoraggio da quasi 20 anni (a partire dal 2003, anno del primo protocollo) e costituiscono un utile riferimento per valutare la tendenza temporale dell'esposizione ai campi elettromagnetici in relazione sia alle evoluzioni tecnologiche nel frattempo intervenute negli impianti per la telefonia mobile (Figura 13), sia alla diffusione degli impianti nel territorio provinciale.

Il numero di telefonate supportate contemporaneamente da un impianto SRB è limitato, così gli impianti per la telefonia cellulare sono distribuiti sul territorio in modo proporzionale alla domanda di segnale e risultano concentrati prevalentemente nelle aree urbane densamente abitate. Più alta è la densità di utenti in un data zona, maggiore è la domanda di segnale e più piccole sono le aree servite dall'impianto: per questo motivo nelle città, per garantire il servizio (ovvero la copertura/segnale), sono presenti molte antenne vicine tra loro. La Tabella 16 mostra l'evoluzione del numero di impianti installati nei comuni della provincia di Ravenna, a partire dal 2002.

COMUNE	2002 SRB + Radio TV	2004 SRB + Radio TV	2009 SRB + Radio TV	2012 SRB + Radio TV	2015 SRB + Radio TV	2018 SRB + Radio-TV	2021 SRB + Radio-TV
ALFONSINE	3 +1	3 +1	5+1	8+1	10+1	12+1	17+1
BAGNACAVALLO	7	7	10	17	18	24	32
BAGNARA	2	2	2	4	4	4	4
BRISIGHELLA	10+30	10+30	13+30	14+30	18+25	26+25	21+25
CASOLA VALSENO	4+6	4+6	4+7	5+6	5+5	6+5	4+5
CASTEL BOLOGNESE	4	4	5	9	10	14	18
CERVIA	39	39	49	57	75	86	116
CONSELICE	7	7	8	8	10	16	16
COTIGNOLA	3	3	5	7	8	9	9
FAENZA	25+1	25+1	45+1	50+1	54+1	60+1	75+1
FUSIGNANO	4	4	5	5	6	9	10
LUGO	11+1	11+1	24+1	34+1	40+1	50+1	65+1
MASSA LOMBARDA	5	5	7	7	8	9	13
RAVENNA	124+17	124+17	170+19	193+17	212+17	242+17	336+17
RIOLO TERME	4+16	4+16	4+18	5+12	5+14	7+14	8+14
RUSSI	3	3	8	14	16	21	23
S. AGATA SANTERNO	1	1	2	3	4	5	5
SOLAROLO	5	5	5	6	6	8	8
TOTALE	333	333	448	514	573	673	835

Tabella 16 – Numero di impianti (SRB e impianti Radio-TV) presenti nei comuni della provincia di Ravenna

I siti della provincia di Ravenna per i quali vi è una serie storica significativa sono 33, ordinati per Comune in Tabella 17. I criteri utilizzati per costruire l'elenco, sono:

- la presenza di almeno tre campagne di misura;
- l'ultima campagna nel sito deve essere stata eseguita nel periodo 2019 – 2021, durante il corso di validità dell'ultimo protocollo.

Nella tabella, per ogni sito, oltre all'anagrafica, sono indicati:

- il numero attribuito alla postazione nell'ultimo protocollo (2019 – 2021);
- il periodo (anno di inizio e anno di fine) durante il quale sono state eseguiti i campionamenti;
- il numero di campagne totali eseguite (≥ 3)
- Il valore medio del campo elettrico misurato nelle campagne eseguite prima del 2019 (primo anno di validità dell'attuale protocollo);
- Il valore medio del campo elettrico misurato nelle campagne dal 2019 al 2021 (durante il periodo di validità dell'ultimo protocollo);
- Il valore medio del campo elettrico misurato nelle campagne fino al 2021, ovvero E_{medio} "storicizzato" della postazione.

