

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS



Berna, 20 agosto 2024

A nome dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Impressum

Commissionato da: 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
 Swiss Tropical and Public Health Institute
 Kreuzstrasse 2
 4123 Allschwil

G+P
 Grolimund + Partner AG
 Entfelderstrasse 45
 5000 Aarau

FaW
 Fields at Work GmbH
 Hegibachstrasse 41
 8032 Zurigo

NED-TECH
 NED - TECH AG
 Unterholz 26
 3380 Wangen an der Aare

Autore/Autrice:

Toni Ziegler, G+P, Responsabile del progetto
 Martin Rösli, 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

Lasciare la

Versione	data	Autori	Descrizione	Distributore
V 1.1	20.08.2024	Consorzio progetto	Relazione annuale 2023	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 dell'unità	7
2.2.2	Nuova versione del programma ExpoM-RF Utility (aprile 2023)	8
2.2.3	Selezione delle bande di frequenza	8
2.2.4	Accuratezza e incertezza di misura	11
2.2.5	Influenza della schermatura del corpo	12
2.2.6	Correzione crosstalk	12
2.3	Misure	12
2.3.1	Misurazioni su percorsi	12
2.3.2	Misure spot	13
2.3.3	Misure continue stazionarie	14
2.4	Selezione dei siti di misura	15
2.4.1	Rappresentatività dei dati di misurazione sui percorsi	15
2.4.2	Misurazioni su percorso tra il 2021 e il 2023	16
2.4.3	Misure spot residenziali	18
2.4.4	Misure continue stazionarie	21
2.5	Gestione dei dati	23
2.5.1	File di misura e database	23
2.5.2	Preparazione dei dati	23
2.5.3	Statistiche descrittive	25
3	Risultati	28
3.1	Misure su percorso	28
3.1.1	Analisi del primo ciclo di misura del percorso di misurazione	28
3.1.1.1	Panoramica generale - Esposizione ad HF	28
3.1.1.2	Panoramica generale - Esposizione a NF	34
3.1.1.3	Sfruttamento del valore limite di immissione (IGW)	38
3.1.1.4	Ulteriori analisi nelle scuole - Esposizione a HF e LF	39
3.1.2	Confronto dell'esposizione nel 2021 e nel 2023	41
3.2	Misure spot residenziali	49
3.2.1	Esposizione ad HF	49
3.2.2	Esposizione NF	54
3.3	Misure continue stazionarie	57
4	Discussione e risultati	69
4.1	Misure su percorsi	69

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

4.1.1	Primo ciclo di misura completato delle misure del percorso.....	69
4.1.2	Misure presso le scuole	70
4.1.3	Confronto 2021/2023 delle misure su percorsi	70
4.2	Misure spot	72
4.2.1	Esposizione ad HF.....	72
4.2.2	Esposizione LF	74
4.2.3	Misure continue stazionarie	75
4.3	Limitazioni	77
5	Bibliografia	80
6	Fonti di dati	82
I	Glossario	83
II	Elenco dei comuni in cui si trovano i microambienti	85
III	Parametri statistici delle misurazioni del percorso.....	92
IV	Parametri statistici delle misure spot	117
V	Parametri statistici delle misure continue stazionarie	128
VI	Elenco dei punti di misurazione spot	139

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 espressamente incaricato di rilevare periodicamente l'esposizione della popolazione alle radiazioni non ionizzanti (RNI) e di redigere una panoramica nazionale (art. 19b cpv. 1 ORNI). [1]. A tal fine, nel 2020 l'UFAM ha indetto una gara d'appalto per un progetto di raccolta di dati di misurazione rappresentativi sull'esposizione della popolazione svizzera alle radiazioni non ionizzanti nella vita quotidiana.

Questo documento è il terzo rapporto annuale del consorzio del progetto. Il rapporto annuale 2023 descrive il concetto di base e il tipo di raccolta dati da un lato e presenta i risultati delle misurazioni dall'altro. Il presente rapporto annuale si concentra sui seguenti risultati di misurazione provenienti da quattro indagini:

- Per le misurazioni dei percorsi, un primo ciclo di misurazione è stato completato nel giugno 2023 per un totale di 300 microambienti, 188 luoghi pubblici e 328 mezzi di trasporto pubblico. I risultati del "primo ciclo di misurazione dei percorsi", che comprende i dati da luglio 2021 a giugno 2023, sono presentati nel capitolo 3.1.1.
- Il secondo ciclo di misurazione del percorso è stato avviato a metà del 2023, rendendo possibile il confronto con i dati di misurazione del 2021 negli stessi ambienti. Nel capitolo 3.1.2 viene presentata un'analisi della variazione temporale di NIS tra il 2021 e il 2023 in 75 microambienti, 43 luoghi pubblici e numerosi mezzi di trasporto pubblico. I dati sono stati raccolti tra luglio e dicembre negli stessi microambienti e sugli stessi percorsi.
- Le misurazioni spot nei dati presentati in questo rapporto annuale si riferiscono a 57 siti che sono stati misurati tra il 2021 e il dicembre 2023 (Capitolo 3.2).
- I primi risultati delle misurazioni stazionarie a lungo termine in cinque località distribuite su tutto il territorio svizzero (Capitolo 3.3).

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

Metodo di misurazione	Numero di unità	2021	2022	2023	2024	2025
Misurazioni del percorso	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, le misurazioni saranno ripetute ogni 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). Nel primo rapporto annuale 2021 [2] sono descritti la metodologia e il concetto in modo molto dettagliato. In questo rapporto annuale 2023 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 come descritto del 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 percorso"

Le misurazioni mobili vengono 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. Tabella 6). 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 microambienti o le misurazioni in numerosi mezzi di trasporto pubblico (treni regionali/interurbani, 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, saranno selezionate almeno 100 abitazioni come "luoghi ad utilizzazione sensibile" (OMEN), che si trovano in prossimità di almeno una sorgente NIR e in cui ci si aspetta quindi un'intensità di campo superiore 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.

3. "Misure permanenti stazionarie"

Per mostrare le fluttuazioni stagionali e diurne e le tendenze temporali dell'esposizione alle NIR, saranno effettuate misurazioni stazionarie a lungo termine in cinque siti selezionati per almeno due anni (dal 1° gennaio 2023).

I metodi di misurazione e i criteri di selezione dei punti di misurazione sono descritti di seguito. Le misurazioni registrano specificamente le componenti di radiazione provenienti dall'ambiente, ma non quelle generate dal telefono cellulare dell'utente. Gli operatori di telefonia mobile 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 (NF-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 (Figura 1) 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.



Figura 1: 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 patria e all'estero.

2.2.1 Specifiche generali dell'unità

L'ExpoM-ELF è un misuratore di campo magnetico a 3 assi che copre la gamma di frequenza da DC a 100 kHz e può rilevare l'intensità di campo magnetico fino a $\pm 1500 \mu\text{T}$ 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 gamme 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 dell'immissione in tutte le bande preconfigurate in ogni intervallo di misura. Il valore effettivo (RMS) e il valore di picco a breve termine (massimo) vengono determinati e salvati da questi campioni casuali (ciascuno con una durata di misura 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 contiene 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 collocate a intervalli di 5 dB a partire da 0,0011 V/m. I valori tra queste intensità di campo di riferimento sono determinati mediante calcolo. Si tratta di una procedura di interpolazione. I valori 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 picco 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 telecomunicazione broadcast, mobile e wireless, nonché le immissioni NIR causate dalle infrastrutture. Le 35 bande di frequenza RF sono state calibrate individualmente per ogni ExpoM-RF nella camera di misura anecoica (campo lontano). Le bande di frequenza HF sono elencate nella Tabella 2 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, e sono elencate in Tabella 3 e sono elencate nella Tabella 3. L'impostazione delle bande LF è stata rivista nel 2022, motivo per cui ci sono lievi differenze rispetto all'elenco del rapporto del 2021. La larghezza di banda per la registrazione 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 modifica ha permesso di eliminare i piccoli effetti di diafonia delle componenti di corrente di trazione sulle bande vicine.

Tabella 2: Elenco delle bande di frequenza HF.

Banda HF-EMF	Descrizione	Frequenza centrale 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 / TETRA POL	385	35	infrastruttura
4	TETRA POL, amatoriale, ISM 433	422.5	35	ISM, pubblico
5	PMR/PAMR (radio mobile professionale)	452.5	35	infrastruttura
6	Broadcasting CH (1)	507.5	75	radiodiffusione
7	Broadcasting CH (2)	583.5	75	radiodiffusione
8	Broadcasting CH (3)	659.5	75	radiodiffusione

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Banda HF-EMF	Descrizione	Frequenza centrale in MHz	Larghezza di banda in MHz	Categoria di servizio
9	Mobile 700 UL (CH)	718	35	uplink cellulare
10	Mobile 700 TDD (CH, Sunrise)	748	35	cellulare TDD
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	Collegamento mobile 900	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	Collegamento mobile 1800	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 tale che, tenendo conto della diafonia, la gamma di frequenze da 3400 a 3800 MHz sia mappata senza lacune.

Tabella 3: Elenco delle bande di frequenza AF.

Banda NF-MF	Descrizione	Frequenza centrale 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

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Banda NF-MF	Descrizione	Frequenza centrale in Hz	Larghezza di banda in Hz	Categoria di servizio
3	Banda LF da 19 a 48 Hz in μ T	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
8	Tensione di rete seconda armonica, 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 (CC con ondulazione di corrente, 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 del 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 specifico
17	Banda HF da 5,1 a 10 kHz	7550	4900	Blocco di frequenza non specifico
18	Banda HF da 10,1 a 15 kHz	12550	4900	Blocco di frequenza non specifico
19	Banda HF da 15,1 a 20 kHz	17550	4900	Blocco di frequenza non specifico
20	Banda HF da 20,1 a 25 kHz	22550	4900	Blocco di frequenza non specifico
21	Banda HF da 25,1 a 30 kHz	27550	4900	Blocco di frequenza non specifico
22	Banda HF da 30,1 a 35,1 kHz	32600	5000	Blocco di frequenza non specifico
23	Banda HF da 35,1 a 40 kHz	37550	4900	Blocco di frequenza non specifico
24	Banda HF da 40,1 a 45 kHz	42550	4900	Blocco di frequenza non specifico
25	Banda HF da 45,1 a 50 kHz	47550	4900	Blocco di frequenza non specifico
26	Banda HF da 50,1 a 55 kHz	52550	4900	Blocco di frequenza non specifico
27	Banda HF da 55,1 a 60 kHz	57550	4900	Blocco di frequenza non specifico
28	Banda HF da 60,1 a 65 kHz	62550	4900	Blocco di frequenza non specifico
29	Banda HF da 65,1 a 70 kHz	67550	4900	Blocco di frequenza non specifico
30	Banda HF da 70,1 a 75 kHz	72550	4900	Blocco di frequenza non specifico
31	Banda HF da 75,1 a 80 kHz	77550	4900	Blocco di frequenza non specifico
32	Banda HF da 80,1 a 85 kHz	82550	4900	Blocco di frequenza non specifico
33	Banda HF da 85,1 a 90 kHz	87550	4900	Blocco di frequenza non specifico
34	Banda HF da 90,1 a 95 kHz	92550	4900	Blocco di frequenza non specifico

Banda NF-MF	Descrizione	Frequenza centrale in Hz	Larghezza di banda in Hz	Categoria di servizio
35	Banda HF da 95,1 a 100 kHz	97550	4900	Blocco di frequenza non specifico

2.2.4 Accuratezza e incertezza di misura

La tabella seguente elenca le incertezze di misura dei due dispositivi di misura. L'analisi dell'incertezza dell'ExpoM-ELF si riferisce alla misura di campi alternati, cioè non si tiene conto della componente CC.

Tabella 4: Accuratezza di misura dei dispositivi di misura utilizzati. Il calcolo dell'incertezza combinata tiene conto della distribuzione dei singoli contributi secondo le linee guida GUM stabilite [3].

Variabile d'influenza	Descrizione del	Distribuzione	Contributo ExpoM-ELF	Contributo ExpoM-RF
Calibrazione	Incertezze delle intensità di campo di riferimento durante le misure di calibrazione dovute all'impostazione e ai dispositivi di misura	Normale	3.7%	10.7%
Risposta in frequenza	Variazione delle costanti di calibrazione per le misure al di fuori dei punti di frequenza calibrati	uniforme	5.0%	28.3%
Non linearità	Variazione delle costanti di calibrazione per misure al di fuori dei valori di ampiezza calibrati / interpolazione	uniforme	1.0%	5.8%
Anisotropia	Sensibilità direzionale del dispositivo di misura	uniforme	1.0%	49.6%
Risoluzione	Errori di arrotondamento e offset digitali	uniforme	0.5%	3.0%
Temperatura	Incertezza dovuta alla deriva termica di sensori ed elettronica	uniforme	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

Tabella 4 mostra che l'incertezza di misura è bassa nell'ambito NF. La deviazione prevista è del 3,9%. Nell'intervallo HF, l'incertezza è significativamente maggiore, pari a $\pm 34,1\%$. 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 $\pm 3\%$. 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 $\pm 10\%$. 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 analizzata con il sistema di misura utilizzato nel progetto per le misurazioni del percorso ed è descritta in dettaglio nel rapporto annuale 2021. [2].

