









Berna, 18 luglio 2025

Su incarico dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)



Committente: Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), Divisione Rumore e NIR, CH-3003 Berna L'UFAM è un ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC).

Contraente: consorzio di progetto SwissNIS

TPH G+P

Swiss Tropical and Public Health Institute Grolimund + Partner AG Kreuzstrasse 2 Entfelderstrasse 45

4123 Allschwil 5000 Aarau

FaW NED-TECH
Fields at Work GmbH NED - TECH AG
Hegibachstrasse 41 Unterholz 26

8032 Zurigo 3380 Wangen an der Aare

Autore:

Toni Ziegler, G+P, Responsabile del progetto
Martin Röösli, TPH, vice responsabile del progetto
Dominik Haas, G+P
Nicolas Loizeau, TPH
Marco Zahner, FaW
Christa Stephan, G+P
Johannes Schindler, G+P
Markus Gugler, NED-TECH
Jürg Fröhlich, FaW
Erik Bühlmann, G+P
Michal Kovacik, G+P

Accompagnamento UFAM:

Sebastian Egger Urs Walker Alexander Reichenbach Andreas Siegenthaler

Nota: Questo studio/relazione è stato commissionato dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM). Il contraente è l'unico responsabile dei contenuti.

Immagine di copertina: Nicolas Loizeau

Versione	Data di pubblicazi-	Autori	Descrizione	Distributore
V 1.2	04.07.2025	Gruppo di pro- getto	Rapporto annuale 2024	UFAM

Contenuto

1.	Introduzione e obiettivi	. 5
2.	Concetto e metodi	. 6
2.1	Concetto di misurazione	. 6
2.2	Strumenti di misura	. 7
2.2.	1 Specifiche generali del dispositivo	. 7
2°2.	2 Nuova versione del programma ExpoM-RF Utility (aprile 2023)	. 8
2.2.3	3 Selezione delle bande di frequenza	. 8
2.2.4	4 Precisione e incertezza di misura	11
2.2.	5 Influenza della schermatura del corpo	11
2.2.6	6 Correzione della diafonia	12
2.3	Misure	12
2.3.	1 Misure su percorsi	12
2.3.2	2 Misurazioni spot residenziali	13
2.3.3	3 Misure continue stazionarie	14
2.4	Selezione dei siti di misura	15
	1 Misurazioni su percorsi nel 2024	
2.4.2	2 Misure spot residenziali	18
2.4.3	Misure continue stazionarie	21
2.5	Gestione dei dati	22
2.5.	1 File di misura e database	22
2.5.2	2 Preparazione dei dati	23
	3 Statistiche descrittive	
	Risultati	
	Misurazioni su percorsi	
	1 Analisi delle misurazioni dei percorsi dall'anno 2024	
3.1. ⁻		
3.1. ⁻	·	
3.1.	1.3 Sfruttamento del valore limite di immissione (IGW)	38
3.1.	- '	38
3.1.	·	
	lalità online e di volo	
	2 Confronto dell'esposizione alle RF e BF negli anni 2022 e 2024	
	Misure spot o piatte	
	1 Esposizione RF	
	2 Esposizione LF	
	Misure continue stazionarie	
	Confronto delle misure continue 2024 con 2023	
4	Discussione e risultati	74



4.1	Misurazioni su percorsi	74
4.1.	1 Misurazioni su percorsi nel 2024	74
4.1.	2 Misurazioni nelle scuole	74
4.1.	3 Confronto 2022/2024 per le misurazioni dei percorsi	75
4.2	Misure residenziali	76
4.2.	1 Esposizione ad HF	76
4.2.	2 Esposizione LF	78
4.2.	3 Misure continue stazionarie	79
4.3	Limitazioni	83
5.	Bibliografia	85
6.	Fonti dei dati	87
I	Glossario	88
II	Elenco delle comunità di microambienti	90
Ш	Parametri statistici delle misurazioni sui percorsi	93
IV	Parametri statistici delle misure spot	113
V	Parametri statistici delle misurazioni stazionarie	124
VI	Elenco delle posizioni di misurazione spot	147

1. Introduzione e obiettivi

Dalla revisione dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI) nell'aprile 2019, l'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) è stato esplicitamente incaricato di rilevare periodicamente l'esposizione della popolazione alle radiazioni non ionizzanti (RNI) e di elaborare una panoramica nazionale (art. 19b cpv. 1 ORNI)[1] . A tal fine, nel 2020 l'UFAM ha pubblicato un bando di gara per un progetto di raccolta di dati di misurazione rappresentativi sull'esposizione della popolazione svizzera alle radiazioni non ionizzanti nella vita quotidiana.

Il presente documento è il quarto rapporto annuale del consorzio del progetto. Il rapporto annuale 2024 descrive il concetto di base e il tipo di raccolta dei dati da un lato e presenta i risultati delle misurazioni dall'altro. Il presente rapporto annuale si concentra sui seguenti risultati di quattro rilevazioni:

- Per quanto riguarda le misurazioni su percorsi, nel 2024 sono stati misurati in totale 150 microambienti, 108 luoghi pubblici e 181 modalità di trasporto pubblico, presentati nel capitolo3.1.1.
- Per le misurazioni su percorsi, l'anno 2024 fa parte del secondo ciclo di misurazione ed è quindi possibile fare confronti con i dati di misurazione del 2022 negli stessi ambienti. Il capitolo 3.1.2 mostra un'analisi della variazione del NIS nel tempo tra il 2022 e il 2024 in 150 microambienti, 95 luoghi pubblici e numerose modalità di trasporto pubblico. I dati sono stati raccolti tra gennaio e novembre negli stessi microambienti e sugli stessi percorsi.
- Le misurazioni spot o residenziali nei dati presentati in questo rapporto annuale riguardano 90 appartamenti e alcuni luoghi di lavoro (uffici) che sono stati misurati tra il 2021 e l'aprile 2025 (capitolo3.2).
- Nuovi risultati sui dati del 2024 provenienti dalle misurazioni stazionarie continue in cinque località distribuite in tutta la Svizzera (capitolo 3.3).

Tabella 1: Concetto di misurazione, portata e frequenza delle campagne di misurazione

Metodo di misurazione	Numero di unità	2021	2022	2023	2024	2025
Misure su percorsi	300 Microambienti	25%	50%	50%*	50%*	25%*
Misure spot / residenziali	100 appartamenti	20%	20%	20%	20%	20%
Misure continue stazionarie	5 posizioni			100%	100%	100%

^{*}A partire da luglio 2023, si tratta di misurazioni ripetute a intervalli di due anni nelle stesse località.



2. Concetto e metodi

Questo capitolo descrive il concetto e i metodi per le misurazioni, che sono previste per l'intera durata del progetto (5 anni). Il primo rapporto annuale 2021[2] ha descritto la metodologia e il concetto in modo molto dettagliato. In questo rapporto annuale 2024 vengono descritti solo gli elementi più importanti, necessari per la comprensione dei risultati descritti, e ci si concentra sugli aggiustamenti e sugli ulteriori sviluppi del concetto di misurazione.

2.1 Concetto di misurazione

Il concetto di misurazione è essenzialmente lo stesso descritto nel rapporto annuale 2021[2] . Il concetto di misurazione dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti documentato nel presente rapporto comprende tre metodi di misurazione complementari:

- 1. "Misurazioni su percorsi" Le misurazioni su perecorsi sono effettuate con dispositivi portatili su percorsi di misurazione definiti, che vengono ripetuti ogni due anni. I percorsi di misurazione sono situati all'interno di "microambienti" precedentemente selezionati. In totale, le misurazioni vengono effettuate in 300 microambienti in tutta la Svizzera, suddivisi in 11 tipi (cfr. la Tabella6). All'interno dei singoli microambienti, le misurazioni vengono effettuate all'aperto, il che corrisponde al tipo effettivo di microambiente (ad esempio, centri urbani, aree industriali), ma anche in aree pubbliche (ad esempio, stazioni ferroviarie, ristoranti, supermercati, scuole) e durante i trasferimenti tra i microambienti o le misurazioni in numerosi mezzi di trasporto pubblico (treni regionali/intercity, tram, autobus). Il termine "ambiente di misurazione" è generalmente utilizzato nel seguito. I microambienti sono selezionati con sistemi informativi geografici (GIS) in base a vari criteri, in modo che il numero totale di microambienti sia una buona rappresentazione della popolazione svizzera. Rispetto al rapporto annuale 2021, i tipi di microambienti sono stati aumentati da 9 a 11 e le misurazioni nelle scuole sono state incluse nel concetto di misurazione.
- 2. "Misurazioni spot/misure residenziali"
 - Per l'intera durata del progetto, sono state selezionate almeno 100 abitazioni come "luoghi di utilizzo sensibile" (OMEN), che si trovano in prossimità di almeno una sorgente NIR e in cui è quindi lecito attendersi intensità di campo superiori alla media. In questo modo, vengono registrate le situazioni tipiche di esposizione in prossimità delle rispettive sorgenti NIR in luoghi in cui le persone trascorrono periodi frequenti e prolungati. Allo stesso tempo, queste abitazioni sono selezionate in modo quasi casuale rispetto ad altre sorgenti NIR e mostrano quindi situazioni di esposizione rappresentative per queste sorgenti.
- "Misure continue stazionarie
 Per mostrare le fluttuazioni stagionali e diurne e le tendenze temporali dell'esposizione ai
 NIR, saranno effettuate misurazioni stazionarie lunga durata in cinque località selezionate
 per almeno due anni (dal 1° gennaio 2023).

I metodi di misurazione e i criteri di selezione dei siti di misurazione sono descritti di seguito. Le misurazioni registrano specificamente le componenti di radiazione che provengono dall'ambiente, ma non quelle che provengono dal telefono cellulare dell'operatore. Gli operatori del sistema non sono informati su dove e quando vengono effettuate le misurazioni.



2.2 Strumenti di misura

Per le misurazioni vengono utilizzati esposimetri portatili con data logger integrati di Fields at Work. La misurazione dei campi magnetici a bassa frequenza (LF-MF) è coperta dal dispositivo ExpoM-ELF, mentre i dispositivi ExpoM-RF di ultima generazione (revisione 4) sono utilizzati per i campi elettromagnetici ad alta frequenza (HF-EMF).

I dispositivi di misura ExpoM (Figura1) sono compatti e leggeri e dispongono di un registratore GPS integrato. Sono quindi particolarmente adatti per le misurazioni mobili. Tuttavia, possono essere utilizzati anche per le misure spot e le misure stazionarie effettuate nell'ambito di questo progetto, in modo da garantire una comparabilità ottimale di tutti i risultati di misura.



Figura1 : Dispositivi di misura utilizzati: ExpoM-ELF (a sinistra) e ExpoM-RF 4 (a destra).

I dispositivi di misura della famiglia ExpoM sono utilizzati in tutto il mondo e negli ultimi anni sono stati impiegati in numerosi studi e campagne di misura in Svizzera e all'estero.

2.2.1 Specifiche generali del dispositivo

L'ExpoM-ELF è un misuratore di campo magnetico a 3 assi che copre la gamma di frequenza da CC a 100 kHz e può misurare intensità di campo magnetico fino a ±1500 µT nella sensibilità standard. Le misure sono effettuate nel dominio del tempo e contengono quindi il massimo livello di informazione possibile. Le analisi selettive per banda vengono eseguite utilizzando una successiva elaborazione digitale del segnale (FFT) delle misure nel dominio del tempo.

L'ExpoM-RF 4 è un esposimetro configurabile e selettivo in banda per campi elettromagnetici ad alta frequenza da 50 MHz a 6 GHz e misura l'intensità del campo elettrico in V/m. Sono disponibili tre intervalli di sensibilità (6, 20 e 50 V/m). Il dispositivo misura in modo selettivo all'interno di una larghezza di banda selezionabile di 35, 75 o 100 MHz. È possibile definire bande con qualsiasi frequenza centrale all'interno dell'intervallo di misura specificato. L'ExpoM-RF prende un campione casuale delle immissioni in tutte le bande preconfigurate in ogni intervallo di misura. Il valore effettivo (RMS) e il valore di PEAK di breve durata (massimo) vengono determinati e salvati da questi campioni casuali (ciascuno con una durata di misurazione di circa 50 ms).

Le specifiche dettagliate di entrambi i dispositivi sono disponibili nelle pagine dei prodotti corrispondenti del sito web di Fields at Work (www.fieldsatwork.ch).

2°2.2 Nuova versione del programma ExpoM-RF Utility (aprile 2023)

Nell'aprile 2023 è stata rilasciata una nuova versione dell'utility ExpoM-RF, che include un miglioramento dell'algoritmo per il calcolo dei valori di intensità di campo RMS dai dati grezzi del dispositivo di misurazione. I dispositivi di misura vengono calibrati con un certo numero di intensità di campo di riferimento durante la calibrazione. Con l'ExpoM-RF, queste intensità di campo di riferimento sono situate a intervalli di 5 dB a partire da 0,0011 V/m. I punti tra queste intensità di campo di riferimento sono determinati mediante calcolo. Si tratta di una procedura di interpolazione. I valori misurati determinati dal calcolo presentano una certa deviazione dalle intensità di campo reali. Queste deviazioni sono specificate come parte dell'incertezza di misura. Il nuovo algoritmo riduce questa deviazione e garantisce una migliore comparabilità con le misure della versione precedente dell'ExpoM-RF.

Il nuovo algoritmo porta a una correzione sistematica dei valori di misura RMS rispetto alla versione precedente, compresa tra il 5 e il 10%. Le deviazioni della nuova versione rientrano nell'incertezza di misura originariamente stimata. I valori di PEAK non sono influenzati dall'aggiornamento, poiché viene utilizzato un algoritmo diverso per il quale non è necessario alcun aggiustamento.

2.2.3 Selezione delle bande di frequenza

Per questo progetto sono state selezionate 35 bande di frequenza nella gamma RF-EMF, che coprono tutti i principali servizi di radiodiffusione, telecomunicazione mobile e wireless, nonché le immissioni NIR causate dalle infrastrutture. Le 35 bande di frequenza RF sono calibrate individualmente per ogni ExpoM-RF nella camera di misura anecoica (campo lontano). Le bande di frequenza RF sono elencate nella Tabella2 e corrispondono per quanto possibile a servizi specifici. Le spiegazioni delle abbreviazioni sono riportate nel glossario (Appendice I). L'ExpoM-ELF è calibrato in una configurazione appositamente sviluppata. Le principali bande di frequenza AF sono la corrente ferroviaria (16,6 Hz), l'alimentazione (50 Hz) e la corrente di ondulazione del tram (300 Hz), nonché le loro armoniche, elencate Tabella3 . L'impostazione delle bande LF è stata rivista nel 2022, motivo per cui ci sono leggere differenze rispetto all'elenco del rapporto del 2021. La larghezza di banda per il rilevamento delle componenti della corrente ferroviaria (banda AF n. 2) è stata aumentata da 2 Hz a 4 Hz e la larghezza di banda delle bande AF 1 e 3 vicine è stata ridotta di conseguenza. Questa regolazione ha permesso di eliminare i PEAKli effetti di diafonia delle componenti di corrente di trazione sulle bande vicine.

Tabella2: Elenco delle bande di frequenza HF.

Banda HF-EMF N.	Descrizione	Frequenza cent- rale in MHz	Larghezza di banda in MHz	Categoria di servizio
1	Radio FM	97.75	35	radiodiffusione
2	DAB/DAB+	202	75	radiodiffusione
3	Polycom / TETRAPOL	385	35	infrastruttura
4	TETRAPOL, amatoriale, ISM 433	422.5	35	ISM, pubblico
5	PMR/PAMR (radio professionale)	452.5	35	infrastruttura
6	Trasmissione CH (1)	507.5	75	radiodiffusione
7	Trasmissione CH (2)	583.5	75	radiodiffusione
8	Trasmissione CH (3)	659.5	75	radiodiffusione
9	Mobile 700 UL (CH)	718	35	uplink cellulare
10	Mobile 700 TDD (CH, Sunrise)	748	35	cellulare TDD









Banda HF-EMF N.	Descrizione	Frequenza cent- rale in MHz	Larghezza di banda in MHz	Categoria di servizio
11	Mobile 700 DL (CH)	770.5	35	downlink cellulare
12	Mobile 800 downlink	808.5	35	downlink cellulare
13	Mobile 800 uplink	847	35	uplink cellulare
14	Mobile 900 uplink	897.5	35	uplink cellulare
15	Mobile 900 downlink	942.5	35	downlink cellulare
16	Mobile 1400 SDL (CH)	1479.5	75	downlink cellulare
17	Mobile 1800 uplink	1747.5	75	uplink cellulare
18	Mobile 1800 downlink	1842.5	75	downlink cellulare
19	DECT	1897.5	35	
20	Mobile 2100 uplink	1957	75	uplink cellulare
21	Mobile 2100 downlink	2145	75	downlink cellulare
22	ISM 2,4 GHz	2438	100	WiFi
23	Mobile 2600 uplink	2535	75	uplink cellulare
24	Mobile 2600 TDD (Swisscom)	2592.5	35	cellulare TDD
25	Mobile 2600 downlink	2657	75	downlink cellulare
26	Mobile 3500 (1)*	3475	100	cellulare TDD
27	Mobile 3500 (2)*	3605	100	cellulare TDD
28	Mobile 3500 (3)*	3735	100	cellulare TDD
29	WiFi 5 GHz (1)	5200	100	WiFi
30	WiFi 5 GHz (2)	5325	100	WiFi
31	WiFi 5 GHz (3)	5450	100	WiFi
32	WiFi 5 GHz (4)	5575	100	WiFi
33	WiFi 5 GHz (5)	5700	100	WiFi
34	WiFi / SRD 5,8 GHz (1)	5825	100	WiFi
35	WiFi / SRD 5,8 GHz (2)	5950	100	WiFi

^{*}Le frequenze centrali e le larghezze di banda sono state selezionate in modo da mappare la gamma di frequenze da 3400 a 3800 MHz senza lacune, tenendo conto della diafonia.

Tabella3: Elenco delle bande di frequenza AF.

Banda AF-MF	Descrizione	Frequenza cent- rale in Hz	Larghezza di banda in Hz	Categoria di servizio
1	Banda LF da 5 a 14 Hz	9.5	9	
2	Corrente ferroviaria (16,7 Hz), da 15 a 18 Hz	16.5	4	Trasporto pubblico
3	Banda LF da 19 a 48 Hz in µT	33.5	29	Banda intermedia non specifica
4	Tensione di rete AC (50 Hz), da 49 a 51 Hz	50	2	Rete elettrica
5	Banda LF da 52 a 98 Hz	75	46	Banda intermedia non specifica
6	Tensione di rete prima armonica, da 99 a 101 Hz	100	2	Rete elettrica
7	Banda LF da 102 a 148 Hz	125	46	Banda intermedia non specifica









Banda AF-MF	Descrizione	Frequenza cent- rale in Hz	Larghezza di banda in Hz	Categoria di servizio
8	Seconda armonica della tensione di rete, da 149 a 151 Hz	150	2	Rete elettrica
9	Banda LF da 152 a 298 Hz	225	146	Banda intermedia non specifica
10	Corrente di tram (corrente continua con ondulazione, 300 Hz), da 299 a 301 Hz	300	2	Trasporto pubblico
11	Banda LF da 302 a 598 Hz	450	296	Banda intermedia non specifica
12	Corrente di tram prima armonica, da 599 a 601	600	2	Trasporto pubblico
13	Banda LF da 602 a 898 Hz	750	296	Banda intermedia non specifica
14	Corrente di tram seconda armonica, da 899 a 901 Hz	900	2	Trasporto pubblico
15	Banda LF da 902 a 1000 Hz	951	98	Banda intermedia non specifica
16	Banda HF - da 1 a 5 kHz	3000	4000	Blocco di frequenza non spe- cifico
17	Banda HF da 5,1 a 10 kHz	7550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
18	Banda HF da 10,1 a 15 kHz	12550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
19	Banda HF da 15,1 a 20 kHz	17550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
20	Banda HF da 20,1 a 25 kHz	22550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
21	Banda HF da 25,1 a 30 kHz	27550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
22	Banda HF da 30,1 a 35,1 kHz	32600	5000	Blocco di frequenza non spe- cifico
23	Banda HF da 35,1 a 40 kHz	37550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
24	Banda HF da 40,1 a 45 kHz	42550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
25	Banda HF da 45,1 a 50 kHz	47550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
26	Banda HF da 50,1 a 55 kHz	52550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
27	Banda HF da 55,1 a 60 kHz	57550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
28	Banda HF da 60,1 a 65 kHz	62550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
29	Banda HF da 65,1 a 70 kHz	67550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
30	Banda HF da 70,1 a 75 kHz	72550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
31	Banda HF da 75,1 a 80 kHz	77550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
32	Banda HF da 80,1 a 85 kHz	82550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
33	Banda HF da 85,1 a 90 kHz	87550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
34	Banda HF da 90,1 a 95 kHz	92550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico
35	Banda HF da 95,1 a 100 kHz	97550	4900	Blocco di frequenza non spe- cifico







2.2.4 Precisione e incertezza di misura

La tabella seguente elenca le incertezze di misura dei due strumenti di misura. L'analisi dell'incertezza dell'ExpoM-ELF si riferisce alla misura di campi alternati, cioè la componente CC non viene presa in considerazione.

Tabella4: Accuratezza di misura dei dispositivi di misura utilizzati. Il calcolo dell'incertezza combinata tiene conto della distribuzione dei singoli contributi in conformità alle linee guida GUM. [3]

Influenza quantità	Descrizione	Distribuzione	Contributo ExpoM-ELF	Contributo ExpoM-RF
Calibrazione	Incertezze delle intensità di campo di rife- rimento durante le misure di calibrazione dovute all'impostazione e ai dispositivi di misura	Normale	3.7%	10.7%
Risposta in fre- quenza	Variazione delle costanti di calibrazione per le misure al di fuori dei punti di fre- quenza calibrati	Uguale a	5.0%	28.3%
Non linearità	Variazione delle costanti di calibrazione per le misure al di fuori dei valori di am- piezza calibrati / interpolazione	Pari a	1.0%	5.8%
Anisotropia	Dipendenza direzionale Sensibilità del dispositivo di misura	Pari a	1.0%	49.6%
Risoluzione	Errori di arrotondamento e offset digitali	Pari a	0.5%	3.0%
Incertezza di tempe- ratura	Incertezza dovuta alla deriva termica di sensori ed elettronica	Pari a	2.5%	10%
Ripetibilità	Variazioni casuali (rumore)	Normale	0.5%	1.0%
TOTALE	Incertezza di misura combinata (intervallo di confidenza del 95%)		3,9% / 0,33 dB	34,1% / 2,6 dB

Tabella4 mostra che l'incertezza di misura nell'intervallo LF è bassa. La deviazione prevista è del 3,9%. Nella gamma HF, l'incertezza è significativamente maggiore, pari a ±34,1%. Ciò è prevedibile da un punto di vista metrologico. Va sottolineato che questa incertezza di misura si riferisce a un singolo valore misurato. Tuttavia, se il dispositivo di misura viene spostato durante la misurazione di un percorso, le incertezze nel valore medio per il microambiente corrispondente si compenseranno ampiamente. Idealmente, se tutti gli errori fossero distribuiti in modo casuale e normale, l'incertezza si ridurrebbe della radice quadrata del numero di valori misurati. Ipotizzando 150 valori di misura per microambiente (intervallo di misura di 6 secondi su 15 minuti), l'incertezza di misura del valore medio si ridurrebbe idealmente a ±3%. In realtà, tuttavia, questo risultato non è raggiungibile, poiché alcuni contributi all'errore non sono probabilmente indipendenti. Ciò riguarda principalmente la temperatura, la calibrazione e, in alcuni casi, la risposta in frequenza. Ciò significa che l'incertezza effettiva del valore medio per microambiente è dell'ordine di ±10%. Questo intervallo di incertezza è stato confermato per la versione precedente del dispositivo in misurazioni parallele sul campo [4]

2.2.5 Influenza della schermatura del corpo

I dispositivi ExpoM-RF sono calibrati ex-novo nella camera di misura anecoica in campo libero. Il dispositivo è posizionato su una piattaforma isolata indipendente, che ha un'influenza trascurabile sul campo in ingresso. In pratica, il dispositivo di misura viene trasportato in uno zaino durante le misurazioni del percorso e indossato a una distanza relativamente ridotta (circa 20 cm) dal corpo. Questi fattori possono influenzare in una certa misura l'intensità del campo elettromagnetico misurato attraverso effetti di attenuazione, ombreggiamento e riflessione. L'entità di questi effetti è stata studiata con



il sistema di misura utilizzato nel progetto per le misure su percorsi ed è descritta in dettaglio nel rapporto annuale 2021 [2].

2.2.6 Correzione della diafonia

La diafonia descrive il fatto che un segnale trasmesso nella banda di frequenza A viene registrato anche nella banda di frequenza B vicina. Questo effetto può verificarsi se le due bande di frequenza sono sufficientemente vicine l'una all'altra, in modo che il filtraggio della frequenza nel dispositivo di misurazione non possa ottenere una netta separazione tra le bande. Ciò riguarda principalmente la separazione tra il downlink DECT (telefono senza fili) a 1800 MHz e, in misura minore, le bande nella gamma dei 700 MHz e la radiodiffusione. Una descrizione dettagliata dell'effetto e della corrispondente correzione dei valori misurati è contenuta nella relazione annuale 2021[2]. In breve, la correzione consiste nell'analizzare la correlazione temporale delle due bande vicine. Se la correlazione mobile supera un host di soglia, i valori misurati corrispondenti vengono sostituiti con il valore più basso misurato nelle vicinanze (e non con il valore mediano, come erroneamente indicato nel rapporto annuale 2021). Si può presumere che questo valore più basso non sia distorto, o lo sia solo in minima parte, dalla diafonia. Nei rari casi in cui questa correzione non è applicabile, viene effettuata una correzione manuale e il valore DECT viene sostituito dal valore più basso nell'ambiente misurato.

2.3 Misure

2.3.1 Misure su percorsi

Nelle misurazioni su percorso, le misurazioni vengono effettuate a piedi lungo percorsi di misurazione predefiniti, utilizzando dispositivi di misurazione installati in uno zaino. Le misure su percorso sono misure di campi elettromagnetici ad alta frequenza (HF-EMF) e campi magnetici a bassa frequenza (LF-MF) e consistono in tre scenari o ambienti di misura:

- Microambienti: Le percorsi di misura sono situati in "microambienti" (aree con una superficie compresa tra 0,03 e 0,8 km², definite in base alle caratteristiche geografiche dell'uomo) che vengono selezionati secondo la procedura descritta nella sezione2.4.1. In ogni microambiente viene definita una distanza di misurazione (percorso) di circa 1-1,3 km, in modo che la passeggiata richieda circa 15 minuti. I percorsi di misurazione sono disposti in modo da coprire il più possibile l'intera area del microambiente. Ulteriori dettagli sulle misurazioni nei microambienti sono disponibili nel rapporto annuale 2021.[2]
- Aree pubbliche: Le misurazioni dell'esposizione vengono effettuate in luoghi pubblici (ad esempio fermate degli autobus, stazioni ferroviarie, scuole) durante gli spostamenti tra i diversi microambienti. In questi luoghi, le misurazioni vengono effettuate anche a piedi per coprire il più possibile l'intero luogo. Nei ristoranti, lo zaino viene posizionato sulla sedia di fronte alla persona che effettua le misurazioni.
- Trasporti pubblici: l'esposizione nei mezzi pubblici viene registrata durante il viaggio (ad esempio, in treno, autobus, tram). Lo zaino viene posizionato su un sedile del trasporto pubblico se è libero. Se non c'è spazio libero per lo zaino, lo zaino viene appoggiato sulle ginocchia o, se la persona che effettua la misurazione non può sedersi, si alza e porta lo zaino.

L'attività e la posizione vengono registrate tramite un'applicazione per smartphone. L'applicazione viene utilizzata per registrare quando e dove è iniziata e terminata la misurazione. Il telefono cellulare



del tecnico di misurazione rimane in modalità di volo durante l'intera misurazione. Le coordinate dei singoli punti di misura sono registrate grazie al GPS integrato nei dispositivi di misura.

La configurazione per le misurazioni del percorso è mostrata inFigura 2 . Due ExpoM-RF4 (dispositivo di misurazione HF) e un ExpoM-ELF (dispositivo di misurazione LF) sono disposti in una custodia a una distanza definita dal corpo, in modo da ridurre al minimo le interferenze reciproche. Elementi in schiuma assicurano che la posizione relativa dei dispositivi e la distanza dalla schiena della persona rimangano costanti e stabili . I due ExpoM-RF vengono utilizzati con sensibilità diverse (valori misurati fino a 6 V/m o 20 V/m). Informazioni più dettagliate sulla configurazione sono disponibili nella relazione annuale 2021 .[2]



Figura 2 : Illustrazione del setup per la misurazione del percorso. A sinistra: Tre dispositivi di misura (due ExpoM-RF4 e un ExpoM-ELF) sono montati in una cassa riempita di schiuma. Al centro: la valigetta viene inserita nello zaino e fissata con la schiuma. A destra: la persona addetta alla misurazione porta lo zaino con i dispositivi di misura a una distanza di 20 cm dal corpo e a un'altezza di 160 cm.

2.3.2 Misurazioni spot residenziali

Le misurazioni domestiche consistono in tre misurazioni parziali in ciascun punto di misurazione:

- Misurazione di breve durata: misurazione stazionaria per 10 minuti con un intervallo di misurazione di 10 s nel soggiorno su un supporto non conduttivo ("spot-local"). I dispositivi di misurazione sono collocati in un luogo in cui i residenti trascorrono regolarmente lunghi periodi di tempo, vicino al divano o al tavolo da pranzo. La posizione esatta viene scelta in modo da prevedere una bassa attenuazione da parte di fonti esterne (ad esempio, vista libera sull'antenne di telefonia mobile o distanza minima da linee elettriche ad alta tensione).
- Misurazione mobile: si cammina intorno all'intera abitazione per 10 minuti con un intervallo di misurazione di 6 secondi. I dispositivi di misurazione sono fissati a un supporto a spalla non conduttivo ("spot-area"). La misurazione mobile viene effettuata contemporaneamente alla misurazione stazionaria. Il periodo di misurazione è distribuito uniformemente sulle stanze disponibili.
- Misurazione di lunga durata: misurazione stazionaria per 24 ore con un intervallo di misurazione di 10 s nella camera da letto vicino al letto ad altezza di coricato ("spot-24h").

La configurazione per le misure spot è illustrata inFigura 3 . Per tutte le misure vengono utilizzati in parallelo un ExpoM-ELF e un ExpoM-RF (con l'impostazione della sensibilità di 6 V/m). Prima o tra una







misura e l'altra, le informazioni sul luogo di misurazione e sulle condizioni ambientali vengono registrate elettronicamente come metadati utilizzando un'applicazione per smartphone, vediTabella 49 nell'appendice. Il telefono cellulare del tecnico di misura è in modalità "flight" durante l'intera misurazione.







Figura 3 : Illustrazione dell'impostazione della misura per "spot-local" (a sinistra), "spot-area" (al centro) e "spot-24h" (a destra)

2.3.3 Misure continue stazionarie

Per le misure continue stazionarie, un ExpoM-RF viene installato all'aperto in una custodia di plastica resistente alle intemperie e collegato a un minicomputer tramite un cavo USB. Il minicomputer controlla la lettura dei dati. Un'elettronica appositamente progettata passa dalla lettura dei dati alla ricarica dell'ExpoM-RF. Durante le misurazioni continue stazionarie, i campi elettrici sono misurati in conformità con l'elenco di frequenze SwissNIS riportato nella Tabella2. Le bande a bassa frequenza non vengono registrate perché l'andamento temporale di queste intensità di campo e i flussi di corrente nelle reti o nelle linee aeree sono accoppiati e quindi seguono schemi noti o sono registrati dagli operatori. Le misure continue stazionarie registrano i valori misurati per 12 ore a intervalli di 10 secondi. Al termine delle 12 ore, i dati vengono letti, il che comporta un'interruzione della registrazione dei dati di circa 1 minuto.

La custodia è fissata utilizzando, ove possibile, materiali non conduttivi. I minicomputer sono collegati a Internet per trasferire periodicamente i dati di misura al database. L'accesso a Internet avviene, ove possibile, via cavo. Quando ciò non è possibile, si utilizzano modem Wi-Fi o cellulari 4G. Poiché le misurazioni dell'intensità di campo sono selettive in frequenza, le trasmissioni che si verificano durante la trasmissione dei dati del dispositivo di misurazione possono essere sfumate nella valutazione (bande Wi-Fi o uplink).

Le stazioni di misura di Zurigo, Allschwil e Aarau utilizzano un modem per telefoni cellulari per il caricamento dei dati. Ciò comporta un aumento dell'intensità di campo misurata ogni tre ore sulla banda 23 (uplink mobile 2600) e a causa della diafonia sulla banda 22 (ISM 2,4 GHz, WLAN). I contributi dell'intensità di campo causati dal caricamento dei dati vengono eliminati il più possibile da un algoritmo di filtraggio. L'area con i picchi di intensità di campo viene sostituita dalla mediana dell'intervallo precedente di cinque minuti.

2.4 Selezione dei siti di misura

Questo capitolo riassume le procedure di selezione dei luoghi di misurazione per i tre metodi di misurazione: 1. misurazioni su percorso, 2. misurazioni spot o residenziali, 3. misurazioni continue stazionarie. Figura 4 mostra la distribuzione dei 300 microambienti misurati in tutta la Svizzera tra il 2021 e il 2024.

Panoramica delle misure di percorso (stato: maggio 2025)

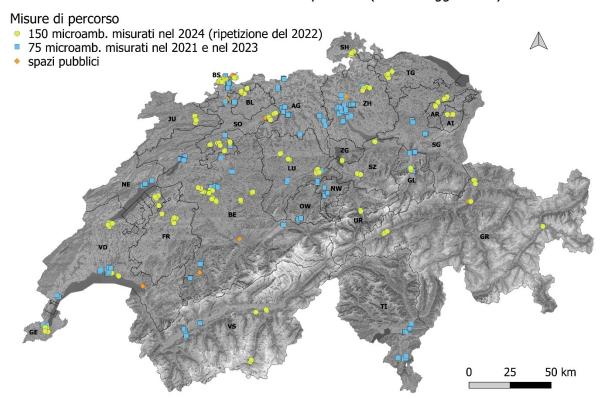


Figura 4 : Mappa dei luoghi di misurazione su percorsi (2021-2024). In questo rapporto vengono analizzati i dati di 150 microambienti del 2024 (punti gialli e quadrati blu). Le misurazioni dei percorsi del 2022 sono state ripetute nel 2024, includendo 150 microambienti. Le aree pubbliche sono state definite per lo più all'interno o in prossimità di questi microambienti. Fonte della mappa: Mappa di sfondo - Swisstopo, https://wmts.geo.admin.ch.

La rappresentatività dei 300 microambienti in relazione alla popolazione svizzera esposta alle sorgenti NIR è mostrata nella Tabella 5 . La percentuale della popolazione svizzera che vive in un determinato raggio attorno a una sorgente NIR è confrontata con la percentuale della popolazione che vive all'interno dei microambienti in un determinato raggio attorno a una sorgente NIR inTabella 5 . Il nostro campione di 300 microambienti è sovrarappresentativo in termini di esposizione della popolazione alle antenne di telefonia mobile (39,2% nei 300 microambienti contro il 13,7% in Svizzera), poiché le città urbane sono state intenzionalmente campionate di più. Le altre fonti NIR sono rappresentate in modo uniforme, così come tutti i cantoni, le regioni linguistiche e la tipologia di comuni[5] con differenze minime.



Tabella 5 : Panoramica della percentuale di popolazione che vive in prossimità delle principali fonti NIR in tutta la Svizzera rispetto alla popolazione che vive nei 300 microambienti selezionati presso le stesse fonti NIR. (Ad aprile 2023).

Sorgenti NIR	Numero di persone che vivono vicino a una sorgente NIR	[%]	Numero di persone che vivono vicino a una sorgente NIR	[%]
	In Svizzera		Nei 300 microambienti	
Antenna di telefonia mobile (raggio tra 20 m e 150 m)	1175841	13.7	108724	39.2
Trasmettitore radiotelevisivo (raggio tra 200 m e 2 km)	23059	0.3	3238	1.2
Linea ad alta tensione 36-150 kV (raggio di 100 m)	166568	1.9	3997	1.4
Linea ad alta tensione 200 o 380kV (raggio di 200 m)	171524	2.0	4343	1.6
Linea ferroviaria/tramviaria (raggio da 20 m a 100 m)	828987	9.6	31619	11.4

Per le misurazioni nelle aree pubbliche, si è tenuto conto, ove possibile, dei modelli di comportamento abituali della popolazione. Ad esempio, le misurazioni sono state effettuate nei ristoranti durante il "PEAK dell'ora di pranzo" (telefoni cellulari, alimentazione) e possono quindi essere considerate rappresentative. Tuttavia, il metodo preferito di viaggiare con i mezzi pubblici e quindi di trascorrere il tempo in aree pubbliche (ad esempio ristoranti) vicino alle stazioni ferroviarie non è rappresentativo. In questi ambienti di misurazione, è probabile che la proporzione del campo magnetico della corrente ferroviaria sia sproporzionatamente forte. Si può quindi supporre che l'esposizione in questi luoghi pubblici sia in qualche modo sovrastimata.

2.4.1 Misurazioni su percorsi nel 2024

Nel 2024 sono state effettuate quattro campagne di misurazione su percorsi:

- 1. 24 gennaio 13 febbraio 2024
- 2. 23 aprile 15 maggio 2024
- 3. 27 luglio 16 agosto 2024
- 4. 22 ottobre 11 novembre 2024

Ogni campagna di misurazione è composta da 7-8 giorni di misurazione, durante i quali le misurazioni sono state effettuate durante il giorno dal lunedì al venerdì (esclusi i giorni festivi). Le misurazioni sono state effettuate tra le 07:00 e le 20:20.

Dalle misurazioni su percorsi, il presente rapporto analizza i dati del secondo ciclo di misurazione, che comprende 150 microambienti misurati nel 2024. La distribuzione di questi 150 microambienti è mostrata in giallo nella Figura 4.

Nel 2022 sono stati misurati 150 microambienti e 68 aree pubbliche nell'ambito del primo ciclo di misurazione. Le misurazioni sono state ripetute sugli stessi percorsi di misurazione alla stessa ora (± 1 ora) e nello stesso giorno della settimana (± 1 settimana). Le numerose misurazioni del trasporto pubblico nel 2022 e nel 2024 sono state confrontate tutte insieme. Si tratta sostanzialmente degli stessi viaggi da e verso gli ambienti di misurazione.

I 150 microambienti sono raggruppati in 11 tipi di microambiente: 10 centri urbani, 10 aree residenziali urbane centrali, 18 aree residenziali urbane decentrate, 21 centri urbani suburbani, 29 aree residenziali



suburbane, 16 centri di villaggio, 16 aree residenziali rurali, 14 aree industriali, 4 aree sportive/di svago, 9 aree agricole e 3 aree naturali. La definizione dei microambienti è riportata nella Tabella6 . Il numero di microambienti e di aree pubbliche per comune è riportato inTabella11 eTabella12 .

Tabella6 : definizione, numero di campioni e descrizione degli 11 tipi di microambiente in 202 4.

Microambiente	Numero (N)	Descrizione Centro città
Centro urbano	10	Centro città di grandi dimensioni, tipicamente nei centri urbani con edifici alti (>4 piani)
area urbana centrale residen- ziale	10	vicino a un centro urbano con strutture edilizie strette ed edifici alti (> 4 piani)
Area residenziale urbana de- centrata	18	alla periferia di una grande città con una percentuale di spazi verdi più elevata rispetto al centro e un'altezza media degli edifici (2-3 piani)
Centro città periferico	21	Centro suburbano, con negozi e ristoranti, con altezza degli edifici di 3-4 piani.
Area residenziale suburbana	29	Area residenziale suburbana composta principalmente da appartamenti o case con appartamenti
Centro urbano rurale	16	Centro del paese, compresi negozi e ristoranti, con altezze degli edi- fici di 2-3 piani
Area residenziale rurale	16	Area residenziale suburbana e rurale, composta principalmente da appartamenti o case
Area industriale	14	Edifici commerciali o produttivi, indipendentemente dalla tipologia urbana
Area sportiva/ricreativa	4	Parchi urbani e campi sportivi nelle città
Area agricola	9	Aree coltivate come campi o vigneti
Riserva naturale	3	Foreste, prati o riserve naturali

Abbiamo inoltre riassunto le aree pubbliche in 8 tipi di ambiente di misura. Nel 2024, questi includono: 26 stazioni ferroviarie, 22 fermate dell'autobus, 7 fermate del tram, 11 supermercati, 18 ristoranti, 2 università (ETH, UNI, FH) (6 misurazioni), 5 scuole (17 misurazioni) e una biblioteca.

È stata effettuata un'ulteriore analisi nelle scuole, a integrazione di quella del rapporto annuale 2022[6] . Nel 2024, le misurazioni sono state effettuate in cinque scuole (due scuole primarie, due scuole secondarie e un ginnasio). In ogni scuola sono state rilevate almeno tre diverse situazioni di misurazione per 10-15 minuti durante l'orario scolastico:

- Nel parco giochi, al di fuori dell'intervallo, senza alunni
- Nel cortile durante l'intervallo con gli alunni
- Nei corridoi

Le misurazioni non vengono effettuate nelle aule per non disturbare le attività scolastiche. Inoltre, altri studi in corso si occupano di misurare l'esposizione personale degli alunni (ad esempio, "Effects of immissions from mobile phone base stations and radio transmitters on the well-being, behaviour and cognitive abilities of adolescents: prospective cohort study with embedded panel study"[7]).

Un'ulteriore analisi è stata condotta su 16 viaggi in un'auto diesel nel 2024. Lo zaino di misurazione è stato posizionato sul sedile del passeggero (Figura 5). Per rappresentare l'inquinamento ambientale tipico delle auto, le misurazioni sono state effettuate con il telefono cellulare in modalità online durante il viaggio verso il luogo di misurazione. Il telefono cellulare è stato collocato in un vano sotto i pulsanti del climatizzatore dell'auto, davanti alla leva del cambio. Quando il cellulare era in modalità online (inattivo), era connesso alla rete mobile e il Bluetooth era acceso. Durante il viaggio di ritorno, il telefono







è stato impostato sulla modalità di volo per confrontare l'impatto dell'esposizione causata dalla presenza di un telefono cellulare all'interno del veicolo. Queste misurazioni specifiche integrano le precedenti misurazioni nelle auto degli anni precedenti, in cui il telefono cellulare era sempre in modalità di volo.





Figura 5 : Illustrazione della configurazione di misura per l'analisi aggiuntiva nelle automobili. Per questa misura, un ExpoM-RF e un ExpoM-ELF sono stati collocati nella valigetta di misura (a sinistra), posta sul sedile del passeggero (a destra).

2.4.2 Misure spot residenziali

In linea di principio, sarebbe auspicabile un campione casuale per una selezione rappresentativa di misure in abitazioni private. Tuttavia, ciò comporterebbe lo svantaggio di perdere situazioni di elevata esposizione, che sono rare, nel numero relativamente ridotto di abitazioni selezionate. Per questo motivo, per la selezione viene utilizzata una doppia strategia. Per garantire la registrazione di esposizioni elevate da diversi tipi di sorgenti NIR, viene effettuata una ricerca mirata delle abitazioni in cui ci si aspetta un'intensità di campo superiore alla media da questa sorgente "primaria" a causa della vicinanza spaziale a una sorgente NIR (ad esempio, in prossimità di una linea ferroviaria). Per quanto riguarda le altre sorgenti NIR "secondarie", invece, l'abitazione corrispondente viene selezionata più o meno a caso. Si può quindi ritenere che la dimensione del campione totale dei punti di misurazione spot sia approssimativamente rappresentativa dell'esposizione della popolazione residenziale nei microambienti con misurazioni spot per quanto riguarda le sorgenti NIR secondarie esterne. Nella selezione dei siti, sono stati presi in considerazione, ove possibile, i seguenti criteri:

- La posizione è in un microambiente
- Entro una certa distanza dalla sorgente primaria selezionata
- Almeno un sito in ogni cantone
- Considerazione di diversi tipi di case

I singoli siti sono stati selezionati specificamente in relazione alle seguenti situazioni di fonti NIR:



Tabella :7 Distribuzione dei siti selezionati in relazione a una sorgente NIR primaria che si presume abbia un'influenza sulla situazione di esposizione.

Sorgente pri- maria	Sottotipi (ad es. potenza di trasmissione / tensione)	Distanza [m]	Numero previsto entro il 2025	Numero misurato *)
Telefonia cel-	Telefonia cellulare	50-150	32	29
lulare				
Radio/TV	Fino a 10 kW	100	5	4
	Da >10 a 50 kW	500	3	3
	Da 50 a 200 kW	2'000	3	2
Elettricità	Linee ad altissima tensione 220/380 kV	200	7	6
	Linee ad alta tensione 36-150kV	100	7	5
	Linee ad alta tensione 1-36kV	50	5	5
	Linee a bassa tensione 240/400V	20	3	0
	Sottostazioni	200	2	0
	Stazioni di trasformazione	20	3	1
Ferrovia	Binario unico	50	7	6
	Binario doppio	100	11	7
	Tunnel con binario unico	50	3	2
	Tunnel con binario doppio	100	4	1
	Tram	20	5	1
totale			100	72

^{*)}totale fino al 1° trimestre / 2025 incluso

Per ogni località vengono definiti da tre a cinque edifici per i quali si prendono contatti con i proprietari. Il motivo è che non tutti i proprietari possono essere raggiunti o vogliono consentire le misurazioni nei loro appartamenti. Per circa 20 punti di misurazione nei condomini, si prevede di misurare su due piani in ciascun caso. In questo modo si otterrà un totale di circa 120 misurazioni spot in 100 punti entro la fine del 2025. Alla fine di aprile 2025 sono state effettuate 90 misurazioni spot in 73 località.