Comune	Indirizzo	N° postaz. (2019 - 2021)	Anni monitoraggio/ protocolli	N° campagne effettuate	E_{medio} [V/m]		
					Campagne 200x – 2018	Campagne 2019 – 2021	Campagne 200x – 2021
Alfonsine	Via Samaritani, 1	Post.23	2003 ÷ 2021	18	0,91	0,88	0,90
Bagnacavallo	Via Gamberini, 2	Post.14	2015 ÷ 2021	6	0,61	1,02	0,82
Bagnara	Via 2 Giugno, 20/B	Post.5	2007 ÷ 2021	13	0,48	0,74	0,61
Brisighella	Via Baccagnano, 1	Post.20	2003 ÷ 2021	16	0,44	0,83	0,64
Casola Valsenio	Via Meleto, 9	Post.22	2003 ÷ 2021	10	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Castel Bolognese	Viale Umberto I°	Post.31	2017 ÷ 2021	5	2,07	1,70	1,89
Cervia Milano Marittima	XVI° Traversa, 16	Post.28	2003 ÷ 2021	19	1,89	1,82	1,86
Cervia	Via Malva Sud, 105	Post.29	2008 ÷ 2021	8	1,02	1,37	1,20
Conselice	Via Guglielma, 2	Post.42	2010 ÷ 2021	11	1,59	1,47	1,53
Cotignola	Corso Sforza, 110	Post.36	2005 ÷ 2021	16	1,42	1,96	1,69
Faenza	Istituto Ceramica via Baccarini, 17 - corridoio	Post.12	2004 ÷ 2021	16	2,67	3,06	2,87
Faenza	Piscina - Piazzale Pancrazi	Post.2	2005 ÷ 2021	14	0,37	1,08	0,73
Fusignano	Via Fornace, 35	Post.10	2004 ÷ 2021	14	0,59	0,70	0,65
Lugo	Uff. com.le Via Relencini, 1	Post.5	2009 ÷ 2021	12	0,84	0,54	0,69
Lugo	Ist. Stoppa via Baracca, 62	Post.39	2002 ÷ 2021	18	1,05	1,51	1,28
LUGO Voltana	Scuola Via della Stazione, 14	Post.40	2005 ÷ 2021	8	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Massa Lombarda	Via della Pace, 24	Post.12	2015 ÷ 2021	5	0,68	1,00	0,84
Ravenna	Circ. S. Gaetanino 243	Post.3	2009 ÷ 2019	10	1,95	2,19	1,95
Ravenna	Via Spadolini, 5	Post.4	2006 ÷ 2021	14	1,4	1,72	1,56
Ravenna	Viale Pallavicini, 4/6	Post.7	2006 ÷ 2021	14	2,35	2,92	2,64
Ravenna	Via Monte Nero, 50	Post.8	2005 ÷ 2019	12	0,62	0,50	0,56
Ravenna	Sc. materna - Caorle28	Post.13	2009 ÷ 2021	12	0,82	0,37	0,60

Comune	Indirizzo	N° postaz. (2019 - 2021)	Anni monitoraggio/ protocolli	N° campagne effettuate	Emedio [V/m]		
					Campagne 200x – 2018	Campagne 2019 – 2021	Campagne 200x – 2021
Ravenna Marina Romea	Via Ferrara, 30	Post.25	20014 ÷ 2021	7	0,85	0,39	0,66
Ravenna Casal Borsetti	Via al Mare, 122	Post.26	2003 ÷ 2021	14	2,24	3,62	2,93
RAVENNA Lido Adriano	Viale Orazio, 83	Post.27	2003 ÷ 2021	19	1,95	3,55	2,75
Ravenna Lido di Classe	Viale Fratelli Vivaldi, 94	Post.33	2012 ÷ 2021	9	1,15	1,40	1,28
Ravenna Lido di Savio	via Faenza, 12	Post.34	2005 ÷ 2021	9	1,3	0,98	1,14
Ravenna	Via G. Rasponi, 8	Post.37	2007 ÷ 2021	12	1,26	1,44	1,35
Ravenna	via Carraie, 21	Post.38	2004 ÷ 2021	16	1,63	2,00	1,82
Riolo Terme	via Leopardi, 21	Post.21	2010 ÷ 2021	12	1,43	1,78	1,61
Russi	uff. com.li via Babini, 1	Post.19	2011 ÷ 2019	9	0,74	2,21	1,48
S.Agata sul Santerno	Via Berlinguer	Post.41	2019 ÷ 2021	3	/	1,31	1,31
Solarolo	via Canale Molino, 1	Post.35	2005 ÷ 2021	16	0,58	0,83	0,71

Tabella 10 – Dati riassuntivi relativi ai 33 siti per i quali vi è una serie storica significativa

Per ogni postazione “storica” è stato calcolato e riportato in grafico a barre:

- il valore medio del campo elettrico considerando tutte le campagne disponibili in ciascuna postazione (Figura 14);
- la differenza (assoluta e percentuale) fra i valori medi del campo elettrico fino al 2018 e quelli relativi al periodo 2019-2021 (Figure 15 e 16).