2.2.6 Correzione crosstalk

Il crosstalk (diafonia) descrive il fatto che un segnale trasmesso in una banda di frequenza A viene registrato anche in una 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 misura 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 riportata nella Relazione annuale 2021. [2]. In breve, la correzione consiste nell'analizzare la correlazione temporale delle due bande adiacenti. Se la correlazione mobile supera un valore soglia, i valori misurati corrispondenti vengono sostituiti con il valore più basso misurato nelle vicinanze (e non con il valore mediano, come erroneamente indicato nella relazione annuale 2021). Si può presumere che questo valore più basso non sia distorto, o lo sia solo in minima parte, dalla diafonia.

2.3 Misure

2.3.1 Misurazioni 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:** I percorsi di misurazione sono situati in "microambienti" (aree con una superficie compresa tra 0,03 e 0,8 km, definite in base alle caratteristiche geografiche umane) che sono definiti in base alla procedura descritta nella sezione 2.4.2. In ogni microambiente viene definito un percorso di misurazione di circa 1-1,3 km, in modo da richiedere circa 15 minuti per percorrerlo. 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 nella Relazione annuale 2021. [2].

- **Aree pubbliche:** Le misurazioni dell'esposizione vengono effettuate durante gli spostamenti tra i diversi microambienti in luoghi pubblici (ad esempio, fermate degli autobus, stazioni ferroviarie, scuole). 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 da misurare.
- **Trasporto pubblico:** l'esposizione sui mezzi di trasporto pubblici viene registrata durante il viaggio (ad esempio, su treni, autobus, tram). Lo zaino viene posizionato su un sedile del trasporto pubblico se c'è un posto libero. Se non c'è spazio libero per lo zaino, lo zaino viene appoggiato sulle ginocchia o, se la persona che effettua le misurazioni non può sedersi, si alza e porta lo zaino.

Il registro delle attività viene registrato tramite un'applicazione per smartphone. L'applicazione serve a registrare quando e dove è iniziata e terminata la misurazione. Il telefono cellulare del tecnico di misura rimane in modalità di volo durante l'intera misurazione. Le coordinate dei singoli punti di misura vengono registrate utilizzando il GPS integrato nei dispositivi di misura.

La configurazione per le misurazioni del percorso è mostrata nella Figura 2. Due ExpoM-RF4 (dispositivo di misurazione HF) e un ExpoM-ELF (dispositivo di misurazione NF) 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 ripetibili. 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 nel rapporto annuale 2021 [2].



Figura 2: Illustrazione della configurazione per la misurazione del percorso. A sinistra: Tre dispositivi di misurazione (due ExpoM-RF4 e un ExpoM-ELF) sono fissati in una valigia riempita di schiuma. Al centro: la valigetta viene inserita nello zaino e fissata con la schiuma. A destra: il soggetto in esame indossa lo zaino con i dispositivi di misurazione a una distanza di 20 cm dal corpo e a un'altezza di 160 cm.

2.3.2 Misure spot

Le misure spot sono costituite da tre misure parziali in ciascun punto di misura:

- Misurazione a breve termine: 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 da antenne di telefonia mobile o distanza minima da linee elettriche ad alta tensione).
- Misurazione mobile: misurazione dell'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 fissa. Il periodo di misurazione è distribuito uniformemente sulle stanze presenti.
- Misurazione a lungo termine: misurazione stazionaria per 24 ore con intervallo di misurazione di 10 s nella camera da letto vicino al letto all'altezza del letto ("spot-24h").

Il setup per le misure spot è mostrato nella Figura 3. Un ExpoM-ELF e un ExpoM-RF (con sensibilità impostata a 6 V/m) sono utilizzati in parallelo per tutte le misure parziali. 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, cfr. Tabella 45 nell'appendice. Il telefono cellulare del tecnico di misura è in modalità di volo durante l'intera misurazione.



Figura 3: Rappresentazione della configurazione di misura per "spot-local" (sinistra), "spot-area" (centro) e "spot-24h" (destra)

2.3.3 Misure continue stazionarie

Per le misurazioni 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 base all'elenco di frequenze SwissNIS riportato nella Tabella 2. 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 emissioni che si verificano durante la trasmissione dei dati del dispositivo di misurazione possono essere attenuate nella valutazione (bande Wi-Fi o uplink).

Le stazioni di misura di Zurigo, Allschwil e Aarau utilizzano un modem cellulare per il caricamento dei dati. Ciò comporta un aumento dell'intensità di campo misurata ogni tre ore sulla banda 23 (Mobile 2600 Uplink) 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 del precedente intervallo 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.

2.4.1 Rappresentatività dei dati di misurazione sui percorsi

Figura 4 mostra la distribuzione dei 300 microambienti misurati in tutta la Svizzera tra il 2021 e il 2023.

Panoramica delle misure di percorso (stato: maggio 2024)

Misure di percorso

- 225 microamb. misurato tra il 2022 e il 2023
- 75 microamb. misurato due volte (2021 e 2023)
- ◆ spazi pubblici

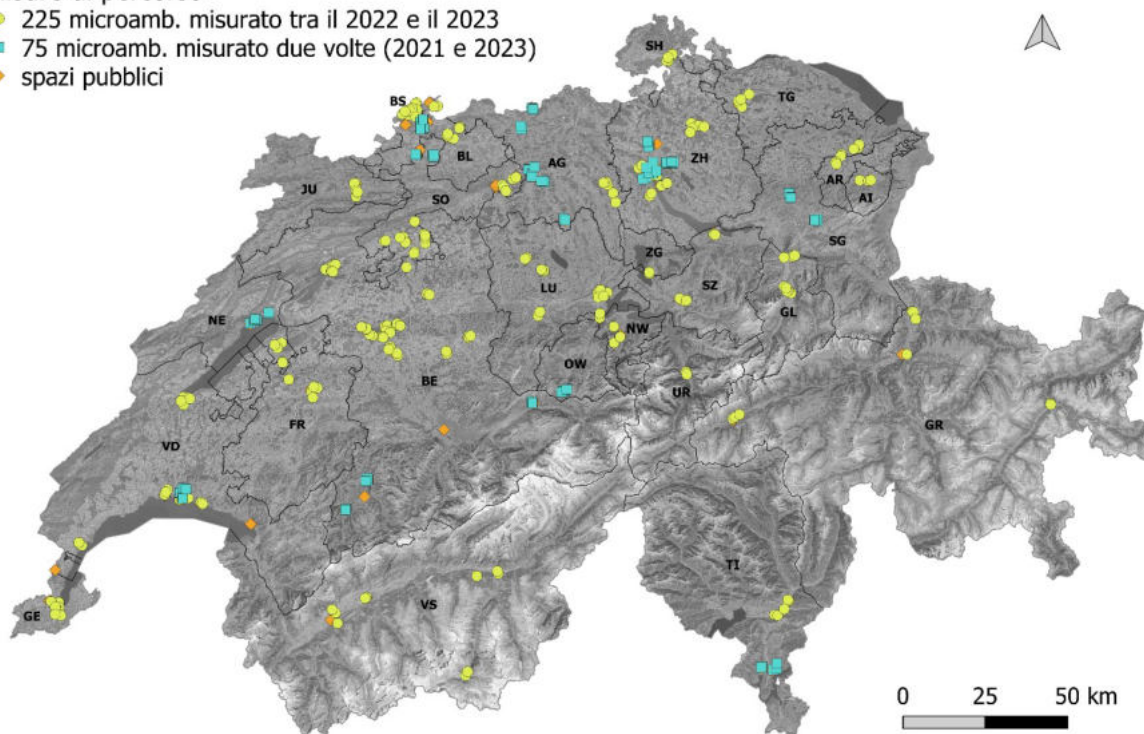


Figura 4: Mappa delle posizioni delle misurazioni del percorso (2021-2023). In questo rapporto vengono analizzati i dati di 300 microambienti del 2021, 2022 e 2023 (punti gialli e quadrati blu). Le misurazioni del percorso del 2021 sono state ripetute nel 2023, includendo 75 microambienti (quadrati blu). Le aree pubbliche (diamanti arancioni) 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 a sorgenti NIR è riportata nella Tabella 5. La percentuale della popolazione svizzera che vive entro un determinato raggio da una sorgente NIR è confrontata con la percentuale della popolazione che vive nei microambienti entro un determinato raggio da una sorgente NIR. Tabella 5 a confronto. 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 le tipologie di comunità. [5] con piccole differenze.

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

Fonti 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 compreso tra 20 m e 150 m)	1175841	13.7	108724	39.2
Trasmettitore radiotelevisivo (raggio compreso 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 "picco 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.

2.4.2 Misurazioni su percorso tra il 2021 e il 2023

Nel 2023 sono state effettuate quattro campagne di misurazione su percorso:

1. 27 gennaio - 17 febbraio 2023

2. 27 aprile - 15 maggio 2023
3. 19 luglio - 11 agosto 2023
4. 24 ottobre - 16 novembre 2023

Ogni campagna di misurazione consiste in 7-8 giorni di misurazione, durante i quali le misurazioni vengono 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.

Il presente rapporto analizza i dati di misurazione dei percorsi del primo ciclo di misurazione, che comprende 300 microambienti misurati tra luglio 2021 e giugno 2023. La distribuzione di questi 300 microambienti è mostrata in Figura 4 in giallo. Nel 2021 sono stati misurati 75 microambienti, 53 aree pubbliche e numerosi mezzi di trasporto pubblico. Nel 2022 sono stati misurati 150 microambienti, 90 aree pubbliche e numerosi mezzi di trasporto pubblico. Nella prima metà del 2023 sono stati misurati 75 microambienti e 45 aree pubbliche nell'ambito del primo ciclo di misurazione. Nella seconda metà dell'anno è stato avviato il secondo ciclo di misurazione, che comprende 75 microambienti e 43 aree pubbliche. I microambienti che sono stati misurati nel 2021 e nel 2023 sono mostrati in Figura 4 in blu. 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 effettuate nel trasporto pubblico nel 2021 e nel 2023 sono confrontate tutte insieme. Si tratta sostanzialmente degli stessi viaggi da e verso gli ambienti di misurazione.

I 300 microambienti sono raggruppati in 11 tipologie di microambiente: 20 centri urbani, 23 aree residenziali urbane centrali, 34 aree residenziali urbane decentrate, 36 centri urbani suburbani, 52 aree residenziali suburbane, 29 centri paese, 39 aree residenziali rurali, 29 aree industriali, 13 aree sportive/di svago, 16 aree agricole e 9 aree naturali. Nel rapporto annuale del 2022 [6] sono stati designati due tipi di microambiente: "centro urbano" e "centro rurale". Nel presente rapporto annuale, questi tipi di microambiente sono stati rinominati rispettivamente "centro città" e "centro paese". La definizione dei microambienti è riportata in Tabella 6. Il numero di microambienti e di aree pubbliche per comune è riportato in Tabella 11 e Tabella 12 rispettivamente.

Tabella 6: Definizione, dimensione del campione e descrizione degli 11 tipi di microambiente nel 2022.

Microambiente	Numero (N)	Descrizione del
Centro città	20	Grandi centri urbani, tipicamente nei centri urbani con edifici alti (>4 piani)
Area residenziale urbana centrale	23	vicino a un centro urbano con strutture edilizie strette ed edifici alti (> 4 piani)
Area residenziale urbana decentrata	34	alla periferia di una grande città, con una percentuale di spazi verdi superiore a quella del centro e un'altezza media degli edifici (2-3 piani)
centro città periferico	36	Centro suburbano, inclusi negozi e ristoranti, con altezza degli edifici di 3-4 piani.
area residenziale suburbana	52	Area residenziale suburbana composta prevalentemente da appartamenti o case con appartamenti
Centro paese	29	Centro del paese, inclusi negozi e ristoranti, con altezze degli edifici di 2-3 piani.