Le informazioni sul tipo di abitazione sono tratte dal Registro degli edifici e delle abitazioni (GWR) dell'Ufficio federale di statistica (UST), in base alla categoria dell'edificio (GKAT; contiene informazioni sull'uso residenziale) e alla classe dell'edificio (GKLAS; contiene informazioni sulla classificazione degli edifici):

- Casa monofamiliare: edificio residenziale con un appartamento
- Casa plurifamiliare: edificio residenziale con due o più appartamenti
- Uso parzialmente residenziale: edifici residenziali con due o più appartamenti che contengono anche locali commerciali secondo la GWR
- Fattoria: edifici agricoli con uso residenziale

Figura 6 mostra il numero di misurazioni suddivise per tipo di abitazione per le misurazioni già effettuate (in verde), nonché il numero di misurazioni da effettuare in ciascun caso per ottenere un campione rappresentativo della situazione abitativa della popolazione svizzera (in arancione):

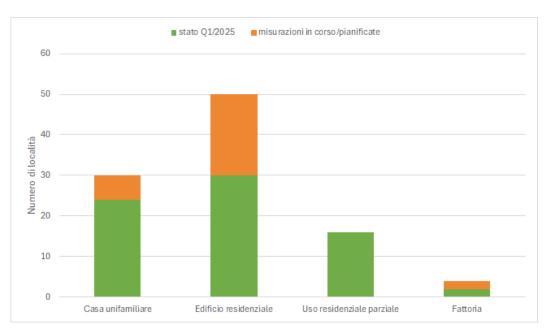


Figura 6 : Distribuzione dei punti di misurazione spot per tipo di edificio e stato della misurazione: già effettuata (verde), ancora aperta o pianificata (arancione)

Panoramica delle misure spot (stato: aprile 2025)

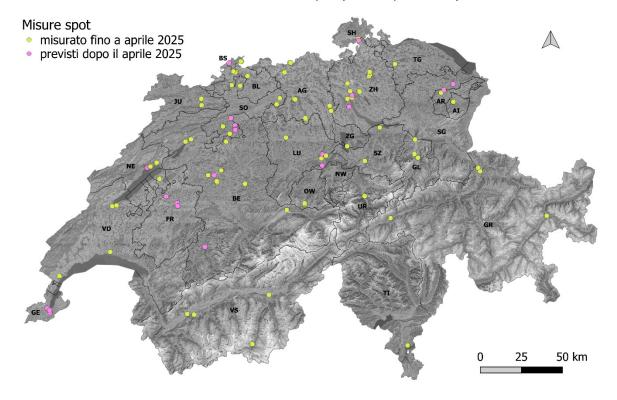


Figura 7: Distribuzione dei 100 punti di misurazione spot che saranno misurati in tutta la Svizzera tra il 2021 e il 2025, con i punti misurati entro marzo 2024 indicati in giallo e quelli previsti dopo marzo 2025 in rosa. Informazioni dettagliate sulle località e sul tipo di edificio dei dati disponibili fino alla data della valutazione sono disponibili Tabella48 in appendice. Fonte della mappa: Mappa di sfondo - Swisstopo, https://wmts.geo.admin.ch.

2.4.3 Misure continue stazionarie

Le misure continue stazionarie vengono effettuate in siti aziendali selezionati del consorzio del progetto, al fine di garantire la sicurezza (danni, accessibilità, effetti delle interferenze) e la manutenzione (infrastrutture, alimentazione, connessione internet). I siti sono stati selezionati in base alle sorgenti di radiofrequenze presenti nelle vicinanze dei siti e alla tipologia della comunità. I punti di misura in cui vengono effettuate le misurazioni continue stazionarie sono elencati nella Tabella e nella Figura 8. Oltre alle diverse tipologie di comunità, sono state prese in considerazione anche diverse situazioni di sorgenti NIR: le località di Deitingen e Aarau sono caratterizzate da molte sorgenti RF nelle vicinanze, mentre le località di Allschwil e Zurigo si trovano nell'area di influenza di antenne radiotelevisive ad alta potenza. Nei siti di Allschwil, Zurigo e Aarau, nelle immediate vicinanze si trovano aree pubbliche e OMEN. Inoltre, i cinque siti sono situati sia in aree ad altissima densità di popolazione sia in aree scarsamente popolate.

Tutte e cinque le stazioni di monitoraggio sono operative dal 1° gennaio 2023 e registrano continuamente le emissioni di radiofrequenze.

Panoramica delle misure permanenti stazionarie

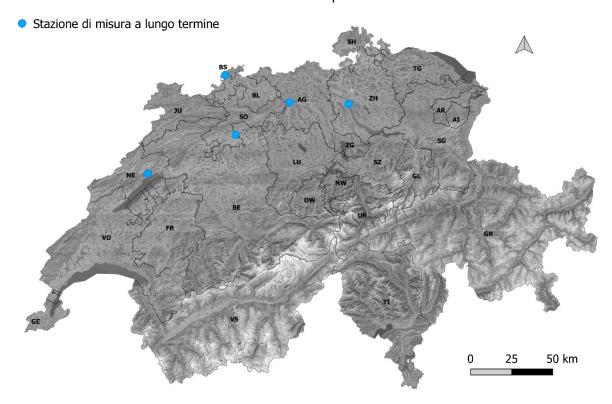


Figura 8 : Mappa della Svizzera con i 5 siti di monitoraggio (punti blu) per le misurazioni continue stazionarie. Fonte mappa di sfondo: Swisstopo, https://wmts.geo.admin.ch



Tabella 8 : Luoghi per le misurazioni continue stazionarie.

Luogo di misurazione	Indirizzo	Posizione Dispositivo di misurazione	Tipologia di comunità
Fields at Work -	Gloriastrasse 35	Sul tetto	Centro urbano
Edificio ETZ del Centro ETH	8092 Zurigo		
Swiss TPH -	Kreuzstrasse 2	Sul tetto	Area industriale
Belo Horizonte	4123 Allschwil		
G+P - Aarau	Entfelderstrasse 45	Sul tetto	Area residenziale urbana
	5000 Aarau		centrale
G+P - Deitingen	Schachenstrasse 5	Terrazza sul tetto	Zona residenziale ur-
	4543 Deitingen		bana decentrata
G+P - Neuchâtel	Avenue du Peyrou 8	Terrazza sul tetto	Zona residenziale ur-
	2000 Neuchâtel		bana centrale

2.5 Gestione dei dati

2.5.1 File di misura e database

I dati grezzi generati dalle misurazioni possono essere suddivisi in due categorie: Dati di misura e metadati. I dati di misura sono registrati a livello di punto di misura e contengono i valori di misura LF e HF. I metadati descrivono le caratteristiche della misura, come ad esempio le informazioni sul dispositivo di misura o sul luogo di misurazione, e vengono raccolti a livello di misura. I dati sono gestiti in un database centrale per la mappatura e per consentire l'aggregazione dei dati, oltre alle necessarie operazioni di backup, tracciamento e documentazione. Come illustrato schematicamente nella Figura 9, si tratta di tre livelli:

- Livello 0: archiviazione dei dati dei file grezzi in una directory FTP. Da un lato, si tratta dell'interfaccia di importazione dei dati di misura generati dai dispositivi di misurazione e di altri metadati compilati; dall'altro, serve anche a documentare i dati grezzi originali e non modificati ("raw"). In una fase di pre-elaborazione, questi file grezzi vengono preparati per ogni misura (assegnazione alle misure, data e ora, segnale GPS, ecc.) e sono quindi ("pro") pronti per l'importazione nel Livello 1.
- Livello 1: memorizzazione dei dati riassunti e standardizzati in tre tabelle (vediFigura 9 : "dataElf", "dataRf" e "metaMeas") di un database MySQL. Dopo l'importazione automatica dal livello 0, i dati di misura vengono preparati e ulteriormente elaborati (cfr. sezione 2.5.2). Ciò viene fatto utilizzando script R esterni. La tracciabilità diretta di tutte le operazioni sui dati è garantita, da un lato, dalla gestione integrata delle versioni e, dall'altro, dalla memorizzazione ridondante (senza sovrascrittura) dei dati generati. Oltre all'elaborazione automatica dei dati, vengono eseguiti test manuali per il controllo della qualità.
- Livello 2: livello di aggregazione del database MySQL. I dati elaborati dal livello 1 vengono filtrati in base alle analisi desiderate e aggregati spazialmente, temporalmente o per categoria, ecc. In questo modo è possibile generare e salvare periodicamente analisi comparative riproducibili.



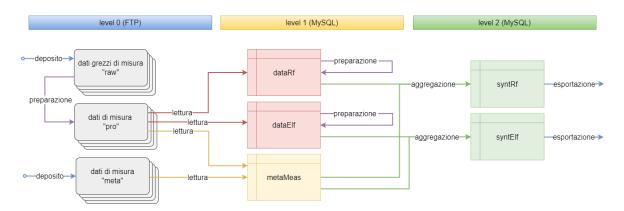


Figura 9 : Schema semplificato della struttura del database

2.5.2 Preparazione dei dati

La preparazione e l'analisi dei dati delle misure su percorsi e di quelle spot sono sostanzialmente identiche. Nel caso delle misurazioni su percorso, i dati di misurazione vengono assegnati al microambiente corretto utilizzando il registro delle attività (vedere la sezione 2.3.1) e memorizzati di conseguenza nel database. Per le misure spot, i dati vengono assegnati alle tre sottomisure nello stesso modo. In una prima fase, la plausibilità dei dati viene controllata visivamente e vengono identificati gli errori nel processo di misurazione (ad esempio, l'annullamento del processo di misurazione). Successivamente, l'eventuale diafonia tra bande di frequenza vicine viene corretta mediante analisi di correlazione in conformità a [8] (per una descrizione dettagliata della correzione della diafonia, vedere il capitolo 2.2.6). Per un'ulteriore analisi dei dati, le bande vengono aggregate in diversi gruppi di frequenza e sommate quadraticamente al loro interno. I gruppi di frequenza sono definiti in base alla loro applicazione tecnica o alla loro origine.

Le bande RF sono state suddivise in sette gruppi. I numeri di queste bande di frequenza funzionali sono elencati nella Tabella2 :

- Radiodiffusione: questa categoria include radio, DAB, TV nelle bande di frequenza da 1 a 8.
- Telefonia mobile uplink (emissioni dei terminali): Corrisponde ai numeri di banda 9, 13, 14, 17,
 20, 23
- Telefonia mobile in downlink (emissioni dalle stazioni base): Corrisponde alle bande 11, 12, 15, 16, 18, 21, 25.
- Telefonia mobile TDD: le bande di frequenza TDD (Time Division Duplexing) (743-753 MHz, 2570-2615 MHz e 3500-3800 MHz), utilizzate sia per l'uplink che per il downlink sono un caso speciale. Ciò significa che non è possibile un'assegnazione funzionale a uplink e downlink a in base alla frequenza. Si può ipotizzare che nelle misurazioni all'aperto (senza telefono cellulare) l'esposizione sia dominata dal downlink, mentre nei trasporti pubblici e nelle aree interne accessibili al pubblico è probabile che anche l'uplink svolga un ruolo importante. Ciò corrisponde ai numeri di banda 10, 24, 26, 27, 28.
- WLAN: banda 22 e da 29 a 35.
- Telefono cordless (DECT): banda numero 19.

• Totale HF-EMF¹ ($E_{res,i}$): Somma quadrata di tutte le bande misurate:

$$E_{res,i} = \sqrt{\sum_{f \in \{1,\dots,35\}} E_{f,i}^{2}}$$
(1)

Dove

- $E_{f,i}$ indica il valore RF dell'intensità del campo elettrico nel punto i con il numero di banda di frequenza f;
- $E_{res.i.}$ indica la risultante dell'intensità del campo elettrico nel punto i.

Per i campi magnetici a bassa frequenza viene effettuato il seguente raggruppamento di frequenza (numeri di banda secondo la Tabella3):

- Corrente ferroviaria: la banda principale corrisponde alla banda numero 2 e l'armonica rientra nella banda numero 3. È stata omessa una banda separata per l'armonica perché la sua ampiezza era trascurabile durante le misure di prova.
- Corrente domestica: la banda principale corrisponde alla banda numero 4 e le armoniche sono le bande numero 6 e 8.
- Corrente di ondulazione del tram (corrente trifase rettificata): la banda principale corrisponde alla banda numero 10 e le armoniche sono le bande numero 12 e 14.
- LF-MF totale $(B_{res,i})$: Corrisponde alla somma quadratica dei tre gruppi di bande precedenti, cioè senza tenere conto delle bande intermedie non specifiche:

$$B_{res,i} = \sqrt{\sum_{\substack{f \in \{2,4,6,8,\\10,12,14\}}} B_{f,i}^{2}}$$
 (2)

dove

- $B_{f,i}$ rappresenta un valore LF della densità di flusso magnetico nel punto i con il numero di banda di frequenza f;
- $B_{res,i}$ indica la risultante della densità di flusso magnetico nel punto i.

Si noti che questa forma di media è fisicamente applicabile solo ai valori RMS. Per semplificare la presentazione, tuttavia, lo stesso metodo viene utilizzato di seguito per calcolare le somme o i valori medi dei valori di PEAK. Tuttavia, i valori di PEAK delle diverse frequenze si verificano generalmente in momenti diversi durante un intervallo di misura. Da un lato, ciò significa che la somma dei valori di PEAK per le diverse frequenze porta a una sovrastima dei valori di PEAK riportati. D'altra parte, va notato che tutte le bande di frequenza vengono scansionate in successione durante un intervallo di misura di sei secondi. Ciò significa che possono sfuggire i picchi di breve durata, il che contribuisce a una sottostima dei valori di PEAK. La procedura scelta ha il vantaggio di formare una misura robusta che riflette in modo significativo la tipica dinamica temporale tra i valori medi e quelli di PEAK (il cosiddetto fattore di cresta).

2.5.3 Statistiche descrittive

Per le misurazioni RF, i dati vengono analizzati sia per i valori RMS che per i valori di picco (PEAK) e separatamente per ogni banda di frequenza funzionale. Per le misure LF, vengono misurati e analizzati i valori RMS. Poiché non è noto quali siano i parametri di esposizione biologicamente più rilevanti, viene valutata una serie di possibili misure di esposizione. Tutti i dati sono aggregati per tipo di ambiente di misurazione o fonte primaria e la distribuzione delle misurazioni è mostrata con boxplot per i valori RF (RMS e PEAK) e LF (RMS). Per i dati aggregati per tipo di ambiente di misura vengono calcolate le seguenti statistiche di sintesi: Minimo, massimo, vari percentili (05°, 25°, 50° (mediana), 75°, 95°), media aritmetica e radice quadrata media. La media aritmetica e la radice quadratica media (RMS) per i valori HF e per i valori LF sono calcolate secondo le equazioni (3), (4), (5) e (6).

$$\bar{E} = \frac{1}{n} \sum_{i}^{n} E_{res,i} \tag{3}$$

$$E^{RMS} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i}^{n} E_{res,i}^2} \tag{4}$$

$$\bar{B} = \frac{1}{n} \sum_{i}^{n} B_{res,i} \tag{5}$$

$$B^{RMS} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i}^{n} B_{res,i}^2} \tag{6}$$

dove

- n è il numero di dati raccolti nell'ambiente di misura;
- $E_{res,i}$ è la risultante dell'intensità del campo elettrico nel punto i;
- \bar{E} è il valore medio aritmetico dell'intensità del campo elettrico nell'ambiente di misura;
- \bullet E^{RMS} è il valore quadratico medio dell'intensità del campo elettrico nell'ambiente di misura;
- $B_{res,i}$ è la risultante della densità di flusso magnetico nel punto i;
- \bar{B} è il valore medio aritmetico della densità di flusso magnetico nell'ambiente di misura;
- ullet B^{RMS} è il valore quadratico medio della densità di flusso magnetico nell'ambiente di misura;

Il contributo medio della sorgente per un determinato gruppo di freguenze è determinato come segue:

$$prop_{HF\ Quelle} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i}^{n} E_{HF\ Quelle,i}^{2}}{E^{RMS^{2}}}$$
 (7)

$$prop_{NF\ Quelle} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i}^{n} B_{NF\ Quelle,i}^{2}}{B^{RMS^{2}}}$$
 (8)

dove

- n è il numero di dati raccolti nell'ambiente di misura;
- E^{RMS} è il valore quadratico medio dell'intensità del campo elettrico nell'ambiente di mi-
- $E_{HF\ Ouelle.i}$ è la risultante dell'intensità del campo elettrico corrispondente al gruppo di frequenze definito nel capitolo2.2.3 (ad esempio, downlink, uplink, TDD, radiodiffusione,
- $prop_{\mathit{HF}\ Quelle}$ è il contributo medio del gruppo di frequenze RF al campo elettrico totale in un ambiente di misura;
- ${\it B^{RMS}}$ è il valore quadratico medio della densità di flusso magnetico nell'ambiente di mi-
- $B_{NF\ Quelle,i}$ è la risultante della densità di flusso magnetico corrispondente al gruppo di frequenze definito nel capitolo2.2.3 (ad esempio, corrente ferroviaria, alimentazione, corrente di ondulazione del tram);
- $prop_{HF\ Ouelle}$ è il contributo medio del gruppo di frequenze LF alla densità di flusso magnetico totale in un ambiente di misura;

Oltre alle analisi descrittive per tipo di ambiente di misura/sorgente primaria, sono stati calcolati anche il valore medio RMS dell'intensità di campo elettrico secondo l'equazione (4) e il valore medio aritmetico della densità di flusso magnetico secondo l'equazione (5) per ogni singolo ambiente di misura/sorgente primaria. Tra gli N ambienti di misura dello stesso tipo, vengono quindi mostrati il minimo, il massimo e la media aritmetica del valore medio RMS dell'intensità di campo elettrico (9) e la media aritmetica del valore medio della densità di flusso magnetico (10).

$$\overline{E_{ME}} = \frac{1}{N_{tot}} \sum_{N=1}^{N_{tot}} E_N^{RMS} \tag{9}$$

$$\overline{B_{ME}} = \frac{1}{N_{tot}} \sum_{N=1}^{N_{tot}} \overline{B}_N \tag{10}$$

dove

- N_{tot} è il numero di ambienti di misura dello stesso tipo;
- E_N^{RMS} è il valore quadratico medio dell'intensità del campo elettrico nell'ambiente di misura N; $\overline{E_{ME}}$ è la media aritmetica di E_N^{RMS} di un tipo di ambiente di misura (ME);



- $\overline{B_N}$ è il valore medio aritmetico della densità di flusso magnetico nell'ambiente di misura N;
 $\overline{B_{ME}}$ è il valore medio aritmetico di $\overline{B_N}$ di un tipo di ambiente di misura (ME);



3. Risultati

3.1 Misurazioni su percorsi

Il capitolo 3.1.1 presenta i risultati delle misurazioni per il 2024, la parte del "secondo ciclo di misurazione su percorsi" (150 microambienti, 108 luoghi pubblici e 181 mezzi di trasporto). Oltre alla panoramica generale di tutti i luoghi di misurazione, viene effettuato un confronto di tutte le misurazioni con i valori limite di immissione (IGW) e un'analisi più dettagliata dei risultati delle misurazioni delle scuole e delle automobili. Un confronto dell'esposizione alle NIR tra il 2022 e il 2024 negli stessi ambienti di misurazione è riportato nel capitolo. 3.1.2

3.1.1 Analisi delle misurazioni dei percorsi dall'anno 2024

3.1.1.1 Confronto tra gli ambienti di misurazione - Esposizione a RF

Figura 10 eFigura 11 mostrano la distribuzione dell'esposizione per l'anno 2024 nei vari microambienti, aree pubbliche e mezzi di trasporto. Il lato sinistro mostra la distribuzione dei valori RMS o dei valori di picco (PEAK) per tipo di ambiente di misurazione sotto forma di box plot. Sul lato destro, i contributi medi relativi delle sei sorgenti RF sono colorati: Downlink (arancione), Uplink (blu scuro), Time Division Duplex TDD (viola), Broadcast (verde), WLAN (azzurro), DECT (rosso).

Nei *microambienti*, i valori mediani più elevati sono stati misurati nelle <u>aree industriali</u> (RMS: 0,30 V/m, PEAK: 1,88 V/m), seguite dai <u>centri urbani</u> (RMS: 0,25 V/m, PEAK: 1,42 V/m) e dalle <u>aree</u> residenziali <u>urbane centrali</u> (RMS: 0,20 V/m, PEAK: 1,19 V/m). In generale, i valori mediani diminuiscono con il diminuire dell'urbanizzazione. I valori mediani più bassi sono stati misurati nei <u>centri urbani</u> (RMS: 0,08 V/m, PEAK: 0,34 V/m) e nelle <u>aree naturali</u> (RMS: 0,08 V/m, PEAK: 0,26 V/m). *Nelle aree pubbliche*, i valori mediani sono più alti alle <u>fermate dei tram</u> (RMS: 0,38 V/m, PEAK: 2,18 V/m), alle <u>stazioni ferroviarie</u> (RMS: 0,34 V/m, PEAK: 1,98 V/m) e alle <u>fermate degli autobus</u> (RMS: 0,32 V/m, PEAK: 1,80 V/m). I valori mediani nei <u>supermercati</u> (RMS: 0,07 V/m, PEAK: 0,50 V/m) e nelle <u>biblioteche</u> (RMS: 0,04 V/m, PEAK: 0,16 V/m), invece, sono relativamente bassi perché si trovano in spazi chiusi. Nel *trasporto pubblico*, i valori mediani RMS e di PEAK sono più alti nei <u>treni</u> (RMS: 0,30 V/m, PEAK: 2,08 V/m), seguiti dai <u>tram</u> (RMS: 0,28 V/m, PEAK: 2,00 V/m).

Il downlink rappresenta la percentuale maggiore di sorgenti RF-EMF nella maggior parte dei tipi di ambiente di misura. L'uplink ha una quota elevata nella <u>funivia</u> (RMS: 92%, PEAK: 25%), nella <u>metropolitana</u> (RMS: 45%, PEAK: 41%) e nei <u>treni</u> (RMS: 39%, PEAK: 26%). I contributi TDD più elevati associati al 5G sono stati misurati nella <u>metropolitana</u> (RMS: 24%, PEAK: 39%), nei <u>treni</u> (RMS: 21%, PEAK: 49%) e nei <u>tram</u> (RMS: 18%, PEAK: 44%). Il contributo della WLAN è maggiore in <u>biblioteca</u> (RMS: 30%, PEAK: 38%), sui <u>treni</u> (RMS: 11%, PEAK: 10%) e nelle <u>scuole</u> (RMS: 13%, PEAK: 51%). I telefoni DECT (cordless) sono mediamente bassi in tutti gli ambienti di misurazione (<2%), tranne che nei <u>supermercati</u> (RMS: 14%, PEAK: 12%). Il contributo relativo della radiodiffusione, principalmente della radiodiffusione audio digitale (DAB) e della modulazione di frequenza (FM), domina nelle <u>aree naturali</u> (RMS: 47%, PEAK: 10%) - qui, tuttavia, a causa del basso contributo assoluto dell'esposizione al downlink - e nelle <u>aree agricole</u> (RMS: 91%, PEAK: 96%). L'elevato contributo della radio nelle aree agricole è dovuto a tre aree con un'elevata esposizione alla radio, che è spiegata in modo più dettagliato nella legenda della Figura 10.

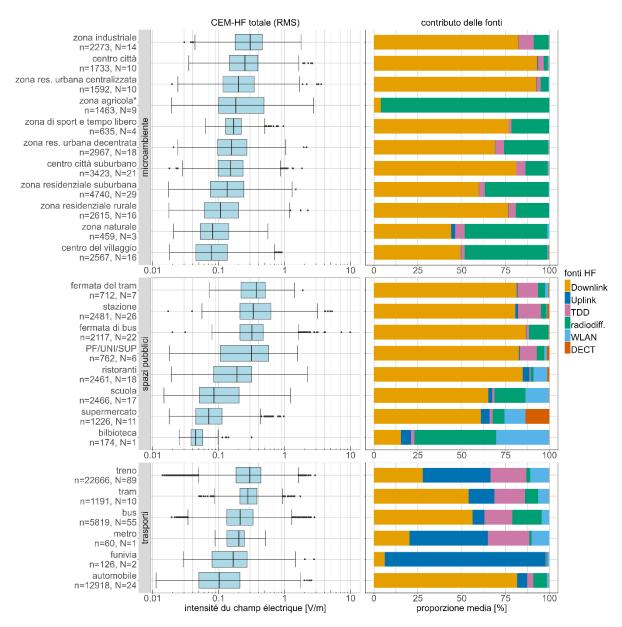


Figura 10 : A sinistra: Distribuzione dei valori misurati di RF-EMF RMS per l'anno 2024 per tipo di ambiente di misurazione, ordinati per valore mediano. La linea centrale, le caselle, i «whisker» e i punti mostrano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte l'intervallo interquartile (1,5*IQR) e i valori estremi. A destra: il contributo medio delle sorgenti per ogni tipo di ambiente di misura. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink, Uplink, Time Division Duplexing (TDD), Broadcast, WLAN e telefoni cordless (DECT). "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo. I dati statistici e i contributi delle fonti sono elencati inTabella 13 eTabella 14 .

*Area agricola: delle 9 aree agricole misurate, tre sono state misurate a terra con un trasmettitore radio di potenza compresa tra 300 W e 181 kW. Tutti i valori statistici sono da due a otto volte superiori per le aree agricole con un trasmettitore radio rispetto alle aree agricole senza antenna. Ad esempio, il valore mediano (RMS) per le aree agricole senza trasmettitore radio è di 0,11 V/m e di 0,79 V/m per le aree agricole con trasmettitore radio. Il contributo alla trasmissione (RMS) sizione media nelle aree agricole senza trasmettitore radio è stata anche sei volte inferiore a quella sul terreno con un trasmettitore radio. Il rapporto annuale 2022 [6] mostra i risultati delle misurazioni per le aree agricole con e senza radiotrasmettitori separatamente.

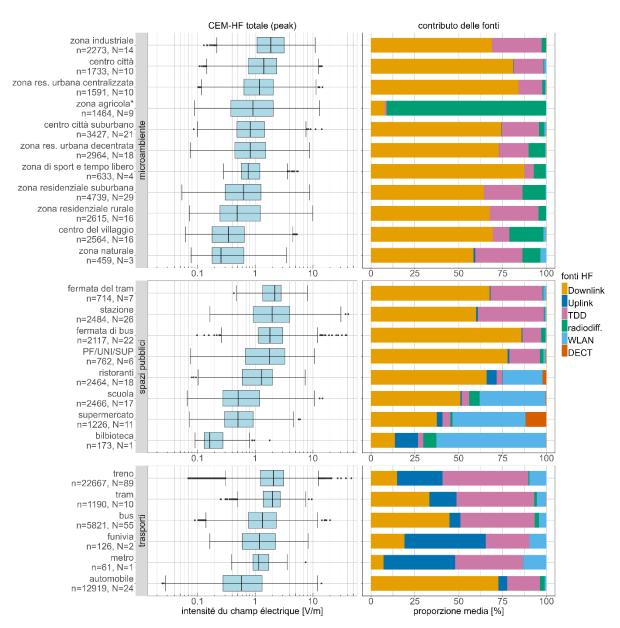


Figura 11 : A sinistra: Distribuzione dei valori di PEAK RF-EMF misurati per l'anno 2024 per tipo di ambiente di misurazione. La linea centrale, le caselle, i «whisker» e i punti mostrano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte il range interquartile (1,5*IQR) e i valori estremi. A destra: il contributo medio delle sorgenti per ogni tipo di ambiente di misura. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink, Uplink, Time Division Duplexing (TDD), Broadcast, WLAN e Telefoni cordless (DECT). "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo. I dati statistici e i contributi delle fonti sono elencati inTabella 16 . *vedi legenda diFigura 10



Figura 12 e la Figura 13 mostrano le distribuzioni dell'esposizione media per microambiente per i valori RMS e di PEAK per tipo di ambiente di misura per l'anno 2024. Il minimo (quadrato blu) e il massimo (triangolo rosso) mostrano i valori medi più bassi e più alti per ogni singolo ambiente di misura. Il valore medio dei valori RMS (diamante nero) è calcolato secondo l'equazione (9).

Per i valori medi per *microambiente* emerge un andamento simile a quello dei valori mediani inFigura 10 e inFigura 11 . L'esposizione media è più elevata nelle <u>aree agricole</u> (RMS: 0,46 V/m, PEAK: 2,04 V/m), nei <u>centri urbani</u> (RMS: 0,40 V/m, PEAK: 2,46 V/m) e nelle <u>aree industriali</u> (RMS: 0,39 V/m, PEAK: 2,62 V/m). Il valore medio massimo di un microambiente è stato misurato <u>in un'area agricola</u> con un radiotrasmettitore (RMS: 1,35 V/m, PEAK: 5,93 V/m). Nelle *aree pubbliche*, l'esposizione media più elevata si registra nelle <u>stazioni ferroviarie</u> (RMS: 0,56 V/m, PEAK: 3,57 V/m) e nelle <u>fermate degliautobus</u> (RMS: 0,49 V/m, PEAK: 2,66 V/m). Per quanto riguarda il *trasporto pubblico*, l'esposizione media è più elevata nelle <u>funivie</u> (RMS: 0,42 V/m, PEAK: 2,96 V/m) e nei <u>treni</u> (RMS: 0,37 V/m, PEAK: 2,76 V/m).

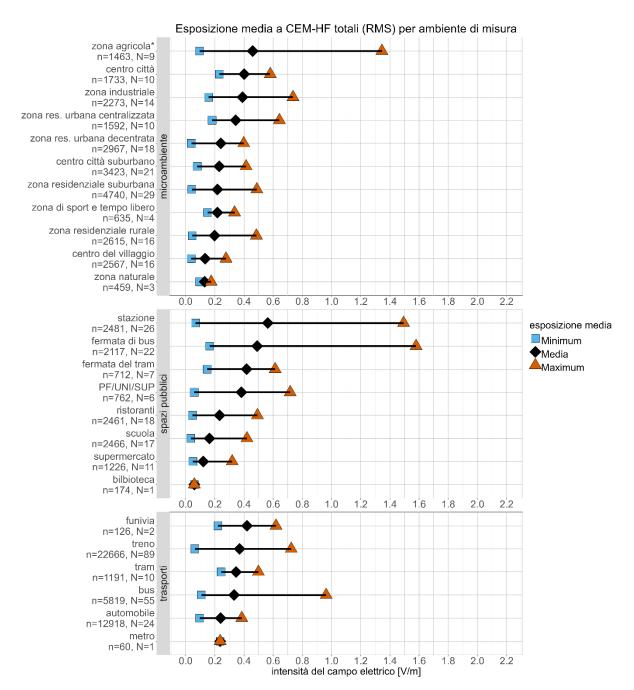


Figura 12 : Gamma di valori medi RMS RF-EMF misurati per ambiente di misurazione per l'anno 2024. Il valore medio del valore RMS (diamante nero) è calcolato in base all'equazione (9). Il minimo (quadrato blu) e il massimo (triangolo rosso) mostrano il valore RMS più basso e più alto per ogni singolo ambiente di misura. n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo. I dati sono elencati nella Tabella 17 . * Si veda la legenda della Figura 9.

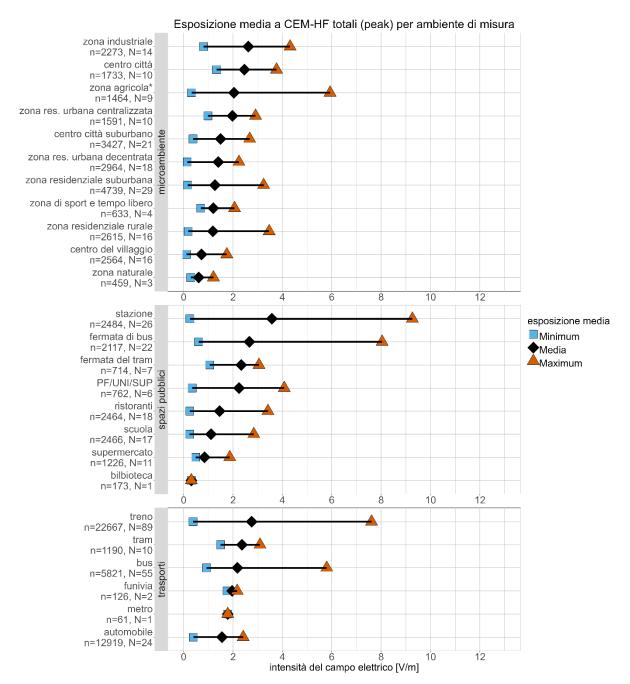


Figura 13 : Gamma dei valori medi di picco (PEAK) RF-EMF misurati per ambiente di misura per l'anno 2024. Il valore medio del valore RMS (diamante nero) è calcolato secondo l'equazione (9). Il minimo (quadrato blu) e il massimo (triangolo rosso) mostrano i valori RMS più bassi e più alti per ogni singolo ambiente di misura. n' indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo. I dati sono elencati inTabella 18 . * Si veda la legenda della Figura 9.



3.1.1.2 Confronto tra gli ambienti di misura - Esposizione LF

Figura14 mostra la distribuzione dei valori RMS per tipo di ambiente di misurazione per l'anno 2024 nei vari microambienti, aree pubbliche e mezzi di trasporto, sotto forma di boxplot sul lato sinistro. Sul lato destro, i contributi medi relativi delle tre principali sorgenti di campi magnetici a bassa frequenza sono colorati: Corrente ferroviaria (giallo), alimentazione elettrica (rosa) e corrente di ondulazione del tram (viola).

Nei *microambienti*, i valori mediani LF-MF più elevati sono stati misurati <u>nei centri urbani</u> $(0,19~\mu T)$, seguiti dalle <u>aree residenziali centrali</u> $(0,17~\mu T)$ e <u>decentrate</u> $(0,15~\mu T)$. I valori mediani tendono a diminuire con il diminuire dell'urbanizzazione. I valori mediani più bassi sono stati misurati <u>nelle aree naturali</u> $(0,05~\mu T)$, nelle <u>aree agricole</u> $(0,03~\mu T)$ e nelle <u>aree sportive/ricreative</u> $(0,02~\mu T)$. Nelle *aree pubbliche*, i valori mediani sono più alti nelle <u>stazioni ferroviarie</u> $(0,39~\mu T)$ e nelle <u>fermate dei tram</u> $(0,24~\mu T)$, mentre i valori mediani nelle <u>scuole</u> $(0,04~\mu T)$ e nelle <u>biblioteche</u> $(0,03~\mu T)$ sono relativamente bassi. Per quanto riguarda il *trasporto pubblico*, i valori mediani sono più alti nei <u>treni</u> $(0,44~\mu T)$, seguiti dai <u>tram</u> $(0,22~\mu T)$, mentre i valori mediani sono relativamente bassi nelle <u>automobili ²</u> $(0,09~\mu T)$, <u>negli autobus</u> e nella <u>metropolitana</u> $(0,08~\mu T)$ e in due funivie $(0,02~\mu T)$.

Il contributo dell'elettricità è dominante in tutti i *microambienti* (51-97%), ad eccezione dei <u>centri urbani suburbani</u> (46%) e delle <u>aree naturali</u> (5%). Il contributo dell'elettricità ferroviaria è massimo nei <u>treni</u> e nelle <u>stazioni ferroviarie</u> (100%) e nelle <u>università</u> (99%) a causa della vicinanza alle linee elettriche ferroviarie. La percentuale di corrente da tram è del 51% alle fermate e del 7% nei tram.

_

Nelle automobili, va notato che i pneumatici magnetizzati possono emettere campi magnetici in tutto lo spettro delle basse frequenze, a seconda della velocità di guida. Nella nostra analisi, consideriamo solo le emissioni nelle bande di frequenza di 16,7 Hz, 50 Hz e 300 Hz e le loro armoniche.



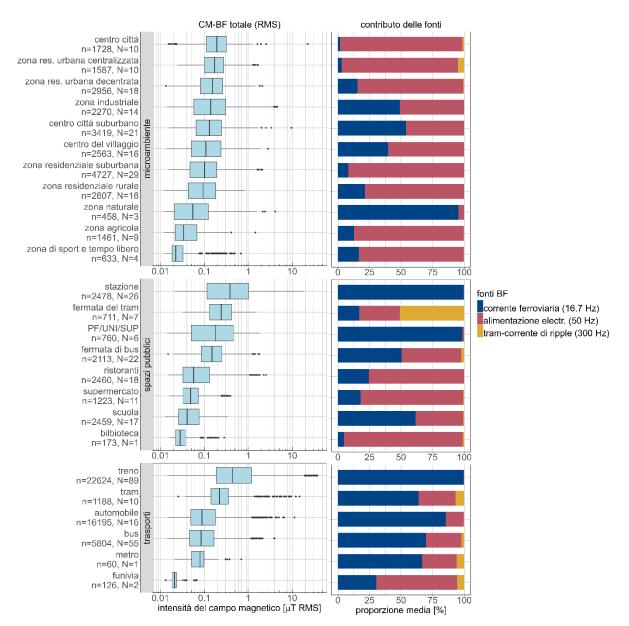


Figura14: A sinistra: Distribuzione dei valori misurati di LF-MF per l'anno 2024 per tipo di ambiente di misurazione. La linea centrale, le caselle, i «whisker» e i punti indicano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte il range interquartile (1,5*IQR) e i valori estremi. A destra: il contributo medio delle sorgenti per ogni tipo di ambiente di misura. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Corrente ferroviaria (16,7 Hz), Alimentazione elettrica (50 Hz) e Corrente di ondulazione del tram (300 Hz) con le rispettive armoniche. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo. I dati statistici e i contributi delle sorgenti sono elencati in Tabella 19 e Tabella 20.



Figura 15 mostra le distribuzioni dell'esposizione media dell'esposizione totale LF per tipo di ambiente di misura per l'anno 2024. Il minimo (quadrato blu) e il massimo (triangolo rosso) mostrano i valori medi più bassi e più alti per ogni singolo ambiente di misura. La media dei valori medi (diamante nero) è calcolata secondo l'equazione (10).

In generale, per i valori medi per ambiente di misurazione si può osservare lo stesso schema della Figura14 per i valori mediani. Nei *microambienti*, l'esposizione media più elevata è stata misurata nelle <u>aree industriali (0,30 μT)</u>, seguite dai <u>centri urbani (0,26 μT)</u>. L'esposizione massima è stata rilevata in un'<u>area industriale (1,12 μT)</u> vicino a una centrale elettrica. Nelle *aree pubbliche, l'*esposizione media più elevata è stata misurata <u>nelle stazioni ferroviarie (0,77 μT)</u>, con un'esposizione media massima di 2,62 μT. *Nei trasporti pubblici*, l'esposizione media più elevata si registra nei <u>treni (1,29 μT)</u> e l'esposizione media massima raggiunge i 10,15 μT.

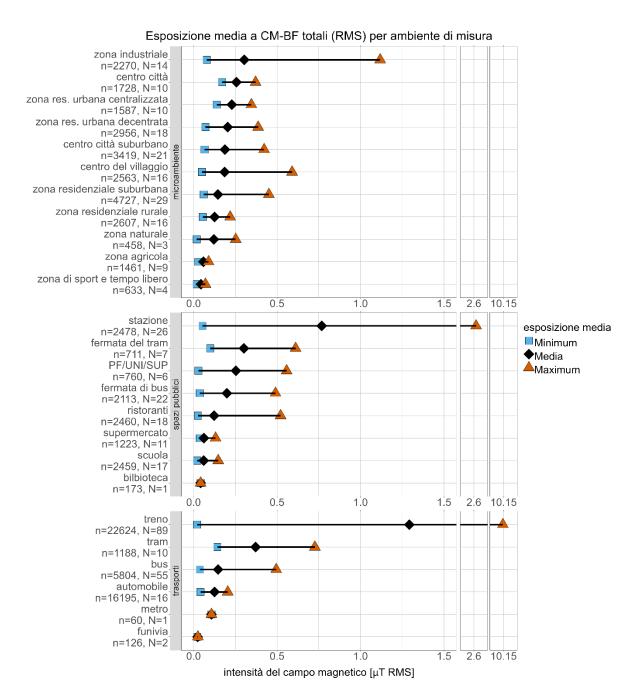


Figura 15 : Intervallo dei valori medi LF-MF misurati per ambiente di misurazione per l'anno 2024. Il valore medio della media aritmetica (diamante nero) è calcolato secondo l'equazione (10). Il minimo (quadrato blu) e il massimo (triangolo rosso) mostrano i valori medi aritmetici più bassi e più alti per ogni singolo ambiente di misura. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo. L'asse delle ascisse viene interrotto due volte tra 1,5 μ T e 10,15 μ T, in modo da poter mostrare anche i valori medi massimi, alcuni dei quali sono significativamente più alti di quelli delle altre misure. I dati sono elencati nella Tabella 21 .

3.1.1.3 Sfruttamento del valore limite di immissione (IGW)

Figura 16 mostra lo sfruttamento del valore limite di immissione (IGW) per i valori LF (blu) e i valori HF (rosso) per tutti i dati dei percorsi di misura a partire dal 2024, calcolati secondo la regola della somma del NISV[1] . Tutti i dati sono stati raggruppati in base ai tre tipi di ambienti di misurazione (microambienti, aree pubbliche, trasporti pubblici). Il valore massimo di immissione consentito è uno scalare e ha il valore 100%. Tutti i valori inferiori al 100% soddisfano i limiti di immissione secondo il NISV. I valori massimi sono un massimo del 25% per i valori LF e un massimo del 6% per i valori HF. Più della metà dei valori di esaurimento IGW sono tutti inferiori all'1%.

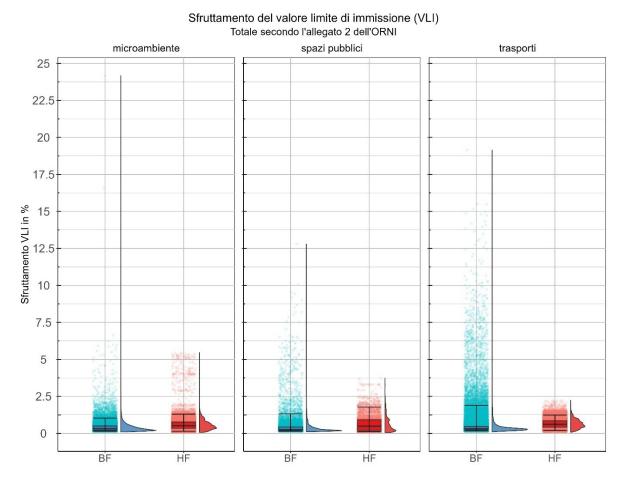


Figura 16: Distribuzione statistica dello sfruttamento del valore limite di immissione in tutti i punti di misurazione nel 2024. Le varie frequenze sono state sommate secondo la regola della somma (NISV Allegato 2). Nei diagrammi, i singoli valori misurati (per LF) e i singoli valori medi di 6 minuti (per HF) sono indicati come punti a sinistra (jitter plot). Nel box plot sovrapposto, la linea centrale mostra la mediana, le caselle il 25° e il 75° percentile e l'intervallo il 5° e il 95° percentile dei singoli valori misurati. Le curve a destra mostrano la distribuzione di frequenza dei singoli valori misurati (per NF) e i valori medi di 6 minuti (per HF). La scala del diagramma è limitata ai valori disponibili (utilizzo massimo circa 25%) per rendere visibile la struttura dei valori.

3.1.1.4 Ulteriori analisi nelle scuole - Esposizione a HF e LF

In un'analisi approfondita sono stati valutati i dati di misurazione raccolti nel 2024 in due scuole primarie, due scuole secondarie e un ginnasio. L'esposizione a RF e LF è stata misurata nel parco giochi, all'aperto e nell'edificio, con e senza alunni, nonché nei corridoi.

Figura 17 mostra la distribuzione dell'esposizione alle radiofrequenze dei valori RMS (in alto) e dei valori di picco (PEAK) (in basso) nelle scuole come un box plot sul lato sinistro e i contributi medi relativi delle sei sorgenti di radiofrequenze sono colorati sul lato destro. Come previsto, l'esposizione alle radiofrequenze è leggermente più elevata nelle aree esterne ("cortile - esterno") rispetto all'interno dell'edificio ("cortile - interno", "corridoio"). Inoltre, l'esposizione nelle aree di pausa piene è leggermente superiore a quella delle aree di pausa vuote (ad esempio, "cortile - esterno con studenti": RMS: 0,29 V/m, PEAK: 1,50 V/m) | "cortile - esterno senza studenti": RMS: 0,10 V/m, PEAK: 0,65 V/m).

Nelle "cortile - esterno", i maggiori contributi alle radiazioni provengono dai sistemi di telefonia mobile (contributo in downlink: RMS: 77-78%, PEAK: 83-85%), seguiti dai sistemi radio (RMS: 21%, PEAK: 10-11%). Nelle aree "cortile - interno" dei due edifici scolastici analizzati, i maggiori contributi alle radiazioni provengono dalla WLAN (RMS: 61-91%, PEAK: 75-99%), anche se a un livello inferiore, poiché l'esposizione media all'interno dell'edificio è complessivamente bassa (RMS: 0,11-0,18 V/m). Durante le pause all'interno dell'edificio (cioè "cortile - interno con studenti"), gli alunni dei tre edifici scolastici esaminati contribuiscono leggermente all'aumento dell'esposizione attraverso l'uso attivo dei loro telefoni cellulari (contributo uplink: RMS: 12%, PEAK: 2%).

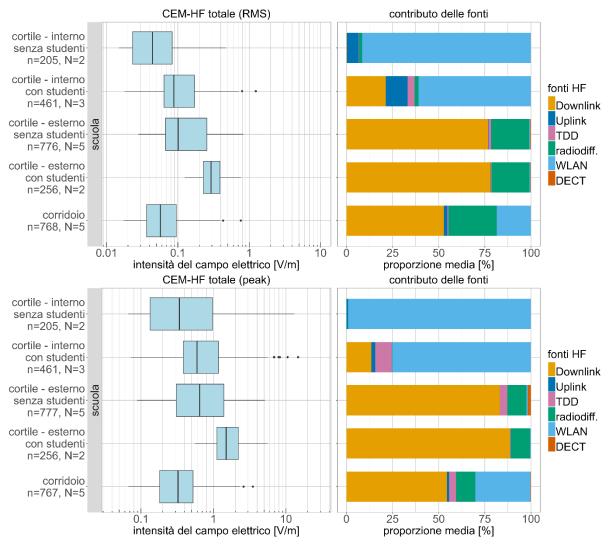




Figura 17: A sinistra: Distribuzione delle letture RF-EMF RMS (in alto) e di PEAK (in basso) in cinque scuole nel 2024. La linea centrale, le caselle, i "whisker" e i punti indicano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte l'intervallo interquartile (1,5*IQR) e i valori estremi. A destra: il contributo medio delle sorgenti per ogni tipo di ambiente di misura. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink, Uplink, Time Division Duplexing (TDD), Broadcast, WLAN e Telefoni cordless (DECT). "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo. I dati statistici e i contributi delle fonti sono elencati in Tabella22 eTabella23.

Figura 18 mostra la distribuzione dei valori RMS dell'esposizione LF per i vari luoghi di misurazione nelle scuole come un box plot sul lato sinistro e i contributi medi relativi delle tre principali sorgenti di radiazioni a bassa frequenza sono colorati sul lato destro. In generale, i valori mediani dell'esposizione alle LF-MF nelle scuole sono inferiori a quelli di tutte le altre aree pubbliche. I valori mediani più elevati si riscontrano nel cortile esterno con gli alunni (0,10 μT). Gli altri valori mediani dell'esposizione a LF-MF sono tutti compresi tra 0,02 μT nei corridoi e 0,06 μT nell'area cortile interno senza alunni. La presenza di bambini non influisce sui valori di LF. I valori più alti nel cortile all'aperto con studenti possono essere spiegati dalla vicinanza a una linea ferroviaria.

Nel cortile, il 9-97% dell'esposizione a LF-MF proviene dalla rete elettrica e il 2-91% dalla linea ferroviaria. Quest'ultimo dato è dovuto principalmente al fatto che due di queste cinque scuole si trovano vicino a una stazione ferroviaria. Quando si confrontano i valori di LF-MF nei diversi punti dell'edificio scolastico (Figura 18), va notato che le misurazioni non sono state effettuate in tutti i punti di tutte le scuole e il confronto è quindi significativamente influenzato da una scuola nelle immediate vicinanze della linea ferroviaria.

