

## Valutazione della popolazione esposta a campi elettromagnetici a radiofrequenza

Orietta Baglioni, Maria Grazia Consalvi, Cinzia Tosti

*La valutazione dell'indicatore "popolazione esposta a campi elettromagnetici a radifrequenza" determina la risoluzione di alcune problematiche relative alla stima dei campi magnetici, alla potenza irradiata dalle stazioni radio base e alla distribuzione della popolazione nei fabbricati*

Nell'ambito di un lavoro di tesi di laurea riguardante l'analisi dell'esposizione della popolazione a campi elettromagnetici nelle aree maggiormente antropizzate del Comune di Narni, effettuata sia a livello previsionale (con tecniche modellistiche) che sperimentale (con misure strumentali), si è giunti alla costruzione di un indicatore "popolazione esposta a campi elettromagnetici RF", con applicazione specifica alle Stazioni Radio Base (SRB) in ambito urbano. Per lo sviluppo dell'indicatore è stato preso a riferimento, come linea guida, il documento APAT RTI CTN\_AGF 2/2005 che illustra le procedure metodologiche per il popolamento dell'indicatore, delle quali è riportato un esempio applicativo. La valutazione dell'indicatore "popolazione esposta a campi elettromagnetici RF" comporta la risoluzione di problematiche relative alla stima dei livelli di campo elettrico sul territorio, alla valutazione dell'effettiva potenza irradiata dalle stazioni radio base e alla definizione della distribuzione della popolazione nei fabbricati. Nel caso specifico, sono stati presi in esame gli agglomerati urbani di Narni Scalo e Narni Città in corrispondenza dei quali sono stati individuati, in totale, sei siti presso i quali sono dislocate stazioni radiobase equipaggiate di antenne per trasmissione di segnali per telefonia mobile (GSM, DCS e UMTS). Disponendo già preliminarmente delle informazioni necessarie per le caratterizzazioni delle singole antenne, lo studio è stato finalizzato, in una sua prima fase, alla stima dei livelli medi di campo elettromagnetico prodotto dalle stazioni radio base, utilizzando il software WinEDT-VICREM con modello di calcolo del campo in spazio libero; successivamente, si è proceduto con la messa a punto dell'indicatore, attraverso i valori di campo stimati e i dati Istat (2001) relativi alla popolazione e al numero di edifici.

### CALCOLO DEI LIVELLI MEDI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO

Il calcolo dei livelli medi di campo elettromagnetico, utile ai fini della costruzione dell'in-

dicatore, è stato effettuato singolarmente, per ciascun sito, su un'area quadrata di 200 metri di lato. Ciascuna area di applicazione è stata sovrapposta alle sezioni Istat ed è stata suddivisa in una griglia di 1681 punti di coordinate (X, Y), corrispondenti ad un passo di calcolo di 5 metri in entrambe le direzioni. Ad ogni punto (X, Y) è stata associata una quota ottenuta aggiungendo 5 metri alla quota media del livello del suolo sull'area di applicazione: la quota di 5 metri deriva dall'altezza tipica del primo piano di un'abitazione, pari a 3 metri, alla quale sono stati sommati 2 metri allo scopo di considerare l'intera lunghezza del corpo umano. Per ciascuna area di applicazione, utilizzando il software VICREM in ipotesi di spazio libero, sono stati valutati i livelli di campo elettrico generati in corrispondenza ad ogni punto della griglia e sono quindi stati calcolati i campi medi relativi a ciascuna porzione di sezione di censimento Istat (2001) intersecante l'area di applicazione. In figura 3 è riportata l'ortofoto relativa a una delle sei aree di applicazione, a cui sono state sovrapposte sia le sezioni Istat di interesse sia la griglia dei punti in cui sono stati valutati i campi. La tabella 1 riporta, per ciascuna area di applicazione, i livelli medi di campo relativi ad ogni sezione Istat intersecante le aree di applicazione, calcolati dai punti della griglia che ricadono nella sezione stessa.

### CALCOLO DELL'ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE NELLE AREE DI APPLICAZIONE

Allo scopo di ottenere una distribuzione di popolazione rappresentativa di ciascuna area di applicazione, dato che tale area contiene solo delle porzioni di sezioni di censimento (vedi figura 3), è stata adottata, per ciascuna sezione di interesse, la seguente procedura:

- divisione della popolazione presente nella sezione per il numero totale di edifici;
- individuazione del numero di edifici della sezione presenti all'interno dell'area di applicazione;
- moltiplicazione della popolazione per edi-





Figura 1 - Narni scalo



Figura 2 - Narni città



Figura 3 - Area di applicazione, griglia punti e sezioni Istat - Sito n. 5

ficio per il numero di edifici presenti all'interno dell'area di applicazione allo scopo di ottenere la popolazione della sezione che ricade all'interno dell'area di applicazione.