Microambiente	Numero (N)	Descrizione del
Area residenziale rurale	39	Area residenziale suburbana e rurale, costituita principalmente da appartamenti o case
Area industriale	29	Edifici commerciali o produttivi, indipendentemente dalla tipologia urbana
Area sport/tempo libero	13	Parchi urbani e campi sportivi nelle città
Area agricola	16	aree coltivate come campi o vigneti
Area naturale	9	Foreste, prati o riserve naturali

Abbiamo anche riassunto le aree pubbliche in 10 tipi di ambienti di misurazione. Nel primo ciclo di misurazione, questi comprendevano 56 stazioni ferroviarie, 37 fermate di autobus, 13 fermate di tram, 2 aeroporti, 19 supermercati, 40 ristoranti, 1 museo, 7 università (ETH, UNI, FH) (16 misurazioni), 9 scuole (28 misurazioni) e 4 biblioteche.

Un'ulteriore analisi viene svolta nelle scuole, ovvero quella del rapporto annuale 2022 [6] viene integrata. Nel 2022 e nel 2023 sono state effettuate misurazioni in nove scuole (tre scuole primarie, quattro scuole secondarie e due licei). In ogni scuola sono state rilevate almeno tre diverse situazioni di misurazione per 10-15 minuti durante l'orario scolastico:

- Nel parco giochi fuori dall'intervallo senza gli alunni
- Nel parco giochi durante l'intervallo con gli alunni
- Nei corridoi

Le misurazioni non vengono effettuate nelle aule per non disturbare le attività scolastiche. Non c'è motivo di ritenere che l'esposizione in classe differisca significativamente da quella in corridoio. 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]).

2.4.3 Misure spot residenziali

In linea di principio, sarebbe auspicabile un campione casuale per una selezione rappresentativa delle misurazioni nelle abitazioni private. Tuttavia, ciò comporterebbe lo svantaggio che le situazioni di elevata esposizione, che sono rare, non verrebbero prese in considerazione nel numero relativamente piccolo di abitazioni selezionate. Per questo motivo, per la selezione viene utilizzata una doppia strategia. Per garantire che vengano registrate 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. Ove possibile, nella selezione dei luoghi sono stati presi in considerazione i seguenti criteri:

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

- La posizione è in un microambiente
- Entro una certa distanza dalla fonte primaria selezionata
- Almeno una sede in ogni cantone
- Considerazione di diverse tipologie di case

Le singole località sono state selezionate specificamente in base alle seguenti situazioni di origine:

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

Fonte primaria	Sottotipi (ad es. potenza di trasmissione/tensione)	Distanza [m]	Numero previsto fino al 2025	Numero misurato *)
Telefonia mobile	Telefonia mobile	50-150	32	29
Radio/TV	Fino a 10 kW	100	5	2
	Da >10 a 50 kW	500	3	1
	Da 50 a 200 kW	2'000	3	1
Elettricità	Linee ad altissima tensione 220/380 kV	200	7	3
	Linee ad alta tensione 36-150kV	100	7	3
	Linee ad alta tensione 1-36kV	50	5	5
	Cavi a bassa tensione 240/400V	20	3	0
	Sottostazioni	200	2	0
	Stazioni di trasformazione	20	3	1
Ferrovia	Corsia singola	50	7	4
	A due corsie	100	11	5
	Tunnel a corsia singola	50	3	1
	Tunnel a due corsie	100	4	1
	Tram	20	5	1
Totale			100	57

*) totale fino al 1° trimestre 2024 (incluso)

Per ogni località vengono definiti da tre a cinque edifici per i quali si prende contatto 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 questo modo si otterrà un totale di circa 120 misurazioni spot in 100 punti entro la fine del 2025. Alla fine di marzo 2024 sono state effettuate 57 misurazioni spot in 47 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
- Condominio: 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.
- Casa colonica: edificio agricolo con uso residenziale

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Figura 5 mostra il numero di misurazioni suddivise per tipo di abitazione per le misurazioni già effettuate (verde), nonché il numero di misurazioni previsto per ogni caso al fine di ottenere un campione rappresentativo della situazione abitativa della popolazione svizzera (arancione):

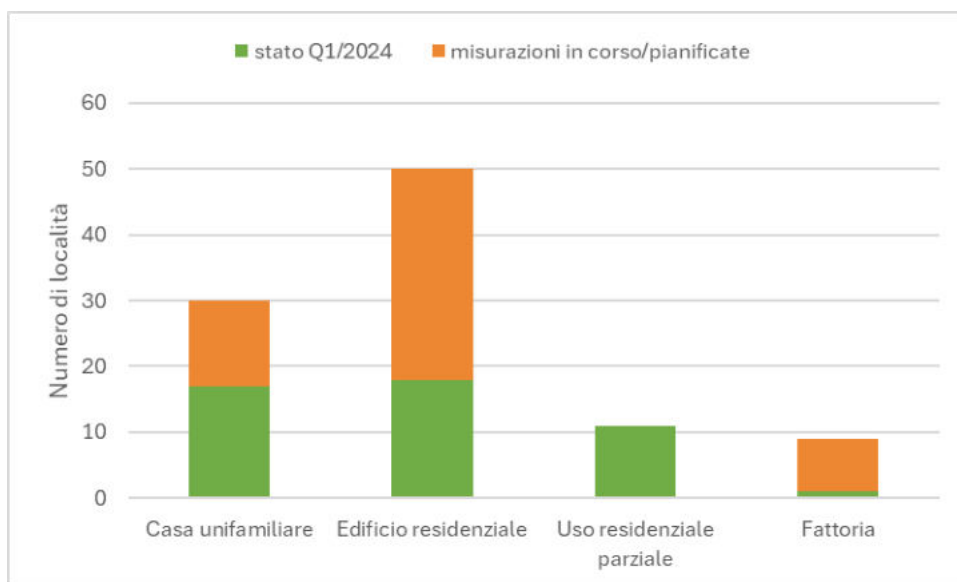


Figura 5: Suddivisione dei punti di misurazione spot per tipo di edificio e stato della misurazione: già effettuata (verde), ancora aperta o pianificata (arancione)

Panoramica delle misure spot (stato: marzo 2024)

Misure spot

- misurato fino a marzo 2024
- previsti dopo il marzo 2024

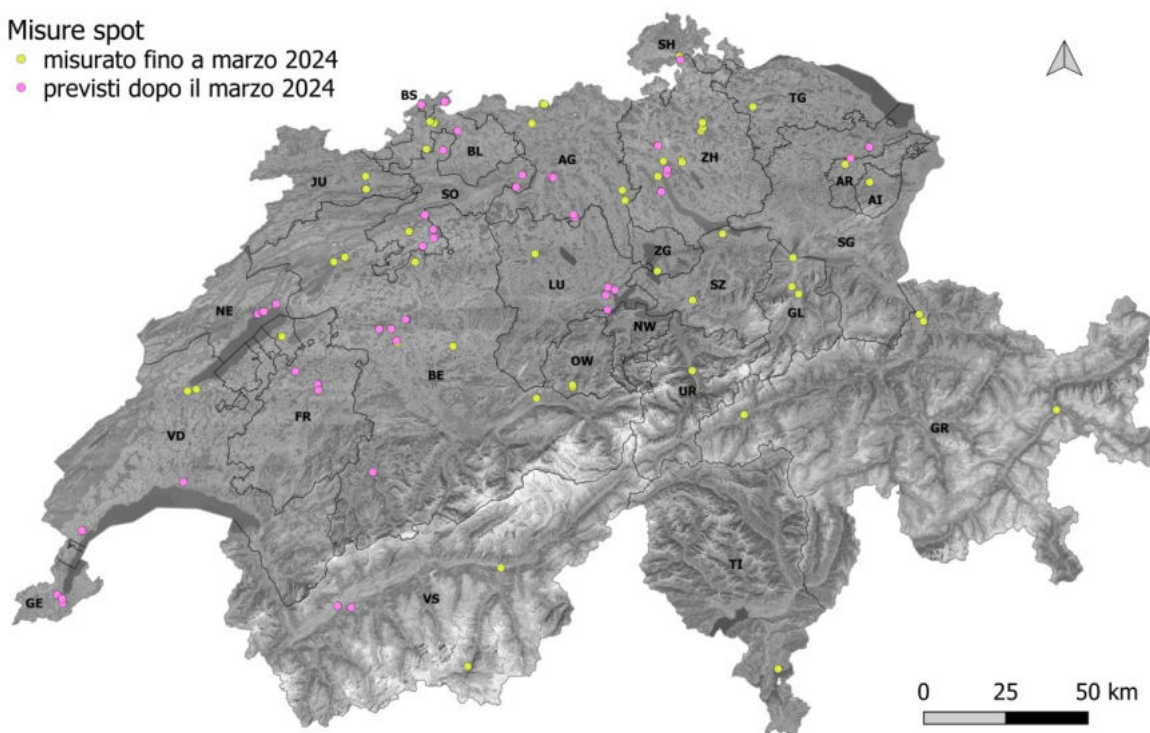


Figura 6: Distribuzione delle 100 postazioni di misurazione spot che saranno misurate in tutta la Svizzera tra il 2021 e il 2025, con le postazioni misurate fino a marzo 2024 indicate in giallo e quelle previste dopo marzo 2024 in rosa. Informazioni dettagliate sulle località e sul tipo di edificio dei dati disponibili fino al momento della valutazione sono disponibili in Tabella 44 in appendice. Fonte della mappa: Mappa di sfondo - Swisstopo, <https://wmts.geo.admin.ch>.

2.4.4 Misure continue stazionarie

Le misure permanenti stazionarie vengono effettuate in siti aziendali selezionati del consorzio del progetto per 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 loro vicinanze e alla tipologia della comunità. I punti di misura in cui vengono effettuate le misurazioni permanenti sono elencati in Tabella 8. Oltre alle diverse tipologie di comunità, sono presenti anche diverse situazioni di sorgenti: le località di Deitingen e Aarau sono caratterizzate da molte sorgenti RF vicine, 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 RF.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Panoramica delle misure permanenti stazionarie

● Stazione di misura a lungo termine

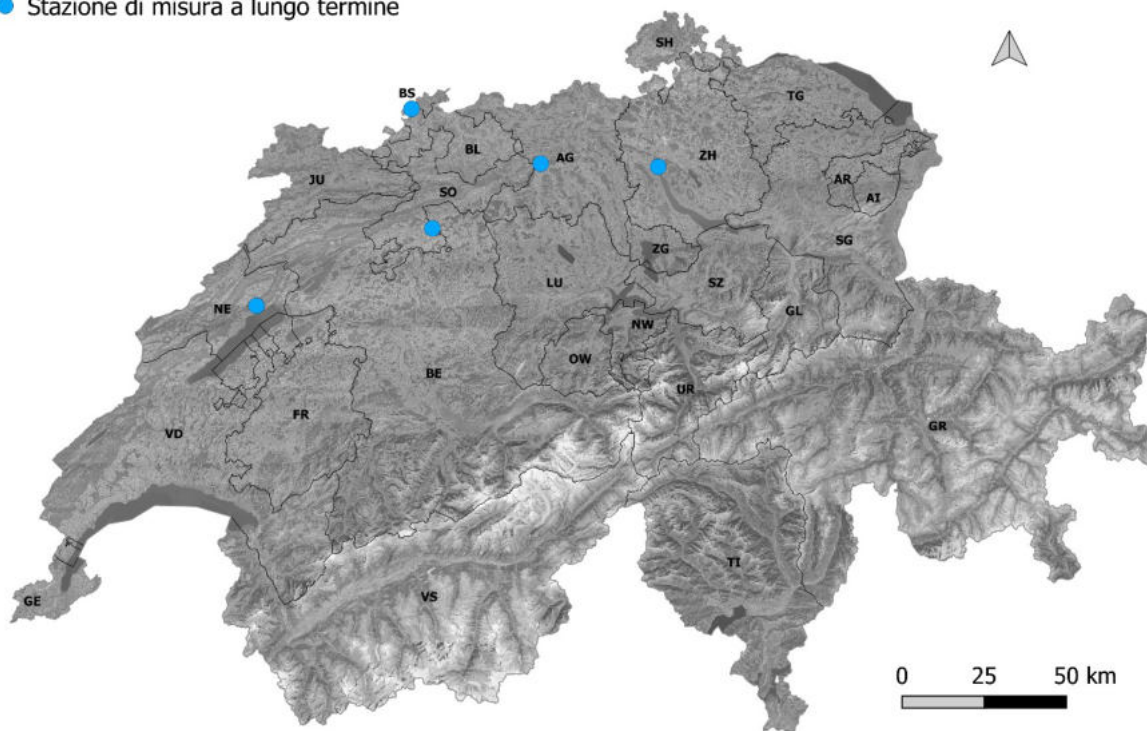


Figura 7: Mappa della Svizzera con i 5 punti di misurazione (punti blu) per le misurazioni continue stazionarie. Fonte mappa di sfondo: Swisstopo, <https://wmts.geo.admin.ch>

Tabella 8: Località per le misurazioni permanenti stazionarie.

