

Esposizione a 5G: nuovi criteri per valutare i campi elettromagnetici

La tecnologia 5G introduce nuovi metodi di valutazione dei campi elettromagnetici: modelli probabilistici, misure dinamiche e simulazioni avanzate permettono di stimare l'esposizione reale generata dalle antenne Massive MIMO e Beamforming.

L'introduzione e la diffusione capillare delle reti di telecomunicazione mobile di quinta generazione (5G) hanno imposto una profonda revisione delle metodologie di verifica e controllo dei campi elettromagnetici (CEM). Se l'adozione delle nuove linee guida nazionali ha tracciato il solco metodologico globale per gli organi di vigilanza? come evidenziato nell'articolo precedente "Le linee guida Snpa sulle misure 5G"? sorge la necessità di comprendere l'applicazione pratica di tali criteri nei singoli scenari autorizzativi e di controllo sul territorio.

È in questo contesto di estremo dettaglio metrologico che si inserisce il contributo tecnico-scientifico intitolato "*La valutazione della massima esposizione*", pubblicato sulla rivista **Ecoscienza** (numero 1/2026). L'articolo offre una disamina focalizzata sulle procedure ingegneristiche e matematiche necessarie per determinare l'effettivo impatto elettromagnetico delle antenne dotate di tecnologia *Massive MIMO* e *Beamforming*, superando i vecchi approcci deterministici e introducendo criteri predittivi di tipo probabilistico, formalizzati a tutela dell'ambiente e della popolazione.

Il superamento del modello statico e l'effetto della riduzione di potenza

Nelle reti radiomobili tradizionali (2G, 3G e 4G), la valutazione preventiva dell'esposizione veniva eseguita considerando l'impianto alla sua massima potenza teorica, ipotizzando che essa venisse irradiata h24 verso tutte le direzioni dello spazio. Un approccio siffatto, pur essendo fortemente cautelativo, non è più applicabile alla tecnologia 5G senza incorrere in una paralisi infrastrutturale. Le antenne 5G non distribuiscono la potenza in modo uniforme: la concentrano in fasci dinamici e direzionali che seguono gli utenti solo quando c'è un'effettiva richiesta di traffico dati.

Come spiegato approfonditamente nell'articolo di *Ecoscienza* 1/2026, calcolare la massima esposizione ipotizzando che tutti i fasci di un'antenna Massive MIMO operino contemporaneamente alla massima potenza verso lo stesso identico punto riceettore (ad esempio, un'abitazione o una scuola) equivarrebbe a descrivere un evento fisicamente impossibile. Questa evidenza ha spinto il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) e i laboratori di ricerca a sviluppare modelli statistici capaci di stimare la "massima esposizione realistica".

Il fulcro della nuova metodologia risiede nell'applicazione dei cosiddetti **fattori di riduzione della potenza** (o fattori di tecnologia). Attraverso complessi calcoli probabilistici e simulazioni Monte Carlo, gli esperti hanno dimostrato che la probabilità che più fasci convergano nello stesso istante e nella medesima direzione decresce drasticamente all'aumentare del numero di sotto-elementi radianti dell'antenna. La valutazione della massima esposizione, pertanto, non si basa più su una configurazione statica di picco indifferenziato, bensì sulla determinazione matematica del massimo livello di campo mediato sulle 6 ore (in conformità con la normativa italiana), che tiene conto del fattore di carico reale della cella e delle fluttuazioni del traffico urbano.

Metodologie di estrapolazione e decodifica del segnale New Radio

L'articolo presente su *Ecoscienza* 1/2026 scende nei dettagli operativi delle tecniche di misura impiegate dai tecnici delle Arpa regionali. Il problema principale per un operatore che effettua un rilievo sul campo è l'imprevedibilità del segnale: trovarsi sotto un'antenna 5G quando non ci sono utenti attivi significa misurare un valore di campo elettromagnetico bassissimo, che non rappresenta affatto il potenziale massimo dell'impianto nelle ore di punta.