Le ultime due figure (Figure 15 e 16) mettono in evidenza le differenze del campo elettrico misurato riconducibili sia alle modifiche tecnologiche intervenute negli impianti sia all’incremento della loro densità/numero nel territorio provinciale.

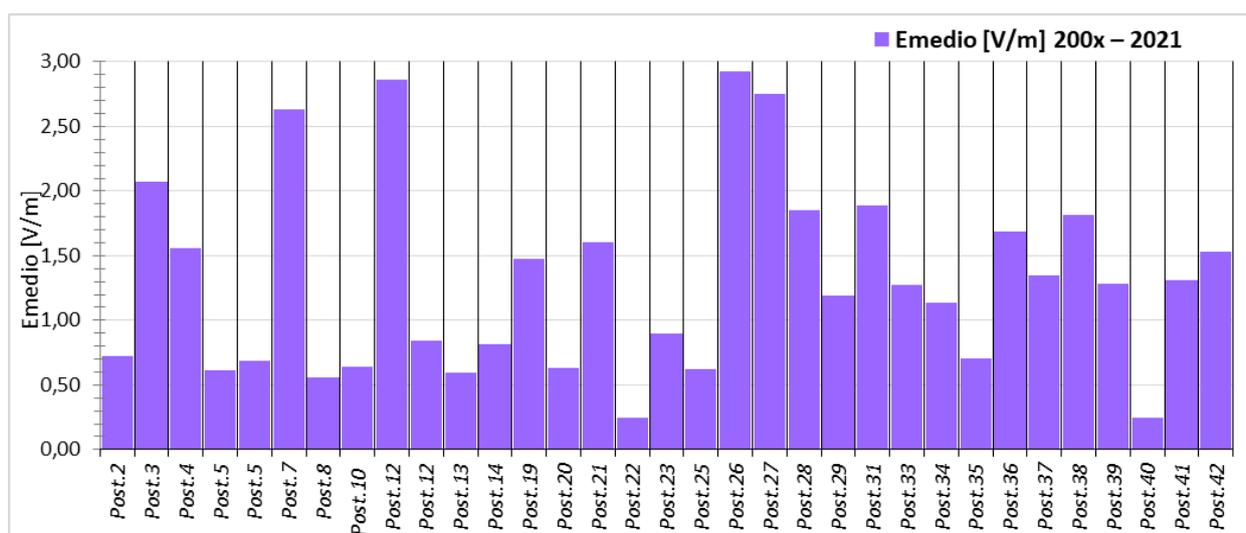


Figura 14 – Campo elettrico medio calcolato considerando tutte le campagne disponibili nella postazione (grafico ordinato per N° di postazione attribuita nel protocollo 2019-2021)

