

L'ESPOSIZIONE AI CEM IN VENETO DALL'AVVENTO DEL 5G

DAL 2009 ARPA VENETO MONITORA L'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI NEI CAPOLUOGHI REGIONALI TRAMITE MODELLISTICA E DATI DEI CENSIMENTI ISTAT. L'EVOLUZIONE DELL'INDICATORE DAL 2009 AL 2025, CONFRONTANDO SCENARIO PRE-5G, DIFFUSIONE DELLA RETE E RISULTATI DELLE MISURE SUL CAMPO.

Nel mondo delle telecomunicazioni italiane, il 2019 è l'anno del 5G: una nuova tecnologia per la telefonia mobile che prometteva di rivoluzionare ancora una volta la nostra vita, con una maggiore velocità di connessione, un tempo di risposta più basso (la cosiddetta latenza) e un'interazione tra dispositivi e sensori in grado di automatizzare molte attività che comunemente svolgevamo. A distanza di sette anni, molte di quelle promesse sono state solo parzialmente mantenute, anche se l'installazione della rete 5G è andata avanti, rendendo la diffusione degli impianti dotati di questa tecnologia sempre più capillare.

Ma come è aumentata l'esposizione della popolazione dopo l'avvento di questa tecnologia? In questo articolo tenteremo di rispondere basandoci sulla realtà del territorio veneto. Nella regione, sin dal 2001, è stato implementato un catasto delle sorgenti fisse di telecomunicazioni, che dopo diverse evoluzioni è ora popolato attraverso l'applicativo Nirweb direttamente dai gestori di telefonia mobile, ogni qual volta vogliono richiedere l'installazione di un nuovo impianto o la modifica di uno esistente. Tale database, denominato Dbnir, oltre a fungere da catasto per tutti gli enti comunali, regionali e nazionali (da Nirweb si estraggono infatti i dati per popolare il catasto elettromagnetico nazionale, Cen, di Ispra), è utilizzato da Arpa Veneto per le valutazioni modellistiche che sono alla base dei pareri previsti dalla legislazione nazionale per le nuove installazioni o la modifica di stazioni radio base (Srb) esistenti.

Indicatore di esposizione

I dati contenuti nel database inoltre sono stati utilizzati, a partire dal 2009, per calcolare un indicatore dell'esposizione della popolazione, che correla i dati dei censimenti Istat realizzati negli anni

al campo elettrico simulato, al fine di poterne valutare l'evoluzione nel tempo. L'indicatore è stato calcolato nei sette comuni capoluogo, adottando la seguente procedura: innanzitutto si è partiti dallo studio dell'edificato concentrandosi sulla verifica della correttezza di alcune caratteristiche fondamentali degli edifici quali: piede, altezza, gronda e soprattutto la destinazione d'uso; nel calcolo dell'indicatore infatti vengono considerati solamente gli edifici civili, commerciali, lavorativi e industriali, cioè quelli in cui è possibile la permanenza prolungata nel tempo. Nella fase successiva è stata eseguita la selezione degli impianti di interesse per il calcolo, includendo solamente le Srb attive nel territorio del rispettivo comune capoluogo e nel raggio di 500 metri oltre i confini comunali, visto che anche il loro contributo può risultare significativo nel calcolo dell'esposizione.

Successivamente al controllo degli edifici e alla selezione degli impianti, si è proceduto con il calcolo dell'indicatore tramite una funzionalità apposita presente all'interno dell'applicativo

NirGis2, che è il software open source sviluppato internamente ad Arpa Veneto per la simulazione dei campi elettromagnetici a radiofrequenza, funzionante in ambiente Qgis. Tale applicativo simula il campo elettrico generato all'interno degli edifici dalle diverse Srb, senza tener conto dell'attenuazione fornita dalle pareti e a un'altezza di 5 metri sopra il livello del suolo, che corrisponde a considerare il primo piano come piano di residenza. Questa scelta è giustificata da un lato da un'analisi sull'edificato dei comuni capoluogo che ha dimostrato come il primo piano sia quello più popolato, dall'altro da uno studio eseguito sul comune di Verona [1], che ha mostrato come i risultati dell'indicatore di esposizione ottenuti considerando l'intera popolazione residente all'altezza di 5 metri siano analoghi a quelli ottenuti ripartendo la popolazione su tutti i piani di residenza.