Posizione di misura	indirizzo	Posizione del dispositivo di misura	Tipologia di comunità
Fields at Work Edificio ET del Centro ETH	Gloriastrasse 35 8092 Zurigo	Sul tetto	Centro urbano
Swiss TPH - Belo Horizonte	Kreuzstrasse 2 4123 Allschwil	Sul tetto	Area industriale
G+P - Aarau	Entfelderstrasse 45 5000 Aarau	Sul tetto	Area residenziale urbana centrale
G+P - Deitingen	Schachenstrasse 5 4543 Deitingen	Terrazza sul tetto	Area residenziale urbana decentrata
G+P - Neuchâtel	Viale del Peyrou 8 2000 Neuchâtel	Terrazza sul tetto	Area residenziale urbana 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 RF. 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 nella Figura 8 si compone di tre livelli:

- Livello 0: memorizzazione 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, marcatura temporale, segnale GPS, ecc).
- Livello 1: memorizzazione sintetica e standardizzata dei dati in tre tabelle (cfr. Figura 8 "dataElf", "dataRf" e "metaMeas") di un database MySQL. Dopo l'importazione automatica dal livello 0, i dati di misura vengono preparati e ulteriormente elaborati qui (si veda la 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 dall'archiviazione ridondante (nessuna 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.

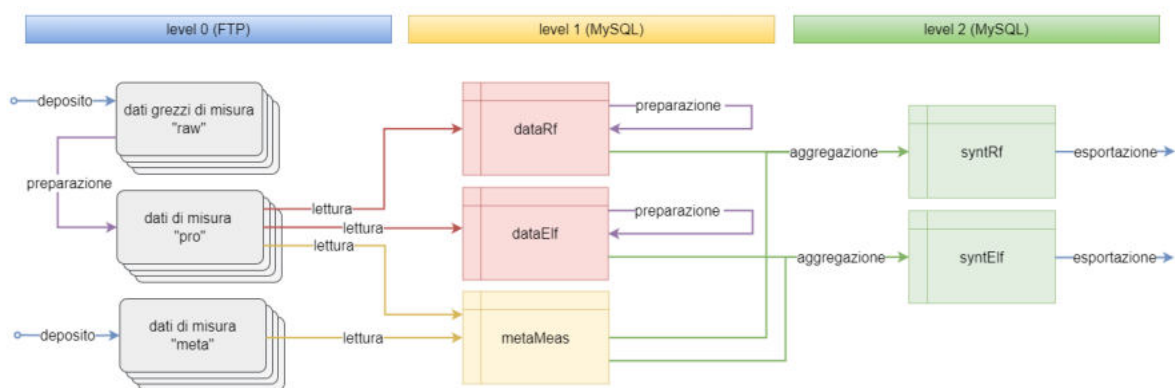


Figura 8: Schema semplificato della struttura del database.

2.5.2 Preparazione dei dati

La preparazione e l'analisi dei dati delle misurazioni su percorso e su spot sono sostanzialmente identiche. Le misurazioni del percorso vengono analizzate utilizzando il registro delle attività (vedere la sezione 2.3.1), i dati di misurazione vengono assegnati al microambiente corretto 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, vengono effettuate analisi di correlazione secondo [8] corregge l'eventuale diafonia tra bande di frequenza vicine (per una descrizione dettagliata della correzione della diafonia, si veda 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 HF sono state suddivise in sette gruppi. I numeri di queste bande di frequenza funzionali sono mostrati in Tabella 2 elencati:

- Radiodiffusione: questa categoria include radio, DAB, TV nelle bande di frequenza da 1 a 8.
- uplink telefonia mobile (emissioni da dispositivi terminali): Corrisponde ai numeri di banda 9, 13, 14, 17, 20, 23.
- Downlink telefonia mobile (emissioni dalle stazioni base): Corrisponde ai numeri di banda 11, 12, 15, 16, 18, 21, 25.
- Telefonia mobile TDD: le bande di frequenza Time Division Duplexing (TDD) (743-753 MHz, 2570-2615 MHz e 3500-3800 MHz), che vengono utilizzate a divisione temporale per l'uplink e il downlink. Ciò significa che non è possibile un'assegnazione funzionale a uplink e downlink basandosi sulla 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. Questo corrisponde ai numeri di banda 10, 24, 26, 27, 28.
- WLAN: Banda numero 22 e da 29 a 35.
- Telefono cordless (DECT): il numero di banda 19.
- ¹RF-EMF totale ($E_{res,i}$): somma quadratica di tutte le bande misurate:

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

In cui

- $E_{f,i}$ rappresenta un valore RF dell'intensità del campo elettrico nel punto i con il numero di banda di frequenza f;

¹ Si noti che questa forma di media è fisicamente applicabile solo ai valori RMS. Per semplificare la presentazione, tuttavia, di seguito vengono calcolate anche le somme o le medie dei valori di picco utilizzando lo stesso metodo. Tuttavia, i valori di picco 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 picco per le diverse frequenze porta a una sovrastima dei valori di picco 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 a breve termine, il che contribuisce a una sottostima dei valori di picco. 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 picco (il cosiddetto fattore di cresta).

- $E_{res,i}$ indica la risultante dell'intensità del campo elettrico nel punto i .

Per i campi magnetici a bassa frequenza viene utilizzato il seguente raggruppamento di frequenze (numeri di banda secondo la Tabella 3):

- Corrente ferroviaria: la banda principale corrisponde alla banda numero 2 e l'armonica si trova all'interno della banda numero 3. Una banda separata per l'armonica è stata omessa 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.
- Totale LF-MF ($B_{res,i}$) Corrisponde alla somma quadratica dei tre gruppi di bande precedenti, cioè senza tenere conto delle bande intermedie non specifiche:

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

In cui

- $B_{f,i}$ rappresenta un valore NF 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 .

2.5.3 Statistiche descrittive

Per le misure HF, i dati vengono analizzati sia per i valori RMS che per i valori di picco, nonché separatamente per ciascuna banda di frequenza funzionale. Per le misurazioni 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 picco) 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 quadrata media (RMS) per i valori HF e per i valori LF sono calcolate secondo le equazioni (3), (4), (5) e (6).

$$\bar{E} = \frac{1}{n} \sum_i^n E_{res,i} \quad (3)$$

$$E^{RMS} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i^n E_{res,i}^2} \quad (4)$$

$$\bar{B} = \frac{1}{n} \sum_i^n B_{res,i} \quad (5)$$

$$B^{RMS} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i^n B_{res,i}^2} \quad (6)$$

in cui

- n indica il numero di dati raccolti nell'ambiente di misura;
- $E_{res,i}$ indica 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;
- E^{RMS} è il valore quadratico medio dell'intensità del campo elettrico nell'ambiente di misura;
- $B_{res,i}$ indica 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;
- B^{RMS} è il valore quadratico medio della densità di flusso magnetico nell'ambiente di misura;

Il contributo medio della sorgente per uno specifico gruppo di frequenze è determinato come segue:

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

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

in cui

- n indica il numero di dati raccolti nell'ambiente di misura;
- E^{RMS} è il valore quadratico medio dell'intensità del campo elettrico nell'ambiente di misura;
- $E_{HF\ Quelle,i}$ è la risultante dell'intensità del campo elettrico che corrisponde al gruppo di frequenza definito nel capitolo 2.4.2 (ad esempio, downlink, uplink, TDD, broadcasting, WLAN, DECT);
- $prop_{HF\ Quelle}$ è il contributo medio del gruppo di frequenze RF al campo elettrico totale in un ambiente di misura;

- B^{RMS} è il valore quadratico medio della densità di flusso magnetico nell'ambiente di misura;
- $B_{NF\ Quelle,i}$ è la risultante della densità di flusso magnetico che corrisponde al gruppo di frequenza definito nel capitolo 2.4.2 (ad esempio, corrente ferroviaria, alimentazione, corrente di ondulazione del tram);
- $prop_{HF\ Quelle}$ è il contributo medio del gruppo di frequenze AF alla densità di flusso magnetico totale in un ambiente di misura;

Oltre alle analisi descrittive per tipo di ambiente di misura/sorgente primaria, per ogni singolo 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). 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) per gli N ambienti di misura dello stesso tipo.

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

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

per cui

- 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 misurazione N ;
- $\overline{E_{ME}}$ è la media aritmetica dei valori 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 misurazione N ;
- $\overline{B_{ME}}$ è la media aritmetica dei valori $\overline{B}_N$ di un tipo di ambiente di misura (ME);

3 Risultati

3.1 Misure su percorso

Nel capitolo 3.1.1 vengono presentati i risultati delle misurazioni del "primo ciclo di misurazione dei percorsi" (300 microambienti, 188 luoghi pubblici e 328 mezzi di trasporto), raccolti tra luglio 2021 e giugno 2023. 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 per le scuole. Un confronto dell'esposizione alle NIR tra il 2021 e il 2023 negli stessi ambienti di misurazione è presentato nel capitolo 3.1.2.

3.1.1 Analisi del primo ciclo di misura del percorso di misurazione

3.1.1.1 Panoramica generale - Esposizione ad HF

Figura 9 e Figura 10 mostrano la distribuzione dell'esposizione per il primo ciclo di misurazione del percorso nei vari microambienti, aree pubbliche e mezzi di trasporto. Il lato sinistro mostra la distribuzione dei valori RMS o dei valori di picco per tipo di ambiente di misura 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 aree industriali (RMS: 0,30 V/m, picco: 1,67 V/m), seguite dai centri urbani (RMS: 0,24 V/m, picco: 1,22 V/m) e dalle aree urbane residenziali centrali (RMS: 0,20 V/m, picco: 1,02 V/m). I valori mediani diminuiscono con il diminuire dell'urbanizzazione. I valori mediani più bassi sono stati misurati nei centri urbani (RMS: 0,09 V/m, picco: 0,36 V/m) e nelle aree naturali (RMS: 0,07 V/m, picco: 0,23 V/m). *Nelle aree pubbliche*, i valori mediani sono più alti negli aeroporti (RMS: 0,48 V/m, picco: 2,19 V/m), alle fermate dei tram (RMS: 0,39 V/m, picco: 2,15 V/m) e alle fermate degli autobus (RMS: 0,32 V/m, picco: 1,65 V/m), in parte perché questi luoghi sono all'aperto. Al contrario, i valori mediani nei supermercati (RMS: 0,08 V/m, picco: 0,56 V/m) e nelle scuole (RMS: 0,09 V/m, picco: 0,43 V/m) sono relativamente bassi, poiché si trovano al chiuso. Nel *trasporto pubblico*, i valori mediani RMS e di picco nella metropolitana, nei tram e nei treni sono simili (RMS: 0,22-0,24 V/m, picco: 1,33-1,55 V/m).