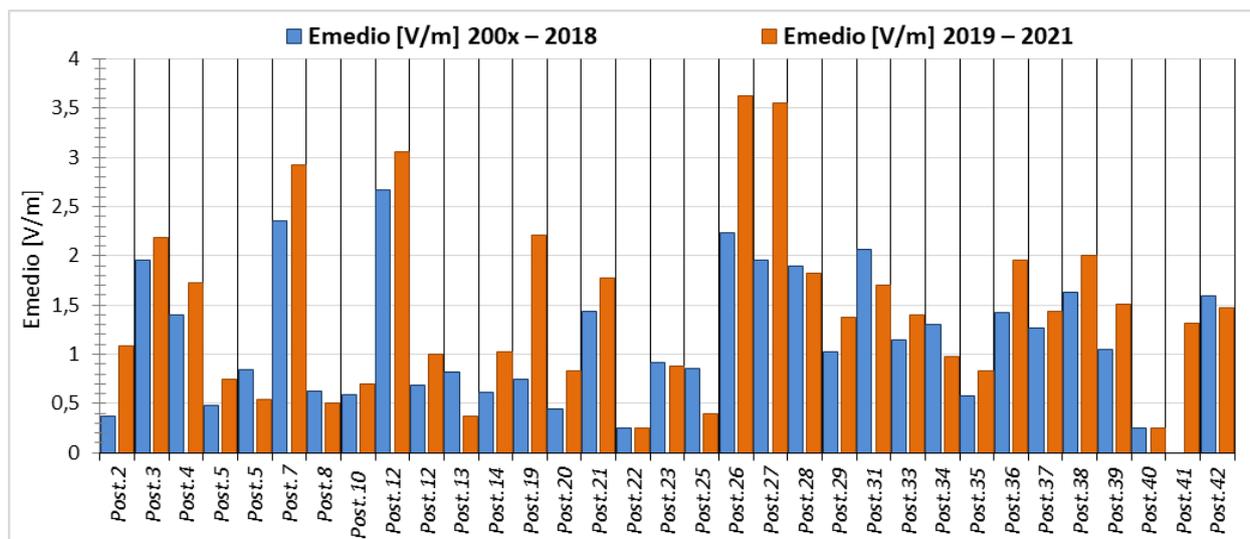
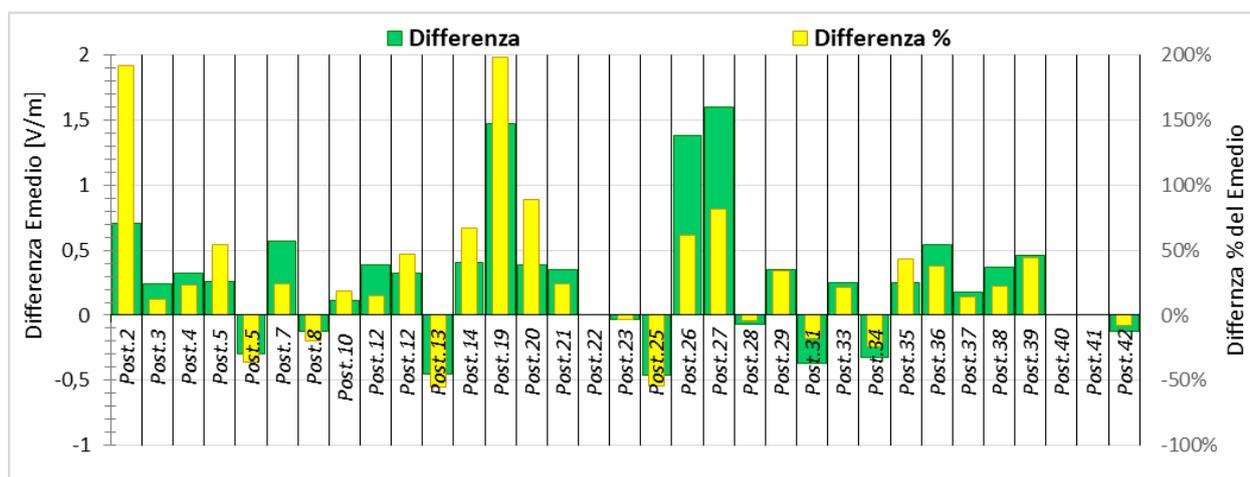


Figura 15 – Confronto fra elettrico medio calcolato considerando le campagne disponibili prima del 2019 e quelle dal 2019 al 2021 in ciascuna postazione