Dalla procedura applicata è emerso che:

- la popolazione totale all'interno dell'area di applicazione relativa al sito 1 è pari a 31 persone, corrispondente al 2,25% della popolazione delle 3 sezioni Istat;
- la popolazione totale all'interno dell'area di applicazione relativa al sito 2 è pari a 417 persone, corrispondente al 23,58% della popolazione delle 4 sezioni Istat;
- la popolazione totale all'interno dell'area di applicazione relativa al sito 3 è pari a 77 persone, corrispondente al 6,59% della popolazione delle 2 sezioni Istat;
- la popolazione totale all'interno dell'area di applicazione relativa al sito 4 è pari a 291 persone, corrispondente al 17,29% della popolazione delle 6 sezioni Istat;
- la popolazione totale all'interno dell'area di applicazione relativa al sito 5 è pari a 320 persone, corrispondente al 16,33% della popolazione all'interno delle 6 sezioni Istat;
- la popolazione totale all'interno dell'area di applicazione relativa al sito 6 è pari a 296 persone, corrispondente al 17,59% della popolazione all'interno delle 5 sezioni Istat. Nella figura 4 sono riportate sotto forma di istogramma, per ogni area di applicazione e in totale, le distribuzioni della popolazione in funzione dei livelli medi di campo ottenuti, per ciascuna sezione, utilizzando il modello di spazio libero e suddivisi in classi di 0,25 V/m. La tabella 2 illustra le mediane della distribuzione della popolazione calcolata singolarmente per tutte le aree di applicazione e globalmente. Dal grafico di figura 4 si osserva che:

- per l'area di applicazione relativa al sito n. 1 il calcolo in spazio libero porta ad una distribuzione in cui la popolazione si suddivide in 2 classi di valori di campo elettrico comprese tra 0,25 e 1,00 V/m. La mediana della distribuzione risulta pari a 0,89 V/m, coincidente con il valore medio di campo cui è esposto il 64,8% della popolazione, mentre il restante 35,2% è esposto a valori medi di campo pari a 0,40 V/m;
- per l'area di applicazione relativa al sito n. 2 il calcolo in spazio libero porta ad una distribuzione in cui la popolazione si suddivide in 2 classi di valori di campo elettrico comprese tra 0,25 e 0,75 V/m. La mediana della distribuzione risulta pari a 0,47 V/m, coincidente con il valore medio di campo cui è esposto il 98,1% della popo-

	Sezione Istat	Numero punti griglia	Campo medio (V/m)
SITO 1	58	434	0.890
	60	110	0.399
	139	1137	0.547
SITO 2	54	1111	0.548
	55	557	0.472
	57	5	0.088
SITO 3	139	8	0.284
	60	1563	0.506
	183	118	0.367
SITO 4	1	360	0.562
	7	472	0.524
	8	324	0.676
	9	239	1.116
	13	20	1.166
SITO 5	127	226	0.323
	1	736	0.611
	7	45	1.119
	8	63	1.051
	9	804	0.796
SITO 6	10	24	0.554
	127	9	0.382
	4	78	0.383
	6	319	0.726
SITO 6	10	985	1.332
	17	69	1.205
	130	230	0.577

Tabella 1 - Campo elettrico medio calcolato per ciascuna sezione Istat in ciascuna area di applicazione dei 6 siti

lazione, mentre il restante 1,9% è esposto a valori medi di campo pari a 0,55 V/m;

- per l'area di applicazione relativa al sito n. 3 il calcolo in spazio libero porta ad una distribuzione in cui il 100% della popolazione si colloca nella classe di valori di campo elettrico compresa tra 0,50 e 0,75 V/m con la mediana della distribuzione che risulta pari a 0,51 V/m;
- per l'area di applicazione relativa al sito n. 4 il calcolo in spazio libero porta ad una distribuzione in cui la popolazione si suddivide in 2 classi di valori di campo elettrico comprese tra 0,50 e 1,25 V/m. La mediana della distribuzione risulta pari a 0,56 V/m, coincidente con il valore medio di campo al di sotto del quale è esposto

	Mediana campo E	Popolazione esposta
SITO 1	0.89 V/m	64.8%
SITO 2	0.47 V/m	98.1%
SITO 3	0.51 V/m	100%
SITO 4	0.56 V/m	54.9%
SITO 5	1.05 V/m	45.5%
SITO 6	1.33 V/m	72.8%
TOTALE	0.61 V/m	57.4%

Tabella 2 - Mediana campo elettrico e relativa popolazione esposta calcolato per ciascuna area di applicazione dei 6 siti, singolarmente e globalmente