Avendo quindi attribuito un valore di campo elettrico a ogni edificio significativo, è possibile calcolare il campo medio all'interno di ogni sezione

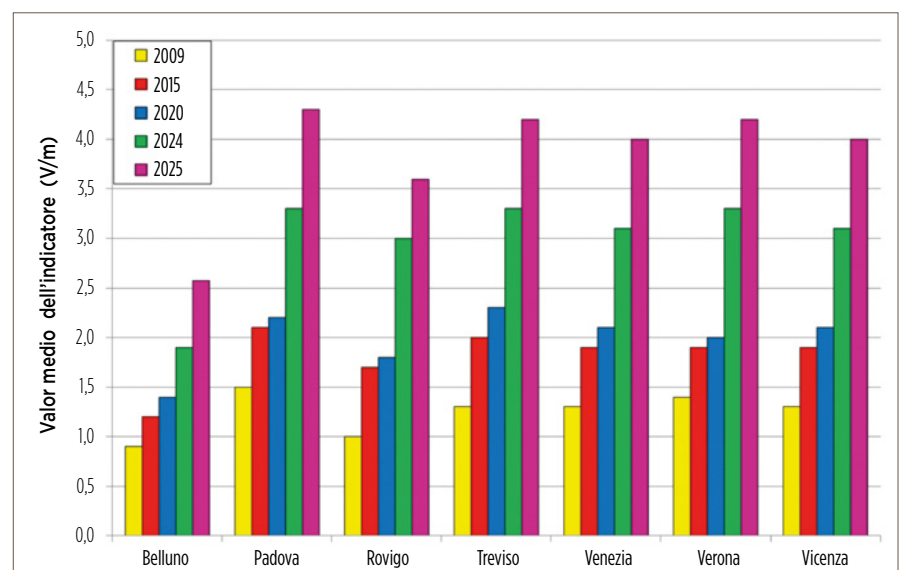


FIG. 1 CAMPO ELETTRICO

Confronto dei valori medi dell'indicatore di esposizione valutato in diversi anni per i 7 comuni capoluogo del Veneto

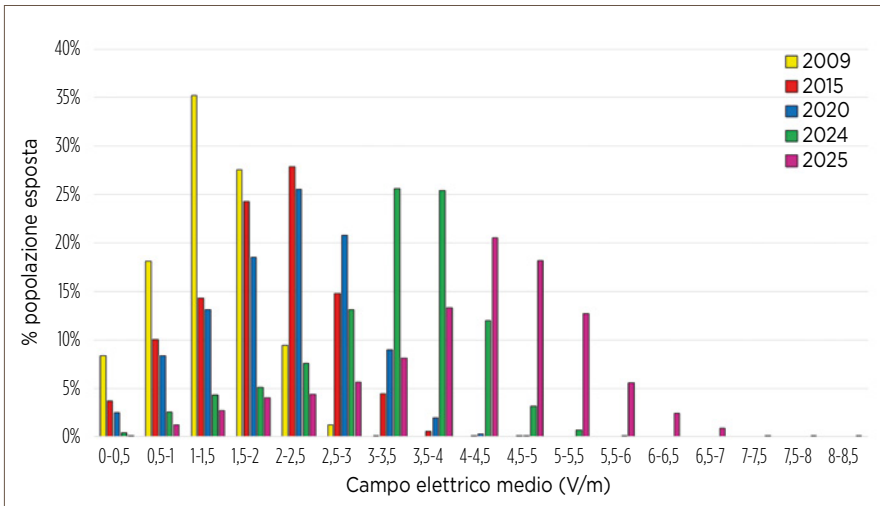


FIG. 2 CAMPO ELETTRICO E POPOLAZIONE ESPOSTA
Indicatore dell'esposizione della popolazione al campo elettrico calcolato nei 7 comuni capoluogo del Veneto (anni 2009, 2015, 2020, 2024 e 2025).

di censimento Istat, e associare tale valore alla popolazione residente all'interno delle sezioni (reperita negli anni dai diversi censimenti, l'ultimo risalente al 2021 [2]), ottenendo l'indicatore di esposizione.