Comune	Indirizzo	Comune	Indirizzo
Post.2	Faenza Piscina – Piazz.le Pancrazi	Post.25	Ravenna - Marina Romea Via Ferrara, 30
Post.3	Ravenna Circ.ne San Gaetanino, 243	Post.26	Ravenna Casal Borsetti Via al Mare, 122
Post.4	Ravenna Via Spadolini, 5	Post.27	RAVENNA - Lido Adriano Viale Orazio, 83
Post.5	Bagnara Via 2 Giugno, 20/B (ex 54)	Post.28	Cervia Milano Marittima XVI° Traversa, 16
Post.5	Lugo Uff. com.le Via Relencini, 1	Post.29	Cervia Via Malva Sud, 105
Post.7	Ravenna Viale Pallavicini, 4/6	Post.31	Castel Bolognese Viale Umberto I°
Post.8	Ravenna Via Monte Nero, 50	Post.33	Ravenna Lido di Classe Viale Fratelli Vivaldi, 94
Post.10	Fusignano Via Fornace, 35	Post.34	Ravenna Lido di Savio via Faenza, 12
Post.12	Faenza Ist. Ceramica via Baccarini, 17	Post.35	Solarolo via Canale Malino, 1
Post.12	Massa Lombarda Via della Pace, 24	Post.36	Cotignola Corso Sforza, 110
Post.13	Ravenna Sc. materna - via Coorle28	Post.37	Ravenna Via G. Rasponi, 8
Post.14	Bagnacavallo Via Gamberini, 2	Post.38	Ravenna via Carraie, 21
Post.19	Russi uff. com.li via Babini, 1	Post.39	Lugo Ist. Stoppa via Baracca, 62
Post.20	Brisighella Via Baccagnano, 1	Post.40	LUGO Voltana Scuola Via della Stazione, 14
Post.21	Riolo Terme via Leopardi, 21	Post.41	S.Agata sul Santerno Via Berlinguer
Post.22	Casola Valsenio Via Meleto, 9	Post.42	Conselice Via Guglielma,2
Post.23	Alfonsine Via Samaritani, 1	Post.25	Ravenna - Marina Romea Via Ferrara, 30

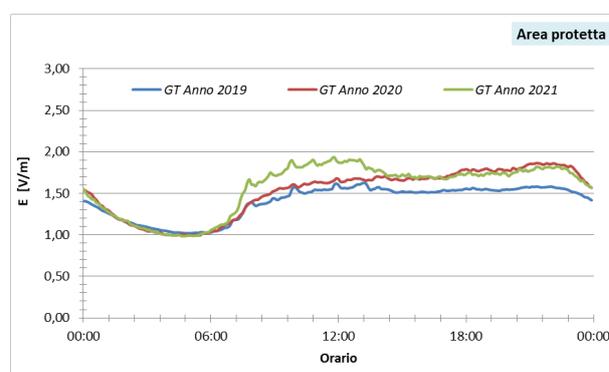
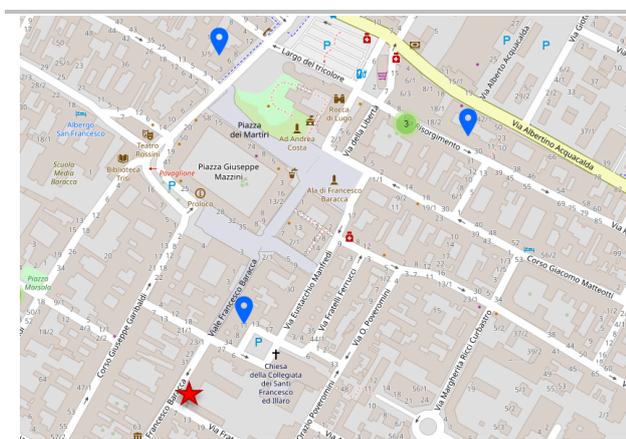
Figura 16 – Differenza assoluta e percentuale del campo elettrico medio calcolato considerando tutte le campagne disponibili prima del 2019 e dal 2019 al 2021 nella postazione

Infine, si riporta il “giorno tipico (GT)”⁷ calcolato considerando i dati rilevati durante gli ultimi monitoraggi (2019_2021) in alcune postazioni rappresentative di diversi tipi di area, ovvero:

1. **area protetta:** rientrano in questa classe le postazioni collocate in aree quali le aree ospedaliere, scolastiche, aree di particolare interesse urbanistico,.....
2. **area prevalentemente residenziale:** rientrano in questa classe le postazioni collocate in aree urbane ed extraurbane interessate da bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed uffici;
3. **area residenziale mista:** rientrano in questa classe le postazioni collocate in aree urbane caratterizzate da media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali ed uffici, limitata presenza di attività artigianali;
4. **area ad intensa attività umana:** rientrano in questa classe le postazioni collocate in aree urbane caratterizzate da alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, con presenza di attività artigianali. Rientrano in questa classe anche le postazioni in aree turistiche/balneari, durante la stagione di massima affluenza.