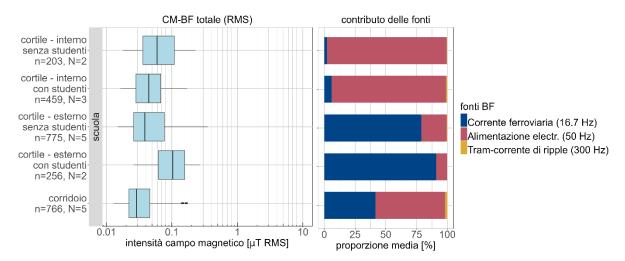


Figura 18 : A sinistra: Distribuzione delle letture LF-MF in cinque scuole nel 2024. La linea centrale, le caselle, i « whisker » e i punti mostrano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte il range interquartile (1,5*IQR) e i valori estremi. A destra: il contributo medio delle sorgenti per ogni tipo di ambiente di misura. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Corrente ferroviaria (16,7 Hz), Alimentazione elettrica (50 Hz) e Corrente di ondulazione del tram (300 Hz) con le rispettive armoniche. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo. I dati statistici e i contributi delle fonti sono elencati Figura 24 eTabella25.

3.1.1.5 Ulteriori analisi dell'esposizione alle radiofrequenze in auto con telefoni cellulari in modalità online e di volo

Figura 19 mostra sul lato sinistro la distribuzione dei valori di esposizione RF-RMS (in alto) e dei valori di PEAK (in basso) nelle automobili durante 16 viaggi (8 viaggi di andata e ritorno) con il telefono cellulare del conducente in modalità online (ma non in uso) e in modalità di volo. Sul lato destro, sono colorati i contributi medi relativi delle sei sorgenti RF.

I valori mediani di esposizione sono <u>simili</u> sia con il cellulare <u>in modalità online</u> che <u>in modalità di volo</u> (RMS: 0,10 V/m, PEAK: 0,59-0,60 V/m). In entrambe le situazioni, i maggiori contributi di radiazione provengono dal downlink (RMS: 82-87%, PEAK: 72-75%). Il contributo dell'uplink è leggermente superiore quando il telefono cellulare <u>è in modalità online</u> (uplink: RMS: 9%, PEAK: 8%) rispetto alla <u>modalità di volo</u> (contributo dell'uplink: RMS: 3%, PEAK: 2%). La proporzione TDD è maggiore per i valori PEAK che per i valori RMS, sia in modalità online (RMS: 4%, PEAK: 18%) che in modalità volo (RMS: 4%, PEAK: 19%).

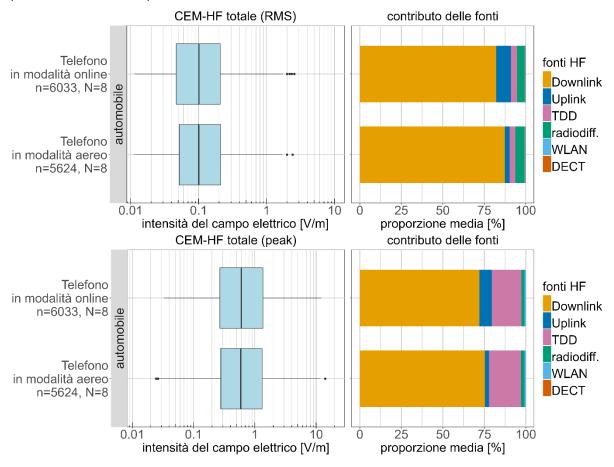


Figura 19: A sinistra: Distribuzione delle letture RF-EMF RMS (in alto) e di PEAK (in basso) nelle auto nel 2024 con il telefono cellulare del conducente in modalità online e in modalità di volo. La linea centrale, le caselle, i « whisker » e i punti indicano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte il range interquartile (1,5*IQR) e i valori estremi. A destra: il contributo medio delle sorgenti per ogni tipo di ambiente di misura. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink, Uplink, Time Division Duplexing (TDD), Broadcast, WLAN e Telefoni cordless (DECT). "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo. I dati statistici e i contributi delle fonti sono elencati inTabella 26 eTabella 27 .



3.1.2 Confronto dell'esposizione alle RF e BF negli anni 2022 e 2024

Nel 2022 e nel 2024, le misurazioni sono state effettuate negli stessi 150 microambienti e 95 aree pubbliche, possibilmente sugli stessi percorsi, nello stesso periodo dell'anno (+/- una settimana) e nella stessa ora del giorno (+/- un'ora). In questo modo è possibile analizzare la variazione dell'esposizione nell'arco di due anni. Per il confronto dell'esposizione nel trasporto pubblico, tutti i dati raccolti sugli spostamenti da e verso gli ambienti di misurazione sono stati aggregati su un anno. Va notato che ci sono state differenze nell'utilizzo dei mezzi di trasporto e alcune differenze nei percorsi di trasporto verso i luoghi di misurazione. Si possono osservare differenze nel numero di punti di misurazione "n" in tutti gli ambienti, poiché il tempo di misurazione può variare leggermente, con un minimo di 15 minuti nei microambienti e di 5 minuti nelle aree pubbliche. Il numero di ambienti "N" misurati cambia se sono stati effettuati diversi spostamenti con i mezzi di trasporto per raggiungere i luoghi di misurazione.

Figura 20 e la Figura 22 mostrano ciascuna il confronto della distribuzione dell'esposizione totale alle radiofrequenze dei valori RMS e dei valori di PEAK per gli anni 2022 (viola) e 2024 (giallo), dove le misurazioni sono state effettuate negli stessi ambienti di misurazione. Le mediane RMS sono simili nella maggior parte degli ambienti di misurazione (± 0,02 V/m). In alcuni ambienti di misurazione, i valori mediani erano più alti nel 2024, in particolare alle fermate del tram (RMS: 2022: 0,39 V/m, 2024: 0,48 V/m, PEAK: 2022: 2,00 V/m, 2024: 2,67 V/m), nelle università (RMS: 2022: 0,23 V/m, 2024: 0,32 V/m, PEAK: 2022: 1,29 V/m, 2024: 1,79 V/m) e nei locali pubblici.79 V/m) e nei trasporti pubblici, ad esempio nei treni (RMS: 2022: 0,24 V/m, 2024: 0,30 V/m, PEAK: 2022: 1,53 V/m, 2024: 2,08 V/m), nelle funivie (RMS: 2022: 0,12 V/m, 2024 0,32 V/m).12 V/m, 2024 0,17 V/m, PEAK: 2022: 0,64 V/m, 2024: 1,19 V/m) e nei tram (RMS: 2022: 0,24 V/m, 2024: 0,28 V/m, PEAK: 2022: 1,50 V/m, 2024: 2,00 V/m). Nella metropolitana, i valori mediani nel 2024 sono leggermente inferiori (RMS: 2022: 0,29 V/m, 2024: 0,20 V/m, PEAK: 2022: 1,58 V/m, 2024: 1,16 V/m), ma il numero di misurazioni nel 2024 è molto limitato (N=1).

Il valore mediano RF EMF RMS per tutti i *microambienti* insieme era di 0,15 V/m sia nel 2022 che nel 2024. Il valore mediano di PEAK è stato di 0,69 V/m nel 2022 e di 0,78 V/m nel 2024. Per tutte le *aree pubbliche*, il valore mediano RMS era di 0,20 V/m nel 2022 (PEAK: 1,15 V/m) e di 0,22 V/m nel 2024 (PEAK: 1,24 V/m). Per tutti i *mezzi di trasporto*, il valore RMS mediano era di 0,22 V/m (PEAK: 1,42 V/m) nel 2022 e di 0,23 V/m (PEAK: 1,52 V/m) nel 2024 (cfr.Tabella 34).

Figura 21 e la Figura 23 mostrano i contributi medi relativi delle sei sorgenti RF nel 2022 e nel 2024. Nella maggior parte dei casi, si possono osservare modelli di contributo simili nel 2022 e nel 2024. Il cambiamento più evidente è l'aumento del contributo TDD ai valori di PEAK, più pronunciato nei trasporti pubblici (ad esempio treni: 2022: 19%, 2024: 49%), tram: 2022: 27%, 2024: 44%) e autobus: 2022: 22%, 2024 42%) e nelle fermate (fermate del tram: 2022: 14%, 2024: 35%) e stazioni ferroviarie: 2022: 24%, 2024: 38%). Anche negli altri ambienti, la percentuale di TDD nei valori di punta è per lo più aumentata. Ad esempio, la quota di TDD nei valori di PEAK nelle aree residenziali rurali e nelle aree residenziali suburbane è passata dal 4% e 10% nel 2022 al 28% e 21% nel 2024.

Un aumento della percentuale di TDD è stato osservato anche per i valori RMS tra il 2022 e il 2024. Tuttavia, questo è stato generalmente meno pronunciato, tranne che nelle <u>metropolitane</u> (2022: 0,0%, 2024: 24%), nei <u>treni</u> (2022: 6%, 2024: 21%), nelle <u>fermate dei tram</u> (2022: 3%, 2024: 15%) e nei <u>tram</u> (2022: 6%, 2024: 18%).

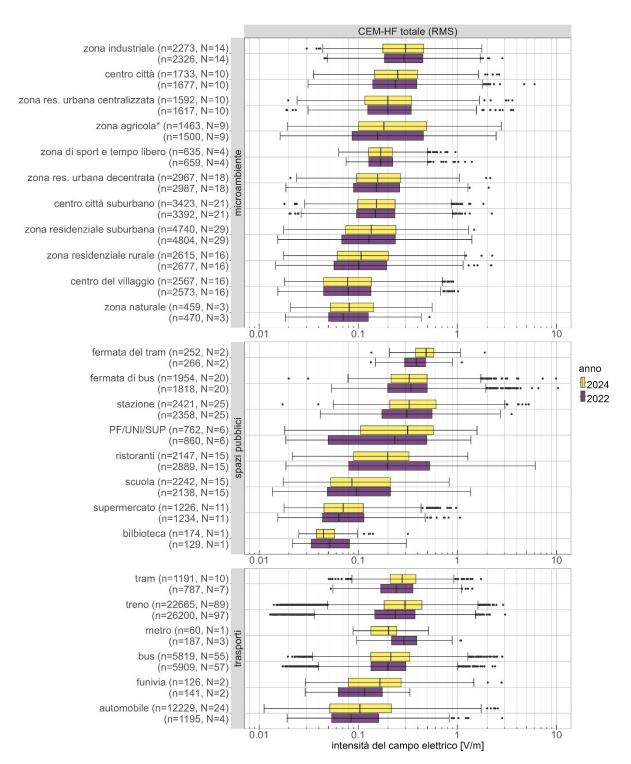


Figura 20 : Confronto della distribuzione dei valori RMS RF-EMF misurati negli stessi ambienti di misurazione nel 2022 (viola) e nel 2024 (giallo). La linea centrale, le caselle, i baffi e i punti indicano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte il range interquartile (1,5*IQR) e i valori estremi. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo. I dati statistici sono elencati nella Tabella28 .



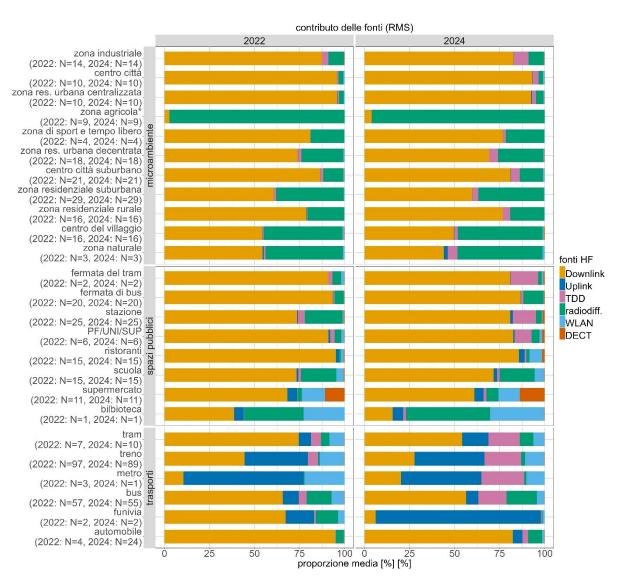


Figura 21 : Il contributo medio delle sorgenti RF RMS per ogni tipo di ambiente di misura nel 2022 e nel 2024, dove le misure sono state effettuate negli stessi ambienti di misura. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink, Uplink, Time Division Duplexing (TDD), radiodiffusione, WLAN e Telefoni cordless (DECT). "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo. I contributi delle fonti sono elencati nella Tabella 29 .

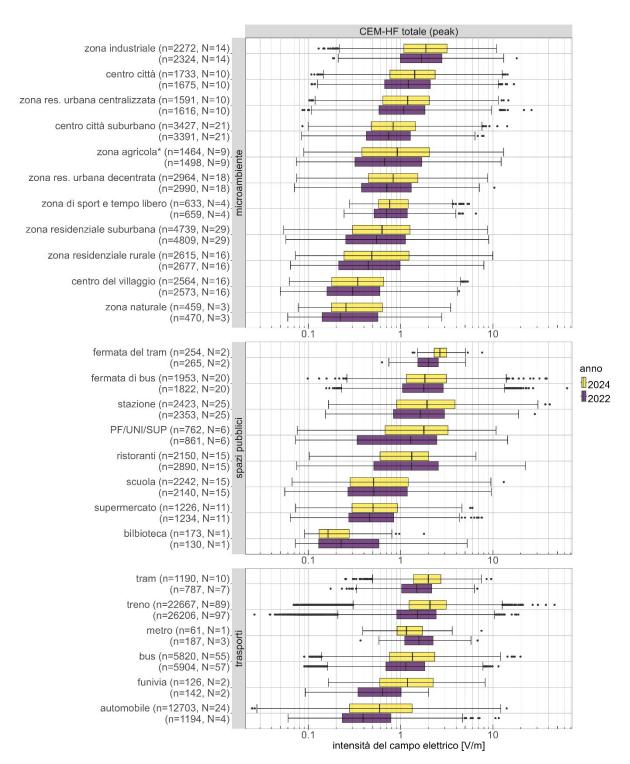


Figura 22 : Confronto della distribuzione dei valori di PEAK RF-EMF misurati negli stessi ambienti di misura nel 2022 (viola) e nel 2024 (giallo). La linea centrale, le caselle, i baffi e i punti indicano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte il range interquartile (1,5*IQR) e i valori estremi. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo. I dati statistici sono elencati inTabella 30 .

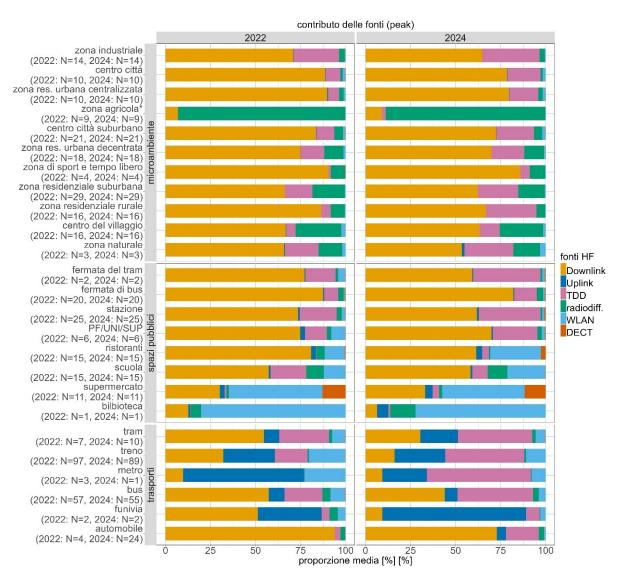


Figura 23 : Il contributo medio delle sorgenti RF PEAK per ogni tipo di ambiente di misura nel 2022 e nel 2024, dove le misure sono state effettuate negli stessi ambienti di misura. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink, Uplink, Time Division Duplexing (TDD), radiodiffusione, WLAN e telefoni cordless (DECT). "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo. I contributi delle fonti sono elencati nella Tabella 31.

Figura 24 mostra il confronto della distribuzione dell'esposizione totale LF dei valori RMS nel 2022 (viola) e nel 2024 (giallo), per le località in cui sono state effettuate misure in entrambi gli anni. In tutti gli ambienti di misurazione, le mediane RMS sono rimaste entro un intervallo di \pm 0,04 μ T. Nel 2024, il valore mediano era leggermente più alto nelle <u>università (2022: 0,14 μ T, 2024: 0,18 μ T) e nei <u>tram</u> (2022: 0,18 μ T, 2024: 0,22 μ T), e leggermente più basso nelle <u>automobili (2022: 0,13 μ T, 2024: 0,09 μ T). Nel caso delle automobili, tuttavia, va notato che il numero di misurazioni nel 2022 (N=4) e nel 2024 (N=15) era diverso, il che potrebbe aver influito sulla differenza.</u></u>

Nella Figura 25, i contributi medi relativi delle tre fonti di FA negli anni 2022 e 2024 sono colorati in blu (corrente ferroviaria), rosa (fornitura di elettricità) e giallo (corrente di ondulazione del tram). Nella maggior parte dei casi si osservano gli stessi modelli di contributo tra il 2022 e il 2024. Sebbene si osservino



differenze nei contributi percentuali in ogni ambiente, il contributo principale rimane lo stesso, tranne che nei centri urbani suburbani, nelle fermate dei tram, nei tram e nella biblioteca. Nei centri urbani periferici, nelle fermate dei tram e nei tram, il contributo principale nel 2022 proviene dall'elettricità (centro urbano periferico: 74%, fermata del tram: 53%, tram: 37%), mentre nel 2024 proviene dall'elettricità della ferrovia (centro urbano periferico: 54%, tram: 64%) o dall'elettricità dell'ondulazione del tram (fermata del tram: 61%). Nella biblioteca, il contributo principale nel 2022 proviene dal flusso del tram (95%), ma è stato rilevato che solo una misura ha dato il contributo principale, ovvero un portale di sicurezza che emette nell'area del flusso del tram. Non è stato così nel 2024, quando il contributo principale è stato dato dall'alimentazione della biblioteca (94%).

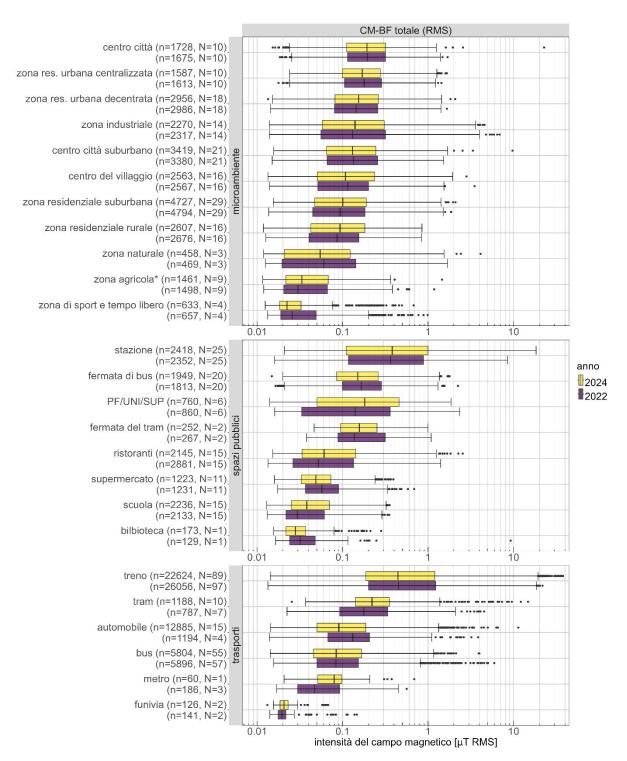


Figura 24 : Confronto della distribuzione dei valori RMS LF-MF misurati negli stessi ambienti di misura nel 2022 (viola) e nel 2024 (giallo). La linea centrale, le caselle, i baffi e i punti indicano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte il range interquartile (1,5*IQR) e i valori estremi. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo. I dati statistici sono elencati nella Tabella32 .

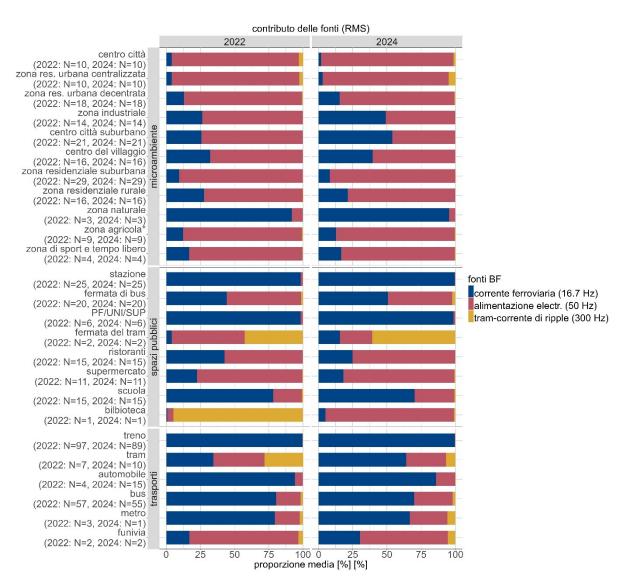


Figura 25 : Il contributo medio delle sorgenti LF-MF per ogni tipo di ambiente di misura nel 2022 e nel 2024, dove le misure sono state effettuate nelle stesse località. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Corrente ferroviaria (16,7 Hz), Alimentazione elettrica (50 Hz) e Corrente di ondulazione del tram (300 Hz) con le rispettive armoniche. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo. I contributi delle sorgenti sono elencati nella Tabella 33.

3.2 Misure spot o piatte

3.2.1 Esposizione RF

Figura 26 mostra la distribuzione dei valori misurati di RF-EMF RMS per tutte le 90 proprietà che sono state misurate tra il 2021 e l'aprile 2025 (cfr. capitolo). 2.2.1. Figura 27 mostra la distribuzione dei picchi RF-EMF (valori di picco). Il lato destro del grafico mostra la composizione percentuale dei contributi delle sorgenti all'intensità di campo totale media. Le misure parziali, ossia la misura lunga durata, la misura mobile e la misura di breve durata, sono analizzate singolarmente. Come spiegato nel capitolo 2.4.2, le proprietà in prossimità di una sorgente primaria sono state selezionate



specificamente per analizzare l'influenza di una sorgente vicina sull'esposizione. Le località prive di sorgenti primarie corrispondono a una distribuzione rappresentativa delle situazioni di esposizione alle radiazioni NIR in Svizzera. Delle 90 proprietà analizzate, 47 si trovano in prossimità di una stazione di base per la telefonia mobile, 9 in prossimità di un trasmettitore radio e 34 sono prive di una sorgente primaria.

Nelle *misurazioni di breve durata*, i punti di misurazione in prossimità <u>delle stazioni base di telefonia mobile</u> mostrano un valore mediano di 0,17 V/m (RMS) o 1,14 V/m (PEAK) per l'intensità del campo elettrico totale. La composizione percentuale dell'intensità del campo elettrico totale RMS è suddivisa in media nelle seguenti sorgenti: Downlink: 74 %, radio: 14 %, WLAN: 9 %. L'intensità di campo totale di PEAK corrispondente è composta come segue: Downlink: 58 %, WLAN: 27 %, TDD: 7 % e radio: 4 %. Le proprietà in prossimità di un <u>trasmettitore radiotelevisivo</u> presentano il valore mediano più alto dell'intensità del campo elettrico totale (RMS: 0,38 V/m, PEAK: 1,82 V/m). I contributi delle sorgenti RMS sono pari all'80% per la radio e al 17% per la WLAN. Per i valori di PEAK, la WLAN contribuisce per il 66% e la radio per il 30%. Per le proprietà che non sono state selezionate a causa della loro vicinanza a una delle sorgenti RF summenzionate ("nessuna sorgente RF primaria"), il valore mediano è di 0,14 V/m (RMS) e 0,99 V/m (PEAK). Questi valori rappresentano quindi l'esposizione tipica nelle case svizzere. I contributi di campo RMS per la categoria "nessuna fonte primaria di RF" derivano in media dai seguenti gruppi: Downlink: 42 %, WLAN: 31 %, radio: 20 % e DECT: 5 %. I maggiori contributi di campo di PEAK risultano per: WLAN: 76 %, downlink: 13 %, DECT: 7 %.

Nelle *misurazioni di telefonia mobile*, le posizioni in prossimità delle <u>antenne di telefonia mobile</u> hanno un valore mediano di 0,15 V/m (RMS) e 0,99 V/m (PEAK). Le due maggiori fonti RMS in questa categoria sono il downlink con il 71% e la trasmissione con il 17%. I contributi di PEAK sono costituiti per il 58% dal downlink, per il 33% dalla WLAN e per il 6% dal broadcasting. Per le misurazioni in prossimità di trasmettitori radio, la mediana è di 0,35 V/m (RMS) e 1,47 V/m (PEAK), che è anche il valore RMS più alto per le misurazioni mobili. Al 94%, predominano i contributi di campo RMS della categoria <u>delle trasmissioni radiotelevisive</u>. L'intensità di campo totale di PEAK comprende i contributi dei servizi di trasmissione 65%, WLAN 27% e downlink 4%. Le abitazioni della categoria "<u>nessuna fonte primaria di RF</u>" hanno una mediana di esposizione di 0,09 V/m (RMS) e 0,67 V/m (PEAK). I maggiori contributi delle sorgenti RMS nella categoria "nessuna sorgente RF primaria" sono Downlink: 40 %, broadcast: 24 % e WLAN: 29 %. I contributi di PEAK provengono principalmente dalla WLAN (63 %) e in misura minore dal downlink (21 %) e dal DECT (8 %).

Nelle *misurazioni di lunga durata*, i punti di misurazione in prossimità delle <u>stazioni base di telefonia mobile</u> mostrano un valore mediano di 0,15 V/m (RMS) e 0,88 V/m (PEAK). La principale fonte RMS è il downlink con l'81%, seguito dalla trasmissione con il 16%. L'intensità di campo totale di PEAK comprende l'89% di downlink e il 5% di broadcasting. Le misurazioni di lunga durata in località con <u>trasmettitori radio</u> mostrano la maggiore mediana all'interno del gruppo, con un'intensità di campo elettrico totale di 0,36 V/m (RMS) e 1,44 V/m (PEAK). La trasmissione fornisce il maggior contributo di intensità di campo RMS in queste località con il 96%, seguita dal downlink con il 3%. Anche il PEAK dell'intensità di campo totale è dominato dai contributi del broadcasting con il 91%, seguito dal downlink con il 7% e dalla WLAN con il 2%.

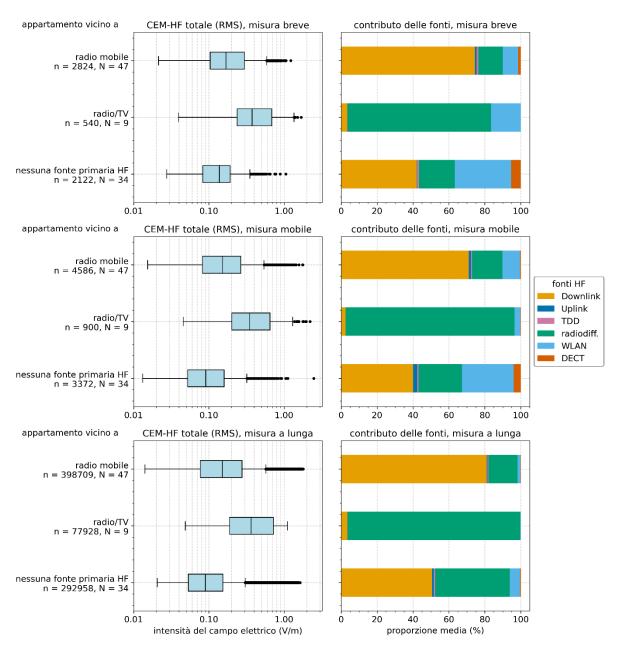


Figura 26: Distribuzione dei valori totali di RF-EMF (RMS) delle misurazioni residenziali calcolate con l'equazione (1), raggruppate per misurazioni parziali (misurazioni di breve durata, misurazioni mobili e misurazioni di lunga durata) e per la fonte primaria di RF nelle vicinanze del luogo di misurazione. Le proprietà senza fonte primaria di radiofrequenze sono state selezionate in modo casuale e rappresentano la tipica esposizione ai campi elettromagnetici in Svizzera. La linea centrale indica la mediana e la barra blu il 25° e 75° percentile. I valori anomali sono al di fuori dell'1,5*IQR (intervallo interquartile) e sono indicati come singoli punti. n indica il numero di punti dati e N il numero di siti di monitoraggio. Per tutti i punti di misurazione con uno specifico tipo di sorgente primaria, viene indicata la composizione percentuale dei gruppi di bande di frequenza nell'intensità di campo totale RMS media, cfr. equazione (7). Si distingue tra downlink, uplink, time-division duplex (TDD), broadcast, WLAN e DECT. Le caratteristiche statistiche sono riportate nelle Tabella 36

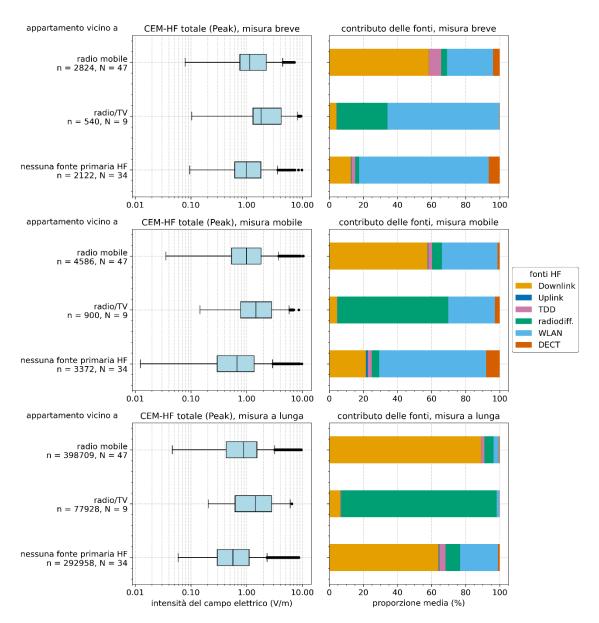


Figura 27 : Distribuzione dei valori di picco totali di RF-EMF (PEAK) delle misurazioni residenziali calcolate con l'equazione (1), raggruppate per misurazioni parziali (misurazioni corta durata, misurazioni mobili e misurazioni lunga durata) e per la fonte primaria di RF nelle vicinanze del luogo di misurazione. Le abitazioni senza fonte primaria di radiofrequenze sono state selezionate in modo casuale e rappresentano la tipica esposizione ai campi elettromagnetici in Svizzera. La linea centrale indica la mediana e la barra blu il 25° e 75° percentile. I valori anomali sono al di fuori dell'1,5*IQR (intervallo interquartile) e sono indicati come singoli punti. n indica il numero di punti dati e N il numero di siti di monitoraggio. Per tutti i punti di misurazione con uno specifico tipo di sorgente primaria, viene indicata la composizione percentuale dei gruppi di bande di frequenza nell'intensità di campo totale di PEAK media, cfr. equazione (7). Si distingue tra downlink, uplink, time-division duplex (TDD), radiodiffusione, WLAN e DECT. Le caratteristiche statistiche sono riportate nelle Tabella38



La categoria "nessuna sorgente RF primaria" ha una mediana di intensità di campo di 0,09 V/m (RMS) e 0,57 V/m (PEAK) nelle misurazioni di lunga durata. Il downlink e la radiodiffusione forniscono i principali contributi RMS, rispettivamente del 51% e del 42%. I principali contributi dei valori picco PEAK sono il 64% e il 22% del downlink e della WLAN.

Le caratteristiche statistiche dei dati di misura mostrati inFigura 26 sono riportate in appendice, raggruppate in base alle misure parziali (Tabella35 eTabella 36). Le caratteristiche perFigura 27 si trovano inTabella37 eTabella38

Figura 28 eFigura 29 mostrano l'intervallo del quadrato medio (RMS, vedi equazione (4)) dell'intensità del campo elettrico totale (vedi equazione (1)) per tutte le misurazioni RMS e di PEAK in una categoria di sorgente primaria. Inoltre, viene mostrata anche la media aritmetica di tutti i valori medi quadratici per ogni categoria di sorgente primaria (vedi equazione 9). Rispetto ai valori mediani diFigura 26, i valori medi dei dati RMS sono di solito leggermente più alti. Questo vale anche per i valori medi dei dati di PEAK inFigura 29, rispetto ai valori mediani diFigura 27. L'andamento dei valori medi tra le tre categorie di sorgenti primarie è simile a quello dei valori mediani inFigura 26 eFigura 27.

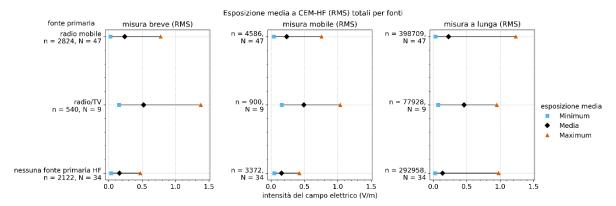


Figura 28 : Intervallo del quadrato medio (RMS) dell'intensità del campo elettrico totale calcolato in base all'equazione (4) per ciascuna misurazione all'interno di una categoria di sorgente primaria. Per il calcolo sono stati utilizzati i punti dati RMS. Il diamante indica la media aritmetica di tutti i valori quadratici medi associati a un tipo di sorgente, cfr. equazione (9). I limiti sinistro e destro indicano l'intensità più bassa e più alta del campo RMS totale di tutte le misurazioni della categoria. Il numero di punti di misura è indicato con n e il numero di misurazioni del sito è espresso con N. I dati della figura sono riportati nella Tabella39 dell'appendice.



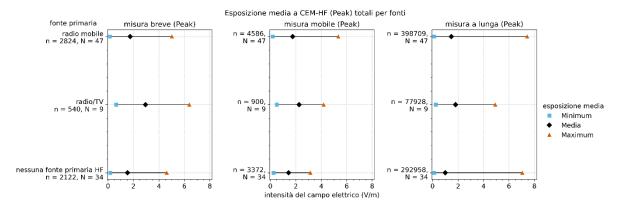


Figura 29 : Intervallo del quadrato medio (PEAK) dell'intensità del campo elettrico totale calcolato secondo l'equazione (4) per ogni misurazione all'interno di una categoria di sorgente primaria. Per il calcolo sono stati utilizzati i valori di picco (PEAK). Il diamante indica la media aritmetica di tutti i valori quadratici medi appartenenti a un tipo di sorgente, cfr. equazione (9). I limiti sinistro e destro indicano l'intensità più bassa e più alta del campo RMS totale di tutte le misurazioni della categoria. Il numero di punti di misura è indicato con n e il numero di misurazioni del sito è espresso con N. I dati della Figura 29 sono riportati nella Tabella 40 dell'appendice.

3.2.2 Esposizione LF

La distribuzione della densità di flusso magnetico totale di tutti i punti di misura RMS LF-MF è mostrata inFigura30. I dati della misura di breve durata, della misura mobile e della misura di lunga durata sono analizzati singolarmente. Le caratteristiche statistiche delle distribuzioni sono riportate in Tabella 41. La composizione percentuale dei contributi delle sorgenti alla densità di flusso magnetico totale è mostrata nella colonna di destra diFigura30 e le caratteristiche sono riportate Tabella 42. In base alle aree di applicazione elencate nellaTabella3, i contributi delle sorgenti sono assegnati alle categorie ferrovia, approvvigionamento energetico e tram. La misurazione di corta durata

e la misurazione mobile avvengono contemporaneamente, ma in locali diversi. Anche la misurazione di lunga durata avviene durante la notte.

Delle 90 proprietà misurate, sette si trovano in prossimità di una linea ferroviaria a doppio binario, sei in prossimità di una linea ferroviaria a binario unico, tre sopra una galleria ferroviaria, una in prossimità di una linea tranviaria o di una stazione di trasformazione e un totale di 16 in prossimità di una linea aerea da 220/380 kV, 36-150 kV o 1-36 kV. Le restanti 56 abitazioni non sono state selezionate a causa della loro vicinanza a una sorgente LF (Figura30). Va notato che i dati relativi alle categorie di sorgenti primarie con poche abitazioni non sono ancora rappresentativi. Le distribuzioni mostrate sono quindi ancora fortemente influenzate dai rispettivi luoghi di misurazione e non è ancora possibile fare affermazioni affidabili sulle larghezze di banda di esposizione previste.

Nella *misurazione di corta durata*, il valore mediano nelle stanze occupate frequentemente degli appartamenti in prossimità di <u>linee ferroviarie a doppio binario</u> è di 0,10 μT. La mediana è quasi la metà (0,06 μT) nelle abitazioni <u>vicine a linee ferroviarie a binario unico</u>. È stata determinata una mediana di esposizione di 0,05 μT per una proprietà vicino a una <u>galleria ferroviaria a due binari</u>. In due proprietà sopra una <u>galleria con una linea ferroviaria a binario unico</u>, è stata osservata la mediana di esposizione più alta per le linee ferroviarie in questa categoria di misurazione parziale (0,13 μT). Il valore elevato nonostante la linea ferroviaria a binario unico è probabilmente dovuto all'immediata vicinanza della linea aerea alla proprietà. I valori mediani *delle misurazioni mobili* per queste quattro categorie di



sorgenti primarie sono praticamente identici alle rispettive misurazioni di breve durata. Per le *misurazioni di lunga durata*, i valori sono leggermente inferiori o uguali a 0,08 μT per le misurazioni in prossimità di <u>linee ferroviarie a doppio binario</u>, 0,06 μT in prossimità di <u>linee ferroviarie a binario unico</u> e 0,11 μT per la singola misurazione con una <u>galleria a binario unico</u>. La proprietà al di sopra di una <u>galleria ferroviaria a doppio binario</u>, invece, mostra un aumento della mediana di 1,32 μT. Tuttavia, come mostra la distribuzione della composizione del campo, il valore elevato non è dovuto alla vicinanza alla linea ferroviaria (0,6%), ma deriva dalle sorgenti interne alla camera da letto, che funzionano con la rete elettrica a 50 Hz (99,4%). Per tutte e quattro le sorgenti primarie delle misurazioni mobili e di breve durata, la corrente ferroviaria fornisce la quota percentuale maggiore della densità di flusso magnetico totale. Per la sorgente primaria "<u>linea ferroviaria a doppio binario</u>", questa percentuale è superiore al 95%. Il modello di distribuzione è simile in tutte le sottomisure, ad eccezione della misura presso il tunnel ferroviario a doppio binario nelle misure di lunga durata.

Le immissioni in un appartamento vicino a una <u>linea del tram</u> mostrano una mediana di $0,04~\mu T$ per la *misura di breve durata*. Per la *misura mobile*, la mediana è di $0,06~\mu T$ e per la *misura di lunga durata di* $0,09~\mu T$. Il grafico a barre per i contributi delle sorgenti mostra che il tram dà solo un PEAKlo contributo e la corrente di ondulazione del tram misurata è solo tra il 3-4% in tutte e tre le misure parziali. Per tutte le altre proprietà, i contributi nelle bande di frequenza della corrente di ondulazione del tram sono trascurabili.

Per le proprietà in prossimità di <u>linee aeree da 220/380 kV</u> sono stati misurati valori mediani relativamente elevati, compresi tra 0,22 e 0,35 μT. I valori massimi misurati in questa categoria sono compresi tra 1,68 e 2,07 μT. La distribuzione è significativamente influenzata da due proprietà in cui sono stati registrati valori superiori al limite di installazione precauzionale di 1 μT del NISV. Le tre misurazioni in prossimità di <u>linee aeree da 36-150 kV</u> hanno prodotto valori mediani inferiori, compresi tra 0,17 e 0,18 μT, rispetto alle linee ad altissima tensione. I valori massimi per questo gruppo di sorgenti sono di circa 0,7 μT. I valori mediani di cinque misurazioni effettuate sul sito in prossimità di <u>linee aeree da 1 a 36 kV</u> sono di nuovo inferiori di circa un fattore due rispetto ai valori delle linee aeree da 36 a 150 kV e sono compresi tra 0,08 e 0,10 μT. Con valori compresi tra 0,07 e 0,09 μT, i valori mediani per un'abitazione in prossimità di una <u>stazione di trasformazione</u> si collocano in un intervallo simile a quello delle linee aeree da 1-36 kV. La composizione della densità di flusso magnetico totale mostra un quadro simile in tutte le misurazioni parziali. I contributi di campo delle linee ad altissima tensione da 220/380 kV e delle linee aeree da 1-36 kV sono quasi del 100% per tutte le misurazioni parziali. I contributi percentuali dell'alimentazione dominano con il 95-98 % per la categoria "linea aerea 36-150 kV" e con il 76-88 % per la stazione di trasformazione.

Per le proprietà che <u>non si trovano in prossimità di una sorgente LF</u>, il valore mediano della densità di flusso magentico totale è di $0.04~\mu T$ per tutte le misurazioni parziali ed è quindi inferiore a quello della maggior parte dei siti con una sorgente primaria LF. Tuttavia, i valori massimi possono essere altrettanto elevati rispetto ai siti con una sorgente primaria LF ($0.50-1.26~\mu T$). A seconda del tipo di misura, la percentuale della densità di flusso totale derivante dalla corrente ferroviaria è compresa tra il 31% e il 39%, mentre quella derivante dall'alimentazione elettrica è compresa tra il 61% e il 68%. I contributi delle linee tranviarie sono modesti nelle 56 misure senza sorgente primaria e sono inferiori all'1%.

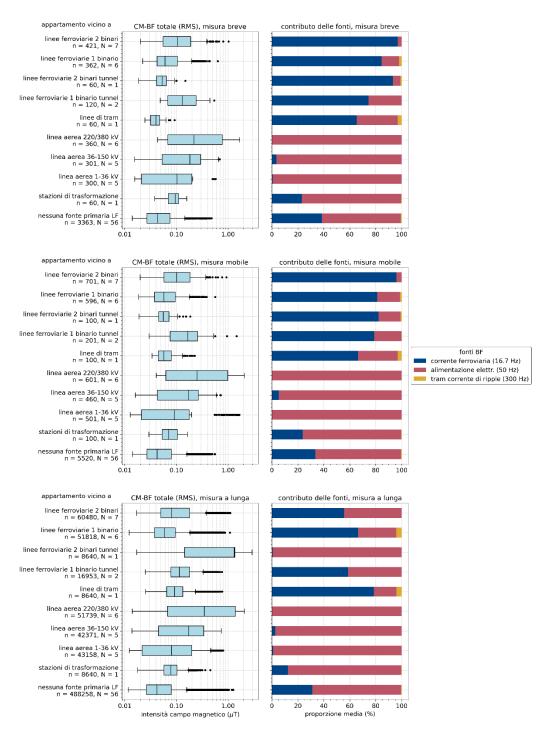


Figura30 : Distribuzione dei valori RMS LF-MF delle misurazioni residenziali calcolati con l'equazione (2), raggruppati per misurazioni parziali (misurazioni di breve durata, misurazioni mobili e misurazioni di lunga durata) e per la fonte primaria di LF nelle vicinanze del luogo di misurazione. Le proprietà senza una fonte primaria di LF sono state selezionate a caso e rappresentano la tipica esposizione ai campi elettromagnetici in Svizzera. La linea centrale indica la mediana, la barra blu il 25° e 75° percentile. I valori estremi sono al di fuori dell'1,5*IQR (intervallo interquartile) e sono indicati come singoli punti. Il numero di punti dati utilizzati è indicato con n sotto la denominazione della sorgente. Il numero di misurazioni in località con la stessa fonte primaria è indicato con N. Sul lato destro, la composizione percentuale dei

contributi delle sorgenti alla densità di flusso totale media è indicata per tutti i tipi di sorgenti primarie, vedi equazione (8). Le caratteristiche statistiche sono riportate nelle Tabella 41 e Tabella 42 dell'allegato.

L'esposizione media della densità di flusso magnetico totale a bassa frequenza è mostrata inFigura 31 per le proprietà rispetto alla sorgente primaria. Rispetto ai valori mediani inFigura30, emerge un modello simile, in cui, come previsto, i valori medi sono leggermente più alti dei valori mediani. Anche in questa analisi si possono notare gli elevati valori massimi per la categoria di sorgente primaria "linea aerea 220/380 kV". Altri valori elevati della densità di flusso magnetico totale media si verificano nelle misurazioni delle categorie linee ferroviarie a doppio binario con gallerie (solo misurazioni di lunga durata) e linee aeree da 1 a 36 kV (solo misurazioni mobili).

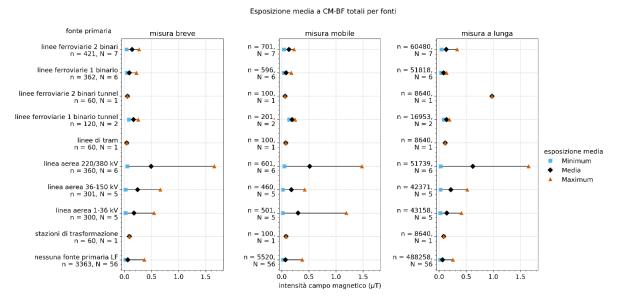


Figura 31: Intervallo della densità di flusso magnetico totale LF-MF calcolata secondo l'equazione (5) per ciascuna sorgente primaria. Il rombo indica la media aritmetica di tutte le densità di flusso totale appartenenti a un tipo di sorgente, cfr. equazione (10). I limiti sinistro e destro indicano l'intensità più bassa e più alta della densità di flusso totale. Il numero di punti di misura è indicato con n e il numero di misurazioni del sito è espresso con N. I dati sono elencati nella Tabella43 dell'appendice.

3.3 Misure continue stazionarie

La valutazione delle misure continue stazionarie copre l'intero periodo dell'anno 2024 in tutte e cinque le stazioni di misura descritte nel capitolo VV dell'allegato.

L'andamento temporale dell'intensità del campo elettrico per i valori RMS e di PEAK a Neuchâtel è mostrato inFigura 32. Le interruzioni dovute a interruzioni di corrente, scariche delle batterie, rotture di cavi e finestre di manutenzione portano a lacune nella curva dell'intensità di campo. I grafici a linee mostrati inFigura 32 e nell'appendice coprono l'intero anno 2024. La risoluzione non è sufficiente per riconoscere le curve giornaliere, ma le fluttuazioni e in particolare i picchi di intensità di campo sono chiaramente visibili per l'intero periodo di misurazione. I dati analogici per le altre quattro località sono riportati in appendice (Figura54 -Figura 57). Per quanto riguarda la radiodiffusione, in tutte le stazioni di misura si registrano valori di PEAK elevati. Questi provengono principalmente dalla banda HF-EMF n. 1 utilizzata per le trasmissioni FM con una frequenza centrale di 97,75 MHz e una larghezza di banda

registrata di 35 MHz, cfr.Tabella2. Una possibile spiegazione potrebbe essere l'accoppiamento indesiderato di segnali RF nel cavo di ricarica USB. Per escludere dall'analisi i valori di PEAK eccessivamente elevati, che non possono essere spiegati dalle emissioni delle fonti di trasmissione, i valori di PEAK sono stati filtrati in tutte le bande di trasmissione. La soglia di risposta del filtro è stata determinata nuovamente per ogni giorno ed è pari al doppio della distanza tra il quantile Q1 e il quantile Q95. Come risultato di questa procedura, la posizione dei valori mediani non cambia quasi mai o cambia solo leggermente.

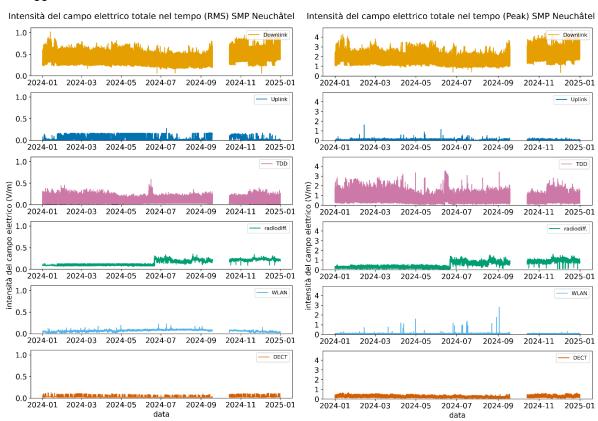


Figura 32 : curva dell'intensità del campo elettrico delle misure continue stazionarie per l'anno 2024 presso il sito G+P di Neuchâtel, raggruppate per categoria di sorgente. La parte sinistra del grafico mostra i valori RMS, mentre i corrispondenti valori di PEAK sono riportati nella parte destra. Le curve di intensità di campo delle altre stazioni di misura sono riportate nell'appendice V,VFigura54 -Figura 57.