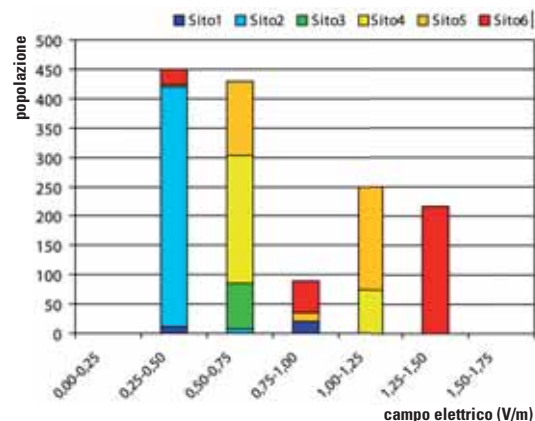


Figura 4 - Distribuzione della popolazione secondo le classi di esposizione - singolarmente per ciascuna area applicazione di ciascun sito e globalmente

il 54,9% della popolazione, mentre il 25,3% è esposto a valori medi di campo pari a 1,12 V/m;

- per l'area di applicazione relativa al sito n. 5 il calcolo in spazio libero porta ad una distribuzione in cui la popolazione si suddivide in 4 classi di valori di campo elettrico comprese tra 0,25 e 1,25 V/m. La mediana della distribuzione risulta pari a 1,05 V/m, coincidente con il valore medio di campo al di sotto del quale è esposto il 94,9% della popolazione con il 45,5% esposto a valori medi di campo inferiori a 0,80 V/m e addirittura il 40,8% al di sotto in media a 0,61 V/m;

*Il calcolo dei livelli medi di campo elettromagnetico è stato effettuato per ciascun sito su un'area quadrata di 200 metri di lato*

- per l'area di applicazione relativa al sito n. 6 il calcolo in spazio libero porta ad una distribuzione in cui la popolazione si suddivide in 3 classi di valori di campo elettrico comprese tra 0,25 e 1,50 V/m. La mediana della distribuzione risulta pari a 1,33 V/m, coincidente con il valore medio di campo cui è esposto il 72,8% della popolazione, mentre il restante 27,2% è esposto a valori medi di campo inferiori a 0,73 V/m;
- per l'insieme delle aree di applicazione relative ai siti n. 1, 2, ..., 6 considerate globalmente, il calcolo in spazio libero porta ad una distribuzione in cui la popolazione

si suddivide in 5 classi di valori di campo elettrico comprese tra 0,25 e 1,50 V/m. La mediana della distribuzione risulta pari a 0,61 V/m, coincidente con il valore medio di campo al di sotto del quale è esposto il 57,4% della popolazione. Il 67,6% della popolazione è esposto a livelli medi di campo inferiori a 0,89 V/m mentre il restante 32,4% è esposto a valori medi di campo inferiori a 1,33 V/m.

I livelli medi di campo sono stati calcolati mediante software in condizioni di spazio libero: come provato con misure effettuate in sito, in punti in vista della sorgente, i campi previsti dal VICREM sono risultati sovrastimati rispetto a quelli effettivamente misurati; per quanto riguarda i tre siti di Narni Scalo, in cui l'ipotesi di spazio libero è abbastanza aderente alla realtà, la sovrastima è risultata in media pari a 0,23 V/m; per quanto concerne invece i tre siti di Narni Città, in cui l'alta densità di edifici separati da stretti vicoli si discosta significativamente dall'ipotesi del modello, la sovrastima è risultata in media pari a 0,79 V/m. Di conseguenza, l'indicatore "popolazione esposta a campi elettromagnetici RF", costruito in funzione dei campi simulati, è risultato anch'esso sovrastimato: ad ogni modo, per tutti i siti esaminati i valori di esposizione sono risultati ampiamente al di sotto degli obiettivi di qualità fissati dal DPCM 8 luglio 2003. L'indicatore costruito potrebbe essere ulteriormente affinato disponendo per ogni sezione Istat di ulteriori dati (non reperibili però dal censimento Istat 2001) quali il numero di abitanti per piano, l'altezza effettiva degli edifici, il volume edificato e la superficie coperta complessiva; tali informazioni renderebbero possibile la ripartizione della popolazione in base alla superficie coperta (invece che al numero di edifici) e la valutazione dei livelli medi di campo su più superfici di calcolo parallele al suolo e collocate a quote rappresentative delle altezze reali degli edifici. Per eventuali correlazioni di tipo epidemiologico, potrebbe inoltre essere rilevante la costruzione di un analogo indicatore "popolazione esposta a campi elettromagnetici ELF".