Istituto scolastico superiore in contesto urbano (centro storico)

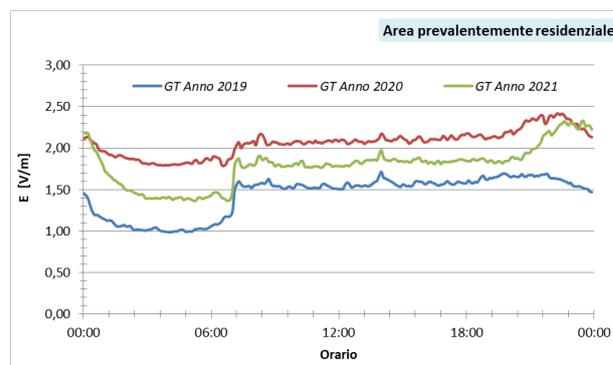
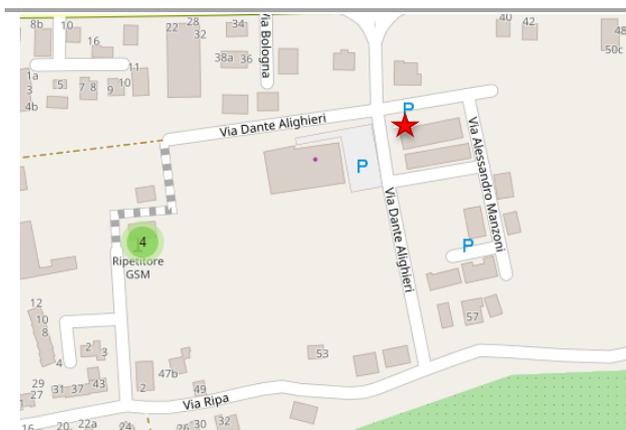
Postazione in area protetta



★ Postaz. 39 – Ist. Stoppa – v.le Baracca 62 - Lugo

Area extraurbana con bassa densità di popolazione e limitata presenza di attività commerciali

Postazione in area prevalentemente residenziale

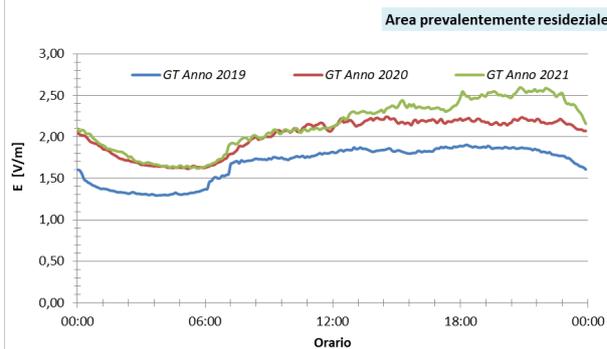
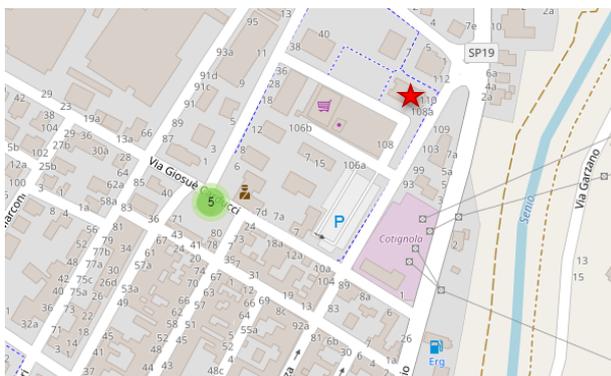


★ Postaz. 21 – via G. Leopardi - Riolo Terme

⁷ Per visualizzare l'andamento dei valori di campo elettrico (E) che mediamente si riscontrano nell'arco della giornata, si può calcolare e rappresentare graficamente il «giorno tipico - GT», calcolato effettuando la media dei valori di E rilevati allo stesso orario del giorno, in un determinato periodo, per tutte le 24 ore della giornata. Nello specifico sono stati mediati i rilievi di E effettuati ogni 6 minuti, dalle 00:00 di ogni giorno considerato. Il GT rappresenta, quindi, un ipotetico giorno "medio" che permette di evidenziare valori di campo E ricorrenti e minimizzare le fluttuazioni casuali.