Figura 33 e Figura 34 mostrano la distribuzione dell'intensità di campo RMS e di PEAK per ciascuna località. A seconda del tempo di funzionamento del sensore, è stato effettuato un numero leggermente diverso di misurazioni, ma più di 2,6 milioni in tutte le località. Per la categoria downlink, le mediane più alte sono state registrate nel sito di *Zurigo* con 1,04 V/m (RMS) e 5,22 V/m (PEAK). I valori più bassi di intensità di campo in questa categoria sono stati rilevati nel sito di *Neuchâtel* con 0,29 V/m (RMS) e 1,49 V/m (PEAK). Anche l'intensità di campo mediana dell'uplink è massima a *Zurigo*, con 0,02 V/m (RMS) e 0,08 V/m (PEAK). I contributi in uplink sono quindi significativamente inferiori alle intensità di campo in downlink. Nelle altre località, le intensità di campo in uplink sono ancora più basse, da 0,01 V/m a 0,02 V/m (RMS) e 0,01 V/m o 0,03 V/m (PEAK). Nella categoria TDD, le intensità di campo RMS vanno da 0,01 V/m (RMS) ad *Allschwil* a 0,17 V/m (RMS) a *Zurigo*. Le mediane di PEAK vanno da 0,45 V/m (PEAK) a *Neuchâtel* a 3,44 V/m (PEAK) ad *Aarau*. Le mediane di trasmissione

RMS registrate sono le più alte ad *Aarau* con 0,36 V/m (RMS), seguite da *Allschwil* e Zurigo 0,31 V/m (RMS), Deitingen 0,15 V/m (RMS) e Neuchâtel 0,12 V/m (RMS). Le mediane di PEAK per la *trasmissione* sono elencate in ordine decrescente di grandezza: *Allschwil* 1,21 V/m (PEAK), *Aarau* 1,19 V/m (PEAK), *Zurigo* 1,08 V/m (PEAK), *Deitingen* 0,42 V/m (PEAK) e *Neuchâtel* 0,38 V/m (PEAK). Le sorgenti WLAN e DECT sono normalmente situate all'interno di edifici e i valori misurati nei cinque punti di misurazione all'aperto sono di conseguenza bassi. L'intensità di campo mediana RMS per la <u>WLAN</u> è più alta ad *Allschwil* e *Zurigo* con 0,09 V/m (RMS), seguita da *Deitingen* e *Neuchâtel* con 0,07 V/m (RMS) e 0,06 V/m (RMS) ad *Aarau*. I valori mediani di PEAK per la <u>WLAN</u> sono, in ordine decrescente: *Zurigo* 0,36 V/m (PEAK), *Deitingen* 0,14 V/m (PEAK), *Allschwil* 0,08 V/m (PEAK), *Neuchâtel* e *Aarau* 0,06 V/m (PEAK). I valori di intensità di campo per il <u>DECT</u> sono compresi tra 0,00 V/m (RMS) a *Deitingen* e 0,03 V/m (RMS) *ad Allschwil*, e tra 0,02 V/m (PEAK) a *Deitingen* e 0,24 V/m (PEAK) a *Neuchâtel*.

Distribuzione dell'intensità del campo elettrico (RMS) per categoria di sorgente

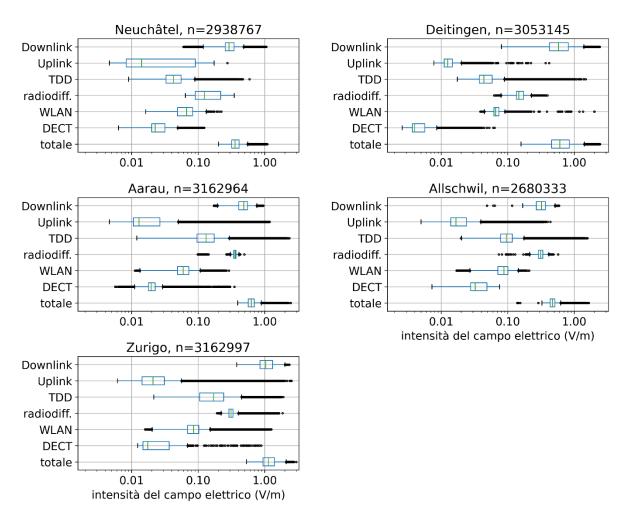


Figura 33 : Distribuzione dell'intensità di campo elettrico (RMS) delle stazioni di misura permanenti per categoria di sorgente - downlink, uplink, TDD (time division duplex), radio, WLAN e DECT. L'intensità di campo totale risultante da tutte le categorie è indicata sotto la voce Totale. Ciascuna posizione di misurazione è visualizzata in un pannello separato. L'asse logaritmico dell'intensità di campo si estende su un intervallo identico in tutti i pannelli per una migliore

comparabilità. Il calcolo si basa sull'equazione (4). Il numero di misurazioni n effettuate nell'anno 2024 è elencato nel titolo di ogni grafico accanto alla designazione della località. Le caratteristiche statistiche sono riportate nella Tabella 45 dell'appendice.

La distribuzione dell'intensità di campo totale risultante da tutte le categorie di servizio è mostrata nella riga inferiore. I valori mediani dei <u>valori</u> RMS dell'intensità di campo totale sono, in ordine decrescente: *Zurigo* 1,14 V/m, *Aarau* 0,63 V/m, *Deitingen* 0,61 V/m, *Allschwil* 0,47 V/m, *Neuchâtel* 0,36 V/m. I valori mediani dei picchi di intensità di campo totale sono, in ordine decrescente: *Zurigo* 6,13 V/m, *Aarau* 4,84 V/m, *Deitingen* 3,65 V/m, *Allschwil* 2,64 V/m e *Neuchâtel* 1,72 V/m.

Distribuzione dell'intensità del campo elettrico (Peak) per categoria di sorgente

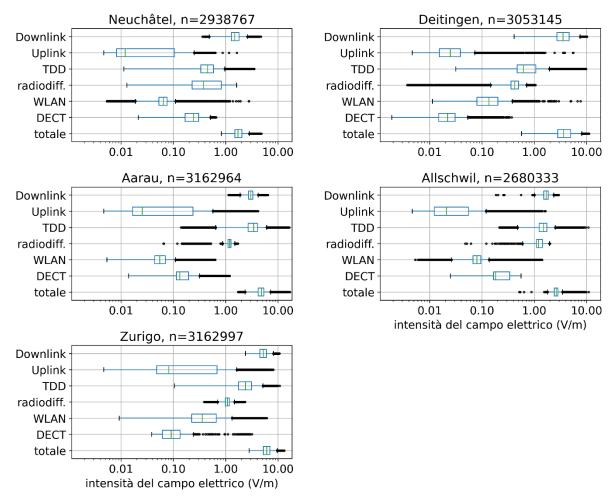


Figura 34 : Distribuzione dell'intensità di campo elettrico (PEAK) delle stazioni di misura permanenti per categoria di sorgente - downlink, uplink, TDD, radiodiffusione, WLAN e DECT. L'intensità di campo totale risultante da tutte le categorie è indicata sotto la voce Totale. Ciascuna posizione di misurazione è visualizzata in un pannello separato. L'asse logaritmico dell'intensità di campo si estende su un intervallo identico in tutti i pannelli per una migliore comparabilità. Il calcolo si basa sull'equazione (4). Il numero di misurazioni n effettuate nell'anno 2024 è elencato nel titolo di ogni grafico accanto alla designazione della località. I dati statistici sono riportati nella Tabella 44 in appendice.



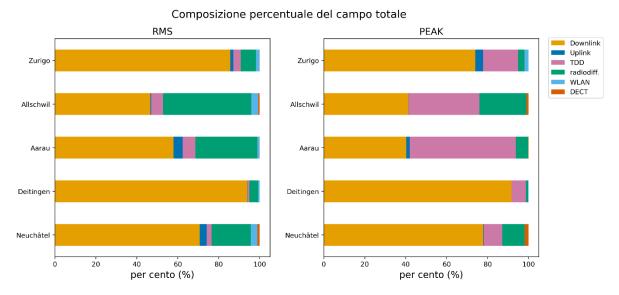


Figura 35 : Composizione percentuale dei servizi radio nell'intensità di campo totale delle stazioni di misura permanenti, raggruppate per località. Pannello di sinistra: composizione RMS. Pannello di destra: proporzione dei valori di PEAK.

Dalla composizione delle sorgenti dell'intensità di campo totale RMS mostrata inFigura 35, si può notare che le componenti di downlink contribuiscono a circa la metà o più dell'intensità di campo totale in tutti i punti di misurazione (47-94 %). La radiodiffusione è la seconda fonte, con il 43 % ad *Allschwil*, il 30 % ad *Aarau*, il 19 % a *Neuchâtel*, il 7 % a *Zurigo* e il 4 % a *Deitingen*. La <u>quota TDD</u> è più alta ad *Aarau* e *Allschwil* con il 6%. Il <u>contributo</u> della <u>WLAN</u> supera l'1% solo a *Neuchâtel* e *Allschwil* con il 3% e a *Zurigo* con il 2%. In termini di valori di PEAK, i <u>contributi del campo downlink</u> sono chiaramente dominanti a *Deitingen* con il 92%, a *Neuchâtel* con il 78% e a *Zurigo* con il 74%. *Ad Allschwil*, la <u>quota di PEAK del downlink</u> è del 41%, seguita da <u>TDD</u> (35%) e <u>radiodiffusione</u> (23%). *Ad Aarau*, i picchi di intensità di campo TDD sono quelli che contribuiscono maggiormente, con il 52%, seguiti da <u>downlink</u> (40%) e broadcasting (6%).

La funzione di distribuzione cumulativa inFigura 36 mostra la distribuzione dell'esposizione nei cinque punti di misurazione fissi. La stazione di *Zurigo* presenta i valori di intensità di campo più elevati dell'intera distribuzione (min: 0,53 V/m, max: 2,97 V/m, IQR: 0,47 V/m). La gamma è più ampia nella stazione di *Deitingen* (min: 0,16 V/m, max: 2,44 V/m, IQR: 0,38 V/m). La stazione *di Aarau* (min: 0,39 V/m, max: 2,46 V/m, IQR: 0,13 V/m) ha il terzo più alto valore di distribuzione al di sopra del cinquantacinquesimo percentile ed è leggermente superiore alla distribuzione dei valori di intensità di campo totale RMS di *Allschwil* (min: 0,14 V/m, max: 1,65 V/m, IQR: 0,07 V/m). *Neuchâtel* ha la distribuzione dell'intensità di campo con i valori più bassi (min: 0,20 V/m, max: 1,10 V/m, IQR: 0,09 V/m).

In termini di valori di PEAK, Zurigo presenta nuovamente i valori di distribuzione più elevati, seguita da Aarau, Deitingen, Allschwil e Neuchâtel.

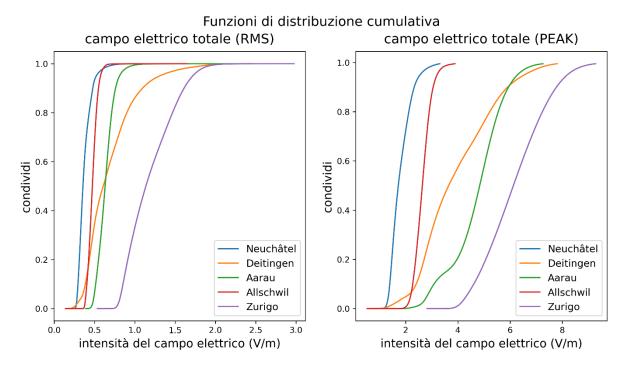


Figura 36 : Funzione di distribuzione cumulativa dell'intensità del campo elettrico totale per ciascuna località di misurazione stazionaria. La distribuzione dell'intensità di campo totale RMS è mostrata a sinistra, mentre la distribuzione dell'intensità di campo totale di PEAK è mostrata a destra. A causa dei valori elevati nella banda FM, la distribuzione cumulativa è mostrata solo fino al 99,5%.

Figura 37 eFigura 38 mostrano la distribuzione RMS e di PEAK dell'intensità del campo elettrico totale aggregata per mese. Poiché le stazioni di misura permanenti sono per lo più installate su tetti in posizione elevata e la quota di uplink del TDD è probabilmente bassa a una certa distanza dagli utenti di telefonia mobile, i segnali TDD sono stati assegnati al downlink in una categoria comune. Nella stazione di *Neuchâtel*, i valori mediani RMS durante i primi nove mesi erano compresi tra 0,33 e 0,35 V/m. Negli ultimi tre mesi del 2024, l'intensità di campo mediana sale tra 0,43 e 0,45 V/m. A *Deitingen*, i valori RMS durante i primi tre mesi sono compresi tra 0,88 V/m e 0,93 V/m. Nei mesi da aprile a ottobre, le intensità di campo RMS diminuiscono e si collocano tra 0,37 V/m e 0,55 V/m. La mediana mensile sale poi di nuovo tra 0,67 e 0,73 V/m. La stazione di *Aarau* mostra una fluttuazione minima dei valori RMS nel corso dei mesi (da 0,58 V/m a 0,68 V/m). Anche ad *Allschwil* le fluttuazioni mensili sono basse (da 0,44 V/m a 0,54 V/m). Nel sito del Politecnico di *Zurigo*, le intensità di campo RMS sono comprese tra 1,02 V/m e 1,19 V/m durante tutto l'anno. Nei mesi di luglio e settembre si nota una leggera diminuzione dell'intensità di campo, che si attesta tra 1,02 e 1,05 V/m. I valori di PEAK dell'intensità di campo mostrano un andamento stagionale simile.

Mediana del campo elettrico totale per mese (RMS)

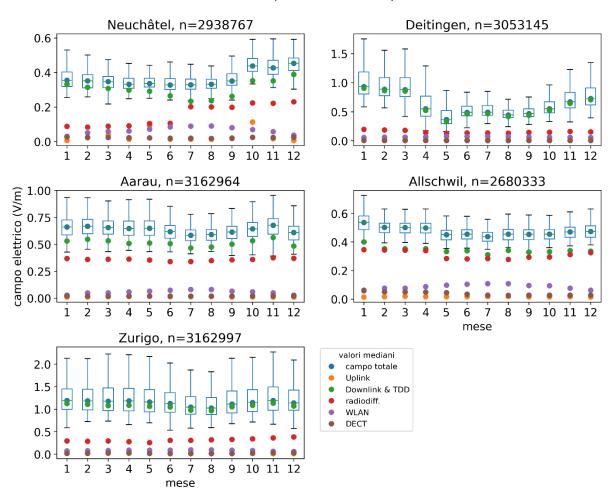


Figura 37 : Distribuzione dell'intensità del campo elettrico totale RMS per mese. I singoli pannelli mostrano le distribuzioni delle località stazionarie. n indica il numero di misurazioni di ciascuna stazione nel 2024. I contributi delle singole categorie di sorgenti sono rappresentati da punti colorati. Il downlink e il TDD sono riassunti come una sorgente comune. La distribuzione boxplot è mostrata per l'intensità di campo totale, ma senza outlier per motivi di chiarezza. Per tenere conto dei diversi intervalli di valori, ogni grafico presenta una diversa scala degli assi. Un grafico con le ordinate su un intervallo di valori identico, per una migliore comparabilità tra le posizioni e l'indicazione degli outlier, si trova inFigura 60 nell'appendice.

Mediana del campo elettrico totale per mese (Peak)

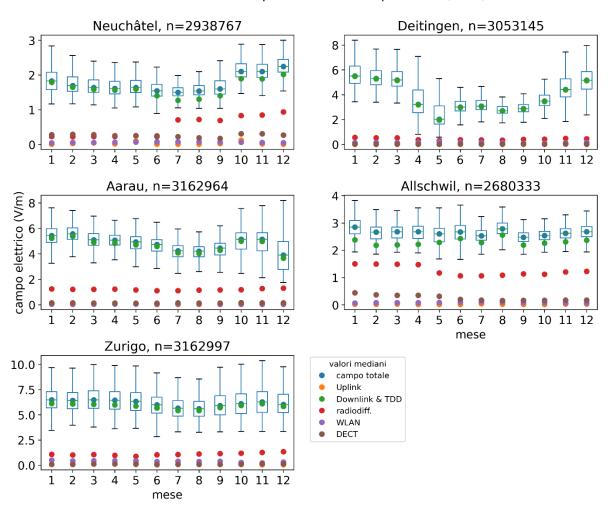


Figura 38 : Distribuzione dell'intensità del campo elettrico di PEAK totale per mese. I singoli pannelli mostrano le distribuzioni delle località stazionarie. n indica il numero di misurazioni in ciascuna stazione nel 2024. I contributi delle singole categorie di sorgenti sono rappresentati da punti colorati. Il downlink e il TDD sono riassunti come una sorgente comune. La distribuzione boxplot è mostrata per l'intensità di campo totale, ma senza outlier per motivi di chiarezza. Per tenere conto dei diversi intervalli di valori, ogni grafico presenta una diversa scala degli assi. Un grafico con le ordinate su un intervallo di valori identico, per una migliore comparabilità tra le località e l'indicazione degli outlier si trova in Figura 61 nell'appendice.

Poiché le stazioni di misurazione permanenti sono tutte situate in prossimità di antenne di telefonia mobile (cfr. Figura 49 eFigura 53 nell'appendice), è possibile analizzare la composizione dell'intensità del campo elettrico delle bande di frequenza della telefonia mobile in funzione del tempo. Figura 39 (RMS) eFigura 40 (PEAK) mostrano le bande di frequenza aggregate per mese e i loro contributi percentuali all'intensità di campo totale della telefonia mobile nel mese corrispondente. Questa forma di analisi consente di riconoscere l'accensione e lo spegnimento dei servizi di telefonia mobile, nonché lo spostamento della potenza di trasmissione su altre bande di frequenza nelle immediate vicinanze dei luoghi di misurazione.

Composizione del campo elettrico nelle bande di frequenza della telefonia mobile (RMS)

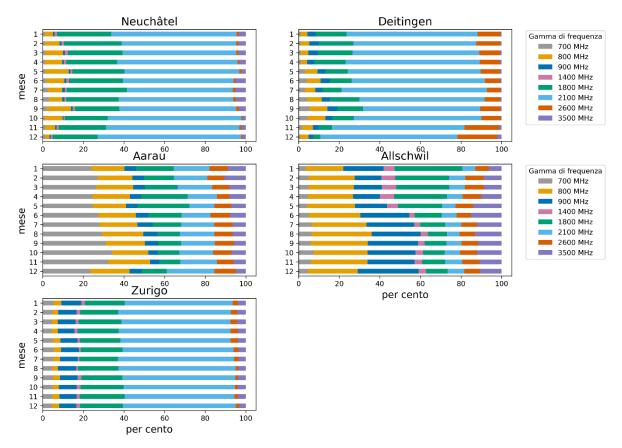


Figura 39 : Contributi percentuali delle bande di frequenza della telefonia mobile all'intensità di campo totale (RMS) causata dalla telefonia mobile, aggregata per mese per l'anno 2024.

Composizione del campo elettrico nelle bande di frequenza della telefonia mobile (PEAK)

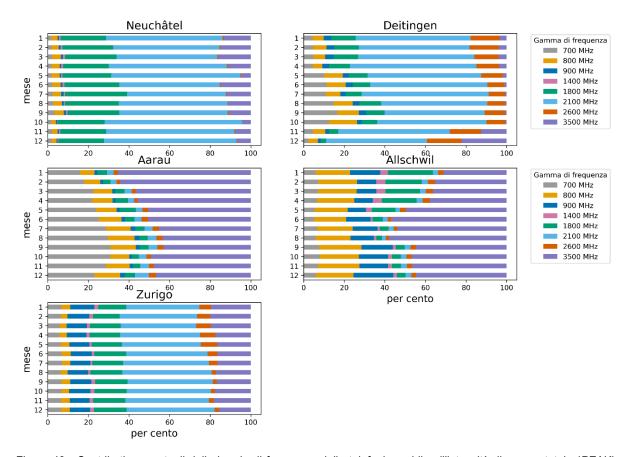


Figura 40 : Contributi percentuali delle bande di frequenza della telefonia mobile all'intensità di campo totale (PEAK) causata dalla telefonia mobile, aggregati per mese per l'anno 2024.

Figura 41 e la Figura 43 mostrano la distribuzione dei valori RMS e di PEAK per ogni ora del giorno nel 2024. Gli idrogrammi giornalieri dipendenti dalle località sono più chiaramente riconoscibili nella Figura e nella Figura 44 con i valori mediani per ora in rappresentazione non logaritmica. Il minimo si verifica in tutte le località alle 4:00, il massimo alle 21:00 o alle 22:00, tranne che a *Zurigo* alle 12:00.



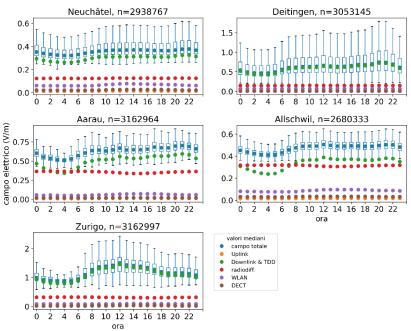


Figura 41: Distribuzione dell'intensità del campo elettrico totale RMS per ora. Inoltre, i valori mediani delle diverse categorie di sorgenti sono mostrati come punti colorati. Il primo intervallo è contrassegnato dalle ore 0 e copre l'intervallo di tempo a destra [00:00, 01:00], mentre il secondo intervallo di tempo 1 copre l'intervallo di tempo da [01:00-02:00], ecc. Per motivi di chiarezza, i valori anomali al di fuori dell'intervallo 1,5*IQR non sono tracciati; si veda la Figura 60 nell'appendice VV per un'illustrazione corrispondente.

Mediana del campo elettrico totale giornaliera (RMS)

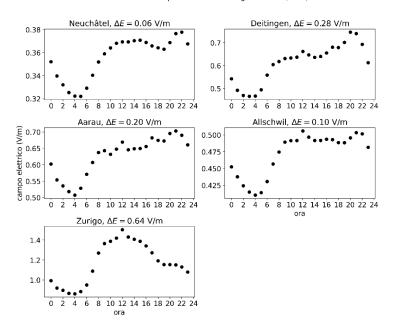


Figura 42 : progressione giornaliera dei valori mediani da Figura 41 . Per rendere più visibile la progressione temporale dei valori mediani, gli assi dell'intensità di campo hanno intervalli di valori diversi. La massima fluttuazione giornaliera dei valori mediani è data dal valore ΔE .

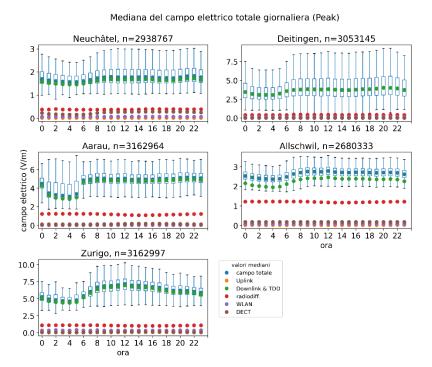


Figura 43 : Distribuzione dell'intensità del campo elettrico totale di PEAK per ora. Inoltre, i valori mediani delle diverse categorie di sorgenti sono rappresentati da punti colorati. Il primo intervallo è contrassegnato dalle ore 0 e copre l'intervallo di tempo a destra [00:00, 01:00], mentre il secondo intervallo di tempo 1 copre l'intervallo di tempo da [01:00-02:00], ecc. Per motivi di chiarezza, i valori anomali al di fuori dell'intervallo 1,5*IQR non sono tracciati; si veda la Figura 61 nell'appendice VV per un'illustrazione corrispondente.



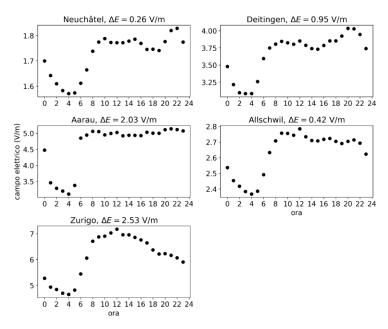


Figura 44 : Progressione giornaliera dei valori mediani da Figura 43 . Gli assi dell'intensità di campo hanno intervalli di valori diversi per visualizzare meglio la progressione temporale dei valori mediani. La massima fluttuazione giornaliera dei valori mediani è data dal valore ΔE .



3.4 Confronto delle misure continue 2024 con 2023

Sia nel 2024 che nel 2023, l'intensità del campo elettrico è stata misurata in posizioni identiche nei siti di Neuchâtel, Deitingen, Aarau, Allschwil e Zurigo, utilizzando l'elenco delle bande di frequenza della Tabella2. Ciò consente un confronto diretto delle intensità di campo elettrico tra gli anni 2024 e 2023. Fiqura 45 mostra la distribuzione dell'intensità di campo RMS dei due anni per le cinque località raggruppate per categoria di sorgente. A Neuchâtel, la mediana dell'intensità di campo in downlink è leggermente aumentata da 0,24 V/m (2023) a 0,29 V/m (2024). Per le altre categorie di sorgenti, le differenze tra i valori mediani sono inferiori o uguali a 0,02 V/m. La mediana dell'intensità di campo totale a Neuchâtel è aumentata da 0,28 V/m (2023) a 0,36 V/m (2024). Per l'uplink, l'intervallo interquartile (IQR) è aumentato da 0,04 V/m (2023) a 0,08 V/m (2024). Un aumento maggiore dell'ampiezza della distribuzione si osserva anche nella categoria broadcasting (IQR: 2023: 0,03 V/m, 2024: 0,13 V/m). A Deitingen, la mediana dell'intensità di campo in downlink è leggermente diminuita da 0,63 V/m (2023) a 0,58 V/m (2024). I valori mediani delle altre categorie differiscono in misura inferiore o uguale a 0,02 V/m. A Deitingen non vengono utilizzate sorgenti DECT nel raggio di rilevamento del dispositivo di misurazione. La mediana dell'intensità di campo complessiva è diminuita da 0.65 V/m (2023) a 0.61 V/m (2024). Gli intervalli interguartili sono rimasti invariati per la maggior parte delle categorie. L'IQR è aumentato di 0,07 V/m nella categoria downlink nel 2024. Ad Aarau, i valori mediani tra il 2023 e il 2024 sono quasi identici per tutte le categorie di sorgenti e si discostano al massimo di 0,01 V/m. Anche l'ampiezza degli intervalli interquartili è rimasta paragonabile. *Ad Allschwil*, il downlink è diminuito da 0,39 V/m (2023) a 0,32 V/m (2024). L'intensità di campo totale è diminuita da 0,52 V/m (2023) a 0,47 V/m (2024). Anche gli intervalli interquartili non hanno subito variazioni significative. A Zurigo, i valori mediani di tutte le categorie non differiscono di oltre 0,02 V/m tra i due anni di misurazione. Anche gli IQR sono comparabili.

Figura 46 mostra la distribuzione dell'intensità di campo di PEAK per i due anni 2023 e 2024. A *Neuchâtel*, i valori mediani per il downlink nel 2024 sono più alti di 0,35 V/m con 1,49 V/m rispetto al 2023 con 1,14 V/m. L'intensità di campo totale di PEAK è aumentata da 1,27 V/m (2023) a 1,72 V/m (2024). L'aumento maggiore dell'ampiezza della distribuzione è stato registrato nella categoria della <u>radiodiffusione</u> (IQR: 2024: 0,59 V/m, 2023: 0,09 V/m). I valori massimi più elevati sono stati misurati per il downlink (max: 2024: 4,71 V/m, 2023: 3,74 V/m) e il TDD (max: 2024: 3,53 V/m, 2023: 4,88 V/m). A *Deitingen*, i valori mediani delle distribuzioni differiscono di meno di 0,21 V/m. Anche le ampiezze della distribuzione sono comparabili. *Ad Aarau*, la mediana TDD è scesa da 3,79 V/m (2023) a 3,44 V/m (2024). Gli altri valori mediani si discostano di meno di 0,2 V/m. Anche le distanze IQR non presentano differenze significative. *Ad Allschwil*, la <u>mediana del downlink</u> è scesa da 1,97 V/m (2023) a 1,70 V/m (2024). La <u>mediana TDD</u> è passata nello stesso periodo da 1,22 V/m (2023) a 1,51 V/m (2024). Per la <u>telefonia DECT</u>, si è registrata una diminuzione della mediana da 0,42 V/m (2023) a 0,18 V/m (2024). *A Zurigo*, i valori mediani sono vicini tra loro e si differenziano per un massimo di 0,13 V/m. Anche l'ampiezza della distribuzione non presenta variazioni significative.

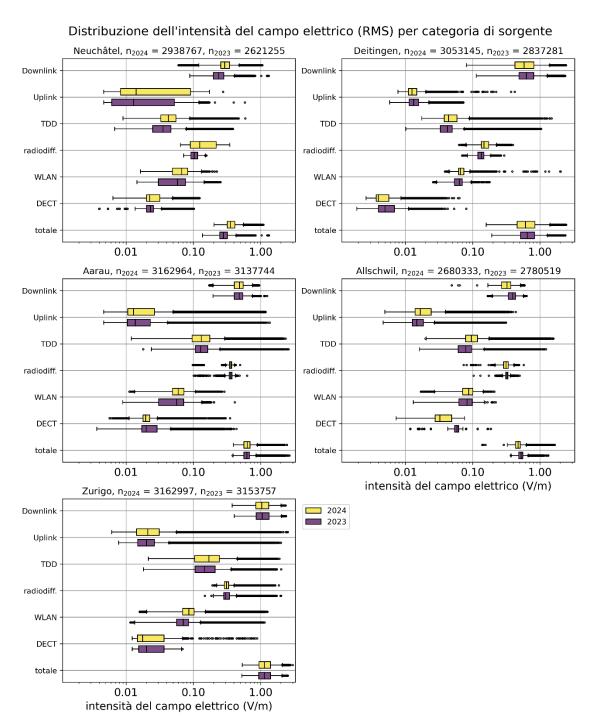


Figura 45 : Distribuzione dell'intensità di campo elettrico (RMS) delle stazioni di misura permanenti per categoria di sorgente - downlink, uplink, TDD (time division duplex), broadcasting, WLAN e DECT per gli anni 2024 (giallo) e 2023 (viola). L'intensità di campo totale risultante da tutte le categorie è indicata sotto la voce Totale. Ciascuna posizione di misurazione è mostrata in un pannello separato. L'asse logaritmico dell'intensità di campo si estende su un intervallo identico in tutti i pannelli per una migliore comparabilità. Il calcolo si basa sull'equazione (4). Il numero di misurazioni n è elencato nel titolo di ciascun grafico accanto alla designazione della località. Le caratteristiche statistiche sono riportate nella Tabella 46 dell'appendice.

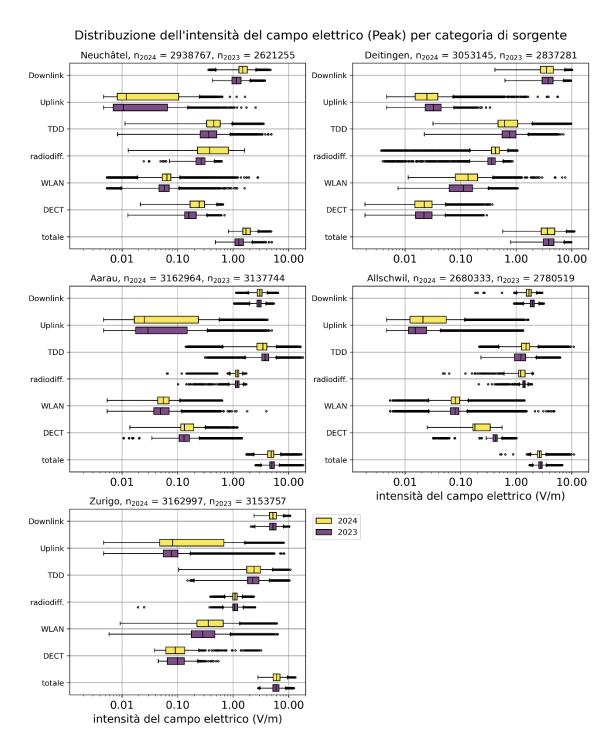


Figura 46 : Distribuzione dell'intensità di campo elettrico (PEAK) delle stazioni di misura permanenti per categoria di sorgente - downlink, uplink, TDD (time division duplex), broadcasting, WLAN e DECT per gli anni 2024 (giallo) e 2023 (viola). L'intensità di campo totale risultante da tutte le categorie è indicata sotto la voce Totale. Ciascuna posizione di misurazione è mostrata in un pannello separato. L'asse logaritmico dell'intensità di campo si estende su un intervallo identico in tutti i pannelli per una migliore comparabilità. Il calcolo si basa sull'equazione (4). Il numero di misurazioni n è elencato nel titolo di ciascun grafico accanto alla designazione della località. I dati statistici sono riportati nella Tabella 47 in appendice.

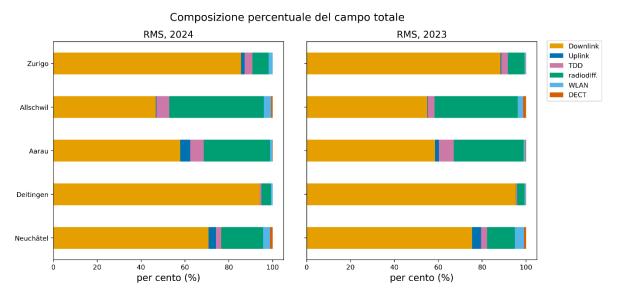


Figura 47 : Composizione percentuale dei servizi radio nell'intensità di campo totale delle stazioni di misura permanenti, raggruppate per località. Pannello di sinistra: composizione RMS nel 2024. Pannello di destra: composizione RMS nel 2023.

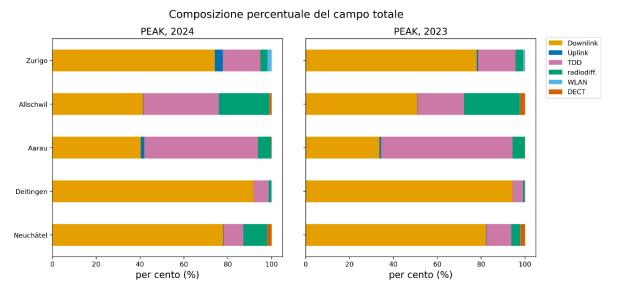


Figura 48 : composizione percentuale dei servizi radio nell'intensità di campo totale delle stazioni di misura permanenti, raggruppate per località. Pannello di sinistra: composizione PEAK nel 2024. Pannello di destra: composizione PEAK nel 2023.

Figura 47 mostra la composizione percentuale dell'intensità di campo totale per categoria di sorgente per le misurazioni RMS negli anni 2023 e 2024. Nel complesso, si può affermare che i modelli di distribuzione dell'intensità di campo RMS sono rimasti invariati. *A Zurigo*, la quota di upload e WLAN è leggermente aumentata. *Ad Allschwil*, si registra una riduzione della quota di downlink e un corrispondente aumento della quota di TDD e broadcasting. Ad Aarau, la quota di downlink è leggermente aumentata nel 2024. A Deitingen non si registrano praticamente cambiamenti nella composizione. A Neuchâtel, la quota di <u>radiodiffusione</u> è leggermente aumentata.



La composizione dei valori di PEAK inFigura 48 mostra che le <u>quote TDD</u> sono aumentate ad *Allschwil* e diminuite leggermente ad *Aarau* e *Neuchâtel*. A *Neuchâtel*, la <u>trasmissione</u> rappresenta una percentuale maggiore dell'intensità di campo totale nel 2024.



4. Discussione e risultati

L'obiettivo principale di questo rapporto annuale è descrivere le misurazioni effettuate nell'ambito del programma svizzero di monitoraggio dell'esposizione NIR. Le misurazioni su percorsi comprendono i dati del 2024 di un totale di 150 microambienti, 108 luoghi pubblici e 181 mezzi di trasporto. Inoltre, i dati di 150 microambienti, 95 luoghi pubblici e numerosi mezzi di trasporto pubblico già analizzati nel rapporto annuale 2022 [2, 6] sono confrontati con i nuovi dati raccolti negli stessi ambienti di misurazione nel 2024. Un'analisi approfondita è presentata per tutte le misurazioni in cinque scuole e in auto con telefoni cellulari in modalità online e di volo. Per quanto riguarda le misurazioni spot, i dati presentati in questo rapporto annuale si riferiscono a 90 immobili misurati tra il 2021 e l'aprile 2025. Le misurazioni permanenti in cinque luoghi esemplari selezionati sono in funzione dal 2023. Viene presentata un'analisi separata per il 2024 e un confronto con i dati del 2023.

4.1 Misurazioni su percorsi

4.1.1 Misurazioni su percorsi nel 2024

Nel 2024, i valori mediani del RF-EMF (RMS) nei microambienti delle misurazioni sui percorsi variano da 0,08 V/m nelle aree naturali a 0,30 V/m nelle aree industriali (Figura 10). I valori mediani del RF-EMF (RMS) tendono ad aumentare con l'aumento dell'urbanizzazione. Tuttavia, il 95° percentile più alto (Q95) è di 0,82 V/m nelle aree industriali. Nelle aree pubbliche, i valori mediani del RF-EMF (RMS) variano da 0,04 V/m in biblioteca a 0,38 V/m alle fermate del tram. Le fermate dei mezzi pubblici presentano valori mediani più elevati (RF: 0,32 - 0,38 V/m) rispetto alle aree interne agli edifici come supermercati, scuole o biblioteche (RF: 0,04 - 0,09 V/m). Ciò è dovuto principalmente al fatto che le emissioni delle antenne di telefonia mobile sono parzialmente schermate negli ambienti interni. Nei mezzi di trasporto, i valori mediani dell'RF-EMF (RMS) vanno da 0,10 V/m nelle automobili a 0,30 V/m nei treni. I valori riportati sono paragonabili ai risultati di studi condotti all'estero [9-14]

Per quanto riguarda la LF-MF, i valori mediani (RMS) nei microambienti sono compresi tra 0,02 μ T nelle aree sportive e ricreative e 0,19 μ T nei centri urbani (Figura14). I valori mediani della LF-MF (RMS) aumentano generalmente con l'aumento dell'urbanizzazione. Tuttavia, i valori di PEAK più elevati sono stati osservati nei centri urbani. Il 95° percentile (Q95) è di 0,63 μ T. Nelle aree pubbliche, i valori mediani della LF-MF (RMS) vanno da 0,03 μ T in biblioteca a 0,39 μ T nelle stazioni ferroviarie. Nei trasporti pubblici, i valori mediani della LF-MF (RMS) vanno da 0,02 μ T nelle funivie a 0,44 μ T nei treni. Anche i valori di PEAK (95° percentile) sono più elevati nei treni (6,34 μ T) e nelle stazioni ferroviarie (2,76 μ T). La comparabilità delle misurazioni LF con i dati internazionali è limitata a causa dell'esiguo numero di studi sull'argomento.

Nelle misurazioni LF e HF è stato utilizzato un massimo del 25% e del 6% del limite di immissione, rispettivamente. Più della metà dei dati di misurazione è inferiore all'1% del limite di immissione.

4.1.2 Misurazioni nelle scuole

Le analisi aggiuntive hanno incluso i risultati di 17 misurazioni NF e HF in cinque scuole (due scuole primarie, due scuole secondarie e un liceo). Le misurazioni sono state effettuate nelle aree di pausa



all'interno e all'esterno, nonché nei corridoi, ove possibile. Non sono state effettuate misurazioni specifiche nelle aule per non disturbare le lezioni. L'esposizione misurata nelle scuole è ben al di sotto dei valori limite.

Rispetto ad altre misurazioni in spazi pubblici, l'esposizione media alle RF-EMF nelle scuole è bassa, pari a 0,09 V/m (Figura 17). L'intervallo dell'esposizione media nelle scuole è lo stesso dell'esposizione nelle aree pubbliche. Nelle "aree di pausa all'aperto", la maggior parte dell'esposizione proviene dalle stazioni base di telefonia mobile (downlink: 77-89%), anche se a un livello basso. Nelle aree di pausa all'interno del sito, l'esposizione complessiva è ancora più bassa, con la maggior parte dell'esposizione proveniente dal WLAN (61%). Durante le pause, la percentuale di radiazioni causate dai telefoni cellulari aumenta leggermente (uplink: 2-12%). L'esposizione media alle LF nelle scuole è relativamente bassa, pari a 0,04 μ T (Figura 18). Esistono solo pochi studi sull'esposizione alle LF-MF nelle scuole. Le esposizioni misurate nell'ambito del monitoraggio NIR sono superiori a quelle di uno studio spagnolo [15], in cui è stata misurata una media di 0,015 μ T e 0,017 μ T nel cortile della scuola e nelle aule di 26 scuole.

4.1.3 Confronto 2022/2024 per le misurazioni dei percorsi

Le misurazioni del percorso sono state ripetute nel 2022 e nel 2024 negli stessi 150 microambienti e 95 aree pubbliche, alla stessa ora del giorno (+- un'ora) e nello stesso periodo dell'anno (+- una settimana). I confronti per i singoli ambienti di misurazione sono mostrati in Figura 20 a Figura 23 . Per riassumereTabella 34 mostra i valori medi e mediani per tutti i microambienti, le aree pubbliche e i trasporti pubblici.

L'esposizione totale mediana alle radiofrequenze è cambiata di poco nei due anni nei microambienti (2022 e 2024: 0,15 V/m), nelle aree pubbliche (2022: 0,20 V/m, 2024: 0,22 V/m) e nei trasporti pubblici (2022: 0,22 V/m, 2024: 0,23 V/m). I valori di PEAK sono aumentati leggermente di più nei microambienti (2022: 0,69 V/m, 2024: 0,78 V/m), nelle aree pubbliche (2022: 1,15 V/m, 2024: 1,24 V/m) e nei trasporti pubblici (2022: 1,42 V/m, 2024: 1,52 V/m). Il valore mediano RMS del downlink per tutti i microambienti è di 0,10 V/m, per tutte le aree pubbliche 0,17 V/m e per tutti i mezzi di trasporto 0,10 V/m.

In termini di valori RMS, l'esposizione totale alle radiofrequenze è rimasta relativamente costante tra il 2022 e il 2024. Mentre i valori mediani TDD per RMS (0,01 V/m) e PEAK (< 0,16 V/m) rimangono bassi per tutte le misurazioni nel 2022 e 2024, i valori mediani TDD RMS nei microambienti e nelle aree pubbliche sono aumentati in misura minore. Il leggero aumento della quota TDD è compensato da una diminuzione di altre fonti, in particolare del downlink . Tuttavia, l'esposizione in downlink rimane la principale fonte di esposizione nella maggior parte dei microambienti e delle aree pubbliche. Il downlink (2022: 0,24 V/m, 2024: 0,22 V/m) è dominante anche nei trasporti pubblici, seguito dall'uplink (2022 e 2024: 0,19 V/m) e dal TDD (2022: 0,08 V/m, 2024: 0,15 V/m).

Osservando i valori mediani di PEAK, tuttavia, il TDD è la principale fonte di esposizione nei mezzi di trasporto nel 2024 (2022: 0,96 V/m, 2024: 1,69 V/m). I valori mediani di PEAK del downlink sono leggermente aumentati nei due anni nei microambienti (2022: 0,53 V/m, 2024: 0,58 V/m), nelle aree pubbliche (2022: 0,82 V/m, 2024: 0,90 V/m) e nei mezzi di trasporto (2022: 0,51 V/m, 2024: 0,56 V/m).



La percentuale di esposizione all'uplink è bassa nei microambienti, ma significativamente più alta nei mezzi di trasporto pubblici. L'alta percentuale di uplink deriva dall'uso dei telefoni cellulari dei passeggeri. Per quanto riguarda il TDD, va notato che non è possibile fare una distinzione tra le emissioni dei telefoni cellulari e quelle delle stazioni base, poiché entrambe vengono trasmesse sulla stessa frequenza. Si può ipotizzare che le proporzioni siano simili al rapporto tra uplink e downlink. Ciò significa che nei treni la quota maggiore di immissioni TDD proviene dai telefoni cellulari, mentre nelle aree pubbliche e all'aperto (microambienti) la quota principale proviene dalle stazioni di base dei telefoni cellulari. Per quanto riguarda le radiazioni di telefonia mobile assorbite dal corpo, l'uso del proprio telefono cellulare porterebbe a valori di uplink ancora più elevati di quelli misurati. Ciò è dovuto al fatto che i telefoni dei passeggeri si trovano a una certa distanza dal dispositivo di misurazione e il cellulare del tecnico di misurazione era in modalità stand-by.

L'esposizione mediana RMS alla WLAN è altrettanto bassa nel 2022 (<0,12 V/m) e nel 2024 (<0,10 V/m) in tutti gli ambienti di misurazione. I valori mediani di PEAK WLAN nei trasporti pubblici sono aumentati da 0,29 V/m nel 2022 a 0,41 V/m nel 2024, il che sarebbe compatibile con un aumento dell'uso di hotspot sui treni. L'esposizione da radio e DECT non è cambiata significativamente tra il 2022 e il 2024. La radiodiffusione rimane la seconda fonte di esposizione più importante nei microambienti dopo il downlink, con un valore RMS mediano di 0,05 V/m.

4.2 Misure residenziali

Le misurazioni in ambito residenziale consentono di capire a quale esposizione a RF-EMF e LF-MF sono esposti i residenti in prossimità di sorgenti EMF esterne nelle loro case (località con una sorgente primaria) o quanto siano alti i valori tipici senza la vicinanza a una sorgente (località senza tenere conto della sorgente primaria). Le misurazioni vengono effettuate deliberatamente in punti della casa in cui le persone trascorrono lunghi periodi di tempo. Affinché le distribuzioni mostrino valori rappresentativi dell'esposizione attesa nelle abitazioni, è necessario un numero sufficientemente elevato di misurazioni per ogni tipo di sorgente primaria. Con i dati disponibili fino all'aprile 2025, questo non è ancora il caso ovunque. Rispetto ai dati disponibili nel rapporto 2024, la situazione è stata migliorata con l'aggiunta di ulteriori punti di misurazione. Le misurazioni RF-EMF in prossimità di trasmettitori radiotelevisivi dispongono ora di un set di dati di nove misurazioni (N=9). Per le misurazioni ELF, invece, ci sono ancora categorie con meno di quattro misurazioni. I risultati di questa fonte primaria, pertanto, non forniscono ancora valori rappresentativi dell'esposizione prevista e non vengono presi in considerazione ulteriormente nella discussione che segue. Con un campione di dimensioni così ridotte, le distribuzioni possono essere fortemente influenzate dalle condizioni dei singoli siti di misurazione. Dati più solidi sulla distribuzione dell'esposizione nelle diverse abitazioni sono attesi nel prosieguo del monitoraggio.