L'evoluzione nel tempo e l'avvento del 5G

Come vedremo, tali analisi sono state ripetute nel 2009, 2015, 2020, 2024 e 2025, quindi per valutare l'effetto dell'avvento del 5G sull'esposizione va considerato il confronto tra i dati ottenuti nel 2024-2025 e quelli degli anni precedenti (l'indicatore del 2020 considera gli impianti installati fino a fine 2019, e a quella data il numero di stazioni con tecnologia 5G in Veneto era molto limitato). Per le analisi statistiche dettagliate dei risultati ottenuti si rimanda ai risultati presentati nel corso del convegno Airp 2025, tenutosi a Padova a fine 2025 [3]. Ci si soffermerà ora sui risultati contenuti nelle figure 1 e 2, che mostrano nei diversi anni di calcolo rispettivamente l'andamento del valor medio dell'indicatore nei sette comuni capoluogo del Veneto e l'indicatore complessivo, ottenuto aggregando i dati ottenuti nei sette comuni. È immediato valutare come i valori dell'indicatore calcolato nel 2025 siano quasi sempre doppi rispetto a quelli calcolati nel 2020, che come detto rappresenta la situazione pre-avvento del 5G. Anche la figura 2, oltre a mostrare come negli anni mediamente la popolazione risulti esposta a valori di campo sempre più elevati, evidenzia che se nel 2020 la maggior parte della popolazione era esposta a

valori di campo compresi tra 2 e 2,5 V/m, nel 2025 tale valore si è spostato tra 4 e 4,5 V/m.

Si fa inoltre notare come nell'indicatore ci sia stato un forte aumento tra il 2024 e il 2025, principalmente per l'effetto dell'innalzamento dei limiti dei campi elettromagnetici, con il valore di attenzione/obiettivo di qualità passato da 6 a 15 V/m a fine aprile 2024, per effetto della L. 214/23.

Ma tale incremento, calcolato con simulazioni che si basano sulle potenze richieste dai gestori in sede di autorizzazione, è effettivamente visibile nell'attività di misura? La risposta in base ai dati disponibili a oggi, sembrerebbe essere no. A titolo di esempio si mostra in figura 3 l'andamento del campo elettrico medio misurato nei monitoraggi effettuati dal 2016 al 2025 nella provincia di Vicenza. Il grafico mostra sì una tendenza all'aumento, fisiologica considerando che anche le potenze associate agli altri sistemi, in particolare 4G, sono aumentate negli ultimi anni, ma non paragonabile a quella riscontrata sull'indicatore. Se si aggregano i dati fino al 2019 e dal 2020 in poi, si vede

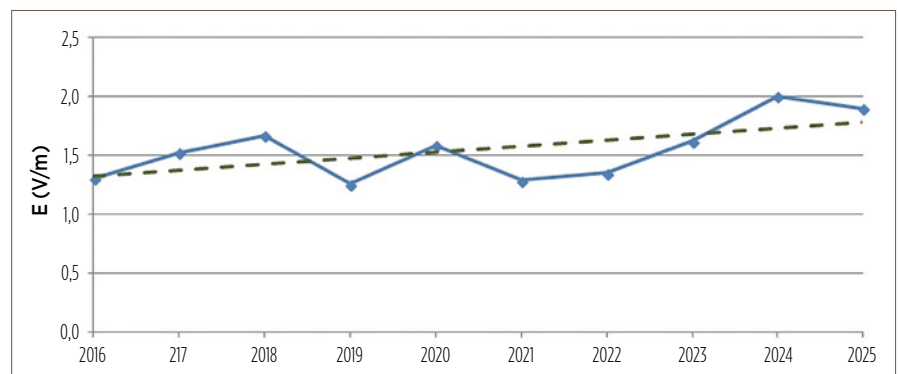


FIG. 3 CAMPO ELETTRICO MEDIO
Campo elettrico medio riscontrato nei monitoraggi di campo elettrico realizzati in provincia di Vicenza negli ultimi 10 anni.

che il campo medio è passato da 1,5 a 1,6 V/m, e anche limitando la media agli ultimi 3 anni, in cui i gestori hanno concentrato maggiormente l'installazione dei sistemi 5G a 3.700 MHz, il valore diventa 1,8 V/m. Un risultato analogo si era riscontrato in una serie di misure puntuali mostrate nel corso del convegno Airp 2025 [3], realizzate negli stessi punti in una sezione di censimento di Vicenza nel 2024 e nel 2025, per valutare se a un incremento del campo elettrico simulato nei due anni corrispondesse un analogo aumento di quello misurato. Il risultato finale è stato che a un incremento del campo elettrico ottenuto in simulazione del 29%, è corrisposto un aumento medio del campo misurato del 5%, a indicare nuovamente come a una crescita sostanziale della potenza autorizzata sia corrisposta una variazione modesta del campo elettrico reale.