Area urbana con bassa densità di popolazione e limitata presenza di attività commerciali

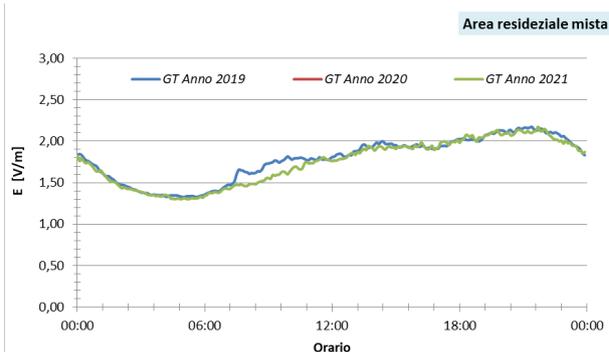
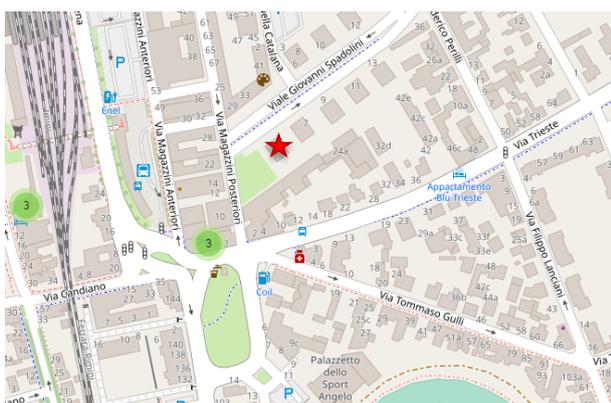
Postazione in area prevalentemente residenziale



★ Postaz. 36 – Corso Sforza, 110 - Cotignola

Media densità abitativa, presenza di attività commerciali ed uffici

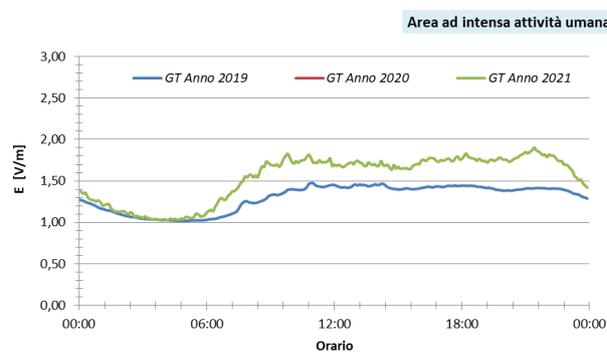
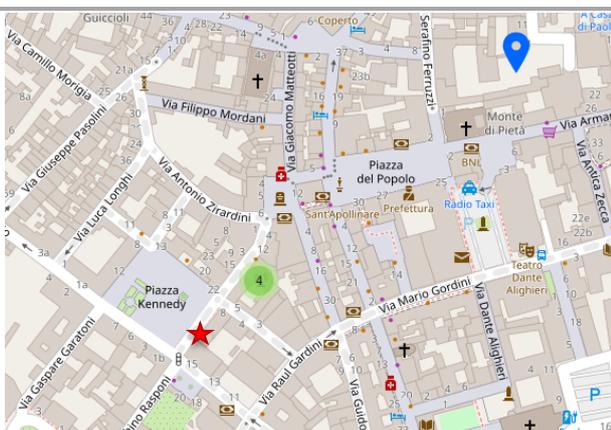
Postazione in area residenziale mista