La percentuale maggiore di sorgenti di RF-EMF nella maggior parte dei tipi di ambiente di misura si trova sul downlink (RMS: 58-98%, picco: 49-96%). L'uplink ha una quota relativamente elevata nella metropolitana (RMS: 59%, picco: 57%) e nei treni (RMS: 40%, picco: 34%). Il contributo del Wi-Fi è maggiore nella metropolitana (RMS: 21%, picco: 26%), nelle biblioteche (RMS: 16%, picco: 53%), nei treni (RMS: 14%, picco: 20%) e nei supermercati (RMS: 13%, picco: 51%), con una proporzione maggiore di valori di picco nella biblioteca. Il Time Division Duplex (TDD), nel contesto del 5G, ha generalmente un contributo relativamente basso in tutti i microambienti. I contributi TDD più elevati sono stati riscontrati nei trasporti, nelle aree industriali, nelle fermate dei tram, nelle stazioni ferroviarie e nelle scuole. Mentre la proporzione dei contributi TDD ai valori RMS è bassa (<7%), la proporzione per i valori di picco è significativamente più alta (19-29%), riflettendo la maggiore dinamica della tecnologia mobile 5G. I DECT (telefoni cordless) sono mediamente bassi in tutti gli ambienti di misurazione (<1%), tranne che nei centri urbani (RMS: 7%, Picco: 0,1%) e nei supermercati (RMS: 9%, Picco: 9%). La quota relativa della radiodiffusione, principalmente la radiodiffusione audio digitale (DAB) e la modulazione di frequenza (FM), domina nei centri urbani (RMS: 45%,

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
23.05.2024

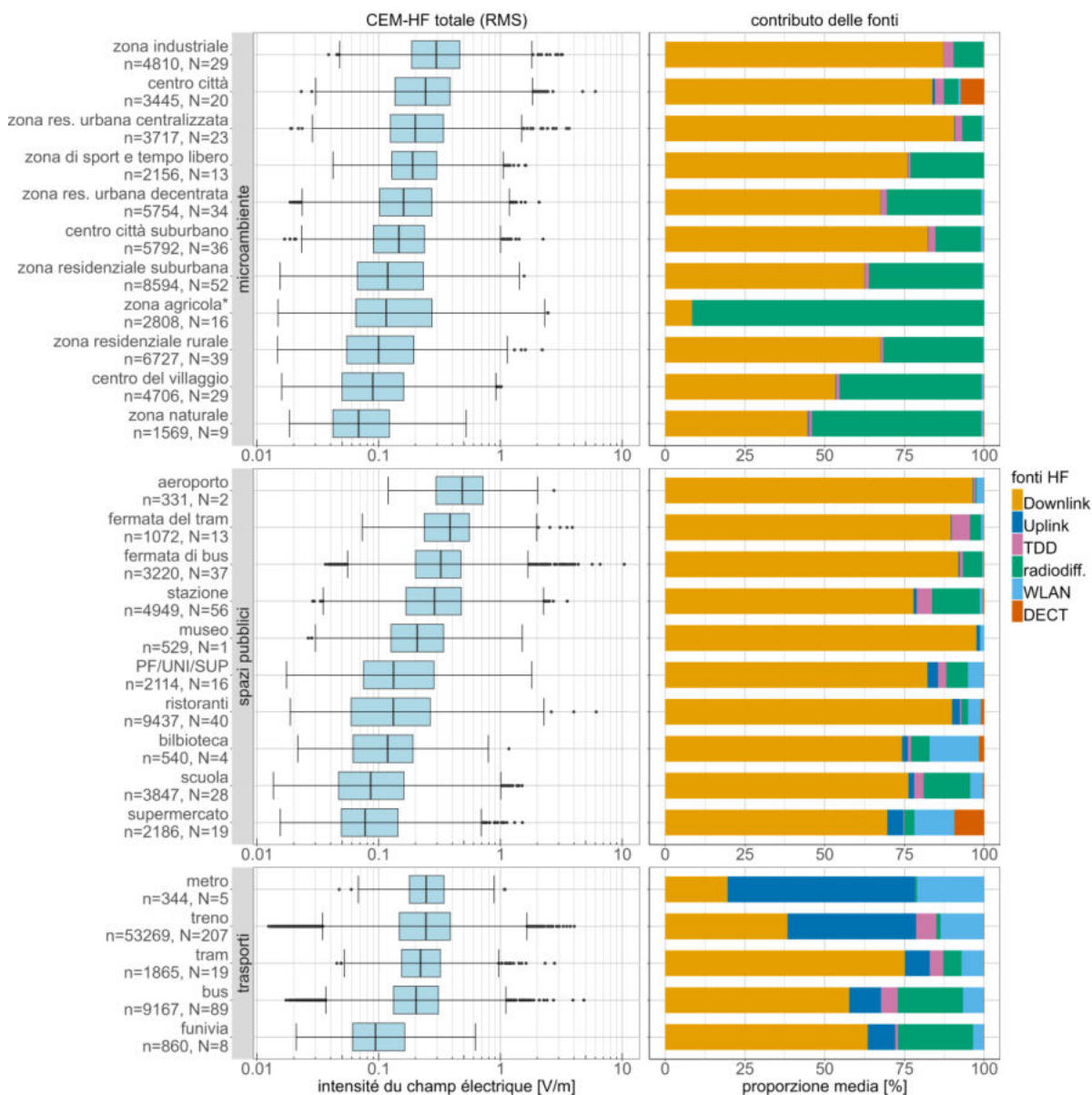


Figura 9: A sinistra: Distribuzione dei valori di misurazione RF-EMF RMS per il "primo ciclo di misurazione del percorso" per tipo di ambiente di misurazione. La linea centrale, le caselle, i baffi e i punti indicano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte l'intervallo interquartile (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 riportati nella tabella 13. Tabella 13 e Tabella 14 rispettivamente.

*Area agricola: delle 16 aree agricole misurate, tre sono state misurate al suolo in prossimità di un trasmettitore radio con una 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 un trasmettitore radio. Il contributo alla radiodiffusione (RMS) nelle aree agricole è del 42% senza antenna e del 100% con antenna. Con 0,15

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
23.05.2024

V/m e 1,07 V/m rispettivamente, l'esposizione media nelle aree agricole senza trasmettitore radio è stata anche sei volte inferiore a quella sul terreno con un trasmettitore radio. Nella relazione annuale 2022 [6], i risultati delle misurazioni per le aree agricole con e senza radiotrasmettitori sono presentati separatamente.

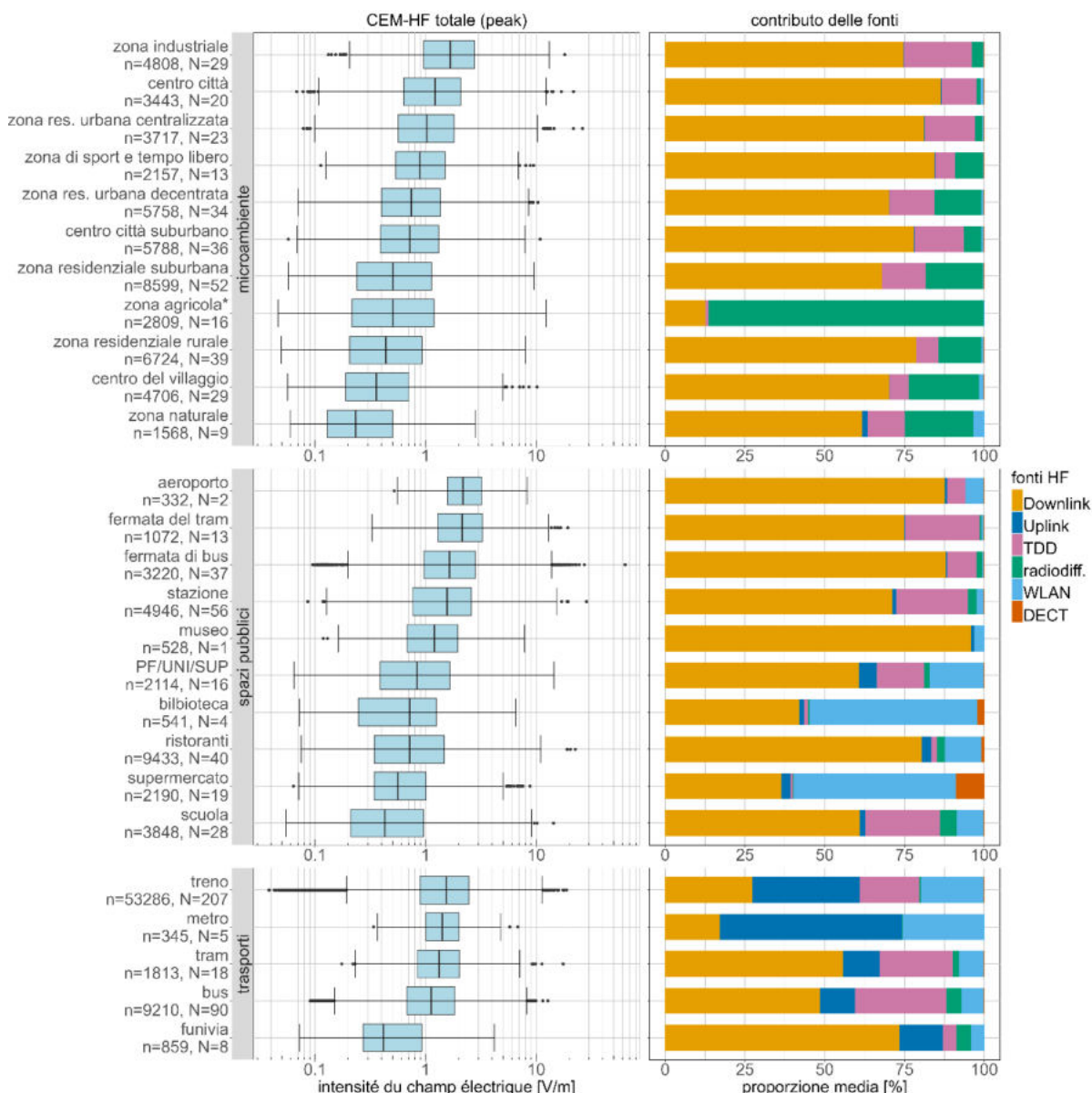


Figura 10: A sinistra: Distribuzione delle misure di RF-EMF di picco per il "primo ciclo di misura del percorso" per tipo di ambiente di misura. La linea centrale, le caselle, i baffi e i punti indicano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte il range interquartile ($1,5 \cdot IQR$) 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 riportati nella tabella 15. Tabella 15 e Tabella 16 rispettivamente. *Si veda la legenda della Figura 9.

(picco: 22%) - in questo caso, però, a causa del basso contributo assoluto dell'esposizione al downlink - e nelle aree agricole (RMS: 92%, picco: 86%). L'elevato contributo della radio nelle aree agricole è dovuto a tre aree con un'elevata esposizione alla radio, come illustrato nella legenda della Figura 9.

Figura 11 e Figura 12 mostrano le distribuzioni dell'esposizione media per microambiente per i valori RMS e di picco per tipo di ambiente di misurazione per il primo ciclo di misurazione. Il minimo (quadrato blu) e il massimo (triangolo rosso) mostrano il valore medio più basso e più alto per ogni singolo ambiente di misura. Il valore medio dei valori RMS (diamante nero) è calcolato secondo l'equazione (9).

L'andamento dei valori medi per *microambiente* è simile a quello dei valori mediani in Figura 9 e Figura 10 nella. L'esposizione media è più elevata nelle aree industriali (RMS: 0,42 V/m, picco: 2,53 V/m) e nei centri urbani (RMS: 0,42 V/m, picco: 2,23 V/m). Il valore medio massimo di un microambiente è stato misurato in un'area agricola con un radiotrasmettitore (RMS: 1,26 V/m, picco: 5,71 V/m). Nelle aree pubbliche, l'esposizione media più elevata si registra negli aeroporti (RMS: 0,64 V/m, picco: 2,78 V/m) e nelle fermate dei tram (RMS: 0,51 V/m, picco: 3,12 V/m). Nei trasporti pubblici, l'esposizione media è più alta nei treni (RMS: 0,34 V/m, picco: 2,12 V/m). Il valore medio massimo di tutte le misurazioni nelle aree pubbliche - e in generale - si è verificato alla fermata dell'autobus (RMS: 2,09 V/m, picco: 12,38 V/m).