Commento ai risultati

Ma a cosa può essere ascritta una differenza così importante? Le cause principali vanno ricercate probabilmente nel peculiare funzionamento dei sistemi 5G a 3.700 MHz e nel loro sottoutilizzo allo stato attuale. Questa tecnologia infatti utilizza quasi sempre antenne massive MIMO, che grazie ad algoritmi di beamforming riescono a generare lobi di radiazione specifici per illuminare le aree di spazio in cui sono presenti gli utenti che richiedono il servizio; questo si traduce mediamente in una riduzione del tempo di esposizione della popolazione, che sempre più spesso non viene considerato nelle richieste di autorizzazione fatte dai gestori. Per quanto riguarda invece lo scarso utilizzo della rete 5G, questo lo si può vedere dai dati che i gestori forniscono sull'andamento delle potenze degli impianti 5G nei database istituiti ai sensi del Dm 02/12/2014. Il risultato

di questi due fattori lo si può notare nei monitoraggi a banda stretta realizzati su questi tipi di segnale, grazie alla strumentazione acquisita da Arpa Veneto nell'ambito dell'ultimo progetto nazionale di ricerca Cem. In figura 4 viene mostrato, in un punto in cui è stato realizzato un monitoraggio a banda stretta, l'andamento del campo elettrico totale e la componente aggregata del solo 5G a 3.700 MHz installato in zona da 3 gestori su 4.

È quindi lecito attendersi nei prossimi anni, con uno sfruttamento più marcato delle potenzialità delle reti 5G legate all'introduzione negli smartphone dell'intelligenza artificiale e delle sue applicazioni, un aumento del campo elettrico, anche se probabilmente non tale da pareggiare quello riscontrato nel calcolo dell'indicatore di esposizione. Da un altro punto di vista, il margine rilevato nelle valutazioni modellistiche è confortante e sottolinea una volta di più l'importanza dell'attività preventiva svolta dal sistema agenziale su questo tipo di matrici.

Giuseppe Lorenzetto, Alexandru Timis, Flavio Trotti

Arpa Veneto

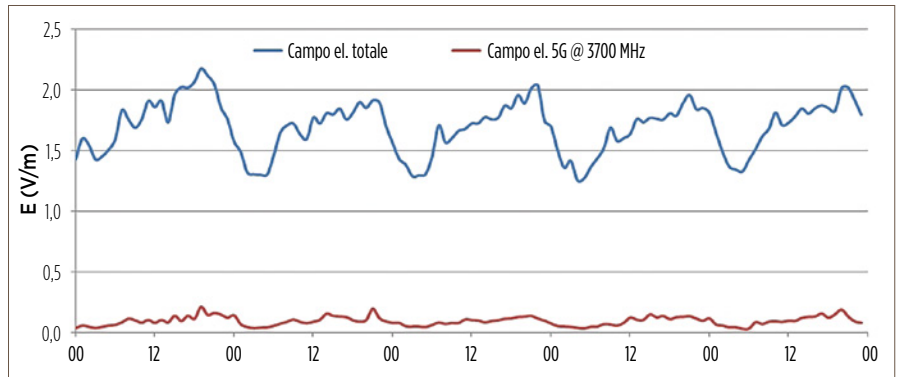


FIG. 4 5G E CAMPO ELETTRICO TOTALE
confronto tra campo elettrico totale e dovuto ai soli sistemi 5G a 3.700 MHz durante un monitoraggio a banda stretta.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Poli S. et al., 2016, "Indicatore di esposizione della popolazione al campo elettrico prodotto dalle stazioni radio base calcolato considerando la distribuzione della popolazione per piano nel comune di Verona", *Atti VI convegno nazionale agenti fisici "Il controllo degli agenti fisici: ambiente, territorio e nuove tecnologie"*, Alessandria, 6-8 giugno 2016.
- [2] Istat, 2021, Censimento permanente della popolazione e delle abitazioni 2021, www.istat.it/statistiche-per-temi/censimenti/popolazione-e-abitazioni/risultati/
- [3] G. Lorenzetto et al., 2025, "L'indicatore di esposizione al campo elettrico generato dagli impianti di telefonia mobile un anno dopo la modifica dei limiti: uno studio sul territorio del Veneto", *Atti XXXIX congresso nazionale Airp di radioprotezione*, Padova, 29-31 Ottobre 2025.