★ Postaz. 4 – via G. Spadolini, 5 - Ravenna

Centro storico, alta densità abitativa, alta densità di attività commerciali

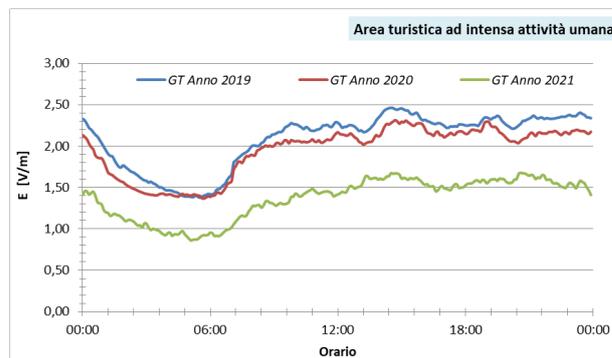
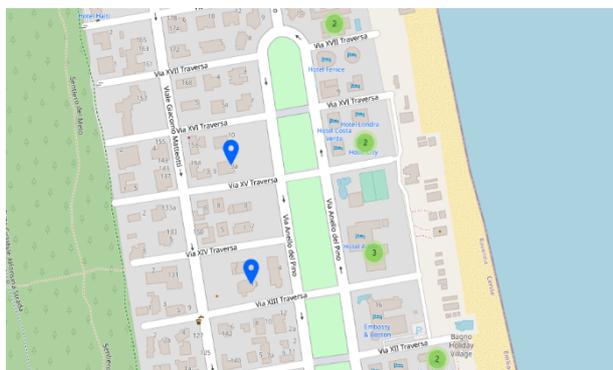
Postazione in area ad intensa attività umana



★ Postaz. 37 – via G. Rasponi 3 - Ravenna

Elevata presenza di persone, alta densità di attività commerciali e artigianali

Postazione in area ad intensa attività umana – turistica balneare



★ Postaz. 28 – Hotel Londra – XVI Traversa, 16 – Milano Marittima -Cervia

I grafici dei giorni tipici calcolati per le diverse postazioni presentano tutti un andamento caratteristico, funzione della domanda di trasmissione/comunicazione: i valori minimi si raggiungono durante la notte, poi iniziano ad aumentare piuttosto velocemente, per poi stabilizzarsi (più o meno, a seconda del tipo di area servita) e tornare a calare a tarda notte.

si notano anche alcune differenze nelle diverse annualità in funzione dell'area; in particolare:

- l'incremento nel 2021, rispetto ai due anni precedenti, del campo elettrico dalle ore 8 alle ore 14 nell'area protetta (scuola);
- un diverso andamento del campo elettrico, nel 2021, nelle due postazioni "prevalentemente residenziali" di Riolo Terme (diminuzione rispetto al 2020 in pratica a tutte le ore) e Cotignola (sovrapposizione al dato 2020 fino alle 12 circa, poi aumento nel 2021);
- nell' "area residenziale mista" un andamento del campo elettrico nel 2019 e 2021 con valori assolutamente confrontabili ed in pratica sovrapposti;
- valori significativamente più alti nel 2021 rispetto al 2019 nell'"area ad intensa attività umana";
- nel 2021, nella postazione rappresentativa dell'"area turistica" della riviera ravennate, c'è stato un crollo della richiesta di segnale in periodo estivo come evidenzia l'abbassamento della curva del GT a valori decisamente inferiori a quelli rilevati nel 2019 e 2020 (seppur con un andamento simile).

6 – Conclusioni

I risultati dei monitoraggi effettuati nel triennio 2019-2021 mostrano valori di campo elettrico nel territorio della provincia di Ravenna pienamente rispettosi del limite e del valore di attenzione previsti dalla normativa.

Questi dati rassicuranti – nel quadro normativo in vigore – sono il risultato anche dell’azione di prevenzione messa in atto in occasione dell’espressione del parere per il rilascio delle autorizzazioni/ riconfigurazioni delle antenne per la telefonia mobile. L’Agenzia, infatti, nell’attività di supporto agli Enti locali per i procedimenti autorizzativi, attenendosi in maniera rigorosa al principio di precauzione, effettua una valutazione preventiva, utilizzando un software di simulazione previsionale, ed esprime parere favorevole solo se il campo elettrico simulato rispetta i limiti di legge.

I risultati delle misure avvalorano la correttezza dell’approccio prudenziale e precauzionale utilizzato per la valutazione degli impianti.

E’ però opportuno – in considerazione del rapido progresso tecnologico nei sistemi di comunicazione/trasmissione e della loro proliferazione e diffusione – non abbassare la guardia e proseguire nell’azione di monitoraggio dando così riscontro dell’attenzione e dell’impegno per la verifica e il controllo anche di questo aspetto ambientale.