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti

Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS

23.05.2024

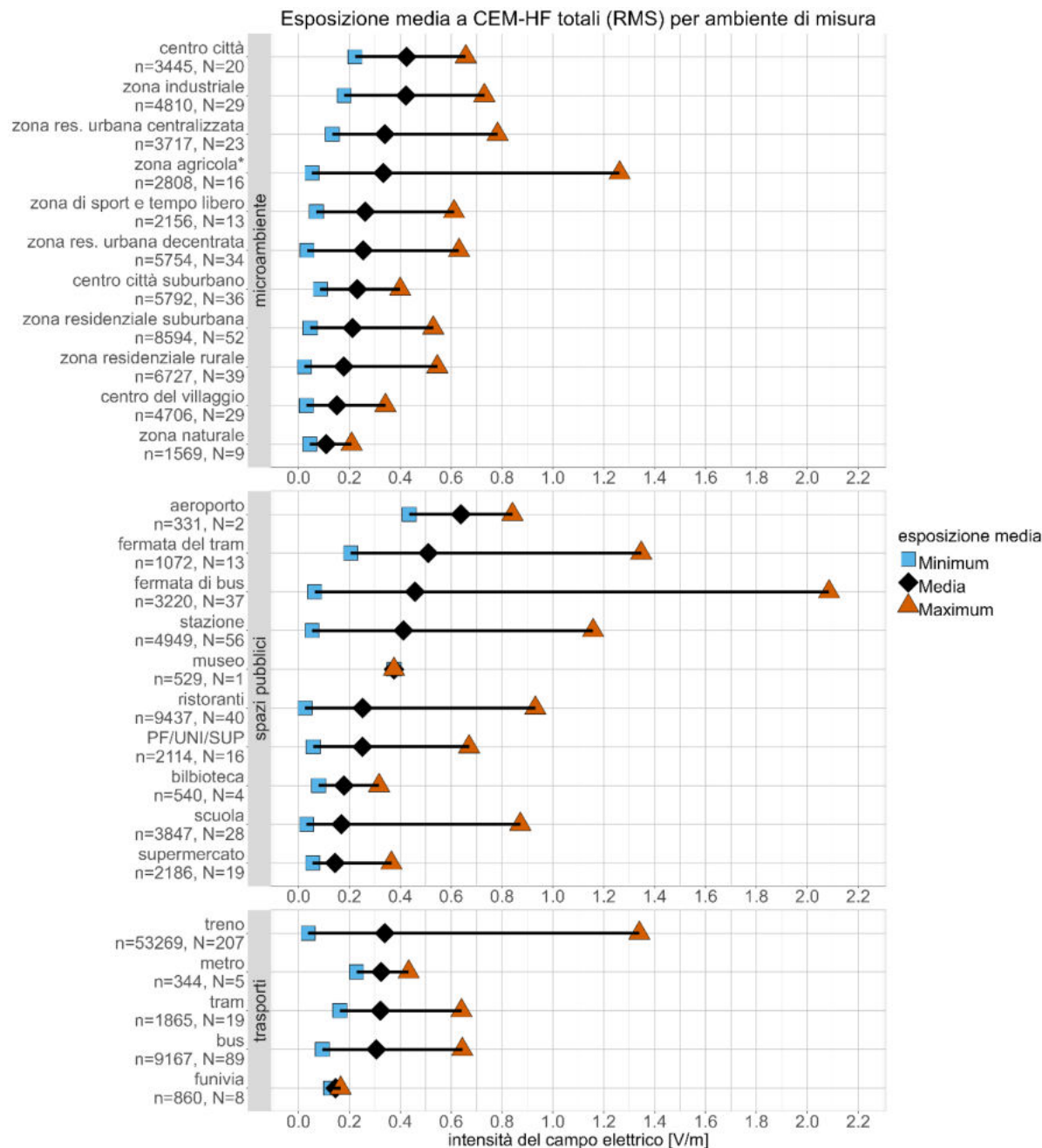


Figura 11: Intervallo dell'esposizione media delle misure RMS RF-EMF dei diversi ambienti di misura per il primo ciclo di misura. Il valore medio del valore RMS (diamante nero) è calcolato secondo l'equazione (9). Il minimo (quadrato blu) e il massimo (triangolo rosso) mostrano il valore RMS più basso 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 riportati nella Tabella 17 elencati. * Si veda la legenda della Figura 9.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

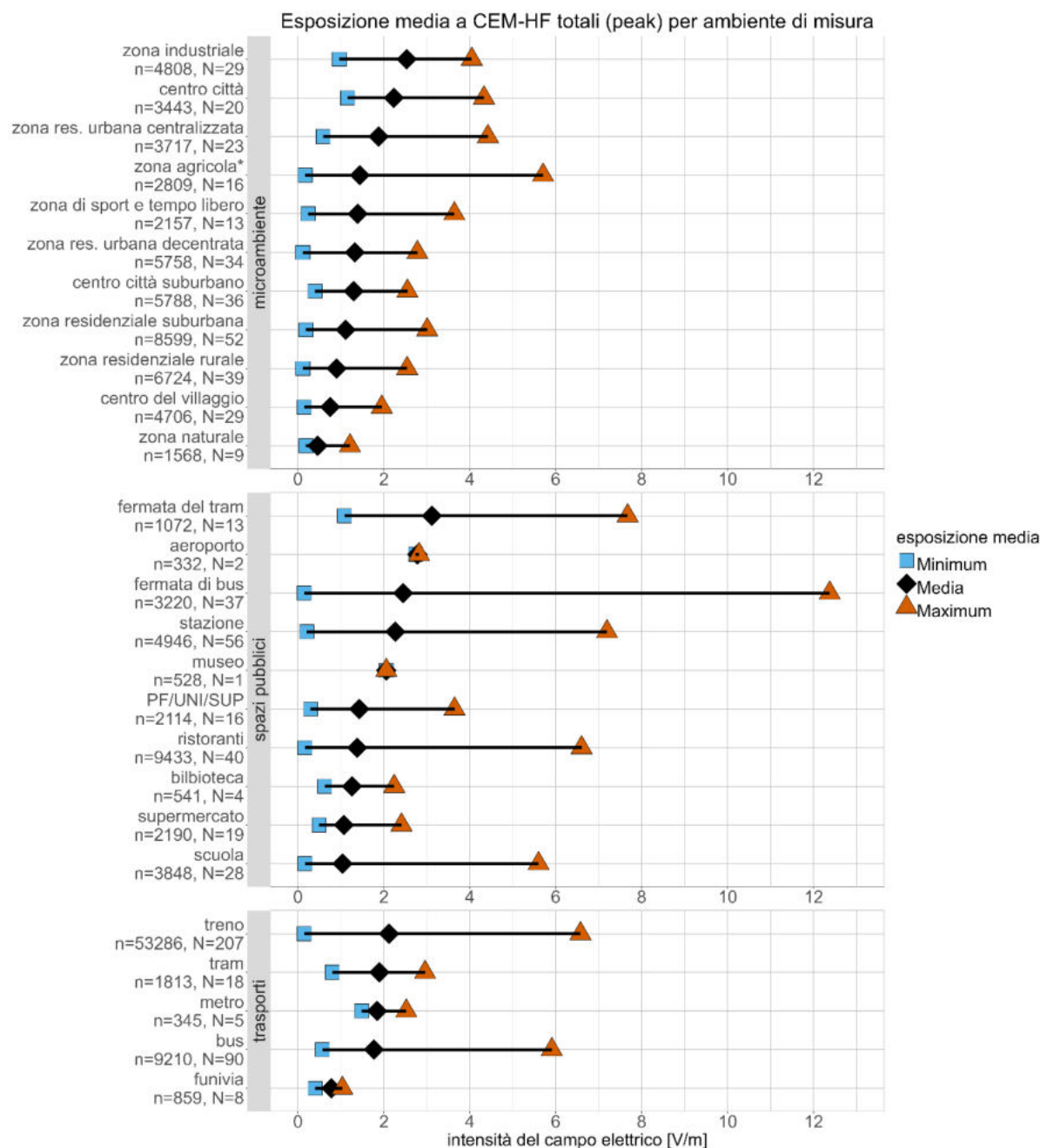


Figura 12: Intervallo dell'esposizione media delle misure di RF-EMF di picco dei diversi ambienti di misura per il primo ciclo di misura. Il valore medio del valore RMS (diamante nero) è calcolato secondo l'equazione (9). Il minimo (quadrato blu) e il massimo (triangolo rosso) mostrano il valore RMS 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 riportati nella Tabella 18 elencati. * Si veda la legenda della Figura 9.

3.1.1.2 Panoramica generale - Esposizione a NF

Figura 13 mostra la distribuzione dei valori RMS per tipo di ambiente di misura per il primo ciclo di misura del percorso nei vari microambienti, aree pubbliche e mezzi di trasporto come box plot 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 NF-MF più elevati sono stati misurati nei centri urbani (0,19 μT), seguiti dalle aree residenziali centrali (0,18 μT) e decentrate (0,14 μT). I valori mediani tendono a diminuire con il diminuire dell'urbanizzazione. I valori mediani più bassi sono stati misurati nelle aree agricole e nelle aree sportive/di svago (0,03 μT) e nelle aree naturali (0,02 μT). Nelle *aree pubbliche*, i valori mediani più alti si registrano nelle stazioni ferroviarie (0,38 μT) e nelle fermate dei tram (0,22 μT), mentre i valori mediani nelle scuole (0,04 μT), nelle biblioteche (0,03 μT) e negli aeroporti (0,02 μT) sono relativamente bassi. Per quanto riguarda i *trasporti pubblici*, i valori mediani sono più alti nei treni (0,44 μT), seguiti dai tram (0,17 μT).

Il contributo dell'elettricità è dominante in tutti i *microambienti* (60-97%), ad eccezione delle aree naturali (9%). Il contributo dell'elettricità ferroviaria è maggiore nei treni (100%), nelle stazioni ferroviarie (99%) e nelle fermate degli autobus (82%), a causa della vicinanza alle linee elettriche ferroviarie. La percentuale di corrente da tram è del 28% nei tram e del 44% alle fermate dei tram.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

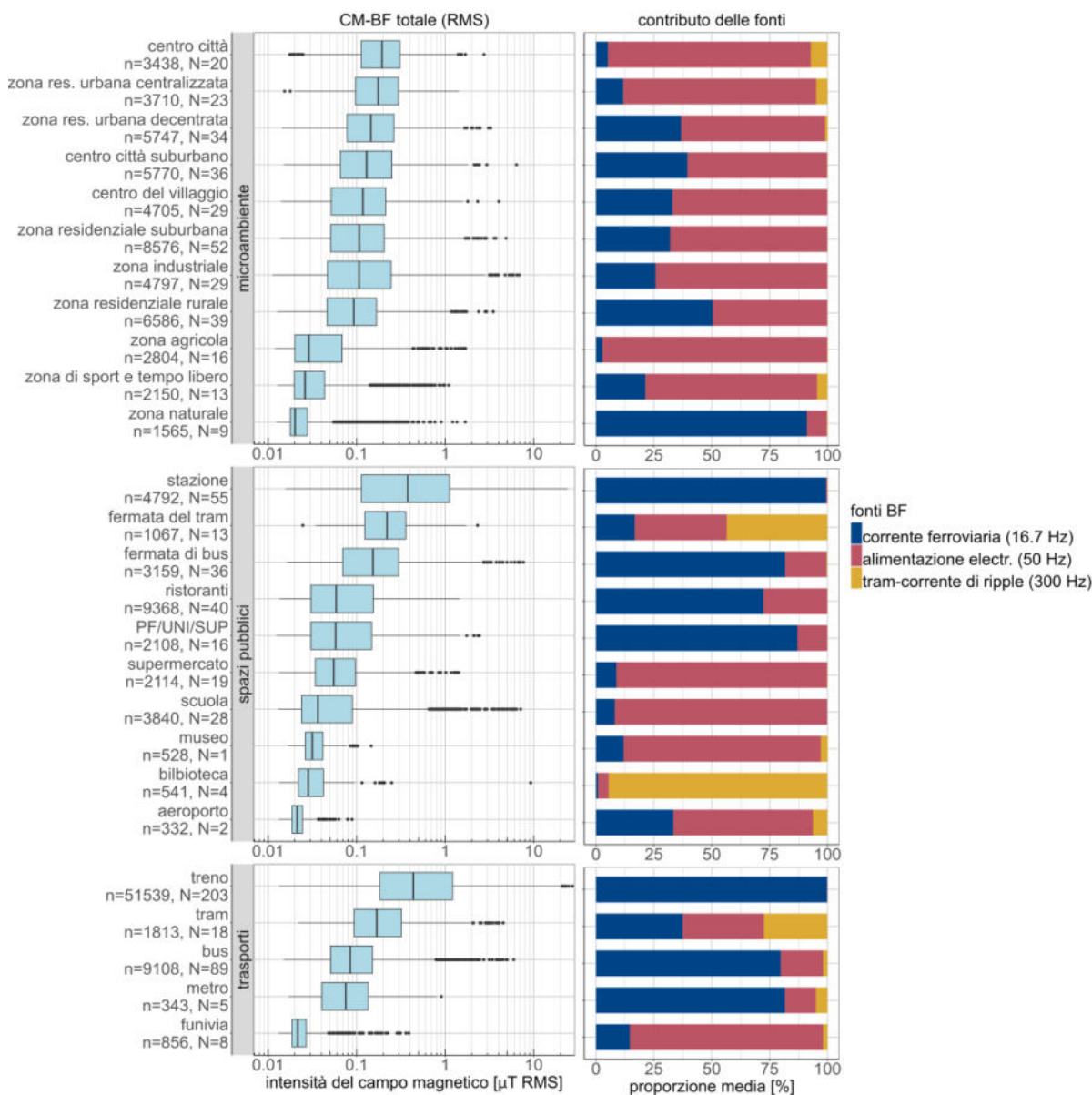


Figura 13: A sinistra: Distribuzione dei valori di misurazione NF-MF per il "primo ciclo di misurazione del percorso" per tipo di ambiente di misurazione. La linea centrale, le caselle, i baffi e i punti indicano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte il range interquartile ($1,5 \times IQR$) 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 sorgenti sono riportati in Tabella 19 e Tabella 20 rispettivamente.