Per risolvere questo problema, la tecnica illustrata nel servizio prevede la scomposizione del segnale 5G NR (New Radio) nelle sue due componenti fondamentali:

1. **I segnali di traffico (PDSCH):** Altamente dinamici, direzionali ed emessi solo su richiesta.
2. **I segnali di sincronizzazione e controllo (SSB - Synchronization Signal Block):** Emessi a intervalli regolari di tempo (tipicamente ogni 20 millisecondi) e trasmessi in modalità omnidirezionale o su macro-settori fissi per permettere ai dispositivi mobili di agganciare la rete.

La valutazione della massima esposizione avviene mediante l'isolamento strumentale del blocco SSB tramite analizzatori di spettro con opzione di demodulazione software. Una volta misurata con assoluta precisione la potenza associata all'SSB, i tecnici applicano i fattori di estrapolazione stabiliti dalle norme tecniche internazionali (CEI EN 62232). Questo calcolo matematico permette di risalire al valore di campo elettromagnetico che si registrerebbe se l'impianto stesse lavorando alla massima capacità di traffico consentita dal software di gestione dell'operatore, garantendo un dato ripetibile, scientificamente solido e indipendente dalle condizioni istantanee di rete al momento del controllo.

Integrazione con i modelli previsionali software

Un altro aspetto di rilievo trattato nel testo di *Ecoscienza* riguarda la sinergia tra le misure fisiche sul territorio e i software di simulazione numerica utilizzati in fase autorizzativa. Prima che un'antenna venga installata, l'Arpa deve esprimere un parere preventivo vincolante. In questa fase, non essendo possibile effettuare misure, la valutazione della massima esposizione si affida interamente a modelli matematici di propagazione tridimensionale.

I nuovi algoritmi integrano i diagrammi di radiazione dinamici forniti dai costruttori degli apparati radiomobili. Il software simula l'ambiente urbano circostante, calcolando l'interazione dei fasci dinamici con gli edifici e stimando i livelli di campo elettromagnetico non solo al suolo, ma anche sulle facciate e sui tetti dei ricettori sensibili. L'articolo evidenzia come i tavoli tecnici abbiano permesso di affinare questi modelli predittivi, riducendo lo scarto tra i valori teorici calcolati in fase di progetto e i valori reali successivamente riscontrati sul campo, assicurando che i limiti di legge non vengano mai superati in nessuna condizione di esercizio.

Valore della trasparenza metrologica

L'articolo "*La valutazione della massima esposizione*" di *Ecoscienza* 1/2026 dimostra come l'apparente aleatorietà della tecnologia 5G possa essere governata attraverso un rigore metrologico di altissimo livello. Il passaggio da un controllo puramente geometrico e statico a un monitoraggio statistico e predittivo rappresenta una pietra miliare per la radioprotezione moderna.

Le metodiche descritte offrono una duplice garanzia: da un lato, evitano l'applicazione di sovrastime teoriche che bloccherebbero incomprensibilmente lo sviluppo tecnologico e la transizione digitale del Paese; dall'altro, blindano la tutela della salute pubblica attraverso protocolli di estrapolazione scientificamente validati, capaci di intercettare e quantificare i reali scenari di massimo carico. Per i tecnici della Pubblica Amministrazione, i professionisti della radioprotezione e la cittadinanza,

questo documento si configura come una mappa fondamentale per comprendere la complessa e affascinante architettura dei controlli ambientali del futuro.

L'intero impianto documentale, le formule di estrapolazione del blocco SSB e i risultati delle simulazioni sono consultabili nel servizio integrale pubblicato su Ecoscienza 1/2026, liberamente accessibile in formato digitale al seguente link:

[Scarica Ecoscienza - Numero 1 del 2026](#) (pdf)

RXY



Licenza [Creative Commons](#)

I contenuti presenti sul sito PuntoSicuro non possono essere utilizzati al fine di addestrare sistemi di intelligenza artificiale.

www.puntosicuro.it