4.2.1 Esposizione ad HF

I valori mediani dell'RF-EMF (RMS) per le misurazioni di breve durata sono compresi tra 0,14 V/m (nessuna fonte primaria di RF) e 0,38 V/m (in prossimità di trasmettitori radio). Per le misurazioni mobili, i valori mediani corrispondenti sono compresi tra 0,09 e 0,35 V/m e per le misurazioni di lunga durata tra 0,09 e 0,36 V/m. I valori più alti di RF-EMF (RMS) misurati in un'abitazione sono compresi tra 1,05 V/m (nessuna fonte primaria di RF-EMF) e 1,69 V/m (radio/TV) per le misurazioni di breve durata e tra



1,78 V/m (radio mobile) e 2,48 V/m (nessuna fonte primaria di RF-EMF) per le *misurazioni mobili* e tra 1,10 V/m (radio/TV) e 1,79 V/m (radio mobile) per le *misurazioni di lunga durata*.

I valori misurati di HF-EMF per le *misurazioni di breve durata* in stanze con periodi di occupazione più lunghi sono generalmente inferiori a quelli delle misurazioni su percorsi esterni. Ciò è dovuto principalmente alla schermatura fornita dall'involucro dell'edificio. Le freguenze della radiofonia mobile (downlink) sono meglio schermate dall'involucro dell'edificio rispetto alle frequenze più basse della radiodiffusione. Per le abitazioni senza una fonte primaria di RF-EMF, i valori mediani RF-EMF RMS (0,14 V/m) sono solo leggermente inferiori a quelli delle località selezionate per la loro vicinanza a una stazione base di telefonia mobile (0,17 V/m). Tuttavia, la variabilità dell'esposizione è maggiore per queste ultime. Ad esempio, Tabella35 mostra che l'intervallo interquartile per gli ambienti di misurazione in prossimità di stazioni base di telefonia mobile è significativamente maggiore a 0,20 V/m rispetto a 0,11 V/m in assenza di fonti primarie di radiofrequenza. Con 0,63 V/m, anche il 95° percentile è più alto rispetto alle località selezionate casualmente per quanto riguarda la radiofonia mobile (0,33 V/m). Lo stesso quadro emerge per le *misurazioni mobili* nelle abitazioni. Il valore mediano RMS per le località con la radio mobile come sorgente primaria è di 0,15 V/m e di 0,09 V/m per la categoria "nessuna sorgente RF primaria". Anche le distanze interquartili differiscono, con 0,19 V/m ("radio mobile") e 0,11 V/m ("nessuna sorgente RF primaria"). Queste differenze sono riconoscibili anche nelle misurazioni di lunga durata sulle 24 ore nei valori mediani RMS di 0,15 V/m ("radio mobile") e 0,09 V/m ("nessuna fonte primaria di RF") e nelle distanze interguartili (0.20 V/m per le abitazioni in prossimità di un impianto di radio mobile e 0.10 V/m in assenza di una fonte primaria di RF). Ciò dimostra che, rispetto all'assenza di una fonte primaria di radiofreguenze, è più probabile che si verifichino situazioni di maggiore esposizione nelle abitazioni vicine alle antenne di telefonia mobile, ma non è sempre così. L'esposizione misurata nelle abitazioni dipende dall'attenuazione dell'edificio, dalla distanza dalla sorgente, dall'attenuazione dovuta agli ostacoli, dalla potenza di trasmissione effettiva, dalle caratteristiche di radiazione della vicina stazione base di telefonia mobile e dalla disposizione spaziale del luogo di misurazione rispetto alla sorgente. La presenza di una sorgente di telefonia mobile non comporta necessariamente un'esposizione elevata all'OMEN, ma può determinare un aumento dell'esposizione se i fattori sopra citati sono combinati in modo sfavorevole. In sintesi, si può affermare che il downlink contribuisce in modo significativo all'intensità di campo totale per la sorgente primaria "radio mobile", seguita dalla categoria radio e anche dalla WLAN per le misurazioni di breve durata, effettuate per lo più nel soggiorno.

I valori mediani RMS per i servizi di radiodiffusione (0,35-0,38 V/m) in prossimità dei trasmettitori di radiodiffusione sono significativamente superiori ai valori mediani per la radiofonia mobile e per i luoghi di misurazione senza una fonte primaria per tutte le misurazioni parziali. L'intervallo interquartile è superiore a quello delle altre due categorie. Le esposizioni costantemente più elevate in prossimità dei trasmettitori radiofonici possono probabilmente essere spiegate principalmente dal comportamento di radiazione più omogeneo dei trasmettitori radiofonici rispetto alle stazioni base di telefonia mobile e dalla minore attenuazione degli edifici per queste frequenze . Ciò significa che la categoria di servizio corrispondente domina fortemente la composizione dell'intensità di campo totale (80-96 %) per le proprietà in prossimità di trasmettitori radio. Solo per le misurazioni di breve durata nel soggiorno la WLAN contribuisce per il 17% all'intensità di campo totale.



In assenza di sorgenti RF primarie, la composizione del campo RF-EMF totale varia in modo più marcato, ma è anch'essa dominata da downlink, broadcasting e WLAN.

Nelle misurazioni di lunga durata in camera da letto, la WLAN contribuisce in media solo leggermente. Nella misurazione mobile vengono attraversate diverse stanze della proprietà, il che porta a diversi gradi di copertura WLAN e DECT, ma in generale è inferiore rispetto alla misurazione di breve durata e superiore a quella di lunga durata. Ciò si spiega presumibilmente con il fatto che i punti di accesso WLAN e i telefoni DECT sono collocati prevalentemente nelle stanze in cui si soggiorna spesso e a lungo e non nelle camere da letto, a causa della collocazione delle prese e dei collegamenti telefonici. Questo spiega in parte anche i valori più elevati di RF-EMF misurati nelle misurazioni di breve durata rispetto alle misurazioni mobili e di lunga durata. Nel caso delle misurazioni mobili, va notato che l'esposizione è sottostimata di circa il 10% a causa della schermatura del corpo (vedi sotto). Questa sottostima non è prevedibile per le misure a breve e lungo termine. Uplink e time-division duplex contribuiscono per meno del 3% all'intensità di campo totale in tutte le misurazioni parziali in tutti i tipi di ambiente di misura. Ciò è probabilmente dovuto al fatto che l'uso del telefono cellulare da parte dei residenti è ridotto durante le misurazioni e che i telefoni cellulari dei tecnici addetti alle misurazioni sono in modalità di volo durante le misurazioni. Tuttavia, l'uso del cellulare da parte dei residenti non è limitato durante le misurazioni.

Il quadro dei valori di PEAK è sostanzialmente identico a quello dei valori RMS. Le quote di sorgente variano un po' di più tra i diversi tipi di abitazione nei valori di PEAK, soprattutto nelle misurazioni di breve durata, poiché i valori estremi dell'intensità di campo possono disperdersi in un intervallo di valori più ampio. Nel complesso, la componente radio è minore, ma i contributi di TDD, WLAN e DECT sono leggermente superiori. Ciò può essere spiegato dal tipo di modulazione del segnale (pulsazione) utilizzato dalle varie tecnologie. Mentre i servizi di radiodiffusione trasmettono a potenza costante per un periodo di tempo più lungo, i segnali di TDD (radio mobile), DECT e WLAN sono modulati più fortemente.

4.2.2 Esposizione LF

I valori mediani della densità di flusso magnetico totale nella *misurazione di breve durata* vanno da 0.04- $0.22~\mu T$, per la *misurazione mobile* da 0.03- $0.25~\mu T$ e per la *misurazione di lunga durata* da 0.04- $0.35~\mu T$ e $1.32~\mu T$ per una singola camera da letto. Questi valori misurati in LF sono comparabili con le misure di esposizione effettuate in 246 camere da letto in Svizzera e in Italia nel 2012/13 [16]. In questo studio, il valore medio della densità di flusso magnetico è stato di $0.06~\mu T$ e il valore massimo di $0.7~\mu T$.

Le misurazioni nelle proprietà in prossimità di una "linea aerea da 220/380 kV" hanno portato a un aumento dei valori della densità di flusso magnetico in tutte e tre le misurazioni parziali. I valori massimi individuali sono (misurazione di breve durata: 1,68 μ T, misurazione mobile: 2,07 μ T, misurazione di lunga durata: 2,07 μ T) e sono quindi superiori al valore limite di installazione (AGW) di 1 μ T, che il NISV specifica per le (nuove) linee di trasmissione in luoghi come abitazioni, scuole o ospedali. Un valore massimo di densità di flusso magnetico di 1,66 μ T viene raggiunto anche in una proprietà in prossimità di una linea aerea da 1 a 36 kV. L'AGW è un valore limite precauzionale. Deve essere rispettato nel relativo stato operativo e ha lo scopo di mantenere bassa l'esposizione a lungo termine nei luoghi in cui le persone trascorrono regolarmente lunghi periodi di tempo, riducendo così anche il rischio di eventuali conseguenze per la salute non ancora riconoscibili. Il LEP per la densità di flusso



magnetico per i campi a 50 Hz è 100 volte inferiore al valore limite di immissione, che protegge dagli effetti sulla salute scientificamente provati. Il valore limite di installazione si applica alle radiazioni provenienti da un singolo impianto. Nelle presenti misurazioni è stata registrata l'esposizione totale da tutte le sorgenti. Non è possibile determinare l'esatto contributo della linea ad alta tensione, anche se si può ipotizzare che l'elevata esposizione sia dovuta principalmente alla linea aerea. Va inoltre notato che il valore limite di installazione si applica solo alle nuove linee ad alta tensione, ma non a quelle vecchie, cioè quelle che erano già in funzione prima dell'entrata in vigore della NIRV il 1° febbraio 2000. Se le vecchie linee di trasmissione superano il valore limite di installazione, la cosiddetta assegnazione di fase deve essere ottimizzata per quanto tecnicamente possibile. In questo modo si può ridurre l'estensione spaziale del campo magnetico. Non ci sono ulteriori requisiti. Se una vecchia linea non rispetta il valore limite di installazione anche dopo l'ottimizzazione delle fasi, questa linea è ancora considerata conforme al NISV .[17]

Per le linee ferroviarie, il NIRV richiede il rispetto dell'AGW di 1 µT per quanto riguarda il "valore effettivo medio di 24 ore della densità di flusso magnetico". Le misure effettuate nelle proprietà vicine alle linee ferroviarie contengono punti di dati superiori a 1 μT per tutte le sottocategorie. La distribuzione boxplot delle linee ferroviarie a due binari mostra che solo singoli punti dati sono superiori a 1 µT nelle misurazioni di breve durata (max: 1,02 μT) e nelle misurazioni di lunga durata (max: 1,11 μT). Il valore effettivo medio della densità di flusso magnetico (RMS, 16,7 Hz) causato dalla corrente ferroviaria per la durata della misurazione di lunga durata è di 0,19 μT, che soddisfa il LEP. In un'altra proprietà vicino a una linea ferroviaria a binario unico, la misurazione di lunga durata mostra un valore massimo di 1,09 μΤ. Il valore RMS a 16,7 Hz mediato sulla durata della misurazione di lunga durata è di 0,18 μΤ, anch'esso conforme al LEP. Nella categoria "nessuna sorgente primaria LF", un appartamento si trova (casualmente) vicino a strutture ferroviarie, il che porta anche a un massimo superiore a 1 µT. Il valore RMS della densità di flusso magnetico causato dalla corrente ferroviaria, calcolato come media della misurazione di lunga durata, è di 0,19 µT. Su una linea ferroviaria a binario unico con galleria, è stato registrato un valore massimo di 1,46 µT verso la fine della misurazione mobile. A causa della breve durata della misurazione (10 minuti), il valore medio su 24 ore non può essere utilizzato per valutare la conformità al LEP. Va notato che l'assegnazione della sorgente alle linee ferroviarie è univoca, poiché non vi sono altre sorgenti in questa banda di frequenza.

In una proprietà vicino a un tunnel ferroviario a due corsie, la misurazione di lunga durata nella camera da letto mostra un'elevata asimmetria nella distribuzione della densità di flusso magnetico. Il valore massimo misurato è stato di 2,92 μT e la mediana di 1,32 μT. I contributi dell'intensità di campo a 50 Hz hanno una proporzione del 99,4%. L'analisi della curva della densità di flusso ha mostrato che non esistono modelli tipici per le linee ferroviarie. Si ipotizza quindi che le immissioni provengano principalmente da un letto d'acqua riscaldato elettricamente. Il fatto che la distribuzione dell'intensità di campo sia influenzata da una sorgente interna è dimostrato anche dal fatto che i valori corrispondenti per le altre misurazioni parziali della stessa categoria di sorgente sono irrilevanti.

4.2.3 Misure continue stazionarie

Mentre le misure su percorsi e le misure spot registrano le emissioni dei campi elettrici e magnetici in un periodo di tempo relativamente breve in luoghi predefiniti in tutta la Svizzera, con le misure continue stazionarie si adotta un approccio diverso. Invece di coprire un'area geograficamente ampia e diversificata, in questo capitolo ci si concentra sul monitoraggio della situazione delle immissioni in alcune



località per un lungo periodo di tempo, al fine di trarre conclusioni sull'andamento temporale dell'esposizione. Le misurazioni continue sono state effettuate in cinque località del consorzio del progetto SwissNIS per tutto il 2024.

Poiché i dispositivi di misurazione ExpoM-RF4 sono posizionati all'aperto in tutte le stazioni di misurazione, i valori mediani possono essere confrontati al meglio con quelli delle misurazioni sui percorsi. Le stazioni di misura sono situate in diversi tipi di ambiente di misurazione, vedi capitolo 2.4.3 eFigura 49 aFigura 53 nell'appendice VV. La stazione di misura fissa di Zurigo è situata su un tetto in un centro urbano. I valori mediani dell'intensità del campo elettrico misurati, pari a 1,14 V/m (RMS) e 6,13 V/m (PEAK), sono significativamente più alti rispetto alle misure sui percorsi di 0,25 V/m (RMS) e 1,42 V/m (PEAK) nei centri urbani. La stazione di misurazione fissa di Allschwil si trova in un'area industriale e i valori mediani sono 0,47 V/m (RMS) e 2,64 V/m (PEAK) rispetto a 0,30 V/m (RMS) e 1,88 V/m (PEAK) nelle aree industriali delle misurazioni sui percorsi. Ad Aarau, in un'area residenziale urbana centrale, sono stati misurati 0,63 V/m (RMS) e 4,84 V/m (PEAK) nella stazione di misura permanente, mentre a Neuchâtel sono stati registrati valori medi di intensità di campo totale di 0,36 V/m (RMS) e 1,72 V/m (PEAK). Anche i valori delle misurazioni su percorso sono più bassi per il corrispondente ambiente di misurazione: 0,20 V/m (RMS) e 1,19 V/m (PEAK). La stazione di misurazione permanente di Deitingen (area residenziale urbana decentrata) mostra valori mediani di 0,61 V/m (RMS) e 3,65 V/m (PEAK), mentre la misurazione su percorso per guesto tipo di microambiente ha mostrato 0,16 V/m (RMS) e 0,83 V/m (PEAK). Le grandi deviazioni tra le misurazioni stazionarie e quelle su percorso potrebbero essere dovute al fatto che gli esposimetri delle stazioni di misura permanenti sono solitamente situati in posizioni elevate (ad esempio, sui tetti degli edifici) e quindi hanno una linea di vista più libera verso le antenne trasmittenti rispetto a quando si cammina ad altezza pedone durante le misurazioni su percorso.

A differenza delle misure su percorsi, che rappresentano l'esposizione in un ambiente, la composizione dell'intensità di campo nelle misure continue dipende fortemente dalla posizione. Confrontando la Figura 75 con la Figura 10 e la Figura 11 delle misurazioni sui percorsi, si nota che il downlink RMS fornisce il maggior contributo di intensità di campo anche per le misurazioni continue. Anche i picchi di intensità di campo totale nelle misure continue stazionarie, come nelle misure su percorsi, sono costituiti principalmente dalle componenti downlink e TDD. Tutti i siti di misurazione permanenti sono a meno di 10 chilometri di distanza dai trasmettitori radio. Ad Allschwil, la distanza da un forte trasmettitore radio (≥ 2,5 kW) è di circa 10 km e ad Aarau il trasmettitore radio (≥ 2,5 kW) è a circa 6 km dalla stazione di misura permanente. Ciò si riflette in contributi di radiodiffusione relativamente elevati, pari al 43% ad Allschwil e al 30% ad Aarau. Nella località di Zurigo, la distanza da un trasmettitore radio con potenza ≥ 2,5 kW è di 1,5 km. Tuttavia, il contributo all'intensità di campo RMS totale è solo del 7%. L'elevata quota TDD del 52% ad Aarau colpisce per la composizione percentuale del PEAK di intensità di campo totale. Ciò indica la presenza di un'antenna 5G.

A seconda della località, si possono riconoscere tendenze diverse nell'aggregazione delle intensità di campo nel corso dei mesi, vediFigura 37 eFigura 38. Nelle stazioni di misura permanenti di Deitingen e Zurigo, si nota una riduzione dei valori di intensità di campo elettrico durante i mesi estivi. Nel sito dell'ETH, questo fenomeno è probabilmente legato alle vacanze semestrali, che generalmente durano da giugno a metà settembre. A Deitingen, tra l'antenna di telefonia mobile e la stazione di misurazione permanente c'è un filare di alberi. Il grado di fogliame aumenta a partire da marzo e rimane costantemente alto da maggio a settembre. Il grado di fogliame diminuisce nuovamente a partire da ottobre.



L'andamento mensile dei valori di intensità di campo a Deitingen mostra una stagionalità simile. Nei mesi in cui il fogliame è fitto, il segnale di telefonia mobile è attenuato. L'attenuazione è maggiore per le alte frequenze. A Neuchâtel, l'intensità di campo totale aumenta leggermente negli ultimi tre mesi del 2024. Ciò è dovuto all'aumento dell'intensità di campo nelle categorie downlink e TDD. Ciò suggerisce che ci sono stati cambiamenti nella configurazione della rete mobile nella zona. Nella stessa località si può osservare un forte aumento dell'intensità del campo radio a partire da luglio. L'aumento si è verificato il 20 giugno 2024 sulla banda DAB e può essere attribuito alla messa in funzione di un nuovo trasmettitore per il canale DAB 12A vicino alla stazione ferroviaria di Neuchâtel [18]. La stazione di misura permanente di Aarau non mostra grandi fluttuazioni di livello nel corso dei mesi. Ad Allschwil, a partire dal mese di maggio, si assiste a un brusco cambiamento dei contributi di campo provenienti dalla radiodiffusione e dal downlink&TDD. A causa dell'installazione di celle solari sul tetto del TPH di Allschwil, la stazione di misura è stata spostata di 4 metri. Nella nuova posizione, la cassa di misura ha lo stesso orientamento di prima, ma ora si trova in una posizione elevata su una struttura del tetto più al centro del tetto piano. La nuova posizione potrebbe portare a leggeri effetti di schermatura per la trasmissione e per la categoria combinata downlink&TDD. L'aumento e la diminuzione dell'intensità di campo della WLAN possono probabilmente essere attribuiti anche alla nuova posizione. Ad Allschwil, l'antenna si trova in una zona industriale e ben al di sopra della vegetazione. Ad Aarau, la stazione di misura si trova in un'area urbana e residenziale centrale, vicino agli edifici dell'amministrazione cantonale.

Figura 39 mostra la composizione percentuale delle bande di freguenza della telefonia mobile nell'intensità di campo RMS totale causata dalla telefonia mobile nelle misurazioni continue. Per la stazione di Neuchâtel, si può notare che i contributi della banda 2100 MHz oscillano tra il 52% e il 71% nel corso del 2024. I cambiamenti avvengono a scapito delle gamme di freguenza 1800 MHz e 800 MHz, i cui contributi hanno oscillato rispettivamente tra il 21% e il 29% e tra il 2% e il 12% nel corso dell'anno. Si tratta quindi di un semplice spostamento e non di uno spegnimento, poiché tutte le bande rimangono attive. Una possibile spiegazione potrebbe essere il già citato cambiamento nella configurazione della rete mobile nelle immediate vicinanze. La banda 2100 MHz è utilizzata principalmente per il 4G (LTE) e in parte anche per il 5G. A Deitingen, i contributi della banda 1800 MHz diminuiscono gradualmente nel corso dell'anno, passando dal 17% al 4%. La composizione cambia anche per le bande 800 MHz, 2100 MHz e 2600 MHz e oscilla rispettivamente tra il 3% e il 9%, il 62% e il 67% e tra il 7% e il 20%. Le ragioni di questo fenomeno non possono essere determinate con precisione. Ad Allschwil, i contributi della banda 800 MHz e della banda 900 MHz aumentano a partire da giugno. Inoltre, la stazione di misurazione si trova vicino al confine nazionale e le immissioni possono essere influenzate anche dalle emissioni provenienti dalla Francia, il che è particolarmente plausibile per le basse frequenze. L'aumento avviene a scapito delle bande 1800 MHz e 3500 MHz. Nelle altre stazioni di misura permanenti, la composizione dei contributi delle varie bande di telefonia mobile varia solo leggermente. Non è sempre possibile assegnare una tecnologia di telefonia mobile alle bande di frequenza, poiché le gamme di frequenza sono assegnate dalla ComCom su base tecnologicamente neutrale. Ciò significa che i fornitori di servizi di radiocomunicazione mobile sono liberi (con delle limitazioni) di decidere quali tecnologie utilizzare su quali bande di frequenza [19]. Le panoramiche dei siti inFigura 49 aFigura 53 nell'appendice VV mostrano che nelle vicinanze di tutti i siti di misurazione sono attivi servizi di radiocomunicazione mobile 3G, 4G e 5G.

Figura 40 mostra la composizione di PEAK delle bande di frequenza della telefonia mobile. [19] mostra che la gamma di frequenze da 3500 MHz messa all'asta nel 2019 sarà utilizzata per la tecnologia 5G.



Rispetto alle quote di 3500 MHz ricavate dalla composizione RMS, la composizione di PEAK mostra percentuali significativamente più elevate. Ciò è dovuto al fatto che la tecnologia 5G ha un fattore di cresta (rapporto tra PEAK e media) più elevato rispetto alle altre tecnologie di telefonia mobile. Ciò è particolarmente evidente nel sito di Aarau, dove fino al 65% del PEAK di esposizione proviene dalla banda dei 3,5 GHz. Nel corso dell'anno, tuttavia, la quota dei 3,5 GHz diminuisce dal 65% al 47% e aumentano invece i contributi dell'intensità di campo provenienti dalla banda dei 700 MHz. Anche la stazione di misura permanente di Allschwil presenta un contributo massimo di PEAK dell'intensità di campo del 58% nella banda dei 3,5 GHz nel mese di agosto. All'inizio e alla fine dell'anno, i contributi nella banda dei 3,5 GHz sono rispettivamente del 31% e del 45%.

L'analisi delle fluttuazioni diurne mostra che i valori mediani dell'intensità di campo diminuiscono bruscamente durante la notte e raggiungono un minimo nell'intervallo tra le quattro e le cinque del mattino, per poi aumentare fino a mezzogiorno. Nella maggior parte delle stazioni di misura permanenti, si può notare un improvviso aumento dell'intensità di campo nell'intervallo [12:00,13:00]. Ciò è probabilmente dovuto a un aumento del volume di dati durante la pausa pranzo. La curva dell'intensità di campo nel pomeriggio è per lo più costante o in leggero aumento in tutte le stazioni fino alle 18:00, tranne che a Zurigo. Lì, l'intensità di campo diminuisce leggermente fino alle 16.00, per poi calare bruscamente fino alle 20.00. Una possibile spiegazione è che dopo le 16:00 i visitatori del campus sono meno numerosi e che la percentuale di residenti che utilizzano la radio mobile nel bacino di utenza del luogo di misurazione è ridotta rispetto al numero di iscritti all'università. Nelle altre stazioni di misurazione permanenti, i valori mediani dell'intensità di campo aumentano di nuovo dopo le 18.00 e raggiungono il massimo alle 21.00 o alle 22.00. Gli utenti di telefonia mobile sembrano quindi aver superato la fase di misurazione. Gli utenti di telefonia mobile sembrano quindi avere una maggiore necessità di comunicazione mobile. Tuttavia, è anche possibile che i telefoni cellulari carichino i backup sui server attraverso la rete mobile dopo un momento di inattività, il che potrebbe causare i valori massimi all'inizio delle ore notturne.

Un confronto delle distribuzioni dell'intensità di campo per le misurazioni continue del 2023 e del 2024 ha mostrato che i valori mediani della distribuzione non sono cambiati in modo significativo. Anche l'ampiezza della distribuzione è rimasta per lo più invariata. Questo vale sia per le misure RMS che per quelle di PEAK. Nelle categorie TDD, radiodiffusione e WLAN, nelle misurazioni RMS si nota un leggero aumento dell'intensità di campo mediana. Anche i modelli di composizione delle sorgenti in termini di intensità di campo totale sono rimasti simili tra i due anni.



4.3 Limitazioni

Per ridurre il più possibile l'effetto della schermatura del corpo durante le misurazioni sui percorsi, gli esposimetri RF sono stati installati in uno zaino a una distanza di 20 cm dal corpo, con l' ExpoM-RF all'altezza della schiena. I valori medi effettivi dei campi elettromagnetici a radiofrequenza senza alcuna esposizione del corpo sono stati determinati con misurazioni in camera anecoica e hanno dimostrato che questo approccio sottostima l'esposizione reale di circa il 10%. Questo valore è spiegato più dettagliatamente nella relazione annuale 2021 [2]. I dispositivi ExpoM-ELF non sono influenzati dalla schermatura del corpo. Il vantaggio della configurazione di misurazione è che è possibile raccogliere una grande quantità di dati con un'elevata risoluzione spaziale. Ci si muove negli ambienti di misura in modo simile a come si fa nella vita di tutti i giorni.

I 300 microambienti delle misurazioni su percorso sono stati selezionati per essere rappresentativi in termini di regioni linguistiche, cantoni, tipologie di comunità e immissioni NIR. Tuttavia, le città urbane sono state intenzionalmente campionate in misura maggiore. Ciò significa che i nostri microambienti sono sovrarappresentativi in termini di vicinanza alle stazioni base di telefonia mobile. È prevedibile che l'esposizione media da questa fonte sia leggermente sovrastimata rispetto alla media svizzera.

Le misurazioni ripetute nei 150 microambienti e nelle 95 aree pubbliche sono state effettuate nel 2024 negli stessi luoghi del 2022, alla stessa ora del giorno (± 1 ora) e nello stesso giorno della settimana (± 1 settimana di calendario). Anche se le misurazioni sono state eseguite dalla stessa persona, sono state inevitabili piccole deviazioni nei percorsi scelti o nella velocità di esecuzione delle misurazioni. Ciò si evince dal numero leggermente diverso di valori misurati per microambiente o per area pubblica. Nel complesso, tuttavia, è prevedibile che queste piccole deviazioni non abbiano un'influenza sistematica sul livello dei valori misurati e che al massimo abbiano aumentato leggermente la variazione casuale. Nel caso del trasporto pubblico, va notato che, in linea di principio, in entrambe le campagne di misurazione sono stati effettuati gli stessi viaggi da e verso gli ambienti di misurazione. Tuttavia, alcune deviazioni, ad esempio a causa degli orari, erano inevitabili. La registrazione dell'utilizzo dei mezzi di trasporto ha mostrato che le misurazioni del 2024 sono state effettuate più frequentemente su mezzi pubblici affollati rispetto al 2022, quando l'utilizzo era ancora leggermente inferiore a causa della pandemia. Questo spiega almeno in parte l'aumento dell'esposizione alle RF-EMF osservato sui mezzi pubblici.

Come spiegato in precedenza, la banda TDD contiene emissioni provenienti sia da stazioni base di telefonia mobile che da telefoni cellulari. La comunicazione corrispondente avviene con un ritardo temporale (time division duplex) nella stessa banda di frequenza. Il metodo di misurazione scelto non consente di distinguere tra le fonti di emissione. Questo sarebbe utile in linea di principio, poiché si sostiene che le emissioni dei telefoni cellulari (propri) sono volontarie, mentre quelle delle stazioni di base dei telefoni cellulari sono involontarie. Tuttavia, questo concetto è sempre più discutibile con le stazioni base 5G adattive. Le antenne adattive dirigono prioritariamente il loro fascio nella direzione di un'elevata richiesta di dati. Velghe et al. [20] hanno quindi introdotto il concetto di esposizione autoindotta, quando gli utenti di telefonia mobile aumentano le immissioni delle stazioni base di telefonia mobile nella loro posizione attraverso il loro utilizzo. I futuri studi di misurazione dovranno quindi chiarire quale percentuale di TDD proviene dai telefoni cellulari e quale dalle stazioni base di telefonia mobile e quanta parte di essa è autoindotta. Come stima approssimativa, si può ipotizzare che le proporzioni di telefoni cellulari e stazioni base siano attualmente simili alle proporzioni misurate in uplink e downlink nei rispettivi ambienti di misura. Ciò significa che nel trasporto pubblico gran parte del TDD proviene



dai telefoni cellulari, mentre nelle misurazioni del microambiente esterno la proporzione principale proviene dalle stazioni base dei telefoni cellulari. Non è chiaro se questa regola approssimativa sarà ancora applicabile in futuro se la percentuale di TDD aumenterà in modo significativo e le proporzioni di uplink e downlink si ridurranno.

I valori di RF-EMF nelle misurazioni dell'esposizione rappresentano un livello di base a cui la popolazione svizzera è permanentemente esposta da una fonte distante se non utilizza un telefono cellulare, come nel caso in cui viene effettuata la misurazione. Tuttavia, questi valori non riflettono l'esposizione totale della popolazione che utilizza dispositivi wireless personali. Da un lato, non vengono registrate le già citate immissioni indotte dalle stazioni di base, che probabilmente diventeranno sempre più rilevanti con l'espansione della rete mobile 5G. D'altra parte, va notato che in questo monitoraggio non sono state effettuate misurazioni delle emissioni direttamente alla fonte (ad esempio, al telefono cellulare). L'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza assorbiti quando si utilizzano i telefoni cellulari direttamente sul corpo è significativamente più alta dei valori documentati in questo studio per uplink o TDD [21] perché non sono stati utilizzati telefoni cellulari direttamente sui dispositivi di misurazione.

In sintesi, si può affermare che i valori misurati sono ben al di sotto dei valori limite di immissione, che sono decisivi per quanto riguarda gli effetti sulla salute. Nel complesso, la comprensione dell'esposizione alle NIR nella vita di tutti i giorni sarà notevolmente migliorata grazie a questi e ai futuri risultati attesi.



5. Bibliografia

- [1] Bundesamt für Umwelt, "Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung," 2022. [Online]. Available: https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2000/38/de.
- [2] SwissNIS, "Expositionsmessungen nichtionisierende Strahlung Jahresbericht 2021 Projektkonsortium SwissNIS," Federal Office for the Environment (FOEN), 2022. Accessed: 5 Jun 2023. [Online]. Available: https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/fachinformationen/elektrosmog-belastung/nis-expositionsmessungen.html
- [3] Joint Committee for Guides in Metrology, "Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement " *JCGM*, 2008. [Online]. Available: https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_100_2008_E.pdf/cb0ef43f-baa5-11cf-3f85-4dcd86f77bd6.
- [4] M. Eeftens, S. Dongus, A. Burgler, M. Roosli, and A. team, "A real-world quality assessment study in six ExpoM-RF measurement devices," *Environ Res*, vol. 182, p. 109049, Mar 2020, doi: 10.1016/j.envres.2019.109049.
- [5] Bundesamt für Statistik, "Gemeindetypologie und Stadt/Land-Typologie," 2012. [Online]. Available: https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/nomenklaturen/gemtyp.html.
- [6] SwissNIS, "Expositionsmessungen nichtionisierende Strahlung Jahresbericht 2022 Projektkonsortium SwissNIS," Federal Office for the Environment (FOEN), 2023. [Online]. Available: https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/fachinformationen/elektrosmog-belastung/nis-expositionsmessungen.html
- [7] Bundesamt für Umwelt. "Forschung zu Auswirkungen von NIS auf Gesundheit und Umwelt Auswirkungen der Immissionen von Mobilfunkbasisstationen und Radiosendern auf das Befinden, Verhalten und kognitive Fähigkeiten von Jugendlichen: prospektive Kohortenstudie mit eingebetteter Panelstudie." https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/fachinformationen/forschung.h tml#-224531633 (accessed 2023).
- [8] M. Eeftens, B. Struchen, K. Roser, M. Zahner, J. Frohlich, and M. Roosli, "Dealing with crosstalk in electromagnetic field measurements of portable devices," *Bioelectromagnetics*, vol. 39, no. 7, pp. 529-538, Oct 2018, doi: 10.1002/bem.22142.
- [9] H. Jalilian, M. Eeftens, M. Ziaei, and M. Roosli, "Public exposure to radiofrequency electromagnetic fields in everyday microenvironments: An updated systematic review for Europe," *Environ Res*, vol. 176, p. 108517, Sep 2019, doi: 10.1016/j.envres.2019.05.048.
- [10] S. Sagar *et al.*, "Radiofrequency electromagnetic field exposure in everyday microenvironments in Europe: A systematic literature review," *J Expo Sci Environ Epidemiol*, vol. 28, no. 2, pp. 147-160, Mar 2018, doi: 10.1038/jes.2017.13.
- [11] M. Velghe, W. Joseph, S. Debouvere, R. Aminzadeh, L. Martens, and A. Thielens, "Characterisation of spatial and temporal variability of RF-EMF exposure levels in urban environments in Flanders, Belgium," *Environ Res,* vol. 175, pp. 351-366, Aug 2019, doi: 10.1016/j.envres.2019.05.027.
- [12] C. Schmutz *et al.*, "Personal radiofrequency electromagnetic field exposure of adolescents in the Greater London area in the SCAMP cohort and the association with restrictions on permitted use of mobile communication technologies at school and at home," *Environ Res*, vol. 212, no. Pt B, p. 113252, Sep 2022, doi: 10.1016/j.envres.2022.113252.
- [13] A. F. Veludo *et al.*, "Assessing radiofrequency electromagnetic field exposure in multiple microenvironments across ten European countries with a focus on 5G," *Environ Int*, vol. 200, p. 109540, May 20 2025, doi: 10.1016/j.envint.2025.109540.



- [14] L. van Wel, R. Vermeulen, M. van Eijsden, T. Vrijkotte, H. Kromhout, and A. Huss, "Radiofrequency exposure levels in Amsterdam schools," *Bioelectromagnetics*, vol. 38, no. 5, pp. 397-400, Jul 2017, doi: 10.1002/bem.22053.
- [15] M. Gallastegi *et al.*, "Exposure to extremely low and intermediate-frequency magnetic and electric fields among children from the INMA-Gipuzkoa cohort," (in English), *Environ Res*, vol. 157, pp. 190-197, Aug 2017, doi: 10.1016/j.envres.2017.05.027.
- [16] B. Struchen, I. Liorni, M. Parazzini, S. Gangler, P. Ravazzani, and M. Roosli, "Analysis of personal and bedroom exposure to ELF-MFs in children in Italy and Switzerland," *J Expo Sci Environ Epidemiol*, vol. 26, no. 6, pp. 586-596, Nov 2016, doi: 10.1038/jes.2015.80.
- [17] A. Reichenbach, "Elektrosmog in der Umwelt," *Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL*, 2005. [Online]. Available: https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/publikationen-studien/publikationen/elektrosmog-in-der-umwelt.html.
- [18] "DAB+: Inbetriebnahme neuer Sender: 20.06.2024 Neuchâtel Gare (NE)." https://www.broadcast.ch/de/news/dab-inbetriebnahme-neuer-sender-20062024neuchatelgare- (accessed 27.05.2025.
- [19] Bundesamt für Kommunikation BAKOM. "Mobilfunkfrequenzen für 5G in der Schweiz vergeben." https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/frequenzen-antennen/vergabe-dermobilfunkfrequenzen/mobilfunkfrequenzen-5G-vergeben.html (accessed 18.07, 2025).
- [20] M. Velghe, S. Aerts, L. Martens, W. Joseph, and A. Thielens, "Protocol for personal RF-EMF exposure measurement studies in 5th generation telecommunication networks," (in English), *Environ Health-Glob*, vol. 20, no. 1, Apr 1 2021, doi: 10.1186/s12940-021-00719-w.
- [21] L. van Wel *et al.*, "Radio-frequency electromagnetic field exposure and contribution of sources in the general population: an organ-specific integrative exposure assessment," *J Expo Sci Environ Epidemiol*, vol. 31, no. 6, pp. 999-1007, Nov 2021, doi: 10.1038/s41370-021-00287-8.



6. Fonti dei dati

Tabella 9 : set di dati utilizzati per la pianificazione dei percorsi di misurazione e dei luoghi di misurazione con le relative fonti di approvvigionamento e licenza.

Informazioni	Fonte	Licenza
Ubicazione delle antenne di telefonia mobile	geo.admin.ch	Pubblico
Ubicazione dei trasmettitori radio	geo.admin.ch	Pubblico
Coordinate Linee ad alta tensione	 Swissgrid AG Axpo Grid AG Primeo Energy Gruppo E SA openinframap.org 	Con accordo di utilizzo dei dati o pubblico
Coordinate delle linee ferroviarie	geo.admin.ch (SwissTLM3D)	Pubblico
Tipologia di comuni BFS	Atlante BFS	Pubblico
Tipologia di comune ARE	geo.admin.ch	Pubblico
Zone edificabili	geo.admin.ch	Pubblico
Tipologia di paesaggio	geo.admin.ch	Pubblico
Confini comunali	geo.admin.ch	Pubblico
Copertura del suolo CORINE	wsl.ch	Pubblico
Registro degli edifici e delle abitazioni (GWS) (contiene informazioni sulla popolazione)	UST	Contratto di utilizzo dei dati
Statistica degli edifici e delle abitazioni (GWS)	UST	Contratto di utilizzo dei dati



Appendice

Glossario

Tabella10 : Glossario

Nome	Termine Descrizione
CA	Alternating Current: corrente alternata
UFAM	Ufficio federale dell'ambiente
UST	Ufficio federale di statistica
DAB	Digital Audio Broadcasting: standard di trasmissione digitale per la radio.
DC	Direct Current: corrente continua
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications: standard per le comunicazioni radio, utilizzato principalmente per i telefoni cordless.
DL	Downlink: Flusso di dati dall'antenna del telefono cellulare al telefono cellulare.
ELF	Frequenza estremamente bassa: intervallo di frequenza compreso tra 3 e 30 Hz (secondo la definizione dell'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni). In questo rapporto, il termine viene utilizzato per indicare tutte le frequenze inferiori a 100 kHz.
CEM	Campo elettromagnetico: termine collettivo per indicare i campi elettromagnetici e le loro interazioni.
FFT	Trasformata rapida di Fourier: termine collettivo per i metodi matematici di conversione dei segnali tra spazio temporale e spazio di frequenza.
FM	Modulazione di frequenza: Metodo per applicare un segnale utile a un segnale portante cambiando la frequenza del segnale portante.
GIS	Sistema informativo geografico
GPS	Global Positioning System: servizio di posizionamento satellitare
HF	Alta frequenza, utilizzata come sinonimo di RF in questo rapporto.
IQR	Intervallo interquartile: Intervallo interquartile (.75 percentile25 percentile)
IGW	Valore limite di emissione
ISM	Banda industriale, scientifica e medica: gamme di frequenza prive di licenza utilizzate per una serie di dispositivi tecnici (ad esempio Bluetooth, WiFi, forni a microonde).
ME	Microambiente
MySQL	Sistema di gestione di database di Oracle
NF	Bassa frequenza, usato come sinonimo di ELF in questo rapporto.
NIS	Radiazioni non ionizzanti
TRASPORTO PUBBLICO	Trasporto pubblico
PAM/PAMR	Radio mobile professionale: sistemi di comunicazione radio
PEAK	Valore di PEAK (massimo)
Polycom	Rete radio svizzera basata su Tetrapol, sistema radio nazionale ufficiale delle autorità per polizia, servizi di soccorso, ecc.
R	Linguaggio di programmazione libero per applicazioni statistiche
RF	Radiofrequenza: intervallo di frequenza non chiaramente definito (principalmente) nella gamma dei MHz e dei GHz, utilizzato per la maggior parte delle tecnologie di comunicazione.
RMS	radice quadrata media: valore matematico effettivo dell'intensità di campo dei campi alternati.
TDD	Time-division duplexing: Metodo di trasmissione in cui il flusso di dati tra due dispositivi (ad esempio, telefono cellulare e antenna del telefono cellulare) avviene con un ritardo temporale in entrambe le direzioni (uplink e downlink) con la stessa frequenza.



Nome	Termine Descrizione
Tetrapol	Sistema radio digitale sviluppato per applicazioni di sicurezza pubblica.
TV	Televisione: servizi televisivi
UL	Uplink: Flusso di dati dal telefono cellulare all'antenna del telefono cellulare.
WiFi	Società consortile per la certificazione dei dispositivi WLAN, generalmente utilizzata come sinonimo di WLAN.
WLAN	Wireless Local Area Network: reti locali senza fili



Il Elenco delle comunità di microambienti

Tabella11 : Elenco dei comuni del sito 2024 con il numero totale di microambienti per comune e suddivisi per tipologia di microambiente.

Comune		Cantone	Area industriale	Centro città	Area residenziale urbana centrale	area residenziale urbana de-	centro urbano periferico	area residenziale suburbana	centro del paese	area residenziale rurale	area agricola*	Area sportiva/di svago	Area naturale		Area totale
Allschwil	BL		1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
Appenzello	Al		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
Arisdorf	BL		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	
Avenches	VD		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	
Basilea	BS		0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	7	
Belp	BE		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
Berna	BE		2	1	2	2	0	0	0	0	0	1	0	8	
Bettingen	BE		0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	
Bourg-en-Lavaux	BS		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	
Bowil	ESSE	RE	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	
Buttisholz	LU		0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3	
Châtillon	JU		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
Cheseaux-Noréaz	VD		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	
Coira	GR		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Deitingen	so		0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	
Delémont	JU		1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	
Disentis	GR		0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3	
Dulliken	so		0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3	
Erstfeld	UR		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
Ettiswil	LU		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	
Felben	TG		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Frauenfeld	TG		1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	4	
Freienbach	SZ		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
Friburgo	FR		0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	4	
Ginevra	GE		1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5	
Gerlafingen	so		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
Glarona	GL		0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	
Gonten	Al		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
Grolley	FR		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	



Comune		Cantone	Area industriale	Centro città	Area residenziale urbana centrale	area residenziale urbana de-	centro urbano periferico	area residenziale suburbana	centro del paese	area residenziale rurale	area agricola*	Area sportiva/di svago	Area naturale	Area totale
Herisau	AR		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Kehrsatz	BE		0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Landquart	GR		0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Langnau	BE		1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
Losanna	VD		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Liestal	BL		1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	4
Lucerna	LU		0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	5
Marly	FR		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Neuhausen am Rheinfall	SH		1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	4
Niedergösgen	so		1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Pully	VD		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Rossemaison	JU		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
Rüte	Al		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Schaffhausen	SH		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Svitto	SZ		0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Selzach	so		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Soletta	so		0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4
San Gallo	SG		1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	6
Unterbäch	VS		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Visp	VS		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Vully-les-Lacs	VD		0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
Walchwil	ZG		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Winterthur	ZH		1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5
Wohlen	BE		0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Yverdon	VD		1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	4
Zermatt	VS		0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Zernez	GR		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Totale			14	10	10	18	21	29	16	16	9	4	3	150



Ambienti di misura in aree pubbliche

Tabella12 : Elenco dei comuni del sito 2024 con il numero totale di tipi di ambienti di misura per comune e suddivisi per tipo di ambiente di misura e aree pubbliche.

Comune	Cantone	Stazione ferroviaria	Fermata del tram	Fermata autobus	PF/UNI/FH	Supermercato	Ristorante	Biblioteca	Totale
Allschwil	BL	0	0	0	0	0	1	0	1
Appenzello	ΑI	1	0	0	0	0	1	0	2
Arisdorf	BL	0	0	0	0	0	1	0	1
Basilea	BS	1	3	0	0	0	0	0	4
Belp	BE	1	0	0	0	0	1	0	2
Berna	BE	5	2	0	0	0	0	0	7
Bourg-en-Lavaux	VD	1	0	0	0	0	0	0	1
Bowil	BE	1	0	0	0	0	1	0	2
Coira	GR	0	0	1	3	0	0	0	4
Delémont	JU	0	0	0	0	1	2	0	3
Disentis	GR	1	0	0	0	1	0	0	2
Erstfeld	UR	0	0	0	0	1	0	0	1
Ettiswil	LU	0	0	1	0	0	0	0	1
Frauenfeld	TG	0	0	0	0	1	2	0	3
Freienbach	SZ	0	0	1	0	0	0	0	1
Friburgo	FR	0	0	3	0	0	1	0	4
Ginevra	GE	4	2	0	0	0	1	1	8
Glarona	GL	1	0	0	0	1	0	0	2
Grolley	FR	1	0	0	0	0	0	0	1
Landquart	GR	0	0	0	0	1	0	0	1
Langnau	BE	1	0	0	0	0	0	0	1
Losanna	VD	1	0	1	0	0	1	0	3
Liestal	BL	1	0	2	0	1	0	0	4
Lucerna	LU	0	0	2	0	0	0	0	2
Neuhausen am Rheinfall	SH	0	0	1	0	0	0	0	1
Niedergösgen	SO	0	0	0	0	0	0	0	0
Olten	SO	0	0	0	3	0	0	0	3
Riehen	BS	0	0	2	0	0	0	0	2
Rüte	ΑI	0	0	0	0	1	0	0	1
Schaffhausen	SH	0	0	1	0	0	1	0	2
Svitto	SZ	0	0	2	0	0	1	0	3
Soletta	SO	2	0	0	0	1	1	0	4
San Gallo	SG	1	0	2	0	0	1	0	4
Visp	VS	1	0	0	0	0	0	0	1
Winterthur	ZH	1	0	2	0	1	0	0	4
Wohlen vicino a Berna	BE	0	0	1	0	1	1	0	3
Yverdon	VD	1	0	0	0	0	1	0	2
		26	7	22	6	11	18	1	91



III Parametri statistici delle misurazioni sui percorsi

3.1.1.1Confronto tra gli ambienti di misurazione - Esposizione a RF

Tabella 13 : Parametri statistici (in V/m) dell'esposizione totale a RF-EMF (RMS). "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo.