Figura 14 mostra la distribuzione dell'esposizione media dell'esposizione totale LF per tipo di ambiente di misura per il primo ciclo di misura. 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, si può osservare lo stesso schema di sequenza di esposizione per i valori medi per ambiente di misurazione come in

Figura 13 per i valori mediani. Nei *microambienti*, l'esposizione media più alta è stata misurata nei centri urbani (0,24 μT). L'esposizione massima è stata rilevata in un'area industriale (1,48 μT) vicino a una centrale elettrica. Nelle *aree pubbliche*, l'esposizione media più elevata è stata misurata nelle stazioni ferroviarie (1,05 μT), con un'esposizione media massima di 7,20 μT . Nei *trasporti pubblici*, l'esposizione media più elevata si registra nei treni (1,18 μT) e l'esposizione media massima si estende fino a 8,99 μT .

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti

Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS

23.05.2024

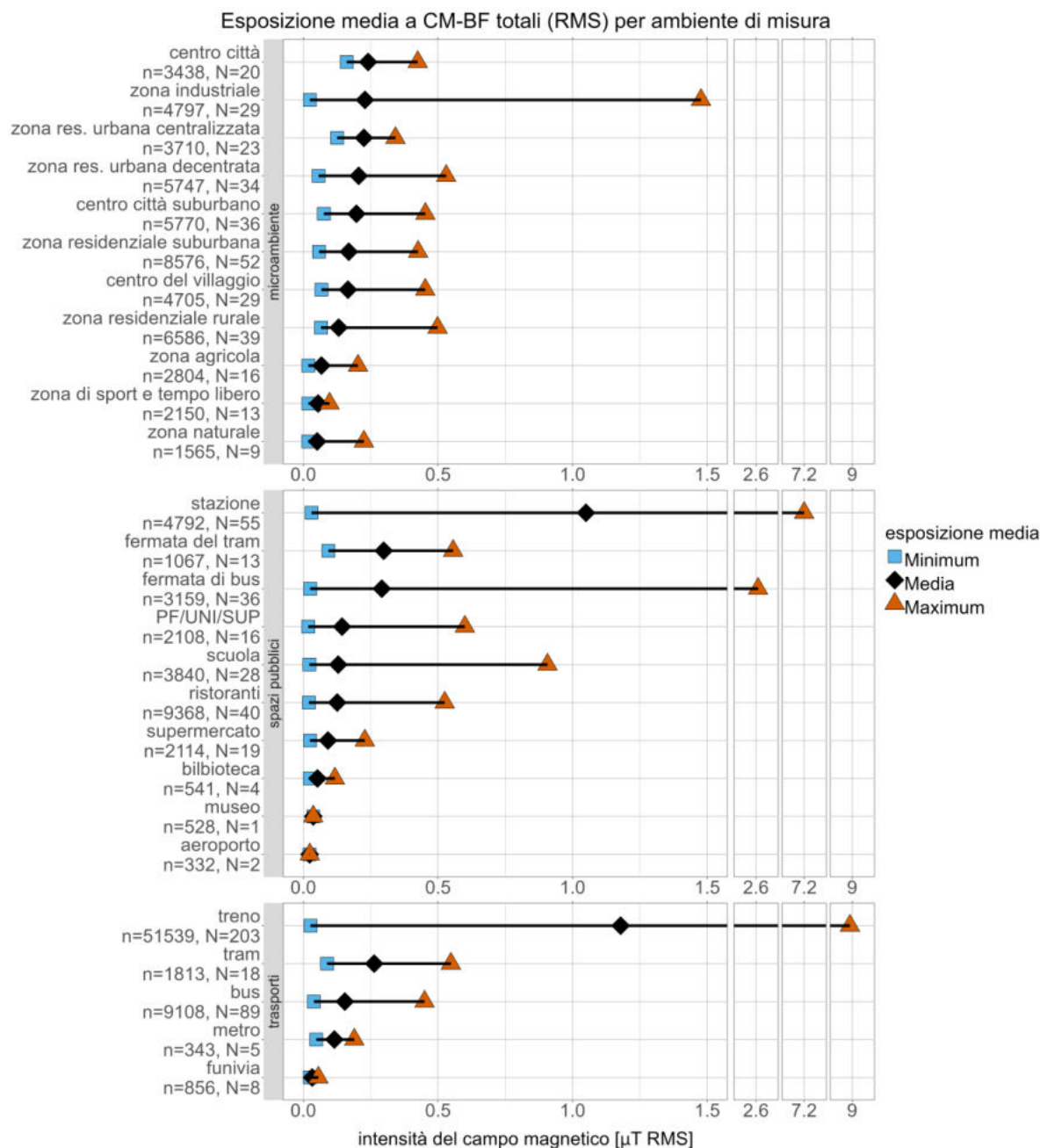


Figura 14: Intervallo del carico medio delle misure LF-MF per il "primo ciclo di misurazione del percorso" per i diversi ambienti di misura. Il valore medio della media aritmetica (diamante nero) è calcolato secondo l'equazione (10). Il minimo (quadrato blu) e il massimo (triangolo rosso) mostrano i valori minimi e massimi della media aritmetica per ogni singolo ambiente di misura. "n" indica il numero di punti dati per ogni tipo di ambiente di misura. "N" indica il numero di ambienti di misura misurati dello stesso tipo. L'asse delle ascisse viene interrotto tre volte tra 1,5 μT e 9,0 μT, in modo da poter mostrare anche i valori medi massimi, alcuni dei quali sono significativamente più alti di quelli delle altre misurazioni. I dati sono riportati nella Tabella 21.

3.1.1.3 Sfruttamento del valore limite di immissione (IGW)

Figura 15 mostra lo sfruttamento del valore limite di immissione (IGW) per i valori LF (blu) e i valori HF (rosso) per tutti i dati del percorso di misura del primo ciclo di misura, calcolati secondo la regola della sommatoria del NISV [1]. Tutti i dati sono stati raggruppati in base ai tre tipi di misurazione (microambienti, aree pubbliche, trasporti pubblici). Il valore di immissione massimo 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 13% per i valori LF e un massimo del 6% per i valori HF. I valori mediani dei valori di sfruttamento IGW sono tutti inferiori all'1%.

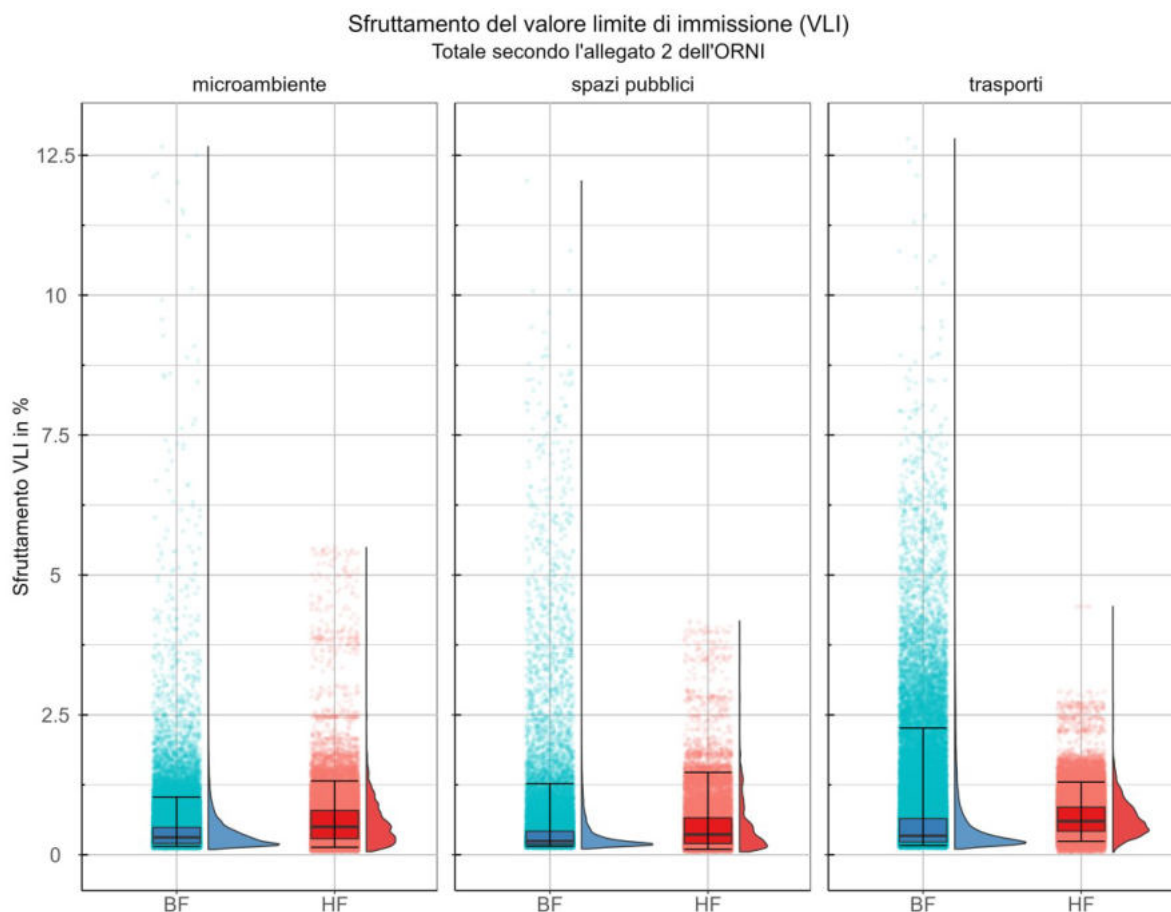


Figura 15: Distribuzione statistica dello sfruttamento del valore limite di immissione in tutti i punti di misura del primo ciclo di misura. Le varie frequenze sono state sommate secondo la regola della somma (NISV Allegato 2). Nei diagrammi, i singoli valori misurati (per LF) e i singoli valori medi 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 13%) per rendere visibile la struttura dei valori.

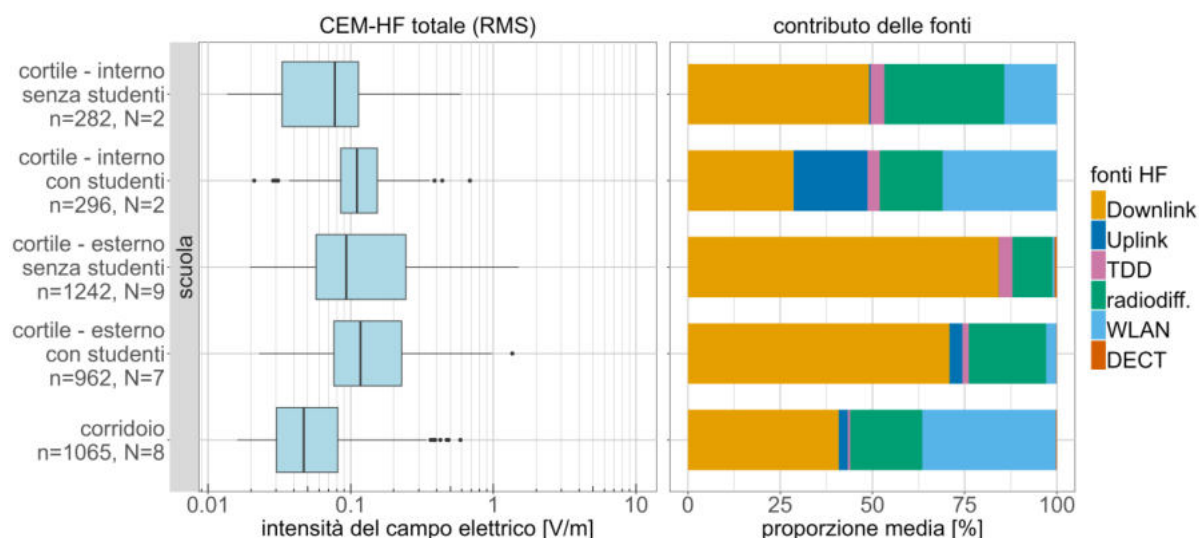
Nessuno dei valori HF misurati supera il valore limite di immissione applicabile. Di tutti i valori LF misurati, solo uno supera il limite di immissione di un fattore di 1,73. È stato escluso dall'ulteriore analisi dei

dati e dal grafico precedente ed è considerato un outlier. Questo valore è stato misurato in una biblioteca nella banda di frequenza di 899-901 Hz. In questa banda è possibile misurare la terza armonica della corrente del tram. In questo caso, a causa dell'intensità di campo insolitamente elevata e della costellazione atipica, si può ipotizzare che questa misurazione non sia correlata alla corrente del tram e provenga da un lettore RFID magnetico per libri.