	Ambiente misurato	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Area industriale	14	2273	0.03	0.09	0.18	0.30	0.46	0.82	1.77
	Centro urbano	10	1733	0.04	0.07	0.15	0.25	0.39	0.78	2.64
	Area residenziale urbana centrale	10	1592	0.02	0.05	0.12	0.20	0.35	0.63	3.60
	Area agricola*	9	1463	0.02	0.04	0.10	0.18	0.49	1.58	2.78
	Area sport/ricreativa	4	635	0.06	0.09	0.13	0.17	0.22	0.44	0.96
	Area residenziale urbana de-									
	centrata	18	2967	0.02	0.04	0.10	0.16	0.27	0.50	2.15
in ti	Centro urbano suburbano	21	3423	0.02	0.05	0.10	0.15	0.24	0.48	1.83
Microambienti	Area residenziale suburbana	29	4740	0.02	0.03	0.07	0.14	0.24	0.51	1.48
oar	Area residenziale rurale	16	2615	0.02	0.03	0.06	0.11	0.20	0.48	2.25
/licr	Centro paese	3	2567	0.02	0.03	0.04	0.08	0.14	0.31	0.91
2	Area naturale	16	459	0.02	0.03	0.05	0.08	0.14	0.26	0.56
	Ambiente misurato	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Fermata del tram	7	712	0.07	0.12	0.22	0.38	0.51	0.75	1.89
	Stazione ferroviaria	26	2481	0.02	0.08	0.21	0.34	0.63	1.12	5.25
	Fermata dell'autobus	22	2117	0.02	0.12	0.21	0.32	0.48	1.09	9.90
	ETH/UNI/FH	6	762	0.02	0.03	0.11	0.32	0.57	0.96	1.58
che	Ristorante	18	2461	0.02	0.04	0.08	0.19	0.32	0.52	2.23
bbli	Scuola	17	2466	0.01	0.02	0.05	0.09	0.20	0.41	1.24
Aree pubbliche	Supermercato	11	1226	0.02	0.03	0.05	0.07	0.11	0.27	0.97
Are	Biblioteca	1	174	0.03	0.03	0.04	0.04	0.06	0.09	0.32
	Ambiente misurato	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Treno	89	22666	0.01	0.06	0.18	0.30	0.44	0.73	2.90
9	Tram	10	1191	0.05	0.13	0.21	0.28	0.38	0.62	1.73
Mezzi di trasporto	Autobus	55	5819	0.02	0.06	0.13	0.21	0.33	0.64	2.85
i tra	Metro	1	60	0.09	0.10	0.13	0.20	0.25	0.43	0.51
zzi d	Funivia	2	126	0.03	0.05	0.08	0.17	0.27	0.98	2.80
Mez	Auto	24	12918	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	0.49	2.56



Tabella 14 : Contributo medio (%) delle varie sorgenti RF (DL = downlink, UL = uplink, TDD = time division duplex) all'esposizione totale a RF-EMF (RMS). RMS (V/m) indica il valore quadratico medio calcolato secondo l'equazione (4). "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura.

	Ambiente misurato	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Trasmissi- one (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Area industriale	14	2273	0.43	82.5	0.1	8.5	8.4	0.2	0.2
	Centro città	10	1733	0.41	93.2	0.3	3.2	2.4	0.8	0.1
	Area residenziale urbana cent- rale	10	1592	0.37	92.5	0.4	2.2	4.3	0.5	0.1
	Area agricola*	9	1463	0.65	3.9	0.0	0.1	96.0	0.0	0.0
	Area sportiva/ricreativa	4	635	0.23	76.9	0.1	1.4	21.4	0.2	0.1
	Area residenziale urbana de- centrata	18	2967	0.26	69.0	0.1	5.0	25.2	0.5	0.2
ΉΞ	Centro urbano suburbano	21	3423	0.24	81.1	0.1	5.0	12.8	0.9	0.1
bier	Area residenziale suburbana	29	4740	0.24	59.8	0.1	3.2	36.4	0.4	0.1
Microambienti	Area residenziale rurale	16	2615	0.23	76.7	0.1	4.1	18.9	0.2	0.0
Nicro	Area naturale	3	459	0.13	44.0	2.2	5.4	47.2	1.1	0.0
	Centro paese	16	2567	0.15	49.5	0.3	1.9	47.1	0.7	0.5
	Ambiente misurato	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Trasmissi- one (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Fermata del tram	7	712	0.45	81.4	0.4	11.8	4.1	1.8	0.6
	Stazione ferroviaria	26	2481	0.65	80.7	1.4	13.1	3.1	0.6	1.1
	Fermata dell'autobus	22	2117	0.62	86.6	0.2	1.4	11.0	0.3	0.5
	ETH/UNI/FH	6	762	0.47	82.5	0.7	9.6	4.3	1.5	1.4
che	Ristorante	18	2461	0.28	84.7	3.8	8.0	1.6	7.9	1.2
ilddi	Scuola	17	2466	0.20	65.1	2.2	1.3	17.7	13.3	0.3
Aree pubbliche	Supermercato	11	1226	0.14	60.9	5.0	1.7	6.7	11.9	13.8
Are	Biblioteca	1	174	0.06	15.4	5.8	1.9	46.7	30.2	0.1
	Ambiente misurato	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Trasmissi- one (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Treno	89	22666	0.40	27.7	38.7	20.5	2.1	10.8	0.1
원	Tram	10	1191	0.36	54.0	14.6	17.5	7.5	6.3	0.1
Mezzi di trasporto	Autobus	55	5819	0.34	56.2	6.8	15.7	16.8	4.4	0.1
i tra	Metro	1	60	0.24	20.2	44.6	23.7	1.3	10.1	0.0
Zid	Funivia	2	126	0.47	6.1	91.8	0.5	0.4	1.1	0.0
Mez	Auto	24	12918	0.24	81.7	5.7	3.5	7.7	1.3	0.2



Tabella 15 : Parametri statistici (in V/m) dell'esposizione totale a RF-EMF (PEAK). "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo.

	Ambiente misurato	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Area industriale	14	2273	0.13	0.43	1.08	1.88	3.20	5.56	10.95
	Centro città	10	1733	0.11	0.32	0.77	1.42	2.36	5.03	14.44
	Area residenziale urbana centrale	10	1591	0.10	0.24	0.64	1.19	2.05	3.85	14.71
	Area agricola*	9	1464	0.09	0.16	0.38	0.92	2.06	6.95	13.05
	Centro urbano suburbano	21	3427	0.09	0.20	0.48	0.83	1.46	3.27	14.28
	Area residenziale urbana de- centrata	18	2964	0.07	0.14	0.45	0.83	1.54	3.01	8.77
Æ	Area sportiva/ricreativa	4	633	0.28	0.40	0.58	0.76	1.21	2.88	5.51
Microambienti	Area residenziale suburbana	29	4739	0.05	0.11	0.30	0.63	1.26	3.22	8.79
Dam	Area residenziale rurale	16	2615	0.07	0.11	0.24	0.49	1.23	3.13	9.97
Nicro	Centro paese	16	2564	0.06	0.10	0.18	0.34	0.66	1.80	5.33
_	Area naturale	3	459	0.08	0.12	0.18	0.26	0.64	1.74	3.49
	Ambiente misurato	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Fermata del tram	7	714	0.43	0.70	1.35	2.18	2.84	4.04	8.07
	Stazione ferroviaria	26	2484	0.17	0.28	0.93	1.98	3.97	7.38	41.28
	Fermata dell'autobus	22	2117	0.10	0.49	1.13	1.80	3.03	5.88	38.20
	ETH/UNI/FH	6	762	0.08	0.17	0.68	1.79	3.27	5.11	10.84
che	Ristorante	18	2464	0.08	0.22	0.60	1.29	1.99	3.11	7.33
ilqqr	Scuola	17	2466	0.07	0.11	0.27	0.51	1.19	2.70	14.71
Aree pubbliche	Supermercato	11	1226	0.07	0.13	0.30	0.50	0.93	1.85	6.00
Are	Biblioteca	1	173	0.09	0.11	0.13	0.16	0.28	0.58	1.79
	Ambiente misurato	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Treno	89	22667	0.07	0.37	1.23	2.08	3.13	5.48	46.55
원	Tram	10	1190	0.25	0.68	1.38	2.00	2.73	4.14	9.57
Mezzi di trasporto	Autobus	55	5821	0.09	0.31	0.76	1.34	2.34	4.45	19.91
li tra	Funivia	1	126	0.16	0.27	0.59	1.19	2.26	3.47	8.25
Zic	Metro	2	61	0.39	0.59	0.92	1.16	1.72	3.03	7.52
Me;	Auto	24	12919	0.02	0.10	0.28	0.58	1.32	3.43	14.11



Tabella 16 : Contributo medio (%) delle varie sorgenti RF (DL = downlink, UL = uplink, TDD = time division duplex) all'esposizione totale a RF-EMF (PEAK). RMS (V/m) indica il valore quadratico medio calcolato secondo l'equazione (4). "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura.

	Ambiente misurato	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	radiodiffu- sione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Area industriale	14	2273	2.80	68.9	0.0	28.4	2.3	0.2	0.1
	Centro città	10	1733	2.54	81.1	0.2	17.0	0.5	1.1	0.0
	Area residenziale urbana centrale	10	1591	2.03	84.0	0.1	13.5	1.7	0.5	0.1
	Superficie agricola*	9	1464	2.83	7.8	0.0	1.1	91.0	0.1	0.0
	Centro urbano suburbano	21	3427	1.59	74.4	0.2	21.3	2.9	1.1	0.1
	Area residenziale urbana de- centrata	18	2964	1.51	72.9	0.1	16.7	9.7	0.5	0.1
垣	Area sportiva/tempo libero	4	633	1.33	87.3	0.1	5.4	6.8	0.4	0.0
bier	Area residenziale suburbana	29	4739	1.48	64.3	0.1	22.1	13.1	0.4	0.0
Microambienti	Area residenziale rurale	16	2615	1.48	67.7	0.0	27.7	4.2	0.3	0.0
Aicro	Centro paese	16	2564	0.83	69.3	0.2	9.3	19.6	1.5	0.1
	Area naturale	3	459	0.74	58.4	1.1	26.8	10.2	3.5	0.0
	Ambiente misurato	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	radiodiffu- sione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Fermata del tram	7	714	2.46	67.6	0.6	29.6	0.6	1.4	0.3
	Stazione ferroviaria	26	2484	4.24	59.9	1.1	37.6	0.4	0.8	0.2
	Fermata dell'autobus	22	2117	3.44	85.9	0.4	10.7	2.5	0.3	0.2
	ETH/UNI/FH	6	762	2.73	77.9	0.9	17.5	2.1	1.3	0.4
che	Ristorante	18	2464	1.72	65.9	5.9	3.1	0.2	22.8	2.1
ilddi	Scuola	17	2466	1.33	50.9	0.8	4.3	5.9	37.5	0.5
Aree pubbliche	Supermercato	11	1226	0.93	37.5	3.3	4.5	1.4	41.6	11.8
Are	Biblioteca	1	173	0.31	13.6	13.3	3.0	7.3	62.7	0.1
	Ambiente misurato	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	radiodiffu- sione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Treno	89	22667	3.00	14.9	25.9	48.9	0.6	9.7	0.0
원	Tram	10	1190	2.43	33.4	15.4	44.3	1.5	5.4	0.1
ods	Autobus	55	5821	2.26	44.7	6.2	42.4	2.6	4.1	0.0
li tra	Funivia	1	126	1.97	19.0	46.4	24.8	0.1	9.6	0.0
Mezzi di trasporto	Metro	2	61	1.79	7.3	40.8	38.5	0.2	13.3	0.0
Me	Auto	24	12919	1.60	72.6	5.0	18.6	2.8	0.9	0.1



Tabella 17 : Intervallo dell'esposizione media delle misure RMS RF-EMF dei diversi ambienti di misura. Il valore medio del valore RMS è calcolato secondo l'equazione (9). Il minimo e il massimo indicano i valori RMS più bassi e più alti per ogni singolo ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo.

	Ambiente misurato	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Max (V/m)
	Area agricola*	9	0.10	0.46	1.35
	Centro città	10	0.23	0.40	0.58
	Area industriale	14	0.16	0.39	0.74
	Area residenziale del centro urbano	10	0.18	0.34	0.64
	Area residenziale decentrata urbana	18	0.04	0.24	0.40
	Centro urbano suburbano	21	0.08	0.23	0.41
ij	Area sportiva/ricreativa	4	0.15	0.22	0.34
bien	Area residenziale suburbana	29	0.04	0.22	0.49
am	Area residenziale rurale	16	0.04	0.20	0.48
Microambienti	Centro paese Area naturale	16 3	0.04	0.13 0.13	0.28
	Ambiente misurato	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Massimo (V/m)
	Stazione	26	0.07	0.56	1.49
	Fermata dell'autobus	22	0.16	0.49	1.58
	Fermata del tram	7	0.15	0.42	0.61
	ETH/UNI/FH	6	0.06	0.38	0.72
che	Ristorante	18	0.05	0.23	0.49
ilddi	Scuola	17	0.04	0.16	0.42
Aree pubbliche	Supermercato	11	0.05	0.12	0.32
Are	Biblioteca	1	0.06	0.06	0.06
	Ambiente misurato	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Max (V/m)
	Pista a fune	2	0.22	0.42	0.62
rto	Treno	89	0.06	0.37	0.72
Mezzi di trasporto	Tram	10	0.24	0.35	0.50
li tra	Autobus	55	0.11	0.33	0.96
zzi o	Auto	24	0.10	0.24	0.38
Me;	Metro	1	0.24	0.24	0.24



Tabella 18 : Intervallo dell'esposizione media delle misure di PEAK RF-EMF dei diversi ambienti di misura. Il valore medio è calcolato secondo l'equazione (9). Il minimo e il massimo indicano il valore medio effettivo più basso e più alto per ogni singolo ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo.

	Ambiente misurato	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Massimo (V/m)
	Area industriale	14	0.80	2.62	4.31
	Centro città	10	1.33	2.46	3.76
	Area agricola*	9	0.32	2.04	5.93
	Area residenziale urbana centrale	10	0.98	1.98	2.91
	Centro urbano periferico	21	0.38	1.49	2.68
	Area residenziale urbana decentrata	18	0.14	1.40	2.24
æ	Area residenziale suburbana	29	0.16	1.27	3.24
Microambienti	Area sportiva/ricreativa	4	0.69	1.20	2.06
Jam	Area residenziale rurale	16	0.18	1.18	3.46
/licro	Centro paese	16	0.12	0.72	1.75
_	Area naturale	3	0.29	0.61	1.21
	Ambiente misurato	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Massimo (V/m)
	Stazione	26	0.25	3.57	9.26
	Fermata dell'autobus	22	0.60	2.66	8.04
	Fermata del tram	7	1.06	2.33	3.05
	ETH/UNI/FH	6	0.35	2.24	4.07
che	Ristorante	18	0.25	1.45	3.41
ilddi	Scuola	17	0.24	1.11	2.84
Aree pubbliche	Supermercato	11	0.49	0.84	1.87
Are	Biblioteca	1	0.31	0.31	0.31
	Ambiente misurato	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Max (V/m)
	Treno	89	0.38	2.76	7.61
9	Tram	10	1.50	2.36	3.09
spo	Autobus	55	0.93	2.18	5.80
i tra	Funivia	2	1.76	1.96	2.17
Mezzi di trasporto	Metropolitana	1	1.79	1.79	1.79
Mez	Auto	24	0.39	1.55	2.41



3.1.1.2Confronto tra gli ambienti di misura - Esposizione LF

Tabella 19 : Parametri statistici (in μ T) dell'esposizione totale LF-MF. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti misurati dello stesso tipo.

										mas-
	Ambiente misurato	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	simo
	Centro città	10	1728	0.02	0.04	0.11	0.19	0.32	0.63	22.72
	Area residenziale urbana centrale	10	1587	0.02	0.04	0.10	0.17	0.28	0.60	1.66
	Area residenziale urbana de- centrata	18	2956	0.01	0.03	0.08	0.15	0.26	0.56	2.08
	Area industriale	14	2270	0.01	0.02	0.06	0.14	0.31	1.39	4.57
	Centro urbano suburbano	21	3419	0.02	0.03	0.07	0.13	0.24	0.51	9.69
	Centro paese	16	2563	0.01	0.02	0.05	0.11	0.24	0.59	2.81
ΉΞ	Area residenziale suburbana	29	4727	0.02	0.02	0.05	0.10	0.19	0.42	2.09
Microambienti	Area residenziale rurale	16	2607	0.01	0.02	0.04	0.09	0.18	0.33	0.85
bam	Area naturale	3	458	0.01	0.02	0.02	0.05	0.12	0.35	4.11
Aicre	Superficie agricola	9	1461	0.01	0.02	0.02	0.03	0.07	0.19	1.46
_	Area sportiva/ricreativa	4	633	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.20	0.68
	Ambiente misurato	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Stazione	26	2478	0.02	0.04	0.11	0.39	1.01	2.76	18.31
	Fermata del tram	7	711	0.03	0.08	0.13	0.24	0.42	0.69	1.52
	ETH/UNI/FH	6	760	0.01	0.02	0.05	0.18	0.46	0.81	1.85
	Fermata dell'autobus	22	2113	0.01	0.04	0.08	0.15	0.25	0.52	1.78
che	Ristorante	18	2460	0.02	0.02	0.03	0.06	0.13	0.36	2.54
ilddi	Supermercato	11	1223	0.02	0.02	0.03	0.05	0.07	0.14	0.39
Aree pubbliche	Scuola	13	1855	0.01	0.02	0.02	0.04	0.08	0.17	0.35
Are	Biblioteca	1	173	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.16	0.28
	Ambiente misurato	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Treno	89	22624	0.01	0.06	0.19	0.44	1.20	6.34	37.93
원	Tram	10	1188	0.03	0.07	0.14	0.22	0.35	1.04	14.74
Mezzi di trasporto	Auto	16	16195	0.01	0.03	0.05	0.09	0.18	0.39	11.35
li tra	Autobus	55	5804	0.01	0.02	0.05	0.08	0.17	0.46	3.97
Zzi d	Metro	1	60	0.02	0.03	0.05	0.08	0.10	0.31	0.69
Mez	Funivia	2	126	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.07



Tabella 20 : Contributo medio (%) delle varie fonti di LF (corrente ferroviaria, alimentazione, corrente di ripple del tram) all'esposizione totale di LF-MF. RMS (μ T) indica il valore quadratico medio calcolato secondo l'equazione (6). "N" indica il numero di ambienti misurati dello stesso tipo. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura.

	Ambiente misurato	N	n	RMS (µT)	Corrente ferrovi- aria (16,6 Hz)	Alimentazione (50 Hz)	Corrente di ondula- zione del tram (300 Hz)
	Centro città	10	1728	0.63	1.8	96.7	1.6
	Area residenziale urbana cent- rale	10	1587	0.31	2.9	92.3	4.9
	Area residenziale urbana de- centrata	18	2956	0.28	15.4	83.9	0.7
	Area industriale	14	2270	0.61	49.1	50.9	0.0
	Centro urbano suburbano	21	3419	0.31	53.8	46.1	0.1
	Centro paese	16	2563	0.29	39.6	60.3	0.0
; =	Area residenziale suburbana	29	4727	0.22	8.1	91.9	0.1
ojen	Area residenziale rurale	16	2607	0.17	21.3	78.5	0.1
Microambienti	Area naturale	3	458	0.30	95.5	4.5	0.0
licro	Superficie agricola	9	1461	0.09	12.7	86.9	0.5
2	Area sportiva/tempo libero	4	633	0.08	16.6	82.9	0.6
	Ambiente misurato	N	n	RMS (µT)	Corrente ferrovi- aria (16,6 Hz)	Alimentazione elettrica (50 Hz)	Corrente di ondula- zione del tram (300 Hz)
	Stazione ferroviaria	26	2478	1.42	99.6	0.4	0.0
	Fermata del tram	7	711	0.37	17.0	32.2	50.8
	ETH/UNI/FH	6	760	0.41	98.6	1.4	0.0
	Fermata dell'autobus	22	2113	0.27	50.4	47.3	2.3
che	Ristorante	18	2460	0.20	24.5	75.4	0.1
ilddi	Supermercato	11	1223	0.08	18.0	81.3	0.7
Aree pubbliche	Scuola	13	1855	0.08	75.0	24.4	0.6
Are	Biblioteca	1	173	0.06	4.9	94.0	1.1
	Ambiente misurato	N	n	RMS (µT)	Corrente ferrovi- aria (16,6 Hz)	Alimentazione elettrica (50 Hz)	Corrente di ondula- zione del tram (300 Hz)
	Treno	89	22624	3.29	99.7	0.3	0.0
원	Tram	10	1188	1.09	64.0	29.2	6.7
Mezzi di trasporto	Auto	16	16195	0.28	85.4	14.3	0.3
li tra	Autobus	55	5804	0.24	69.8	28.2	2.0
zzi d	Metro	1	60	0.15	66.7	27.4	5.9
/leː	Funivia	2	126	0.03	30.3	64.1	5.6



Tabella 21: Intervallo dell'esposizione media delle misure LF-MF dei diversi ambienti di misura. Il valore medio è calcolato secondo l'equazione (10). Il minimo e il massimo indicano i valori medi più bassi e più alti per ogni singolo ambiente di misura. "N" indica il numero di microambienti inclusi.

	Ambiente misurato	N	Minimo della media aritmetica (μT)	Valore medio della media aritmetica (µT)	Massimo del valore medio aritmetico (μΤ)
	Area industriale	14	0.08	0.30	1.12
	Centro città	10	0.17	0.26	0.37
	Centro urbano zona residenziale	10	0.14	0.23	0.35
	Area residenziale urbana decentrata	18	0.07	0.20	0.39
	Centro paese	16	0.05	0.19	0.59
	Centro urbano suburbano	21	0.07	0.19	0.42
Ξ	Area residenziale suburbana	29	0.06	0.15	0.45
Microambienti	Area residenziale rurale	16	0.05	0.13	0.22
am	Area naturale	3	0.02	0.12	0.25
Nicro	Area agricola	9	0.03	0.06	0.09
2	Area sportiva/ricreativa	4	0.02	0.04	0.07
	Ambiente misurato	N	Valore minimo della media aritmetica (µT)	Valore medio della media aritmetica (μΤ)	Massimo del valore medio aritmetico (μΤ)
	Stazione	26	0.05	0.77	2.62
	Fermata del tram	7	0.10	0.30	0.61
	ETH/UNI/FH	6	0.03	0.25	0.56
	Fermata dell'autobus	22	0.04	0.20	0.49
che	Ristorante	18	0.03	0.12	0.52
ilddi	Scuola	13	0.02	0.06	0.15
Aree pubbliche	Supermercato	11	0.04	0.06	0.13
Are	Biblioteca	1	0.04	0.04	0.04
	Ambiente misurato	N	Minimo della media aritmetica (µT)	Valore medio della media aritmetica (µT)	Massimo del valore medio aritmetico (μΤ)
	Treno	89	0.02	1.29	10.15
9	Tram	10	0.14	0.37	0.73
spo	Autobus	55	0.04	0.15	0.49
Mezzi di trasporto	Auto	16	0.04	0.13	0.20
zzi d	Metropolitana	1	0.11	0.11	0.11
Mez	Funivia	2	0.02	0.02	0.03



3.1.1.4 Ulteriori analisi nelle scuole - Esposizione a RF e LF

Tabella22 : Parametri statistici (in V/m) dell'esposizione totale RMS (in alto) e di PEAK (in basso) a RF-EMF nelle scuole. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti misurati dello stesso tipo.

Scuola RMS	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
Area di ricreazione - all'interno									
senza alunni	2	205	0.01	0.02	0.02	0.04	0.08	0.23	0.47
Area di ricreazione - all'interno									
con gli alunni	3	461	0.02	0.04	0.06	0.09	0.17	0.33	1.24
cortile - esterno									
senza alunni	5	776	0.03	0.04	0.07	0.10	0.26	0.48	0.83
cortile - esterno									
con gli alunni	2	256	0.13	0.17	0.23	0.29	0.39	0.62	0.77
Corridoio	5	768	0.02	0.02	0.04	0.06	0.09	0.18	0.76
PEAK scolastico	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
Area di ricreazione - all'interno									
senza alunni	2	205	0.07	0.08	0.13	0.34	0.97	2.85	13.11
Area di ricreazione - all'interno									
con gli alunni	3	461	0.07	0.17	0.38	0.59	1.17	3.17	14.71
cortile - esterno									
senza alunni	5	777	0.09	0.16	0.31	0.65	1.40	2.67	5.13
cortile - esterno									
con gli alunni	2	256	0.55	0.79	1.12	1.50	2.20	3.27	5.58
Corridoio	5	767	0.07	0.10	0.18	0.32	0.52	1.02	3.49

Tabella23 : Contributo medio (%) delle varie sorgenti RF (DL = downlink, UL = uplink, TDD = time division duplex) all'esposizione totale ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RMS e PEAK) nelle scuole. RMS (V/m) indica il valore quadratico medio calcolato secondo l'equazione (4). "N" indica il numero di ambienti misurati dello stesso tipo. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione.

Scuola RMS	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	radiodiffu- sione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Area di ricreazione - all'interno									
senza alunni	2	205	0.11	0.3	6.3	0.2	1.6	91.4	0.1
Area di ricreazione - all'interno									
con gli alunni	3	461	0.18	21.2	12.0	3.7	2.3	60.8	0.1
cortile - esterno									
senza alunni	5	776	0.23	76.8	0.2	1.3	20.8	0.5	0.4
cortile - esterno									
con gli alunni	2	256	0.36	78.2	0.1	0.4	20.5	0.4	0.4
Corridoio	5	768	0.09	52.8	1.8	0.6	26.3	18.4	0.1
PEAK scolastico	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	radiodiffu- sione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Area di ricreazione - all'interno									
senza alunni	2	205	1.65	0.0	0.7	0.0	0.1	99.1	0.0
Area di ricreazione - all'interno									
con gli alunni	3	461	1.70	13.5	2.2	9.0	0.1	75.2	0.0
cortile - esterno									
senza alunni	5	777	1.30	83.0	0.1	4.2	10.2	0.9	1.6
cortile - esterno									
con gli alunni	2	256	1.93	88.5	0.1	0.4	10.7	0.3	0.1
Corridoio	5	767	0.54	54.5	1.2	3.8	10.3	29.9	0.3



Tabella24 : Parametri statistici (in μ T) dell'esposizione totale a NF-MF nelle scuole. "n" indica il numero di punti dati nelle scuole. "N" indica il numero di ambienti misurati dello stesso tipo.

Scuola NF	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
Area di ricreazione - all'interno senza alunni	2	203	0.02	0.02	0.04	0.06	0.11	0.16	0.23
Area di ricreazione - all'interno con gli alunni	3	459	0.02	0.02	0.03	0.04	0.07	0.11	0.17
cortile - esterno senza alunni	5	775	0.02	0.02	0.03	0.04	0.08	0.18	0.35
cortile - esterno con gli alunni	2	256	0.03	0.04	0.06	0.10	0.16	0.22	0.27
Corridoio	5	766	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.10	0.17

Tabella25 : Contributo medio (%) delle varie fonti LF (corrente ferroviaria, alimentazione elettrica, corrente di ondulazione del tram) all'esposizione totale a LF-MF nelle scuole. RMS (V/m) indica il valore quadratico medio calcolato in base all'equazione (6). "N" indica il numero di ambienti misurati dello stesso tipo. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione.

Scuola NF	N	n	RMS (µT)	Corrente ferroviaria	Alimentazione elettrica	Corrente di on- dulazione del tram
Area di ricreazione - all'interno						
senza alunni	2	203	0.13	91.0	8.7	0.2
Area di ricreazione - all'interno						
con gli alunni	3	459	0.09	2.2	97.2	0.5
cortile - esterno						
senza alunni	5	775	0.06	5.9	93.0	1.1
cortile - esterno						
con gli alunni	2	256	0.09	78.8	20.7	0.5
Corridoio	5	766	0.05	41.7	56.5	1.8



3.1.1.5Ulteriori analisi dell'esposizione alle radiofrequenze in auto con telefoni cellulari in modalità online e di volo

Tabella 26 : Parametri statistici (in V/m) dell'esposizione totale RMS (in alto) e di PEAK (in basso) a RF-EMF nelle automobili. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti misurati dello stesso tipo.

Scuola RMS	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
Telefono cellulare in modalità on- line	8	5624	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	0.47	2.42
Telefono cellulare in modalità volo	8	6033	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	0.49	2.56
PEAK scolastico	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	mas- simo
Telefono cellulare in modalità on-									
line	8	5624	0.02	0.10	0.28	0.59	1.32	3.22	14.11
Telefono cellulare in modalità di volo	8	6033	0.03	0.08	0.27	0.60	1.36	3.54	12.16

Tabella 27 : Contributo medio (%) delle varie sorgenti RF (DL = downlink, UL = uplink, TDD = time division duplex) all'esposizione totale ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RMS e PEAK) nelle automobili. RMS (V/m) indica il valore quadratico medio calcolato secondo l'equazione (4). "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura.

Scuola RMS	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	radiodiffu- sione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Telefono cellulare in modalità online	8	282	0.24	82.3	8.9	3.6	4.7	0.5	0.1
Telefono cellulare in modalità volo	8	296	0.23	87.4	2.8	3.6	5.4	0.5	0.2
PEAK scolastico	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	radiodiffu- sione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Telefono cellulare in modalità online	8	283	1.63	72.0	7.6	17.9	1.7	0.7	0.1
Telefono cellulare in modalità volo	8	296	1.58	75.3	2.4	19.3	2.1	0.8	0.1



3.1.2Confronto dell'esposizione alle RF e BF negli anni 2022 e 2024

Tabella28 : Parametri statistici (in V/m) dell'esposizione totale a RF-EMF (RMS) nel 2024 e nel 2022. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo.

	Ambiente di misura	Anno		n	min			mediano			
		2024	14	2273	0.03				0.46	0.82	1.77
	Area industriale	2022	14		0.05				0.45		
		2024		1733	0.04	0.07			0.39		
	Centro città	2022	10	1677	0.03	0.06			0.39	0.88	6.02
		2024	10	1592	0.02				0.35		
	Area residenziale urbana centrale	2022	10	1617	0.02		0.12	0.20	0.34	0.69	3.66
		2024		1463	0.02	0.04	0.10	0.18	0.49	1.58	2.78
	Area agricola*	2022	9	1500	0.02	0.03	0.09	0.16	0.46	1.55	2.46
		2024	4	635	0.06	0.09	0.13	0.17	0.22	0.44	0.96
	Area sportiva/ricreative	2022	4	659	0.08	0.10	0.13	0.17	0.22	0.40	1.40
	Area residenziale urbana decentrata	2024	18	2967	0.02	0.04	0.10	0.16	0.27	0.50	2.15
		2022		2987		0.04			0.26		2.08
	Centro urbano suburbano	2024	21	3423		0.05			0.24		
		2022	21	3392		0.05			0.24		
	Area residenziale suburbana	2024				0.03			0.24		
	, 11 0	2022		4804		0.03			0.24		1.41
:=	Area residenziale rurale	2024		2615	0.02		0.06		0.20		
ent	7 Tod Todiachzialo Taraic	2022		2677	0.01		0.06		0.19		
id	Centro paese	2024		2567		0.03			0.14		
an	Certilo paese	2022		2573		0.02			0.13		1.02
Microambienti	Area naturale	2024		459	0.02		0.05		0.14		
Ξ	Area naturale	2022	3	470		0.03			0.14	0.27	0.52
	Ambiente di misura	2022						mediano	Q75		
		2024	N 2	n 252	min	0.28			0.58		1.89
	Fermata del tram					0.20					
	E	2022		266				0.39	0.48		1.11
	Fermata dell'autobus	2024		1954		0.12				1.16	
	0	2022		1818		0.11			0.50		
	Stazione ferroviaria	2024		2421		0.08			0.61		
		2022		2358		0.07			0.56		
	ET.1/1 N.1/EL1	2024		762	0.02		0.11		0.57		
	ETH/UNI/FH	2022		860		0.03			0.49		
	Ristorante	2024		2147	0.02		0.09		0.33		
		2022		2889	0.02				0.53		
e	Scuola	2024		2242	0.02		0.05		0.21		
흐		2022		2138	0.01		0.05		0.21		
pubbliche	Supermercato	2024		1226		0.03			0.11		
nd		2022				0.02			0.11		
Aree	biblioteca	2024		174		0.03			0.06		
Ar		2022	1	129		0.02			0.08		
	Ambiente di misura		Ν	n	min			Mediano	Q75		massimo
	Treno	2024	10	22665		0.06			0.44		
		2022	7	26200		0.06	0.15	0.24	0.38	0.70	3.04
	Tram	2024	89	1191	0.05		0.21	0.28	0.38	0.62	1.73
		2022	97	787	0.05	0.10	0.17	0.24	0.36	0.62	1.42
	Metro	2024	1	60	0.09	0.10	0.13	0.20	0.25	0.43	0.51
0		2022	3	187	0.10	0.13	0.22	0.29	0.39	0.70	1.09
ort	Autobus	2024	55	5819	0.02	0.06	0.13	0.21	0.33	0.64	2.85
dsı		2022	57	5909	0.02	0.06	0.13	0.20	0.30	0.58	2.41
tra	Funivia	2024	2	126	0.03	0.05	0.08	0.17	0.27	0.98	2.80
Ö		2022	2	141	0.03	0.03	0.06	0.12	0.18	0.26	0.33
Mezzi di trasporto	Auto	2024		12813	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	0.49	2.56
/le		2022	4	1195	0.02		0.05	0.08	0.16	0.41	2.84
2		2022	T	1100	0.02	0.00	0.00	0.00	0.10	U. T 1	2.07



Tabella 29 : Contributo medio (%) delle varie sorgenti RF nel 2022 e 2024 (DL = downlink, UL = uplink, TDD = time division duplex) all'esposizione totale ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RMS). RMS (V/m) indica il valore quadratico medio calcolato secondo l'equazione (4). "N" indica il numero di ambienti di misurazione dello stesso tipo. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura.

	Ambiente di misura	Anno	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	radiodiffu- sione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
		2024	14	2273	0.43	82.5	0.1	8.5	8.4	0.2	0.2
	Area industriale	2022	14	2326	0.42	87.3	0.1	3.5	8.7	0.2	0.1
		2024	10	1733	0.41	93.2	0.3	3.2	2.4	0.8	0.1
	Centro città	2022	10	1677	0.48	95.8	0.1	0.8	2.7	0.5	0.1
	Area residenziale urbana	2024	10	1592	0.37	92.5	0.4	2.2	4.3	0.5	0.1
	centrale	2022	10	1617	0.40	95.8	0.3	0.6	2.8	0.4	0.1
		2024	9	1463	0.65	3.9	0.0	0.1	96.0	0.0	0.0
	Area agricola*	2022	9	1500	0.62	2.7	0.0	0.0	97.2	0.0	0.0
		2024	4	635	0.23	76.9	0.1	1.4	21.4	0.2	0.1
	Area sport/ricreativa	2022	4	659	0.24	80.8	0.1	0.2	18.7	0.2	0.0
	Area residenziale urbana	2024	18	2967	0.26	69.0	0.1	5.0	25.2	0.5	0.2
	decentrata										
		2022	18	2987	0.26	74.0	0.1	1.9	23.3	0.5	0.1
	Centro urbano suburbano	2024	21	3423	0.24	81.1	0.1	5.0	12.8	0.9	0.1
		2022	21	3392	0.25	86.5	0.1	1.4	11.2	0.6	0.1
	Area residenziale subur-	2024	29	4740	0.24	59.8	0.1	3.2	36.4	0.4	0.1
	bana										
		2022	29	4804	0.24	60.6	0.1	1.3	37.5	0.4	0.1
₽	Area residenziale rurale	2024	16	2615	0.23	76.7	0.1	4.1	18.9	0.2	0.0
<u>jë</u>		2022	16	2677	0.23	78.7	0.1	0.6	20.2	0.3	0.0
Microambienti	Centro paese	2024	16	2567	0.15	49.5	0.3	1.9	47.1	0.7	0.5
oa		2022	26	2573	0.15	54.1	0.2	8.0	43.7	0.9	0.3
∏i.	Area naturale	2024	3	459	0.13	44.0	2.2	5.4	47.2	1.1	0.0
2		2022	3	470	0.13	54.5	0.5	1.0	42.9	1.0	0.0



					RMS	DL	UL	TDD	radiodiffu-		DECT
	Ambiente misurato		N	n	(V/m)	(%)	(%)	(%)	sione (%)	WLAN (%)	(%)
	Fermata del tram	2024	2	252	0.51	80.8	0.2	15.3	2.0	0.9	0.8
	Tomata dor tram	2022	2	266	0.43	90.5	0.1	2.6	4.8	1.6	0.3
	Fermata dell'autobus	2024	20	1954	0.64	80.8	1.4	12.9	3.2	0.5	1.2
		2022	20	1818	0.56	73.5	0.6	3.8	20.9	0.7	0.4
	Stazione ferroviaria	2024	25	2421	0.64	86.7	0.2	1.3	11.0	0.3	0.5
		2022	25	2358	0.76	93.5	0.3	0.6	5.2	0.3	0.2
		2024	6	762	0.47	82.5	0.7	9.6	4.3	1.5	1.4
	ETH/UNI/FH	2022	6	860	0.42	91.0	1.1	2.3	3.8	1.6	0.2
	Ristorante	2024	15	2147	0.28	85.7	3.2	0.8	1.8	7.1	1.4
		2022	15	2889	0.46	95.1	1.7	0.1	0.9	1.7	0.5
(I)	Scuola	2024	15	2242	0.20	71.7	1.8	1.5	19.5	5.2	0.3
Aree pubbliche		2022	15	2138	0.21	73.4	0.9	1.5	19.6	4.2	0.4
ildo	Supermercato	2024	11	1226	0.14	60.9	5.0	1.7	6.7	11.9	13.8
puk	·	2022	11	1234	0.13	68.3	5.2	0.3	2.5	12.8	10.9
- Q	Biblioteca	2024	1	174	0.06	15.4	5.8	1.9	46.7	30.2	0.1
Are		2022	1	129	80.0	38.6	5.3	0.4	33.1	22.6	0.1
	Ambiente misurato		N	n	RMS	DL	UL	TDD	radiodiffu-	WLAN (%)	DECT
	Ambiente misurato		IN	n	(V/m)	(%)	(%)	(%)	sione (%)	VVLAIN (70)	(%)
				2266							
		2024	10	5	0.40	27.7	38.7	20.5	2.1	10.8	0.1
	Treno			2620							
		2022	7	0	0.37	44.4	35.1	5.6	1.1	13.6	0.1
	Tram	2024	89	1191	0.36	54.0	14.6	17.5	7.5	6.3	0.1
		2022	97	787	0.34	74.6	6.7	5.6	4.7	8.1	0.2
	Metro	2024	1	60	0.24	20.2	44.6	23.7	1.3	10.1	0.0
		2022	3	187	0.37	10.6	66.6	0.0	0.6	22.2	0.0
2	Autobus	2024	55	5819	0.34	56.2	6.8	15.7	16.8	4.4	0.1
ğ		2022	57	5909	0.31	65.6	8.8	4.6	13.8	7.1	0.2
ask	Funivia	2024	2	126	0.47	6.1	91.8	0.5	0.4	1.1	0.0
di trasporto		2022	2	141	0.15	67.3	15.7	1.1	12.4	3.5	0.1
<u>12</u>			1	1281							
Mezzi	Auto	2024	24	3	0.24	81.7	5.7	3.5	7.7	1.3	0.2
Ž		2022	4	1195	0.21	94.6	0.1	0.5	4.4	0.1	0.2



Tabella 30 : Parametri statistici (in V/m) dell'esposizione totale ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (PEAK) nel 2022 e nel 2024. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo.

	Ambiente misurate	Anno	N	n	min	005	Q25	modiano	075	005	maccima
	Ambiente misurato	Anno 2024	N 14	n 2272	min	Q05		mediano	Q75 3.19	Q95	massimo
	Area industriale	_			0.13	0.43	1.08	1.88		5.56	10.95
		2022	14	2324	0.18		0.99	1.69	2.81	5.17	18.13
	Centro città	2024	10	1733	0.11	0.32	0.77	1.42	2.36	5.03	14.44
		2022	10	1675	0.11	0.25		1.21	2.09	5.23	16.89
		2024	10	1591	0.10	0.24	0.64	1.19	2.05	3.85	14.71
	Area residenziale urbana centrale	2022	10	1616	0.09	0.26	0.58	1.08	1.84	3.69	26.25
nti		2024	9	1464	0.09	0.16		0.92	2.06	6.95	13.05
	Area agricola*	2022	9	1498	0.07			0.67	1.70	6.96	12.27
	Area residenziale urbana decentrata	2024	18	2964	0.07	0.14	0.45	0.83	1.54	3.01	8.77
		2022	18	2990	0.07	0.12	0.38	0.71	1.31	2.73	10.38
	Centro urbano suburbano	2024	21	3427	0.09		0.48		1.46	3.27	14.28
		2022	21	3391	0.08				1.28		7.92
	Area sportiva/tempo libero	2024	4	633	0.28		0.58		1.21	2.88	5.51
		2022	4	659	0.24				1.18	2.90	6.53
	Area residenziale suburbana	2024	29	4739	0.05		0.30	0.63	1.26	3.22	8.79
		2022	29	4809	0.06			0.55	1.13		9.01
		2024	16	2615	0.07	0.11	0.24	0.49	1.23	3.13	9.97
bie	Area residenziale rurale	2022	16	2677	0.06		0.21	0.45	0.99	2.52	8.00
E E	Centro paese	2024	16	2564	0.06		0.18		0.66	1.80	5.33
Microambienti		2022	26			0.09			0.59	1.57	4.30
	Area naturale	2024	3	459	80.0		0.18		0.64	1.74	3.49
		2022	3	470	0.06			0.22	0.57	1.77	2.80
	Ambiente misurato		N	n	min	Q05			Q75	Q95	massimo
	Fermata del tram	2024	2	254	1.35		2.31		3.16	4.11	7.66
		2022	2	265	0.63	1.09	1.53	2.00	2.56	3.35	5.03
		2024	20	1953	0.10		1.15		3.13	6.05	38.20
Aree pubbliche	Fermata dell'autobus	2022	20	1822	0.16	0.38	1.05	1.79	2.90	7.26	63.66
	Stazione ferroviaria	2024	25	2423	0.17				3.89	7.50	41.28
		2022	25	2353	0.15	0.34	0.83	1.64	2.99	5.85	28.50
		2024	6	762	80.0		0.68	1.79	3.27	5.11	10.84
	ETH/UNI/FH	2022	6	861	0.07	0.15		1.29	2.46	4.28	14.44
	Ristorante	2024	15		0.10		0.60		2.02	3.10	6.55
		2022	15	2890	0.08	0.13	0.51	1.31	2.56	3.82	22.64
	Scuola	2024	15	2242	0.07	0.13	0.28	0.51	1.21	2.61	13.11
		2022	15	2140	0.06	0.11	0.27	0.51	1.18	2.65	9.61
	Supermercato	2024	11	1226	0.07	0.13			0.93	1.85	6.00
		2022	11	1234	0.06	0.13	0.27	0.46	0.84	1.85	7.59
	Biblioteca	2024	1	173	0.09		0.13	0.16	0.28	0.58	1.79
		2022	1	130	0.07	0.09	0.13	0.23	0.58	1.54	5.25
Mezzi di trasporto	Ambiente misurato		Ν	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	massimo
	Tram	2024	10	1190	0.25	0.68	1.38		2.73	4.14	9.57
		2022	7	787	0.17	0.48	1.02	1.50	2.18	3.64	6.78
	Treno	2024	89	22667	0.07	0.37	1.23	2.08	3.13	5.48	46.55
		2022	97	26206	0.03	0.31	0.91	1.53	2.43	4.59	18.88
	Metro	2024	1	61	0.39	0.59	0.92	1.16	1.72	3.03	7.52
		2022	3	187	0.37	0.75	1.11	1.58	2.25	3.41	6.82
	Autobus	2024	55	5820	0.09	0.31	0.76	1.34	2.34	4.45	19.91
		2022	57	5904	0.09	0.28	0.69	1.14	1.83	3.50	11.49
	Funivia	2024	2	126	0.16	0.27	0.59	1.19	2.26	3.47	8.25
		2022	2	142	0.09	0.11	0.35	0.64	1.01	1.58	2.01
	Auto	2024	24	12703	0.02	0.10	0.28	0.59	1.33	3.44	14.11
		2022	4	1194	0.06		0.23	0.39	0.78	2.39	11.59
_											



Tabella 31 : Contributo medio (%) delle varie sorgenti RF nel 2022 e 2024 (DL = downlink, UL = uplink, TDD = time division duplex) dell'esposizione totale ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (PEAK). RMS (V/m) indica il valore quadratico medio calcolato secondo l'equazione (4). "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura.

	Ambiente misurato	Anno	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	radiodiffusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
		2024	14	2272	2.80	68.9	0.0	28.5	2.3	0.2	0.1
	Area industriale	2022	14	2324	2.67	72.6	0.0	24.3	2.7	0.3	0.1
		2024	10	1733	2.54	81.1	0.2	17.0	0.5	1.1	0.0
	Centro città	2022	10	1675	2.58	91.0	0.2	7.2	0.7	0.9	0.1
	Area residenziale urbana cent-	2024	10	1591	2.03	84.0	0.1	13.5	1.7	0.5	0.1
	rale	2022	10	1616	2.20	93.7	0.1	4.7	1.0	0.6	0.0
		2024	9	1464	2.83	7.8	0.0	1.1	91.0	0.1	0.0
	Area agricola*	2022	9	1498	2.68	5.2	0.0	0.0	94.6	0.1	0.0
	Area residenziale urbana de-	2024	18	2964	1.51	72.9	0.1	16.7	9.7	0.5	0.1
	centrata	2022	18	2990	1.32	76.5	0.1	12.1	10.1	1.1	0.1
	Centro urbano suburbano	2024	21	3427	1.59	74.4	0.2	21.3	2.9	1.1	0.1
		2022	21	3391	1.35	84.9	0.2	10.2	3.4	1.1	0.2
	Area sport/ricreativa	2024	4	633	1.33	87.3	0.1	5.4	6.8	0.4	0.0
	7 ii da oportriordanta	2022	4	659	1.31	92.8	0.4	0.5	5.9	0.4	0.1
	Area residenziale suburbana	2024	29	4739	1.48	64.3	0.1	22.1	13.1	0.4	0.0
	7 i od rocidonziale odbarbaria	2022	29	4809	1.29	65.3	0.0	17.7	16.4	0.4	0.0
:=		2024	16	2615	1.48	67.7	0.0	27.7	4.2	0.3	0.0
Microambienti	Area residenziale rurale	2022	16	2677	1.16	88.2	0.1	4.8	6.0	0.9	0.0
nbi	Centro del paese	2024	16	2564	0.83	69.3	0.2	9.3	19.6	1.5	0.1
bar	Contro doi paded	2022	26	2573	0.72	68.5	0.2	6.2	22.9	2.1	0.1
icro	Area naturale	2024	3	459	0.74	58.4	1.1	26.8	10.2	3.5	0.0
Ξ	7 Tod Hataraic	2022	3	470	0.72	66.3	3.3	16.9	9.2	4.4	0.0
		LULL		470	RMS	DL	UL	TDD	radiodiffu-	WLAN	DECT
	Ambiente misurato		N	n	(V/m)	(%)	(%)	(%)	sione (%)	(%)	(%)
	Fermata del tram	2024	2	254	2.88	62.0	0.4	35.3	0.7	1.2	0.4
	r omata dor tram	2022	2	265	2.22	82.4	0.4	13.7	0.8	2.6	0.2
		2024	20	1953	3.53	86.4	0.3	10.1	2.5	0.3	0.3
	Fermata dell'autobus	2022	20	1822	4.19	93.0	0.3	4.7	1.4	0.3	0.2
	Stazione ferroviaria	2024	25	2423	4.25	59.8	1.1	37.7	0.4	0.8	0.2
	Staziono forfoviana	2022	25	2353	3.04	70.1	0.7	24.1	3.3	1.6	0.2
		2024	6	762	2.73	77.9	0.9	17.5	2.1	1.3	0.4
	ETH/UNI/FH	2022	6	861	2.14	70.1	3.0	14.2	1.9	10.7	0.1
	Ristorante	2024	15	2150	1.74	65.9	4.1	3.4	0.2	24.0	2.4
	- Listoranto	2022	15	2890		86.2	2.8	0.1	4.4	6.1	0.4
					12.17			· · · ·		U. 1	
	Scuola				2.17			5.5		19.6	0.7
che	Scuola	2024	15	2242	1.23	65.7	8.0	5.5 12.9	7.7	19.6 9.7	0.7
bliche		2024 2022	15 15	2242 2140	1.23 1.22	65.7 67.8	0.8	12.9	7.7 8.7	9.7	0.1
ubbliche	Scuola Supermercato	2024 2022 2024	15 15 11	2242 2140 1226	1.23 1.22 0.93	65.7 67.8 37.5	0.8 0.8 3.3	12.9 4.5	7.7 8.7 1.4	9.7 41.6	0.1 11.8
e pubbliche	Supermercato	2024 2022 2024 2022	15 15 11 11	2242 2140 1226 1234	1.23 1.22 0.93 1.02	65.7 67.8 37.5 25.0	0.8 0.8 3.3 2.6	12.9 4.5 0.7	7.7 8.7 1.4 0.3	9.7 41.6 61.2	0.1 11.8 10.2
æ		2024 2022 2024 2022 2024	15 15 11 11 11	2242 2140 1226 1234 173	1.23 1.22 0.93 1.02 0.31	65.7 67.8 37.5 25.0 13.6	0.8 0.8 3.3 2.6 13.3	12.9 4.5 0.7 3.0	7.7 8.7 1.4 0.3 7.3	9.7 41.6 61.2 62.7	0.1 11.8 10.2 0.1
Aree	Supermercato	2024 2022 2024 2022	15 15 11 11	2242 2140 1226 1234	1.23 1.22 0.93 1.02 0.31 0.84 RMS	65.7 67.8 37.5 25.0 13.6 8.2 DL	0.8 0.8 3.3 2.6 13.3 1.0 UL	12.9 4.5 0.7 3.0 0.1 TDD	7.7 8.7 1.4 0.3 7.3 1.7 radiodiffu-	9.7 41.6 61.2 62.7 89.0 WLAN	0.1 11.8 10.2 0.1 0.0 DECT
Aree	Supermercato Biblioteca Ambiente misurato	2024 2022 2024 2022 2024 2022	15 15 11 11 1 1 N	2242 2140 1226 1234 173 130	1.23 1.22 0.93 1.02 0.31 0.84 RMS (V/m)	65.7 67.8 37.5 25.0 13.6 8.2 DL (%)	0.8 0.8 3.3 2.6 13.3 1.0 UL (%)	12.9 4.5 0.7 3.0 0.1 TDD (%)	7.7 8.7 1.4 0.3 7.3 1.7 radiodiffusione (%)	9.7 41.6 61.2 62.7 89.0 WLAN (%)	0.1 11.8 10.2 0.1 0.0 DECT
Aree	Supermercato Biblioteca	2024 2022 2024 2022 2024 2022 2024	15 15 11 11 1 1 N	2242 2140 1226 1234 173 130 n	1.23 1.22 0.93 1.02 0.31 0.84 RMS (V/m) 2.43	65.7 67.8 37.5 25.0 13.6 8.2 DL (%) 33.4	0.8 0.8 3.3 2.6 13.3 1.0 UL (%)	12.9 4.5 0.7 3.0 0.1 TDD (%) 44.3	7.7 8.7 1.4 0.3 7.3 1.7 radiodiffusione (%)	9.7 41.6 61.2 62.7 89.0 WLAN (%) 5.4	0.1 11.8 10.2 0.1 0.0 DEC1 (%)
Aree	Supermercato Biblioteca Ambiente misurato Tram	2024 2022 2024 2022 2024 2022 2024 2022	15 15 11 11 1 1 N 10 7	2242 2140 1226 1234 173 130 n 1190 787	1.23 1.22 0.93 1.02 0.31 0.84 RMS (V/m) 2.43 1.97	65.7 67.8 37.5 25.0 13.6 8.2 DL (%) 33.4 54.9	0.8 0.8 3.3 2.6 13.3 1.0 UL (%) 15.4 8.3	12.9 4.5 0.7 3.0 0.1 TDD (%) 44.3 27.3	7.7 8.7 1.4 0.3 7.3 1.7 radiodiffusione (%) 1.5 2.1	9.7 41.6 61.2 62.7 89.0 WLAN (%) 5.4 7.3	0.1 11.8 10.2 0.1 0.0 DECT (%) 0.1
Aree	Supermercato Biblioteca Ambiente misurato	2024 2022 2024 2022 2024 2022 2024 2022 2024	15 15 11 11 1 1 N 10 7	2242 2140 1226 1234 173 130 n 1190 787 22667	1.23 1.22 0.93 1.02 0.31 0.84 RMS (V/m) 2.43 1.97 3.00	65.7 67.8 37.5 25.0 13.6 8.2 DL (%) 33.4 54.9	0.8 0.8 3.3 2.6 13.3 1.0 UL (%) 15.4 8.3 25.9	12.9 4.5 0.7 3.0 0.1 TDD (%) 44.3 27.3 48.9	7.7 8.7 1.4 0.3 7.3 1.7 radiodiffusione (%) 1.5 2.1 0.6	9.7 41.6 61.2 62.7 89.0 WLAN (%) 5.4 7.3 9.7	0.1 11.8 10.2 0.1 0.0 DECT (%) 0.1 0.1
æ	Supermercato Biblioteca Ambiente misurato Tram	2024 2022 2024 2022 2024 2022 2024 2022	15 15 11 11 1 1 N 10 7	2242 2140 1226 1234 173 130 n 1190 787	1.23 1.22 0.93 1.02 0.31 0.84 RMS (V/m) 2.43 1.97	65.7 67.8 37.5 25.0 13.6 8.2 DL (%) 33.4 54.9	0.8 0.8 3.3 2.6 13.3 1.0 UL (%) 15.4 8.3	12.9 4.5 0.7 3.0 0.1 TDD (%) 44.3 27.3	7.7 8.7 1.4 0.3 7.3 1.7 radiodiffusione (%) 1.5 2.1	9.7 41.6 61.2 62.7 89.0 WLAN (%) 5.4 7.3	0.1 11.8 10.2 0.1 0.0 DECT (%) 0.1



Au	utobus	2024	55	5820	2.26	44.7	6.2	42.4	2.6	4.1	0.0
		2022	57	5904	1.80	55.8	9.4	21.8	4.6	8.4	0.0
Fu	univia	2024	2	126	1.97	19.0	46.4	24.8	0.1	9.6	0.0
		2022	2	142	0.85	67.3	25.3	3.8	1.9	1.7	0.0
Au	uto	2024	24	12703	1.61	72.5	5.0	18.7	2.8	0.9	0.1
		2022	4	1194	1.20	93.1	0.0	5.4	1.1	0.3	0.1

Tabella32 : Parametri statistici (in μ T) dell'esposizione totale a LF-MF nel 2022 e 2024. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo.

	Ambiente misurato	Anno	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	massimo
	Centro città	2024	10	1728	0.02	0.04	0.11	0.19	0.32	0.63	22.72
	Certifo Gitta	2022	10	1675	0.02	0.05	0.11	0.19	0.32	0.62	1.69
	Area residenziale urbana centrale	2024	10	1587	0.02	0.04		0.13	0.32	0.60	1.66
	Area resideriziale dibaria certifale	2022	10	1613	0.02	0.04	0.10	0.17	0.29	0.58	1.43
	Area residenziale urbana decentrata	2024	18	2956	0.02	0.03	0.08	0.15	0.26	0.56	2.08
	Area residenziale urbana decentrata	2024	18	2986	0.01	0.03	0.08	0.13	0.26	0.54	1.66
	Area industriale	2022	14	2270	0.01	0.03	0.06	0.14	0.20	1.39	4.57
	Area moustriale	2024	14	2317	0.01	0.02	0.06	0.14	0.31	1.36	6.87
	Centro urbano suburbano	2022	21	3419	0.01	0.02	0.00	0.13	0.32	0.51	9.69
	Certifo di bario subdibario	2022	21	3380	0.02	0.03	0.07	0.13	0.24	0.55	1.52
	Centro del paese	2024	16	2563	0.02	0.03	0.07	0.13	0.24	0.59	2.81
	Centro dei paese	2022	16	2567	0.01	0.02	0.05	0.11	0.20	0.44	3.49
	Area residenziale suburbana	2022	29	4727	0.01	0.02	0.05	0.10	0.20	0.42	2.09
	Area resideriziale suburbaria	2024	29	4794	0.02	0.02	0.03	0.10	0.18	0.42	1.87
	Area residentiale murele	2022						0.09	0.18		
	Area residenziale rurale	2024	16	2607	0.01	0.02	0.04		0.15	0.33	0.85
	A	2022	16	2676	0.01	0.02	0.04	0.09	0.15	0.30	0.83
ınti	Area naturale		3	458	0.01	0.02	0.02	0.05		0.35	4.11
Microambienti	0 6	2022	3	469	0.01	0.02	0.02	0.06	0.14	0.35	1.69
an	Superficie agricola*	2024	9	1461	0.01	0.02	0.02	0.03	0.07	0.19	1.46
Š.		2022	9	1498	0.01	0.02	0.02	0.03	0.07	0.18	1.18
Μij	Area sportiva/ricreativa	2024	4	633	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.20	0.68
	A 1: 1	2022	4	657	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.23	0.99
	Ambiente misurato	0004	N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	massimo
	Stazione	2024	25	2418	0.02	0.04	0.11	0.38	1.00	2.79	18.31
		2022	25	2352	0.02	0.04	0.12	0.36	0.88	2.32	8.49
		2024	20	1949	0.01	0.04	0.09	0.15	0.26	0.54	1.78
	Fermata dell'autobus	2022	20	1813	0.02	0.03	0.10	0.17	0.28	0.63	2.23
	ETH/UNI/FH	2024	6	760	0.01	0.02	0.05	0.18	0.46	0.81	1.85
		2022	6	860	0.02	0.02	0.03	0.14	0.36	0.87	2.35
		2024	2	252	0.05	0.07	0.10	0.16	0.25	0.49	1.00
	Fermata del tram	2022	2	267	0.04	0.05	0.09	0.14	0.32	0.45	1.09
	Ristorante	2024	15	2145	0.02	0.02	0.03	0.06	0.14	0.37	2.54
		2022	15	2881	0.01	0.02	0.03	0.05	0.13	0.44	1.40
<u>o</u>	Supermercato	2024	11	1223	0.02	0.02	0.03	0.05	0.07	0.14	0.39
pubbliche		2022	11	1231	0.02	0.02	0.04	0.06	0.09	0.20	0.69
lqq	Scuola	2024	15	2236	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.17	0.35
nd		2022	15	2133	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.16	0.35
Aree	Biblioteca	2024	1	173	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.16	0.28
Ā		2022	1	129	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.17	9.24
	Ambiente misurato		N	n	min	Q05	Q25	mediano	Q75	Q95	massimo
	Treno	2024	89	22624	0.01	0.06	0.19	0.44	1.20	6.34	37.93
0		2022	97	26056	0.01	0.07	0.20	0.45	1.23	5.91	21.77
ort	Tram	2024	10	1188	0.03	0.07	0.14	0.22	0.35	1.04	14.74
ds		2022	7	787	0.02	0.05	0.09	0.18	0.34	1.02	4.52
tra	Auto	2024	15	12885	0.01	0.03	0.05	0.09	0.19	0.41	11.35
Ġ		2022	4	1194	0.01	0.02	0.07	0.13	0.21	0.48	3.84
Mezzi di trasporto	Autobus	2024	55	5804	0.01	0.02	0.05	0.08	0.17		
<u>e</u>		2022	57	5896	0.02	0.03		0.08	0.15	0.46	5.94



		2024	1	60	0.02	0.03	0.05	80.0	0.10	0.31	0.69
	Metro	2022	3	186	0.02	0.02	0.03	0.05	0.09	0.20	0.56
		2024	2	126	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.07
	Funivia	2022	2	141	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	80.0	0.15

Tabella 33 : Contributo medio (%) delle varie sorgenti LF nel 2022 e 2024 (corrente ferroviaria, alimentazione elettrica, corrente di ondulazione del tram) all'esposizione totale LF-MF. RMS (μ T) indica il valore quadratico medio calcolato secondo l'equazione (6). "N" indica il numero di ambienti misurati dello stesso tipo. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misura.

	Ambiente misurato	Anno	N	n	RMS (µT)	Corrente ferro- viaria [%]	Alimentazione elettrica	Tram corrente di on- dulazione [%]
	Centro città	2024	10	1728	0.63	1.8	96.7	1.6
		2022	10	1675	0.31	3.9	93.2	3.0
	Area residenziale urbana	2024	10	1587	0.31	2.9	92.3	4.9
	centrale	2022	10	1613	0.28	4.1	93.3	2.6
	Area residenziale urbana de- centrata	2024	18	2956	0.28	15.4	83.9	0.7
		2022	18	2986	0.26	12.9	86.3	0.7
	Area industriale	2024	14	2270	0.61	49.1	50.9	0.0
		2022	14	2317	0.65	26.4	73.5	0.0
	Centro urbano suburbano	2024	21	3419	0.31	53.8	46.1	0.1
		2022	21	3380	0.26	25.8	74.1	0.1
	Centro paese	2024	16	2563	0.29	39.6	60.3	0.0
	·	2022	16	2567	0.24	32.1	67.8	0.1
	Area residenziale suburbana	2024	29	4727	0.22	8.1	91.9	0.1
		2022	29	4794	0.20	9.4	90.5	0.1
	Area residenziale rurale	2024	16	2607	0.17	21.3	78.5	0.1
		2022	16	2676	0.15	27.7	72.2	0.2
ţį	Area naturale	2024	3	458	0.30	95.5	4.5	0.0
en		2022	3	469	0.20	91.9	8.0	0.1
qυ	Area agricola*	2024	9	1461	0.09	12.7	86.9	0.5
oai	S .	2022	9	1498	0.09	12.3	87.0	0.7
Microambienti	Area sportiva/tempo libero	2024	4	633	0.08	16.6	82.9	0.6
Σ		2022	4	657	0.12	16.8	82.9	0.3
	Ambiente misurato		N	n	RMS (µT)	Corrente ferro- viaria	Alimentazi- one elettrica	Corrente di on- dulazione del tram
	Stazione ferroviaria	2024	25	2418	1.43	99.6	0.4	0.0
		2022	25	2352	1.08	98.4	1.5	0.0
		2024	20	1949	0.41	98.6	1.4	0.0
	Fermata dell'autobus	2022	20	1813	0.39	98.2	1.8	0.0
	ETH/UNI/FH	2024	6	760	0.41	98.6	1.4	0.0
		2022	6	860	0.39	98.2	1.8	0.0
		2024	2	252	0.26	15.5	23.7	60.8
	Fermata del tram	2022	2	267	0.26	4.1	53.2	42.7
	Ristorante	2024	15	2145	0.22	24.9	75.0	0.1
		2022	15	2881	0.19	42.5	57.4	0.1
Φ	Supermercato	2024	11	1223	0.08	18.0	81.3	0.7
ich		2022	11	1231	0.10	22.4	77.2	0.4
pp	Scuola	2024	15	2236	80.0	70.3	29.1	0.7
pubbliche		2022	15	2133	0.07	78.3	21.0	0.8
Aree	biblioteca	2024	1	173	0.06	4.9	94.0	1.1
Ar		2022	1	129	0.82	0.7	4.4	94.9



	Ambiente misurato		N	n	RMS (µT)	Corrente ferro- viaria	Alimentazi- one elettrica	Corrente di on- dulazione del tram
	Treno	2024	89	26056	3.29	99.7	0.3	0.0
		2022	97	22624	2.49	99.7	0.3	0.0
	Tram	2024	10	1188	1.09	64.0	29.2	6.7
		2022	7	787	0.55	34.5	37.4	28.2
	Auto	2024	15	1194	0.28	86.0	13.8	0.3
0		2022	4	12885	0.32	94.1	5.9	0.0
trasporto	Autobus	2024	55	5804	0.24	69.8	28.2	2.0
dst		2022	57	5896	0.32	80.3	18.0	1.7
		2024	1	60	0.15	66.7	27.4	5.9
<u>=</u>	Metro	2022	3	186	0.11	79.5	18.1	2.4
Mezzi		2024	2	126	0.03	30.3	64.1	5.6
Me	Funivia	2022	2	141	0.03	16.9	79.7	3.4

Tabella 34 : Confronto tra i valori mediani e i valori medi (RMS e di PEAK) di RF (in V/m) misurati nel 2022 e nel 2024 per le misure di rotta.

			RMS	(V/m)			PEAK ((V/m)	
		Media	na	Valore	medio	median)	Valore	medio
	Sorgente HF	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024
	Totale HF-EMF	0.15	0.15	0.32	0.32	0.69	0.78	1.71	1.83
	Downlink	0.10	0.10	0.26	0.25	0.53	0.58	1.42	1.46
enti	Uplink	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.06
) apie	TDD	0.01	0.01	0.04	0.06	0.04	0.10	0.58	0.79
Dan	Radiodiffusione	0.05	0.05	0.19	0.19	0.09	0.10	0.74	0.76
Microambienti	WLAN	0.01	0.01	0.02	0.02	0.07	0.08	0.13	0.13
Σ	DECT	0.00	0.00	0.04	0.01	0.01	0.01	0.05	0.04
			RMS	(V/m)			PEAK (V/m)	
		Media	na	Valore	medio	median)	Valore	medio
	Sorgente HF	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024
	Totale HF-EMF	0.20	0.22	0.48	0.46	1.15	1.24	2.57	2.79
Φ	Downlink	0.17	0.17	0.45	0.41	0.82	0.90	2.32	2.31
ic	Uplink	0.01	0.01	0.04	0.05	0.05	0.05	0.26	0.29
Aree pubbliche	TDD	0.01	0.01	0.06	0.12	0.04	0.07	0.82	1.38
nd	Radiodiffusione	0.03	0.03	0.14	0.12	0.06	0.06	0.43	0.33
ree	WLAN	0.02	0.02	0.05	0.05	0.13	0.14	0.50	0.53
⋖	DECT	0.01	0.01	0.03	0.05	0.03	0.04	0.16	0.21
			RMS	(V/m)			PEAK (V/m)	
		Media	no	Valore	medio	Valore r	nediano	Valore	medio
	HF Fonte	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024
	Totale HF-EMF	0.22	0.23	0.35	0.35	1.42	1.52	2.21	2.54
9	Downlink	0.11	0.10	0.24	0.22	0.51	0.56	1.30	1.28
Mezzi di trasporto	Uplink	0.07	0.04	0.19	0.19	0.50	0.28	1.14	1.17
ras	TDD	0.01	0.02	0.08	0.15	0.03	0.16	0.96	1.69
di t	Radiodiffusione	0.02	0.02	0.06	0.08	0.04	0.06	0.21	0.26
ZZi	WLAN	0.07	0.04	0.12	0.10	0.36	0.25	0.96	0.71
Me	DECT	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.06	0.06



IV Parametri statistici delle misure spot

4.1 Parametri statistici dell'esposizione alle radiofrequenze

Tabella35 : Parametri statistici per la distribuzione dell'intensità del campo elettrico RF RMS per tutte le misure parziali, come mostrato nella metà sinistra della Figura 26 . Il calcolo si basa sull'equazione (1). N indica il numero di misurazioni del sito e il numero di punti dati analizzati per fonte primaria è elencato sotto n. L'intervallo interquartile (IQR) indica l'intervallo in cui si trova il 50% dei valori medi dei dati. I quantili sono indicati con Q.

							:-: DE		NAON (NA	<i>I</i>	
		•				Espos	sizione RF-	EMF (R	MS) (V	/m)	ı
di breve durata	Sorgente primaria	N	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
reve	Radio mobile	47	2824	0.02	0.04	0.1	0.17	0.3	0.63	1.23	0.2
Ø	Radio/TV	9	540	0.04	0.14	0.24	0.38	0.69	1.38	1.69	0.45
Misura	Nessuna fonte primaria HF	34	2122	0.03	0.04	0.08	0.14	0.19	0.33	1.05	0.11
O)	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
mobile	Radio mobile	47	4586	0.02	0.03	0.08	0.15	0.27	0.6	1.78	0.19
ione	Radio/TV	9	900	0.05	0.1	0.2	0.35	0.65	1.1	2.21	0.45
Misurazione mobile	Nessuna fonte primaria HF	34	3372	0.01	0.02	0.05	0.09	0.16	0.35	2.48	0.11
nga du-	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
di lunga	Radio mobile	47	398709	0.01	0.04	0.08	0.15	0.28	0.65	1.79	0.2
	Radio/TV	9	77928	0.05	0.07	0.19	0.36	0.72	0.97	1.1	0.53
Misurazione	Nessuna fonte primaria HF	34	292958	0.02	0.03	0.05	0.09	0.15	0.3	1.63	0.1



Tabella 36 : Contributi percentuali dei diversi gruppi di servizi radio all'intensità del campo elettrico totale, come mostrato nella metà destra della Figura 26 . Il calcolo si basa sull'equazione (7). Sono stati presi in considerazione i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink (DL), Uplink (UL), Time-Division-Duplex (TTD), Broadcast, WLAN e DECT. N indica il numero di misurazioni del sito e il numero di punti dati analizzati per fonte primaria è elencato sotto n. La radice quadrata media (RMS) dell'intensità di campo totale è calcolata con l'equazione (4).

di breve durata	Fonte primaria	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiff. (%)	WLAN (%)	DECT (%)
eve o	Radio mobile	47	2824	0.3	74.4	0.9	1	13.6	8.6	1.5
d ib	Radio/TV	9	540	0.63	3.3	0	0.1	80	16.5	0.1
Misura a	Nessuna fonte primaria HF	34	2122	0.18	42.1	0.4	0.9	19.9	31.3	5.4
ø.	Fonte primaria	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiff.	WLAN (%)	DECT (%)
nobile	Radio mobile	47	4586	0.28	71.1	1.2	0.6	17	9.7	0.5
ione i	Radio/TV	9	900	0.56	2.4	0	0	94	3.2	0.3
Misurazione mobile	Nessuna fonte primaria HF	34	3372	0.18	40	2.4	0.7	24.3	28.7	4
-ga du-	Fonte primaria	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiff.	WLAN (%)	DECT (%)
di lunga	Radio mobile	47	398709	0.32	81	0.5	0.6	16.2	1.5	0.3
	Radio/TV	9	77928	0.56	3.4	0	0	96.2	0.2	0
Misurazione	Nessuna fonte primaria HF	34	292958	0.21	50.6	0.9	0.8	41.6	5.7	0.5



Tabella37 : Parametri statistici per la distribuzione dell'intensità del campo elettrico RF di PEAK per tutte le misure parziali, come mostrato nella metà sinistra della Figura 27 . Il calcolo si basa sull'equazione (1). N indica il numero di misurazioni del sito e il numero di punti dati analizzati per fonte primaria è indicato sotto n. L'intervallo interquartile (IQR) indica l'intervallo in cui si trova il 50% dei valori medi dei dati. I quantili sono indicati con Q.

						Espos	izione RF-E	EMF (PE	EAK) (V	//m)	
di breve durata	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
reve (Radio mobile	47	2824	0.08	0.24	0.76	1.14	2.25	4.71	7.21	1.49
a di bı	Radio/TV	9	540	0.1	0.6	1.3	1.82	4.15	6.88	9.46	2.85
Misura	Nessuna fonte primaria HF	34	2122	0.1	0.21	0.61	0.99	1.81	4.36	9.77	1.2
0	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
nobile	Radio mobile	47	4586	0.04	0.18	0.54	0.99	1.82	4.76	10.39	1.28
ione	Radio/TV	9	900	0.15	0.35	0.78	1.47	2.81	5.22	8.66	2.03
Misurazione mobile	Nessuna fonte primaria HF	34	3372	0.01	0.1	0.29	0.67	1.36	3.46	9.77	1.07
ıga du-	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
di lunga	Radio mobile	47	398709	0.05	0.19	0.43	0.88	1.53	4.97	9.64	1.1
	Radio/TV	9	77928	0.2	0.25	0.62	1.44	2.8	4.93	6.49	2.18
Misurazione	Nessuna fonte primaria HF	34	292958	0.06	0.13	0.3	0.57	1.11	2.56	8.69	0.81



Tabella38 : Contributi percentuali dei diversi gruppi di servizi radio all'intensità del campo elettrico totale, come mostrato nella metà destra della Figura 27 . Il calcolo si basa sull'equazione (7). Sono stati presi in considerazione i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink (DL), Uplink (UL), Time-Division-Duplex (TTD), Radiodiffusione, WLAN e DECT. N indica il numero di misurazioni del sito e il numero di punti di dati analizzati per fonte primaria è elencato sotto n. La radice quadratica media (PEAK) dell'intensità di campo totale è calcolata con l'equazione (4).

Misurazione a di breve du-	Fonte primaria	N	n	PEAK (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiff.	WLAN (%)	DECT (%)
a di br	Radio mobile	47	2824	2.17	58.3	0.2	7	3.6	26.9	4
ione a	Radio/TV	9	540	3.45	4.2	0	0.2	29.6	65.6	0.3
Misuraz	Nessuna fonte primaria HF	34	2122	1.92	12.7	0.3	2.1	2.4	76	6.5
ø.	Fonte primaria	N	n	PEAK (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiff.	WLAN (%)	DECT (%)
nobile	Radio mobile	47	4586	2.1	57.7	0.3	2.3	5.7	32.7	1.3
ione	Radio/TV	9	900	2.5	4.3	0	0.2	65.3	27.2	2.9
Misurazione mobile	Nessuna fonte primaria HF	34	3372	1.61	21.4	1.2	2.3	4.4	62.6	8
ıga du-	Fonte primaria	N	n	PEAK (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiff.	WLAN (%)	DECT (%)
di lunga	Radio mobile	47	398709	2.13	89.1	0.2	1.8	5.4	3.1	0.5
	Radio/TV	9	77928	2.3	6.6	0.1	0.4	91.1	1.6	0.2
Misurazione	Nessuna fonte primaria HF	34	292958	1.55	64	0.5	3.7	8.6	22	1.2



Tabella39 : minimo, medio e massimo del valore quadratico medio (RMS) di tutte le misurazioni all'interno di una categoria di sorgente primaria. I valori RMS sono calcolati secondo l'equazione (4) e il valore medio è calcolato secondo l'equazione (9). I valori RMS misurati dall'ExpoM-RF sono stati utilizzati come base. I dati sono mostrati inFigura 28 . Il numero di punti di misura è indicato con n e il numero di misurazioni sul sito è espresso con N.

Misura a di breve durata	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del RMS (V/m)	Massimo (V/m)
di bre	Radio mobile	47	2824	0.03	0.24	0.78
ıra a o	Radio/TV	9	540	0.16	0.52	1.38
Misu	Nessuna fonte primaria HF	34	2122	0.03	0.16	0.47
	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del	Massimo (V/m)
iliq	T one primaria	14	"	Wiii (V / 111)	RMS (V/m)	Wassiino (V/III)
ni mo	Radio mobile	47	4586	0.04	0.23	0.76
misurazioni mobili	Radio/TV	9	900	0.16	0.49	1.04
misı	Nessuna fonte primaria HF	34	3372	0.05	0.16	0.43
ırata	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del valore RMS (V/m)	Massimo (V/m)
Misura di lunga durata	Radio mobile	47	398709	0.03	0.23	1.23
di lur						
sura	Radio/TV	9	77928	0.07	0.46	0.95
Mis	Nessuna fonte primaria HF	34	292958	0.03	0.14	0.98



Tabella 40 : minimo, media e massimo del valore quadratico medio di tutte le misurazioni all'interno di una categoria di sorgente primaria. I valori RMS sono calcolati secondo l'equazione (4) e il valore medio è calcolato secondo l'equazione (9). Come base sono stati utilizzati i valori di misura di PEAK dell'ExpoM-RF. I dati sono mostrati inFigura 29 . Il numero di punti di misura è indicato con n e il numero di misurazioni del sito è espresso con N.

Misura a di breve durata	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del RMS (V/m)	Massimo (V/m)
di bre	Radio mobile	47	2824	0.15	1.75	5.02
ıra a c	Radio/TV	9	540	0.63	2.94	6.39
Misu	Nessuna fonte primaria HF	34	2122	0.18	1.53	4.61
obile	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del RMS (V/m)	Massimo (V/m)
ne m	Radio mobile	47	4586	0.19	1.76	5.34
Misurazione mobile	Radio/TV	9	900	0.52	2.27	4.19
Misu	Nessuna fonte primaria HF	34	3372	0.26	1.44	3.14
di lunga	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del RMS (V/m)	Massimo (V/m)
	Radio mobile	47	398709	0.12	1.47	7.43
Misurazione	Radio/TV	9	77928	0.26	1.8	4.92
Mist	Nessuna fonte primaria HF	34	292958	0.12	0.99	7.04



4.2 Parametri statistici dell'esposizione LF

Tabella 41 : Parametri statistici per la distribuzione della densità di flusso magnetico totale LF-MF per tutte le misurazioni parziali, come mostrato nella metà sinistra diFigura30 . Il calcolo si basa sull'equazione (2). N indica il numero di misurazioni dello statore e il numero di punti di dati analizzati per ogni sorgente primaria è elencato sotto n. L'intervallo interquartile (IQR) indica l'intervallo in cui si trova il 50% dei valori medi dei dati. I quantili sono indicati con Q. Nelle denominazioni delle sorgenti primarie, 1sp significa singolo binario e 2sp significa doppio binario.

				Esposizione LF-MF (μT)							
	Sorgente primaria	N	n	min	Q05	Q25	me- di- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Linee ferroviarie 2bin	7	421	0.02	0.03	0.05	0.1	0.19	0.36	1.02	0.14
	Linee ferroviarie 1bin	6	362	0.02	0.03	0.04	0.06	0.1	0.26	0.63	0.06
	Linee ferroviarie 2bin Tun- nel	1	60	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.09	0.15	0.02
	Linee ferroviarie 2bin Tun- nel	2	120	0.05	0.05	0.07	0.13	0.24	0.39	0.54	0.17
	Linee di tram	1	60	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.09	0.02
æ	Linea aerea 220/380 kV	6	360	0.04	0.05	0.07	0.22	0.78	1.67	1.68	0.71
durata	Linea aerea 36-150 kV	5	301	0.02	0.02	0.05	0.18	0.29	0.67	0.69	0.24
Misur di breve durata	Linea aerea 1-36 kV	5	300	0.02	0.02	0.02	0.1	0.2	0.56	0.58	0.18
ır di b	Stazioni di trasformazione	1	60	0.04	0.04	0.07	0.09	0.11	0.14	0.16	0.04
Misu	Nessuna fonte primaria LF	56	3363	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.16	0.48	0.04
	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	me- di- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Linee ferroviarie 2bin	7	701	0.02	0.03	0.06	0.1	0.18	0.33	0.93	0.12
	Linee ferroviarie 1bin	6	596	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.22	0.56	0.05
	Linee ferroviarie 2bin tun- nel	1	100	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.11	0.18	0.02
obile	Linee ferroviarie 1bin Tun- nel	2	201	0.03	0.04	0.08	0.17	0.26	0.38	1.46	0.18
ine m	Linee di tram	1	100	0.03	0.04	0.04	0.06	0.08	0.18	0.23	0.04
Misurazione mobile	Linea aerea 220/380 kV	6	601	0.04	0.05	0.06	0.25	0.98	1.68	2.07	0.92
Mist	Linea aerea 36-150 kV	5	460	0.02	0.02	0.04	0.17	0.27	0.5	0.72	0.23



	Linea aerea 1-36 kV	5	501	0.01	0.02	0.02	0.09	0.18	1.49	1.66	0.16
	Stazioni di trasformazione	1	100	0.03	0.04	0.05	0.07	0.1	0.13	0.16	0.05
	Nessuna fonte primaria LF	56	5520	0.01	0.02	0.03	0.04	0.08	0.2	0.56	0.05
	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	me- di- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Linee ferroviarie 2bin	7	60480	0.02	0.03	0.05	0.08	0.18	0.36	1.11	0.13
	Linee ferroviarie 1bin	6	51818	0.01	0.02	0.04	0.06	0.1	0.24	1.09	0.06
	Linee ferroviarie 2bin tun- nel	1	8640	0.02	0.04	0.14	1.32	1.35	1.39	2.92	1.21
	Linee ferroviarie 1biin Tun- nel	2	16953	0.02	0.06	0.08	0.11	0.18	0.3	0.76	0.1
	Linee di tram	1	8640	0.03	0.04	0.06	0.09	0.13	0.25	0.77	0.07
亞	Linea aerea 220/380 kV	6	51739	0.01	0.02	0.07	0.35	1.37	1.81	2.07	1.3
dura	Linea aerea 36-150 kV	5	42371	0.01	0.02	0.05	0.17	0.34	0.6	0.74	0.29
Misura di lunga durata	Linea aerea 1-36 kV	5	43158	0.01	0.02	0.02	0.08	0.2	0.45	0.8	0.18
ıra di	Stazioni di trasformazione	1	8640	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.15	0.45	0.04
Misu	Nessuna fonte primaria LF	56	488258	0.01	0.02	0.03	0.04	0.08	0.18	1.26	0.05

Tabella 42 : Contributi percentuali delle diverse sorgenti LF-MF alla densità di flusso magnetico totale, come mostrato nella metà destra della Figura30 . Il calcolo si basa sull'equazione (8). Sono state considerate le seguenti categorie di sorgenti: Corrente ferroviaria, alimentazione e corrente di ripple del tram. N indica il numero di misurazioni del sito e il numero di punti dati analizzati per ogni sorgente primaria è elencato sotto n. Il valore quadratico medio (RMS) della densità di flusso magnetico totale è calcolato con l'equazione (6). Nelle denominazioni delle sorgenti primarie, 1sp indica un binario singolo e 2sp un binario doppio.

	Sorgente primaria	N	n	RMS (μT)	Corrente ferro- viaria (%)	Alimentazi- one (%)	Corrente di on- dulazione del tram (%)
Ita	Linee ferroviarie 2bin	7	421	0.19	97	2.9	0.1
durata	Linee ferroviarie 1bin	6	362	0.12	84.6	13.2	2.2
breve	Linee ferroviarie 2bin Tun- nel	1	60	0.06	93.4	5.7	1
.	Linee ferroviarie 1bin Tun- nel	2	120	0.2	74.5	25.4	0.1
Misura	Linee di tram	1	60	0.04	65.5	31.6	3



	Linea aerea 220/380 kV	6	360	0.76	0	100	0
	Linea aerea 36-150 kV	5	301	0.33	3.4	96.6	0
	Linea aerea 1-36 kV	5	300	0.26	0.5	99.5	0.1
	Stazioni di trasformazione	1	60	0.1	23.1	76.7	0.2
	Nessuna fonte primaria LF	56	3363	0.09	38.5	60.8	0.7
	Fonte primaria	N	n	RMS (μT)	Corrente ferro- viaria (%)	Alimentazi- one (%)	Corrente di on- dulazione del tram (%)
	Linee ferroviarie 2bin	7	701	0.17	95.9	3.9	0.1
	Linee ferroviarie 1biiin	6	596	0.1	81.2	17.4	1.4
	Linee ferroviarie 2bin Tunnel	1	100	0.07	82.1	17	0.9
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	2	201	0.25	78.8	21.1	0.1
	Linee di tram	1	100	0.09	66.4	30.7	3
	Linea aerea 220/380 kV	6	601	0.77	0	100	0
pile	Linea aerea 36-150 kV	5	460	0.24	5.3	94.7	0.1
Misurazione mobile	Linea aerea 1-36 kV	5	501	0.56	0.2	99.8	0
Irazio	Stazioni di trasformazione	1	100	0.08	23.7	75.9	0.4
Misu	Nessuna fonte primaria LF	56	5520	0.1	33.5	66	0.5
	Fonte primaria	N	n	RMS (μT)	Corrente ferro- viaria (%)	Alimentazi- one (%)	Corrente di on- dulazione del tram (%)
	Linee ferroviarie 2bin	7	60480	0.17	55.7	44.2	0.1
	Linee ferroviarie 1bin	6	51818	0.11	66.3	29.5	4.2
	Linee ferroviarie 2bin tunnel	1	8640	1.15	0.6	99.4	0
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	2	16953	0.16	58.7	41.2	0.1
	Linee di tram	1	8640	0.13	78.7	17.4	4
ta	Linea aerea 220/380 kV	6	51739	0.91	0	100	0
Misura di lunga durata	Linea aerea 36-150 kV	5	42371	0.29	2.4	97.5	0
lunga	Linea aerea 1-36 kV	5	43158	0.21	0.8	99.1	0.1
ıra di	Stazioni di trasformazione	1	8640	0.09	12.2	87.5	0.3
Misu	Nessuna fonte primaria LF	56	488258	0.09	31.1	68.3	0.6



Tabella43 : Minimo, medio e massimo del valore medio aritmetico della densità di flusso magnetico per ciascuna sorgente primaria. I valori medi aritmetici sono calcolati secondo l'equazione (5) e il valore medio è calcolato secondo l'equazione (10). I dati sono mostrati inFigura 31 . Il numero di punti di misura è indicato con n e il numero di misurazioni sul sito è espresso con N.

	Fonte primaria	N	n	Minimo della media aritmetica (μT)	Valore medio della me- dia aritmetica (μT)	Massimo della media aritmetica (μT)
	Linee ferroviarie 2bin	7	421	0.04	0.14	0.27
	Linee ferroviarie 1bin	6	362	0.05	0.09	0.22
	Linee ferroviarie 2bin Tunnel	1	60	0.06	0.06	0.06
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	2	120	0.08	0.17	0.25
	Linee di tram	1	60	0.04	0.04	0.04
	Linea aerea 220/380 kV	6	360	0.05	0.49	1.66
	Linea aerea 36-150 kV	5	301	0.02	0.24	0.66
lurata	Linea aerea 1-36 kV	5	300	0.02	0.18	0.55
Misura di breve durata	Stazioni di trasforma- zione	1	60	0.09	0.09	0.09
Misura	Nessuna fonte prima- ria LF	56	3363	0.02	0.06	0.37
	Fonte primaria	N	n	Minimo della media aritmetica (μT)	Valore medio della media aritmetica (µT)	Massimo della media aritmetica (μT)
	Linee ferroviarie 2bin	7	701	0.04	0.13	0.23
	Linee ferroviarie 1bin	6	596	0.04	0.08	0.18
	Linee ferroviarie 2bin Tunnel	1	100	0.06	0.06	0.06
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	2	201	0.14	0.19	0.25
ø.	Linee di tram	1	100	0.07	0.07	0.07
Misurazione mobile	Linea aerea 220/380 kV	6	601	0.05	0.52	1.48
ırazio	Linea aerea 36-150 kV	5	460	0.02	0.18	0.42
Misu	Linea aerea 1-36 kV	5	501	0.02	0.3	1.19



	Stazioni di trasforma-	1	100	0.08	0.08	0.08
	Nessuna fonte prima- ria LF	56	5520	0.02	0.07	0.38
	Fonte primaria	N	n	Minimo della media aritmetica (μT)	Valore medio della me- dia aritmetica (μT)	Massimo della media aritmetica (µT)
	Linee ferroviarie 2bin	7	60480	0.05	0.13	0.33
	Linee ferroviarie 1bin	6	51818	0.04	0.08	0.14
	Linee ferroviarie 2bin tunnel	1	8640	0.98	0.98	0.98
	Linee ferroviarie 1bin Galleria	2	16953	0.09	0.14	0.19
	Linee di tram	1	8640	0.11	0.11	0.11
	Linea aerea 220/380 kV	6	51739	0.03	0.62	1.65
urata	Linea aerea 36-150 kV	5	42371	0.03	0.22	0.52
nga d	Linea aerea 1-36 kV	5	43158	0.02	0.14	0.41
Misurazione di lunga durata	Stazioni di trasforma- zione	1	8640	0.08	0.08	0.08
Misurazi	Nessuna fonte primaria LF	56	488258	0.02	0.06	0.25

V Parametri statistici delle misurazioni stazionarie

5.1 Siti di antenne di telefonia mobile nelle vicinanze delle stazioni di misura stazionarie

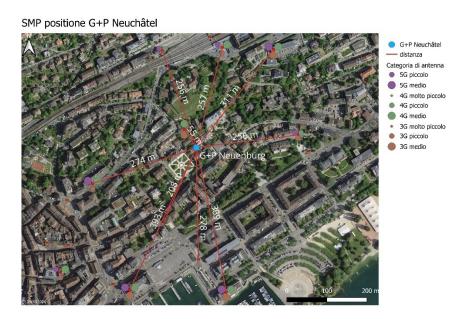


Figura 49: Siti di antenne di telefonia mobile nelle immediate vicinanze della stazione di misura stazionaria di Neuchâtel, classificati in base allo standard di telefonia mobile e alla potenza di trasmissione [21]. Le linee di distanza rosse sono da intendersi come le distanze orizzontali più brevi tra l'antenna e il sensore di intensità di campo. Le differenze di altezza non sono state prese in considerazione. Poiché non sono disponibili informazioni sull'allineamento azimutale dei settori dell'antenna, è impossibile stimare il contributo delle singole antenne.



Figura 50 : Ubicazione delle antenne di telefonia mobile nelle immediate vicinanze della stazione di misura stazionaria di Deitingen, classificate in base allo standard di telefonia mobile e alla potenza di trasmissione [21]. Le linee di distanza rosse sono da intendersi come le distanze orizzontali più brevi tra l'antenna e il sensore di intensità di campo. Le differenze di altezza non sono prese in considerazione. Poiché non sono disponibili informazioni sull'allineamento azimutale dei settori dell'antenna, è impossibile stimare il contributo delle singole antenne.



Figura 51: Ubicazione delle antenne di telefonia mobile nelle immediate vicinanze della stazione di misura stazionaria di Aarau, classificate in base allo standard di telefonia mobile e alla potenza di trasmissione [21]. Le linee di distanza rosse sono da intendersi come le distanze orizzontali più brevi tra l'antenna e il sensore di intensità di campo. Le differenze di altezza non sono state prese in considerazione. Poiché non sono disponibili informazioni sull'allineamento azimutale dei settori dell'antenna, è impossibile stimare il contributo delle singole antenne.



Figura 52 : Ubicazione delle antenne di telefonia mobile nelle immediate vicinanze della stazione di misura stazionaria di Allschwil, classificate in base allo standard di telefonia mobile e alla potenza di trasmissione [21]. Le linee di distanza rosse sono da intendersi come le distanze orizzontali più brevi tra l'antenna e il sensore di intensità di campo. Le differenze di altezza non sono state prese in considerazione. Poiché non sono disponibili informazioni sull'allineamento azimutale dei settori dell'antenna, è impossibile stimare il contributo delle singole antenne.











Figura 53 : Ubicazione delle antenne di telefonia mobile nelle immediate vicinanze della stazione di misura stazionaria di Zurigo, classificate in base allo standard di telefonia mobile e alla potenza di trasmissione [21]. Le linee di distanza rosse sono da intendersi come le distanze orizzontali più brevi tra l'antenna e il sensore di intensità di campo. Le differenze di altezza non sono state prese in considerazione. Poiché non sono disponibili informazioni sull'allineamento azimutale dei settori dell'antenna, è impossibile stimare il contributo delle singole antenne.

5.2 Andamento dell'intensità di campo raggruppata in base ai gruppi di servizi radio

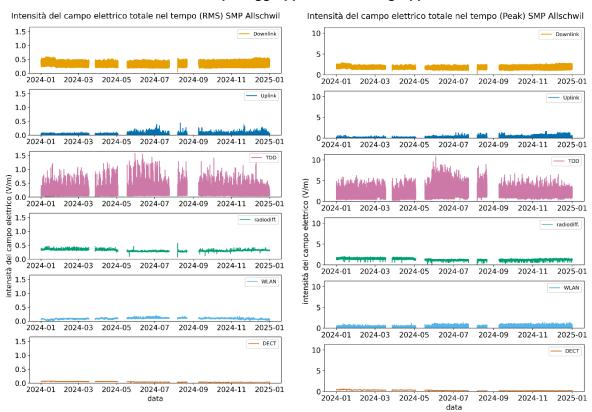


Figura54 : Andamento dell'intensità del campo elettrico delle misure continue per l'anno 2024 presso il sito TPH di Allschwil, raggruppate per categoria di sorgente. La parte sinistra del grafico mostra i valori RMS, mentre i corrispondenti valori di PEAK sono mostrati nella parte destra.



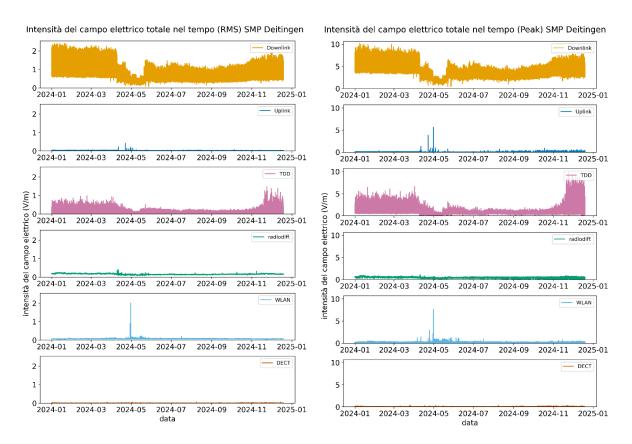


Figura 55: Andamento dell'intensità del campo elettrico delle misurazioni continue per l'anno 2024 presso il sito G+P di Deitingen, raggruppate per categoria di sorgente. La parte sinistra del grafico mostra i valori RMS, mentre i corrispondenti valori di PEAK sono mostrati nella parte destra.



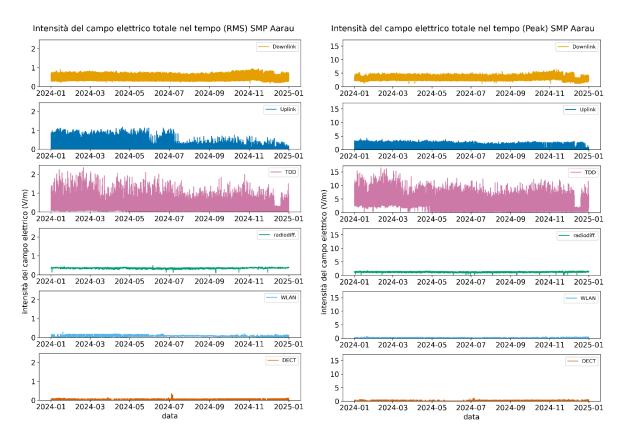


Figura 56: Andamento dell'intensità del campo elettrico delle misurazioni continue per l'anno 2024 presso il sito G+P di Aarau, raggruppate per categoria di sorgente. La parte sinistra del grafico mostra i valori RMS e i corrispondenti valori di PEAK sono mostrati nella parte destra.



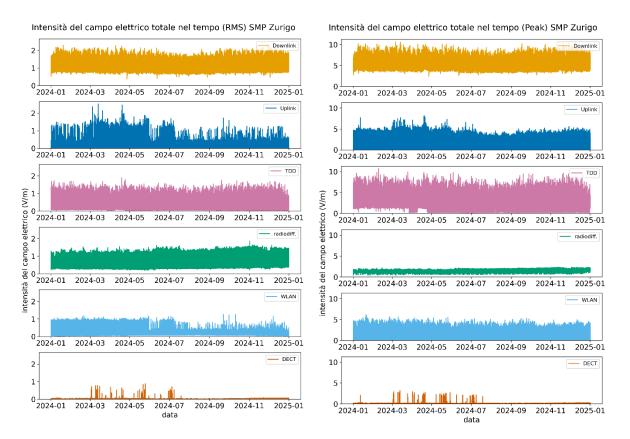


Figura 57 : Andamento dell'intensità del campo elettrico delle misurazioni continue per l'anno 2024 presso il sito Fields at Work di Zurigo, raggruppate per categoria di sorgente. La parte sinistra del grafico mostra i valori RMS, mentre i corrispondenti valori di PEAK sono riportati nella parte destra. Nel caso della misurazione di Zurigo, non si può escludere un'ulteriore influenza delle immissioni dalla banda ISM. I valori di intensità di campo per le due bande sopra menzionate e le relative categorie di servizio sono soggetti a un certo grado di incertezza per i tre siti con modem radio mobili.







5.3 Parametri statistici

Tabella 44 : parametri statistici per la distribuzione dell'intensità del campo elettrico (RMS) di tutte e cinque le stazioni di misura permanenti. I parametri sono indicati per le categorie di sorgenti downlink, uplink, TDD (time division duplex), broadcasting, WLAN e DECT. I valori per la distribuzione dell'intensità di campo totale sono elencati alla voce Totale. Il calcolo si basa sull'equazione (1). Il numero di punti dati analizzati per categoria di sorgente è elencato alla voce n. L'intervallo interquartile (IQR) indica l'intervallo in cui si trova il 50% dei valori medi dei dati. I quantili sono indicati con Q.

					Espos	sizione RF-I	EMF (R	MS) (V	/m)	
	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	mediana	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	2938767	0.06	0.21	0.26	0.29	0.35	0.47	1.06	0.09
	Uplink	2938767	0	0.01	0.01	0.01	0.09	0.15	0.28	0.08
	TDD	2938767	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.11	0.59	0.03
	Radio	2938767	0.06	0.08	0.09	0.12	0.22	0.25	0.35	0.13
_	WLAN	2938767	0.02	0.03	0.05	0.07	0.08	0.1	0.22	0.03
Neuchâtel	DECT	2938767	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.08	0.12	0.01
Nen	totale	2938767	0.2	0.28	0.32	0.36	0.41	0.52	1.1	0.09
	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	mediana	Q75	Q95	massimo	IQR
	downlink	3053145	0.08	0.31	0.43	0.58	0.82	1.29	2.42	0.39
	Uplink	3053145	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.42	0
	TDD	3053145	0.02	0.03	0.04	0.04	0.06	0.13	1.48	0.02
	Radio	3053145	0.06	0.12	0.14	0.15	0.17	0.21	0.4	0.03
	WLAN	3053145	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	2.02	0.01
Deitingen	DECT	3053145	0	0	0	0	0.01	0.01	0.06	0.01
Deit	totale	3053145	0.16	0.34	0.46	0.61	0.84	1.31	2.44	0.38
	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	mediana	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	3162964	0.17	0.32	0.41	0.49	0.55	0.64	0.95	0.14
	Uplink	3162964	0	0.01	0.01	0.01	0.03	0.35	1.18	0.02
	TDD	3162964	0.01	0.04	0.1	0.13	0.18	0.26	2.35	0.08
	Radio	3162964	0.1	0.31	0.34	0.36	0.37	0.38	0.49	0.03
	WLAN	3162964	0.01	0.02	0.05	0.06	0.07	0.1	0.29	0.02
ne	DECT	3162964	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.35	0
Aarau	totale	3162964	0.39	0.49	0.57	0.63	0.7	0.81	2.46	0.13



	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	mediana	Q75	Q95	massimo	IQR
	downlink	2680333	0.05	0.21	0.27	0.32	0.37	0.43	0.59	0.1
	Uplink	2680333	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.44	0.01
	TDD	2680333	0.02	0.05	0.08	0.1	0.12	0.18	1.58	0.04
	Trasmissione	2680333	0.07	0.27	0.29	0.31	0.34	0.36	0.57	0.05
	WLAN	2680333	0.02	0.05	0.07	0.09	0.1	0.12	0.21	0.03
Allschwil	DECT	2680333	0.01	0.03	0.03	0.03	0.05	0.06	0.08	0.02
Allso	totale	2680333	0.14	0.39	0.44	0.47	0.51	0.57	1.65	0.07
	Fonte primaria	_		005	005		075	005		
	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	mediana	Q75	Q95	massimo	IQR
	downlink	3162997	0.38	0.74	Q25 0.85	1.04	1.32	1.62	massimo 2.34	0.47
	downlink	3162997	0.38	0.74	0.85	1.04	1.32	1.62	2.34	0.47
	downlink	3162997 3162997	0.38	0.74	0.85	1.04	1.32	1.62	2.34	0.47
	downlink Uplink TDD	3162997 3162997 3162997	0.38 0.01 0.02	0.74 0.01 0.04	0.85 0.01 0.11	1.04 0.02 0.17	1.32 0.03 0.24	1.62 0.33 0.43	2.34 2.53 1.9	0.47 0.02 0.13
Zurigo	downlink Uplink TDD Radio	3162997 3162997 3162997 3162997	0.38 0.01 0.02 0.19	0.74 0.01 0.04 0.26	0.85 0.01 0.11 0.29	1.04 0.02 0.17 0.31	1.32 0.03 0.24 0.34	1.62 0.33 0.43 0.39	2.34 2.53 1.9 1.86	0.47 0.02 0.13 0.05



Tabella 45 : parametri statistici per la distribuzione dell'intensità del campo elettrico (PEAK) di tutte e cinque le stazioni di misura continue. I parametri sono indicati per le categorie di sorgenti downlink, uplink, TDD (time division duplex), broadcasting, WLAN e DECT. I valori per la distribuzione dell'intensità di campo totale sono elencati alla voce Totale. Il calcolo si basa sull'equazione (1). Il numero di punti dati analizzati per categoria di sorgente è elencato alla voce n. L'intervallo interquartile (IQR) indica l'intervallo in cui si trova il 50% dei valori medi dei dati. I quantili sono indicati con Q.

					Espos	sizione RF-E	MF (PE	EAK) (V	/m)	
	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	mediana	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	2938767	0.36	1.09	1.28	1.49	1.81	2.35	4.71	0.53
	Uplink	2938767	0	0	0.01	0.01	0.11	0.17	1.63	0.1
	TDD	2938767	0.01	0.24	0.33	0.45	0.59	0.97	3.53	0.26
	Radiodiffusione	2938767	0.01	0.16	0.23	0.38	0.82	1.01	1.62	0.59
_	WLAN	2938767	0.01	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	2.8	0.03
Neuchâtel	DECT	2938767	0.02	0.1	0.17	0.24	0.31	0.39	0.66	0.14
Nen	totale	2938767	0.83	1.33	1.5	1.72	2.04	2.55	4.84	0.54
	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	downlink	3053145	0.41	1.92	2.74	3.55	4.68	6.26	10.18	1.94
	Uplink	3053145	0	0.01	0.02	0.02	0.04	0.07	5.61	0.02
	TDD	3053145	0.03	0.3	0.47	0.62	1.07	2.34	9.81	0.6
	Radiodiffusione	3053145	0	0.29	0.36	0.42	0.5	0.61	1.06	0.14
	WLAN	3053145	0.01	0.05	80.0	0.14	0.2	0.3	7.67	0.12
Deitingen	DECT	3053145	0	0	0.02	0.02	0.03	0.05	0.37	0.01
Deit	totale	3053145	0.58	2.03	2.83	3.65	4.96	6.55	11.16	2.13
	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	mediana	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	3162964	1.13	2.36	2.75	3.02	3.33	3.81	6.43	0.58
	Uplink	3162964	0	0.01	0.02	0.03	0.24	1.78	4.15	0.22
	TDD	3162964	0.14	0.42	2.69	3.44	4.06	5.13	16.44	1.37
	Radiodiffusione	3162964	0.06	1	1.11	1.19	1.27	1.36	1.72	0.16
	WLAN	3162964	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.19	0.63	0.03
ne	DECT	3162964	0.01	0.09	0.11	0.13	0.2	0.33	1.19	0.09
Aarau	totale	3162964	1.73	2.81	4.19	4.84	5.4	6.29	16.9	1.21



	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	mediana	Q75	Q95	massimo	IQR
	downlink	2680333	0.19	1.28	1.52	1.7	1.87	2.15	2.93	0.35
	Uplink	2680333	0	0.01	0.01	0.02	0.06	0.23	1.64	0.05
	TDD	2680333	0.22	0.66	1.25	1.51	1.76	2.23	10.82	0.51
	Radiodiffusione	2680333	0.05	1.02	1.11	1.21	1.45	1.58	2.01	0.34
	WLAN	2680333	0.01	0.05	0.07	0.08	0.1	0.16	1.42	0.03
Allschwil	DECT	2680333	0.02	0.15	0.17	0.18	0.34	0.44	0.56	0.17
Allso	totale	2680333	0.52	2.18	2.43	2.64	2.85	3.2	11	0.42
	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	mediana	Q75	Q95	massimo	IQR
	Fonte primaria downlink	n 3162997	min 2.38	Q05 3.97	Q25 4.54	mediana 5.22	Q75 6	Q95 7.06	massimo 10.67	1QR 1.46
	·									
	downlink	3162997	2.38	3.97	4.54	5.22	6	7.06	10.67	1.46
	downlink	3162997 3162997	2.38	3.97	4.54 0.05	5.22	6 0.68	7.06	10.67 8.14	1.46
	downlink Uplink TDD	3162997 3162997 3162997	2.38	3.97 0.02 0.3	4.54 0.05 1.77	5.22 0.08 2.39	6 0.68 3.14	7.06 3.64 4.02	10.67 8.14 10.76	1.46 0.63 1.37
Zurigo	downlink Uplink TDD Radiodiffusione	3162997 3162997 3162997 3162997	2.38 0 0.1 0.39	3.97 0.02 0.3 0.86	4.54 0.05 1.77 0.99	5.22 0.08 2.39 1.08	6 0.68 3.14 1.19	7.06 3.64 4.02 1.36	10.67 8.14 10.76 2.34	1.46 0.63 1.37 0.2



Tabella 46 : Confronto delle caratteristiche statistiche dell'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RMS) di tutte le stazioni di misura permanenti tra gli anni 2024 e 2023, come mostrato nella Figura 45 . I parametri sono indicati per le categorie di sorgenti downlink, uplink, TDD (time division duplex), broadcasting, WLAN e DECT. I valori per la distribuzione dell'intensità di campo totale sono elencati alla voce Totale. Il calcolo si basa sull'equazione (1). Il numero di punti dati analizzati per categoria di sorgente è elencato sotto n. L'intervallo interquartile (IQR) indica l'intervallo in cui si trova il 50% dei valori medi dei dati. I quantili sono indicati con Q.

						Esposizio	ne RF-EMF	(RMS) (V/m)		
	Fonte primaria	Anno	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Danneliale	2024	2938767	0.06	0.21	0.26	0.29	0.35	0.47	1.06	0.09
	Downlink	2023	2621255	0.09	0.14	0.2	0.24	0.28	0.37	1.31	0.08
	Uplink	2024	2938767	0	0.01	0.01	0.01	0.09	0.15	0.28	0.08
	Оршик	2023	2621255	0	0	0.01	0.01	0.05	0.14	0.58	0.04
	TDD	2024	2938767	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.11	0.59	0.03
		2023	2621255	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.09	0.39	0.03
	Radiodiffusi-	2024	2938767	0.06	0.08	0.09	0.12	0.22	0.25	0.35	0.13
	one	2023	2621255	0.07	0.09	0.09	0.1	0.12	0.13	0.16	0.03
	WLAN	2024	2938767	0.02	0.03	0.05	0.07	0.08	0.1	0.22	0.03
	VVLAIN	2023	2621255	0.01	0.02	0.03	0.06	0.08	0.09	0.25	0.05
	DECT	2024	2938767	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.08	0.12	0.01
-	DECT	2023	2621255	0	0.02	0.02	0.02	0.03	0.06	0.1	0.01
Neuchâtel	totale	2024	2938767	0.2	0.28	0.32	0.36	0.41	0.52	1.1	0.09
Nen	lotale	2023	2621255	0.14	0.19	0.25	0.28	0.32	0.41	1.32	0.07
	Fonte primaria	Anno	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Downlink	2024	3053145	0.08	0.31	0.43	0.58	0.82	1.29	2.42	0.39
	DOWNIIIR	2023	2837281	0.11	0.38	0.49	0.63	0.81	1.3	2.37	0.32
	Unlink	2024	3053145	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.42	0
	Uplink	2023	2837281	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.07	0.01
	TDD	2024	3053145	0.02	0.03	0.04	0.04	0.06	0.13	1.48	0.02
		2023	2837281	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.09	1.04	0.02
Deitingen	Radiodiffusi-	2024	3053145	0.06	0.12	0.14	0.15	0.17	0.21	0.4	0.03
Deit	one	2023	2837281	0.07	0.1	0.12	0.13	0.15	0.18	0.29	0.03



	WLAN	2024	3053145	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	2.02	0.01
	VILAIN	2023	2837281	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.18	0.02
	DECT	2024	3053145	0	0	0	0	0.01	0.01	0.06	0.01
	DECT	2023	2837281	0	0	0	0	0.01	0.01	0.08	0.01
	totale	2024	3053145	0.16	0.34	0.46	0.61	0.84	1.31	2.44	0.38
	totale	2023	2837281	0.19	0.4	0.51	0.65	0.83	1.31	2.38	0.32
	Fonte primaria	Anno	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Downlink	2024	3162964	0.17	0.32	0.41	0.49	0.55	0.64	0.95	0.14
	DOWININK	2023	3137744	0.2	0.32	0.4	0.48	0.55	0.63	1.24	0.15
	Uplink	2024	3162964	0	0.01	0.01	0.01	0.03	0.35	1.18	0.02
	Оршк	2023	3137744	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.15	1.36	0.01
	TDD	2024	3162964	0.01	0.04	0.1	0.13	0.18	0.26	2.35	0.08
	100	2023	3137744	0.02	0.09	0.11	0.13	0.16	0.26	2.59	0.05
	Radiodiffusi-	2024	3162964	0.1	0.31	0.34	0.36	0.37	0.38	0.49	0.03
	one	2023	3137744	0.1	0.3	0.34	0.36	0.38	0.4	0.63	0.04
	WLAN	2024	3162964	0.01	0.02	0.05	0.06	0.07	0.1	0.29	0.02
	VVLAN	2023	3137744	0.01	0.02	0.03	0.06	0.07	0.09	0.41	0.04
	DECT	2024	3162964	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.35	0
		2023	3137744	0	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.44	0.01
an	totale	2024	3162964	0.39	0.49	0.57	0.63	0.7	0.81	2.46	0.13
Aarau	iolale	2023	3137744	0.38	0.5	0.56	0.62	0.68	0.77	2.67	0.12



	Fonte primaria	Anno	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Downlink	2024	2680333	0.05	0.21	0.27	0.32	0.37	0.43	0.59	0.1
	DOWININK	2023	2780519	0.17	0.25	0.34	0.39	0.43	0.48	0.63	0.09
	Uplink	2024	2680333	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.44	0.01
	Оршик	2023	2780519	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.31	0.01
	TDD	2024	2680333	0.02	0.05	0.08	0.1	0.12	0.18	1.58	0.04
	100	2023	2780519	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.14	1.22	0.04
	Radiodiffusi-	2024	2680333	0.07	0.27	0.29	0.31	0.34	0.36	0.57	0.05
	one	2023	2780519	0.1	0.29	0.31	0.32	0.33	0.35	0.5	0.02
	WLAN	2024	2680333	0.02	0.05	0.07	0.09	0.1	0.12	0.21	0.03
	VLAN	2023	2780519	0.01	0.03	0.06	0.08	0.1	0.12	0.22	0.04
	DECT	2024	2680333	0.01	0.03	0.03	0.03	0.05	0.06	0.08	0.02
	DECT	2023	2780519	0.01	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.19	0.01
Allschwil	totale	2024	2680333	0.14	0.39	0.44	0.47	0.51	0.57	1.65	0.07
Alls	totale	2023	2780519	0.37	0.42	0.48	0.52	0.56	0.6	1.33	0.08
	Fonte primaria	Anno	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Downlink	2024	3162997	0.38	0.74	0.85	1.04	1.32	1.62	2.34	0.47
	Downing	2023	3153757	0.4	0.74	0.86	1.06	1.33	1.62	2.38	0.47
	Uplink	2024	3162997	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.33	2.53	0.02
	Оршик	2023	3153757	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	1.99	0.02
	TDD	2024	3162997	0.02	0.04	0.11	0.17	0.24	0.43	1.9	0.13
	100	2023	3153757	0.02	0.07	0.11	0.15	0.21	0.39	2.01	0.1
	Radiodiffusi-	2024	3162997	0.19	0.26	0.29	0.31	0.34	0.39	1.86	0.05
	one	2023	3153757	0.15	0.27	0.28	0.3	0.35	0.42	2	0.07
	WLAN	2024	3162997	0.02	0.05	0.07	0.09	0.1	0.26	1.26	0.03
	VV E / \ \ \	2023	3153757	0.01	0.03	0.06	0.07	0.09	0.1	1.14	0.03
	DECT	2024	3162997	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.88	0.03
ob		2023	3153757	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07	0.02
Zurigo	Totale	2024	3162997	0.53	0.82	0.94	1.14	1.41	1.72	2.97	0.47



|--|



Tabella 47 : Confronto delle caratteristiche statistiche dell'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (PEAK) di tutte le stazioni di misura permanenti tra gli anni 2024 e 2023, come mostrato nella Figura 46 . I parametri sono indicati per le categorie di sorgenti downlink, uplink, TDD (time division duplex), broadcasting, WLAN e DECT. I valori per la distribuzione dell'intensità di campo totale sono elencati alla voce Totale. Il calcolo si basa sull'equazione (1). Il numero di punti di dati analizzati per categoria di sorgente è elencato sotto n. L'intervallo interquartile (IQR) indica l'intervallo in cui si trova il 50% dei valori medi dei dati. I quantili sono indicati con Q.

				Esposizione RF-EMF (PEAK) (V/m)							
	Fonte prima- ria	Anno	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Downlink	2024	2938767	0.36	1.09	1.28	1.49	1.81	2.35	4.71	0.53
	DOWIIIIK	2023	2621255	0.43	0.74	0.96	1.14	1.4	1.87	3.74	0.44
	Uplink	2024	2938767	0	0	0.01	0.01	0.11	0.17	1.63	0.1
	Оршик	2023	2621255	0	0	0.01	0.01	0.07	0.16	2.53	0.06
	TDD	2024	2938767	0.01	0.24	0.33	0.45	0.59	0.97	3.53	0.26
	100	2023	2621255	0.01	0.13	0.26	0.36	0.51	0.85	4.88	0.25
	Radiodiffusi-	2024	2938767	0.01	0.16	0.23	0.38	0.82	1.01	1.62	0.59
	one	2023	2621255	0.02	0.15	0.22	0.27	0.31	0.37	0.62	0.09
	WLAN	2024	2938767	0.01	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	2.8	0.03
	VILAN	2023	2621255	0.01	0.03	0.05	0.06	0.07	0.09	1.61	0.02
	DECT	2024	2938767	0.02	0.1	0.17	0.24	0.31	0.39	0.66	0.14
<u></u>		2023	2621255	0.01	0.1	0.13	0.16	0.22	0.34	0.7	0.09
Neuchâtel	Totale	2024	2938767	0.83	1.33	1.5	1.72	2.04	2.55	4.84	0.54
Nen	Totale	2023	2621255	0.48	0.88	1.08	1.27	1.54	2.02	4.96	0.46
	Fonte prima- ria	Anno	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Downlink	2024	3053145	0.41	1.92	2.74	3.55	4.68	6.26	10.18	1.94
	DOWININ	2023	2837281	0.63	2.4	2.94	3.75	4.64	6.17	9.7	1.7
	Uplink	2024	3053145	0	0.01	0.02	0.02	0.04	0.07	5.61	0.02
	Оршк	2023	2837281	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.34	0.02
	TDD	2024	3053145	0.03	0.3	0.47	0.62	1.07	2.34	9.81	0.6
		2023	2837281	0.02	0.25	0.56	0.76	1	1.59	7.11	0.44
Deitingen	Radiodiffusi-	2024	3053145	0	0.29	0.36	0.42	0.5	0.61	1.06	0.14
Deif	one	2023	2837281	0	0.25	0.31	0.36	0.42	0.53	0.86	0.11



	WLAN	2024	3053145	0.01	0.05	0.08	0.14	0.2	0.3	7.67	0.12
	VVLAIN	2023	2837281	0.01	0.04	0.06	0.11	0.16	0.24	1.06	0.1
	DECT	2024	3053145	0	0	0.02	0.02	0.03	0.05	0.37	0.01
	DEGI	2023	2837281	0	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.29	0.01
	totale	2024	3053145	0.58	2.03	2.83	3.65	4.96	6.55	11.16	2.13
	totale	2023	2837281	0.79	2.54	3.07	3.86	4.78	6.28	9.77	1.71
	Fonte prima- ria	Anno	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Downlink	2024	3162964	1.13	2.36	2.75	3.02	3.33	3.81	6.43	0.58
	DOWINIK	2023	3137744	1.05	2.41	2.71	2.94	3.2	3.62	5.4	0.49
	Uplink	2024	3162964	0	0.01	0.02	0.03	0.24	1.78	4.15	0.22
	Оршк	2023	3137744	0	0.01	0.02	0.03	0.15	0.84	4.98	0.13
	TDD	2024	3162964	0.14	0.42	2.69	3.44	4.06	5.13	16.44	1.37
	100	2023	3137744	0.31	2.62	3.29	3.79	4.39	5.47	18.07	1.1
	Radiodiffusi-	2024	3162964	0.06	1	1.11	1.19	1.27	1.36	1.72	0.16
	one	2023	3137744	0.1	0.97	1.1	1.21	1.28	1.39	1.73	0.18
	WLAN	2024	3162964	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.19	0.63	0.03
	VVLAIN	2023	3137744	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.14	3.96	0.03
	DECT	2024	3162964	0.01	0.09	0.11	0.13	0.2	0.33	1.19	0.09
	DE01	2023	3137744	0.01	0.09	0.11	0.13	0.16	0.3	1.44	0.05
an	totale	2024	3162964	1.73	2.81	4.19	4.84	5.4	6.29	16.9	1.21
Aarau	iolaic	2023	3137744	2.53	4.05	4.58	5	5.51	6.43	18.34	0.93



	Fonte prima-	Anno	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Downlink	2024	2680333	0.19	1.28	1.52	1.7	1.87	2.15	2.93	0.35
	DOWINIK	2023	2780519	0.92	1.57	1.81	1.97	2.12	2.35	3.15	0.31
	Holipk	2024	2680333	0	0.01	0.01	0.02	0.06	0.23	1.64	0.05
	Uplink	2023	2780519	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.06	1.34	0.01
	TDD	2024	2680333	0.22	0.66	1.25	1.51	1.76	2.23	10.82	0.51
	100	2023	2780519	0.23	0.67	0.93	1.22	1.48	1.83	6.2	0.55
	Radiodiffusi-	2024	2680333	0.05	1.02	1.11	1.21	1.45	1.58	2.01	0.34
	one	2023	2780519	0.21	1.24	1.33	1.4	1.46	1.55	1.92	0.13
	WLAN	2024	2680333	0.01	0.05	0.07	0.08	0.1	0.16	1.42	0.03
	VVLAIN	2023	2780519	0.01	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11	4.87	0.02
	DECT	2024	2680333	0.02	0.15	0.17	0.18	0.34	0.44	0.56	0.17
	DECT	2023	2780519	0.03	0.32	0.38	0.42	0.45	0.5	1.02	0.07
Allschwil	totale	2024	2680333	0.52	2.18	2.43	2.64	2.85	3.2	11	0.42
Allsc	totale	2023	2780519	1.74	2.32	2.57	2.76	2.95	3.21	6.77	0.38
	Fonte prima- ria	Anno	n	min	Q05	Q25	medi- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Downlink	2024	3162997	2.38	3.97	4.54	5.22	6	7.06	10.67	1.46
	Bowniii	2023	3153757	2.1	3.95	4.55	5.25	5.98	6.95	10.25	1.43
	Uplink	2024	3162997	0	0.02	0.05	0.08	0.68	3.64	8.14	0.63
	Оршк	2023	3153757	0	0.03	0.06	0.08	0.1	0.62	8.25	0.04
	TDD	2024	3162997	0.1	0.3	1.77	2.39	3.14	4.02	10.76	1.37
	100	2023	3153757	0.15	1.42	1.83	2.26	2.92	3.73	10.36	1.09
	Radiodiffusi-	2024	3162997	0.39	0.86	0.99	1.08	1.19	1.36	2.34	0.2
	one	2023	3153757	0.02	0.88	0.99	1.07	1.21	1.39	2.48	0.22
	WLAN	2024	3162997	0.01	0.09	0.22	0.36	0.66	2.43	6.11	0.44
	VVLAIN	2023	3153757	0.01	0.08	0.18	0.29	0.47	0.96	6.38	0.29
	DECT	2024	3162997	0.04	0.05	0.06	0.09	0.13	0.17	3.2	0.07
of:	DECT	2023	3153757	0.04	0.05	0.07	0.1	0.13	0.16	0.54	0.06
Zurigo	totale	2024	3162997	2.81	4.32	5.26	6.13	7.03	8.2	13.21	1.77



2023 3153757 2.85 4.57 5.25 5.96 6.72 7.74 12.46 1.47											
		2023	3153757	2.85	4.57	0.20	5.96	6.72	1.74	12.46	1.47

5.4 Intensità di campo aggregate mensili delle stazioni di misura stazionerie

Distribuzione del campo elettrico totale per mese (RMS)

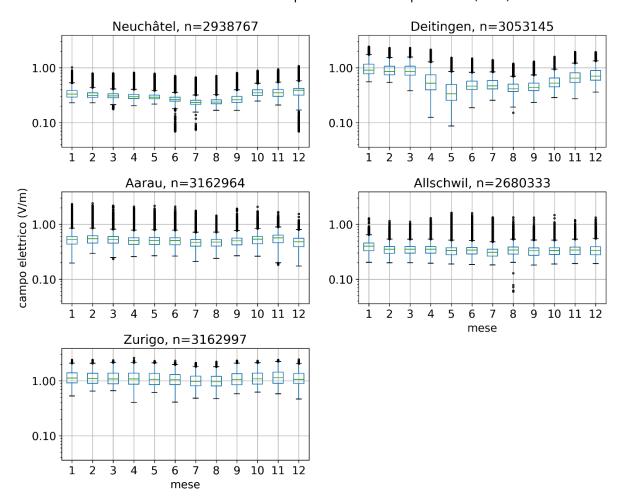


Figura 58: Distribuzione dell'intensità di campo elettrico totale RMS per mese. I singoli pannelli mostrano le distribuzioni delle postazioni fisse. n indica il numero di misurazioni di ciascuna stazione nel 2024. Per una migliore comparabilità, le ordinate coprono un intervallo di valori identico.

Distribuzione del campo elettrico totale per mese (Peak)

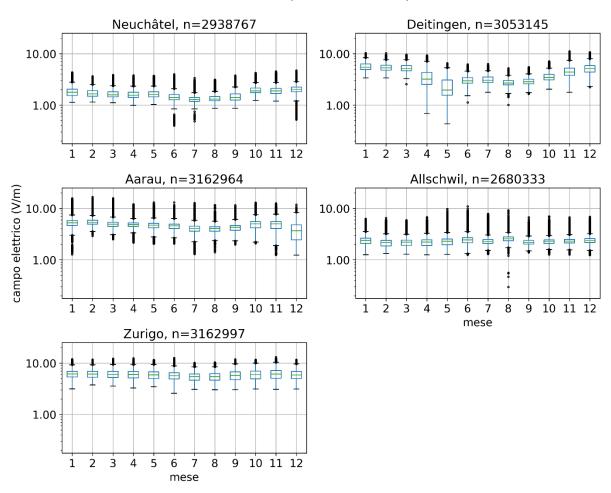


Figura 59: Distribuzione dell'intensità del campo elettrico di PEAK per mese. I singoli pannelli mostrano le distribuzioni delle località stazionarie. n indica il numero di misurazioni di ciascuna stazione nel 2024. Per una migliore comparabilità, le ordinate coprono un intervallo di valori identico.

5.5 Intensità di campo aggregate orarie delle stazioni di misura stazionarie

Mediana del campo elettrico totale giornaliera (RMS)

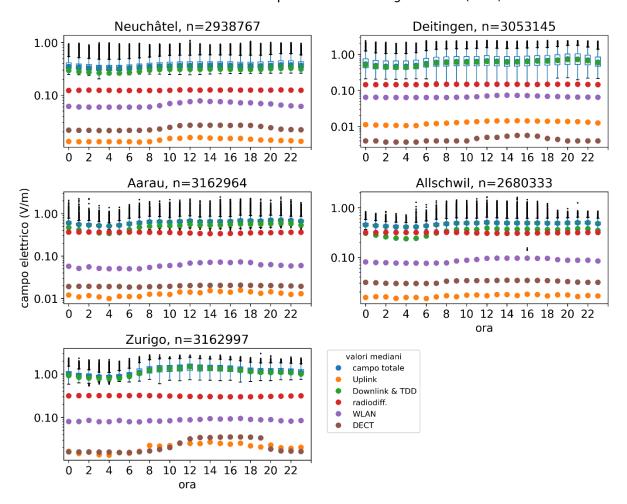


Figura 60 : Distribuzione dell'intensità di campo elettrico totale RMS per ora. I valori anomali al di fuori dell'intervallo interquartile (IQR) di 1,5 volte sono contrassegnati da punti neri. Inoltre, i valori mediani delle varie categorie di sorgenti sono indicati con punti colorati. Il primo intervallo è contrassegnato dalle ore 0 e copre l'intervallo di tempo a destra [00:00, 01:00], mentre il secondo intervallo di tempo 1 copre l'intervallo di tempo da [01:00-02:00], ecc.

Mediana del campo elettrico totale giornaliera (Peak)

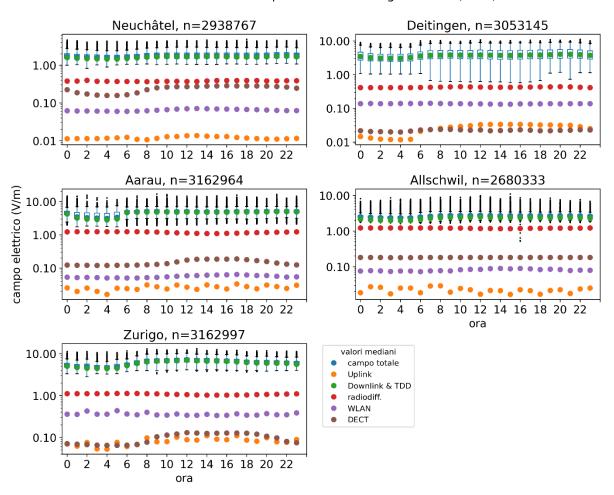


Figura 61: Distribuzione dell'intensità del campo elettrico totale di PEAK per ora. I valori anomali al di fuori dell'intervallo interquartile (IQR) di 1,5 volte sono contrassegnati da punti neri. Inoltre, i valori mediani delle diverse categorie di sorgenti sono indicati con punti colorati. Il primo intervallo è contrassegnato dalle ore 0 e copre l'intervallo di tempo a destra [00:00, 01:00], mentre il secondo intervallo di tempo 1 copre l'intervallo di tempo da [01:00-02:00], ecc.



VI Elenco delle posizioni di misurazione spot

Tabella48 : Elenco delle misure spot con comune di ubicazione, ID del microambiente e uso dell'edificio.

ID and	Commune	Fanta neimania	Tipo di adifinia	Uso dell'e- dificio	Uso dell'edificio	Uso dell'edificio
ID spot	Comune	Fonte primaria	Tipo di edificio	Luogo di misur- azione	sopra	in basso
spot_SN004	Frick	Linee ferroviarie 2bin	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	cantina
spot_SN010A	Saint Blaise (NE)	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_SN016	Losanna	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	nessuna	abitazione
spot_SN016A	Losanna	Telefonia cellulare	plurifamiliare	(diversi)	abitazione	cantina
punto_SN025	Gonten	Linea aerea 36-150 kV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	cantina
punto_SN027	Ettiswil	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
spot_SN027A	Ettiswil	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
spot_SN029	Walchwil	Linee ferroviarie 2bin	plurifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
punto_SN065	Frauenfeld	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	nessuna	abitazione
spot_SN065A	Frauenfeld	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_SN071	Zurigo	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	sottotetto	abitazione
spot_SN071A	Zurigo	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_SN073	Nyon	Radio/TV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	cantina
spot_SN082	Winterthur	Radio/TV	plurifamiliare	Abitazione	sottotetto	abitazione
spot_mp001	Lungern	Linea aerea 220/380 kV	Casa colonica	abitazione	Abitazione	senza se- minterrato
spot_mp002	Münchenstein	Linea aerea 220/380 kV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	senza se- minterrato
spot_mp003	Münchenstein	Linee del tram	plurifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp005	Dübendorf	Linee ferroviarie 2bin	Casa bifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp007	Gränichen	Linee ferroviarie 1bin	plurifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp008	Reinach AG	Linee ferroviarie 1bin	altro	altro	servizio	servizio
spot_mp011	Lugano	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp011A	Lugano	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp012A	Münchenstein	Telefonia cellulare	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp013	Zurigo	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp013A	Zurigo	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp015	Grellingen	Telefonia cellulare	unifamiliare in- dipendente	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp017	Dübendorf	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
•	•	•	•	•	*	•



				Uso dell'e- dificio	Uso dell'edificio	Uso dell'edificio
ID spot	Comune	Fonte primaria	Tipo di edificio	Luogo di misur- azione	sopra	in basso
spot_mp017A	Dübendorf	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp018	Zurigo	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp018A	Zurigo	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp019	Soletta	Linee ferroviarie 1biin	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp020	Zermatt	Linee ferroviarie 1bin	plurifamiliare	abitazione	sottotetto	abitazione
punto_mp021	Deitingen	Linee ferroviarie 2bin	plurifamiliare	abitazione	sottotetto	abitazione
punto_mp023	Rümlang	Linea aerea 36-150 kV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	sottotetto	abitazione
punto_mp024	Svitto	Telefonia cellulare	altro	abitazione	nessuno	abitazioine
spot_mp026	Kehrsatz	Linee ferroviarie 2bin	plurifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp028	Delémont	Radio/TV	plurifamiliare	abitazione	abitazione	Servizi
spot_mp032	Herisau	Telefonia cellulare	Casa a schiera	abitazione	sottotetto	abitazione
spot_mp033	Brienz	Telefonia cellulare	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp034	Winterthur	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	sottotetto	abitazione
spot_mp034A	Winterthur	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp037	Montmagny	Radio/TV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp038	Walterswil	Radio/TV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp040	Terreno	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp041	Ersfeld	linee ferroviarie 2bin	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	cantina
punto_mp042	Neuhausen am Rheinfall	Telefonia cellulare	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp043	Pfäffikon	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp044	San Gallo	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp046	Ennenda	Linee ferroviarie 1bin	Casa a schiera	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp047	Laufenburg	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp047A	Laufenburg	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp048	Berna	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp048A	Berna	Telefonia cellulare	Casa bifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp049	Yverdon-les- Bains	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp049A	Yverdon-les- Bains	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	senza se- minterrato
spot_mp050	Disentis	linee ferroviarie 1bin tunnel	Casa bifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp052	Visp	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp052A	Visp	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	Ufficio
spot_mp054	Zernez	Linea aerea 36-150 kV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp055	Winterthur	Linea aerea 220/380 kV	Casa a schiera	abitazione	sottotetto	abitazione



ID		Fort	T	Uso dell'e- dificio	Uso dell'edificio	Uso dell'edificio
ID spot	Comune	Fonte primaria	Tipo di edificio	Luogo di misur- azione	sopra	in basso
punto_mp056	Marly	Linea aerea 220/380 kV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp057	Châtillon	Linea aerea 36-150 kV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	sottotetto	cantina
punto_mp060A	Seewen	Telefonia cellulare	Casa colonica	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp061	Soletta	Stazioni di trasforma- zione	plurifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp064	Igis	Radio/TV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	senza se- minterrato
spot_mp066	Neuchâtel	Telefonia cellulare	Casa bifamiliare	abitazione	nessuna	abitazione
spot_mp066A	Neuchâtel	Telefonia cellulare	Casa bifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp067	Kehrsatz	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp067A	Kehrsatz	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp068	Cheseaux- Noréaz	Telefonia cellulare	Casa bifamiliare	abitazione	nessuna	abitazione
spot_mp068A	Cheseaux- Noréaz	Telefonia cellulare	Casa bifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp069	Laufenburg	linee ferroviarie 1bin	unifamiliare indipendente	abitazione	sottotetto	abitazione
spot_mp074	Bolligen	Radio/TV	Casa bifamiliare	abitazione	abitazione	abitazione
spot_mp075	Biel/Bienne	Linee ferroviarie 2bin tunnel	Casa a schiera	abitazione	abitazione	altro
spot_mp076	Nyon	Linea aerea 220/380 kV	altro	Edificio in- dustriale	nessuno	servizio
punto_mp077	Bolligen	Linea aerea 220/380 kV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp078	Biel/Bienne	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp078A	Biel/Bienne	Telefonia cellulare	plurifamiliare	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp079	Lucerna	Radio/TV	plurifamiliare	Soggiorno	sottotetto	abitazione
spot_mp081	St-Pierre-de- Clages	Telefonia cellulare	unifamiliare in- dipendente	abitazione	nessuna	abitazione
spot_mp081A	St-Pierre-de- Clages	Telefonia cellulare	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	senza se- minterrato
spot_mp083	Liestal	Linea aerea 36-150 kV	plurifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
punto_mp089	Unterlunkh- ofen	Linea aerea 1-36 kV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	nessuno	abitazione
punto_mp090	Jonen	Linea aerea 1-36 kV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	abitazione
punto_mp091	Ziegelbrücke	Linea aerea 1-36 kV	Casa bifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp092	Riedern	Linea aerea 1-36 kV	plurifamiliare	abitazione	nessuno	abitazione
spot_mp093	Lucerna	linee ferroviarie 1bin tunnel	plurifamiliare	abitazione	abitazione	senza se- minterrato
spot_mp094	Bowil	Linee ferroviarie 2bin	unifamiliare in- dipendente	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp096	Bätterkinden	Linea aerea 1-36 kV	Casa a schiera	abitazione	abitazione	cantina
spot_mp100	Haute- Nendaz	Radio/TV	unifamiliare in- dipendente	abitazione	nessuno	abitazione



Tabella 49 : Elenco con informazioni dettagliate sulle misure. Per le misurazioni di breve durata, sono indicati il piano e l'utilizzo della stanza. Per le misure mobili, viene indicato il numero di piani e di stanze attraversate. Le misurazioni di lunga durata si svolgono solitamente in camera da letto. La tabella contiene informazioni sul pavimento e sulla posizione del dispositivo di misurazione. Sono stati presi in considerazione i seguenti tipi di pavimento: DG (ultimo piano), EG (piano terra), OG (piano superiore), UG (seminterrato).

(plane tena), oc	(plane superior	e), OG (seminter	*	NI	D:	D. delan
ID del punto	Piano Misura di breve du- rata	Utilizzo del lo- cale Misur- azione di breve durata	Numero di pi- ani misur- azioni mobili	Numero di stanze misu- rate in modo mobile	Piano Misur- azione lunga du- rata	Posizione del dispositivo di misurazione Misurazione lunga durata
spot_SN004	Piano terra	abitazione	3	7	P1	Sedia accanto al letto
spot_SN010A	Piano terra	altro	1	4	Piano terra	altro
punto_SN016	sottotetto	abitazione	1	3	sottotetto	comodino
spot_SN016A	Piano terra	altro	1	1	Piano terra	altro
punto_SN025	Piano terra	abitazione	3	10	P1	Comodino
spot_SN027	P1	abitazione	2	8	P1	Comodino
spot_SN027A	Piano terra	abitazione	1	5	Piano terra	Comodino
spot_SN029	Piano terra	abitazione	1	7	Piano terra	Scatola di cartone accanto al letto
punto_SN065	P2	abitazione	1	7	2	Comodino
spot_SN065A	Piano terra	abitazione	1	5	Piano terra	Comodino
spot_SN071	sottotetto	abitazione	2	4	sottotetto	comodino
spot_SN071A	Piano terra	abitazione	1	3	Piano terra	dietro al letto
spot_SN073	Piano terra	abitazione	2	8	P1	dietro al letto
punto_SN082	P2	abitazione	1	4	P2	dietro al letto
spot_mp001	P2	altro	2	2	P1	altro
punto_mp002	Piano terra	abitazione	3	8	P1	Sedia accanto al letto
spot_mp003	P1	abitazione	1	5	P1	Piano vicino al letto
spot_mp005	Piano terra	abitazione	1	9	Piano terra	comodino
spot_mp007	P1	abitazione	1	9	P1	comodino
spot_mp008	P2	Ufficio/studio	1	10	P2	altro
spot_mp011	sottotetto	abitazione	1	4	sottotetto	altro
posto_mp011A	Piano terra	Ufficio/studio	1	5	Piano terra	altro
posto_mp012A	Piano terra	abitazione	1	5	Piano terra	altro
punto_mp013	sottotetto	abitazione	1	6	DG	comodino
spot_mp013A	Piano terra	Ufficio/studio	1	2	Piano terra	Sedia accanto al letto
spot_mp015	P1	abitazione	1	10	P1	Sedia accanto al letto
spot_mp017	P4	abitazione	2	5	P4	dietro al letto
spot_mp017A	P-2	Ufficio/studio	1	5	P2	comodino
spot_mp018	P6	abitazione	1	4	P6	comodino



ID del punto	Piano Misura di breve du-	Utilizzo del lo- cale Misur- azione di	Numero di pi- ani misur- azioni mobili	Numero di stanze misu- rate in modo	Piano Misur- azione	Posizione del dispo- sitivo di misurazione Misurazione lunga
·	rata	breve durata		mobile	lunga du- rata	durata
spot_mp018A	Piano terra	abitazione	2	10	Piano terra	comodino
spot_mp019	Piano terra	abitazione	4	10	P1	Scatola di cartone accanto al letto
punto_mp020	P3	abitazione	1	3	P3	dietro al letto
spot_mp021	P1	abitazione	1	5	P1	dietro al letto
punto_mp023	P1	abitazione	3	10	P2	comodino
spot_mp024	sottotetto	abitazione	1	10	sottotetto	comodino
spot_mp026	P1	abitazione	1	8	P1	altro
punto_mp028	P3	Camera da letto	1	2	P3	comodino
spot_mp032	P1	abitazione	2	6	P1	comodino
spot_mp033	sottotetto	abitazione	2	5	sottotetto	comodino
spot_mp034	sottotetto	Camera da letto	1	5	sottotetto	comodino
spot_mp034A	Piano terra	Camera da letto	1	4	Piano terra	comodino
punto_mp037	P1	abitazione	2	10	P1	comodino
spot_mp038	P1	abitazione	2	8	P2	dietro al letto
spot_mp040	P4	abitazione	1	5	P4	Sedia accanto al letto
spot_mp041	P1	abitazione	1	7	Piano terra	Comodino
spot_mp042	Piano terra	altro	4	10	P2	Scatola di cartone accanto al letto
punto_mp043	sottotetto	abitazione	1	9	sottotetto	Scatola di cartone accanto al letto
punto_mp044	P2	abitazione	2	7	P2	comodino
spot_mp046	P1	abitazione	2	8	P2	comodino
spot_mp047	P -2	abitazione	2	6	P3	comodino
spot_mp047A	Piano terra	Camera da letto	1	3	Piano terra	altro
punto_mp048	sottotetto	abitazione	1	5	sottotetto	Sedia accanto al letto
spot_mp048A	Piano terra	abitazione	1	5	Piano terra	comodino
spot_mp049	P3	abitazione	1	7	P3	Comodino
posto_mp049A	Piano terra	abitazione	1	5	Piano terra	comodino
spot_mp050	Piano terra	abitazione	1	4	Piano terra	comodino
spot_mp052	sottotetto	abitazione	1	9	sottotetto	comodino
spot_mp052A	P1	abitazione	1	8	P1	altro
spot_mp054	P1	abitazione	2	10	Piano terra	comodino
spot_mp055	Piano terra	abitazione	3	6	sottotetto	comodino
spot_mp056	Piano terra	abitazione	2	10	Piano terra	Sedia accanto al letto



			Numero di pi-	Numero di	Piano	Posizione del dispo-
	Piano Misura	Utilizzo del lo-	ani misur-	stanze misu-	Misur-	sitivo di misurazione
ID del punto	di breve du-	cale Misur-	azioni mobili	rate in modo	azione	Misurazione lunga
1D dei punto	rata	azione di	azioni mobili	mobile	lunga du-	durata
	rata	breve durata		11100110	rata	darata
spot mp057	Piano terra	abitazione	2	10	Piano	Comodino
. – .					terra	
spot_mp060A	Piano terra	abitazione	1	10	Piano	altro
. – .					terra	
posto_mp061	Piano terra	abitazione	1	4	Piano	comodino
					terra	
spot_mp064	P1	abitazione	2	10	Piano	comodino
					terra	
spot_mp066	sottotetto	cucina	1	6	sottotetto	comodino
spot mp066A	Piano terra	abitazione	2	10	P1	Sedia accanto al
						letto
spot_mp067	sottotetto	abitazione	1	6	P1	altro
posto mp067A	Piano terra	abitazione	1	6	Piano	comodino
posto_mpoorx	Tiano terra	abitazione			terra	Comodino
spot_mp068	P1	Ufficio/studio	1	4	P2	Comodino
	D: .					
spot_mp068A	Piano terra	Cucina	1	7	Piano	altro
naata mn060	P1	Ufficio/studio	2	10	terra P1	comodino
posto_mp069	PI	UTICIO/Studio	2	10	PI	Comodino
spot_mp074	P2	abitazione	2	10	P3	Scatola di cartone
						accanto al letto
punto_mp075	Piano terra	abitazione	1	10	Piano	Comodino
					terra	
spot_mp076	DG	Ufficio/studio	1	10	sottotetto	altro
posto_mp077	Piano terra	abitazione	2	10	P1	Scatola di cartone
						accanto al letto
punto_mp078	P2	sconosciuto	1	5	P2	altro
spot mp078A	Piano terra	sconosciuto	1	8	Piano	altro
spot_mpo7oA	Tiano terra	300110301010	'	O	terra	aitio
punto_mp079	P2	abitazione	1	7	P2	comodino
spot_mp081	sottotetto	cucina	1	5	sottotetto	altro
posto_mp081A	Piano terra	abitazione	2	9	Piano	Scatola di cartone
					terra	accanto al letto
punto_mp083	P3	abitazione	2	8	P2	comodino
spot_mp089	Piano terra	abitazione	3	10	P1	comodino
spot_mp090	P1	abitazione	3	10	P2	comodino
spot_mp091	P2	altro	2	10	sottotetto	comodino
spot_mp092	sottotetto	abitazione	1	5	Piano terra	comodino
spot mp093	P1	abitazione	2	10	Piano	Comodino
abor_mboao	' '	abitazione	_	10	terra	Comodino
spot mp094	Piano terra	abitazione	3	10	P1	comodino
. – .						
spot_mp096	Piano terra	abitazione	1	8	Piano	Comodino
anat mm100	a attatatta	Comera -1-	1	E	terra	Comodina
spot_mp100	sottotetto	Camera da	1	5	sottotetto	Comodino
		letto				