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 2022 e 2023 come parte del primo ciclo di misurazione in tre scuole primarie, quattro scuole secondarie e due licei. L'esposizione a RF e NF è stata misurata nel parco giochi, all'aperto e nell'edificio, con e senza alunni, nonché nei corridoi. Figura 16 mostra sul lato sinistro, sotto forma di box plot, la distribuzione dell'esposizione alle RF dei valori RMS (in alto) e dei valori di picco (in basso) nelle scuole. 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). Come previsto, l'esposizione è leggermente superiore nelle aree esterne ("area break - esterno") rispetto all'interno dell'edificio ("area break - interno", "corridoio"). Inoltre, l'esposizione nelle aree di pausa piene è leggermente superiore a quella delle aree di pausa vuote (ad esempio, "Area di pausa - esterna con alunni": RMS: 0,23 V/m, picco: 1,33 V/m | "Area di pausa - esterna senza alunni": RMS: 0,15 V/m, picco: 0,52 V/m).

Nelle "aree di sosta esterne", i maggiori contributi alle radiazioni provengono dai sistemi di telefonia mobile (contributo in downlink: RMS: 71 -84%, picco: 66 -68%), seguiti dai sistemi radio (RMS: 11 - 21%, picco: 3-11%). Nelle "aree di pausa interne", i maggiori contributi alle radiazioni provengono dalla WLAN (RMS: 14 - 31%, picco: 61 - 65%), anche se a un livello basso, poiché l'esposizione media all'interno dell'edificio è complessivamente bassa (RMS: 0,09 - 0,15 V/m). Durante le pause all'interno dell'edificio (cioè "area di pausa interna - con gli alunni"), gli alunni contribuiscono leggermente all'aumento dell'esposizione attraverso l'uso attivo dei loro telefoni cellulari (contributo uplink: RMS: 20%, picco: 12%).



Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
23.05.2024

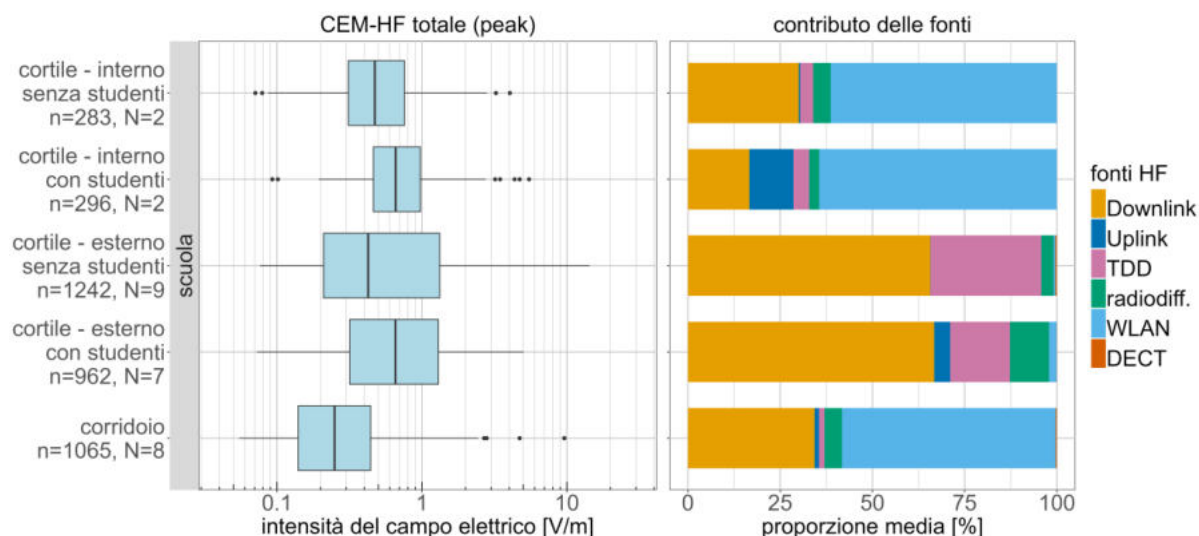


Figura 16: A sinistra: Distribuzione delle misure di RF-EMF RMS (in alto) e di picco (in basso) nelle scuole del primo ciclo di misurazione. La linea centrale, le caselle, i baffi e i punti mostrano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte il range interquartile ($1,5 \cdot IQR$) 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 illustrati nella tabella 22. Tabella 22 e Tabella 23 rispettivamente.

Figura 17 mostra la distribuzione dei valori RMS dell'esposizione LF per i vari punti di misurazione nelle scuole come un grafico a caselle sul lato sinistro. Sul lato destro, sono colorati i contributi medi relativi delle tre principali sorgenti di radiazioni a bassa frequenza: Corrente ferroviaria (blu), alimentazione elettrica (rosa) e corrente di ondulazione del tram (giallo). In generale, i valori mediani dell'esposizione alle LF-MF nelle scuole sono i più bassi di tutte le *aree pubbliche*. In tutte e nove le scuole, le misurazioni sono state effettuate nell'area di pausa esterna senza alunni. Il valore mediano per le LF-MF è di $0,03 \mu T$. Tuttavia, colpisce l'ampia diffusione dei dati con diversi valori misurati $>1 \mu T$. Questi valori elevati provengono da una scuola nelle immediate vicinanze di una linea ferroviaria. L'esposizione mediana LF-MF di questa scuola è di $0,33 \mu T$. I valori LF-MF significativamente più elevati in questa scuola indicano che la corrente ferroviaria fornisce il contributo medio più elevato (99%) per le aree di interruzione.

Per le altre otto scuole, l'esposizione mediana alle LF-EMF nel parco giochi senza alunni è di $0,02-0,14 \mu T$. Per queste otto scuole, il 6-97% dell'esposizione a LF-EMF nel parco giochi proviene dall'alimentazione elettrica e il 3-94% dalla corrente ferroviaria. Quest'ultimo dato è dovuto principalmente al fatto che due di queste otto scuole si trovano vicino a una stazione ferroviaria suburbana, dove la corrente ferroviaria contribuisce fino al 94%; nelle altre sei scuole, la corrente ferroviaria contribuisce fino al 24%. Tuttavia, l'esposizione mediana a LF-EMF è leggermente più alta in queste scuole ($0,07-0,14 \mu T$) rispetto alle altre sei ($0,02-0,05 \mu T$). Confrontando i valori di LF-EMF nelle varie posizioni dell'edificio scolastico Figura 17 va notato che le misurazioni non sono state effettuate in tutti i punti di tutte le scuole e il confronto è quindi significativamente influenzato dall'unica scuola nelle immediate vicinanze della linea ferroviaria. In questa scuola, le misurazioni sono state effettuate nell'area giochi interna (con e senza alunni) e nell'area giochi esterna senza alunni.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

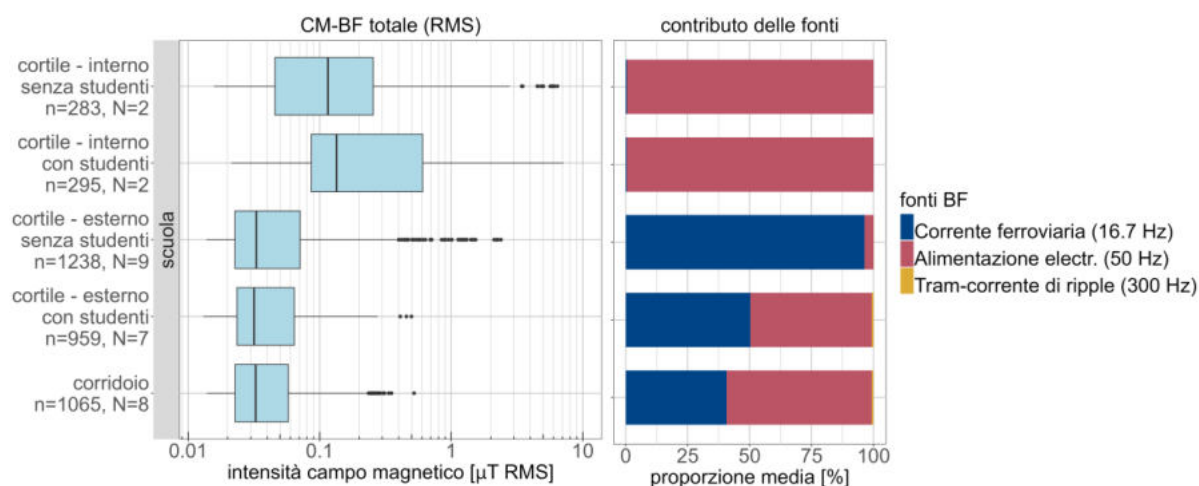


Figura 17: A sinistra: Distribuzione delle letture LF-MF nel 2022 e 2023 per tipo di ambiente di misura. La linea centrale, le caselle, i baffi e i punti indicano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte il range interquartile ($1,5 \cdot IQR$) e i valori estremi. A destra: il 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 sorgenti sono riportati nella Tabella e Tabella 25 rispettivamente.

3.1.2 Confronto dell'esposizione nel 2021 e nel 2023

Nella seconda metà del 2021 e del 2023, le misurazioni sono state effettuate negli stessi 75 microambienti e 43 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 periodo di sei mesi. 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 viaggi con i mezzi pubblici per raggiungere i luoghi di misurazione.

Figura 18 e Figura 20 mostrano rispettivamente il confronto della distribuzione dell'esposizione totale alle radiofrequenze dei valori RMS e dei valori di picco della seconda metà dell'anno nel 2021 (viola) e nel 2023 (giallo), dove le misure sono state effettuate negli stessi ambienti di misurazione. Nella maggior parte degli ambienti di misurazione, le mediane RMS sono simili ($\pm 0,03$ V/m). In alcuni ambienti di misurazione, i valori mediani erano più alti nel 2023, in particolare in un aeroporto (RMS: 2021: 0,33 V/m, 2023: 0,50 V/m, picco: 2021: 2,16 V/m, 2023: 4,27 V/m) e in ambienti pubblici.27 V/m), e nei trasporti pubblici (ad esempio nei treni (RMS: 2021: 0,21 V/m, 2023: 0,28 V/m, Picco: 2021: 1,33 V/m,

2023: 1,87 V/m) e negli autobus (RMS: 2021: 0,15 V/m, 2023: 0,23 V/m, Picco: 2021: 0,81 V/m, 2023: 1,40 V/m). I valori mediani alle fermate degli autobus sono leggermente inferiori nel 2023 (RMS: 2021: 0,36 V/m, 2023: 0,31 V/m, Picco: 2021: 1,91 V/m, 2023: 1,76 V/m).

Il valore mediano RF EMF RMS per tutti i *microambienti* è stato di 0,14 V/m sia nel 2021 che nel 2023. Il valore mediano di picco è stato di 0,60 V/m nel 2021 e di 0,65 V/m nel 2023. Per tutte le *aree pubbliche*, il valore mediano RMS è stato di 0,13 V/m nel 2021 (picco: 0,67 V/m) e di 0,14 V/m nel 2023 (picco: 0,95 V/m). Per tutti i *mezzi di trasporto*, il valore RMS mediano nel 2021 era di 0,21 V/m (picco: 1,26 V/m) e nel 2023 di 0,27 V/m (picco: 1,78 V/m) (cfr. Tabella 32). Tabella 32).

Figura 19 e Figura 21 mostrano i contributi medi relativi delle sei sorgenti RF nel 2021 e nel 2023: Downlink (arancione), Uplink (blu scuro), Time Division Duplex TDD (viola), Broadcast (verde), WLAN (azzurro), DECT (rosso). Nella maggior parte dei casi, si possono osservare modelli di contribuzione simili nel 2021 e nel 2023. Il cambiamento più significativo è l'aumento della quota di TDD nei valori PEAK, in particolare nelle aree urbane, industriali, sportive e ricreative, nonché nei trasporti pubblici, comprese le fermate degli autobus e gli aeroporti. Ad esempio, la quota di TDD nei valori di picco nelle aree industriali e nelle aree sportive e ricreative è passata rispettivamente dal 17% e dal 6% nel 2021 al 28% e al 31% nel 2023. Anche l'aumento dei TDD alle fermate dei tram (2021: 8%, 2023: 32%) e negli aeroporti (2021: 11%, 2023: 67%) è stato pronunciato. Nel trasporto pubblico, la quota di TDD nei valori di punta è aumentata nei treni (2021: 10%, 2023: 53%), nei tram (2021: 24%, 2023: 38%) e negli autobus (2021: 6%, 2023: 45%).

Anche per i valori RMS è stato osservato un aumento della percentuale di TDD tra il 2021 e il 2023, ma in generale è stato meno pronunciato, tranne che per l'aeroporto (2021: 2%, 2023: 49%), le fermate del tram (2021: 1%, 2023: 14%), i treni (2021: 3%, 2023: 27%), i tram (2021: 3%, 2023: 14%) e gli autobus (2021: 1%, 2023: 7%).

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

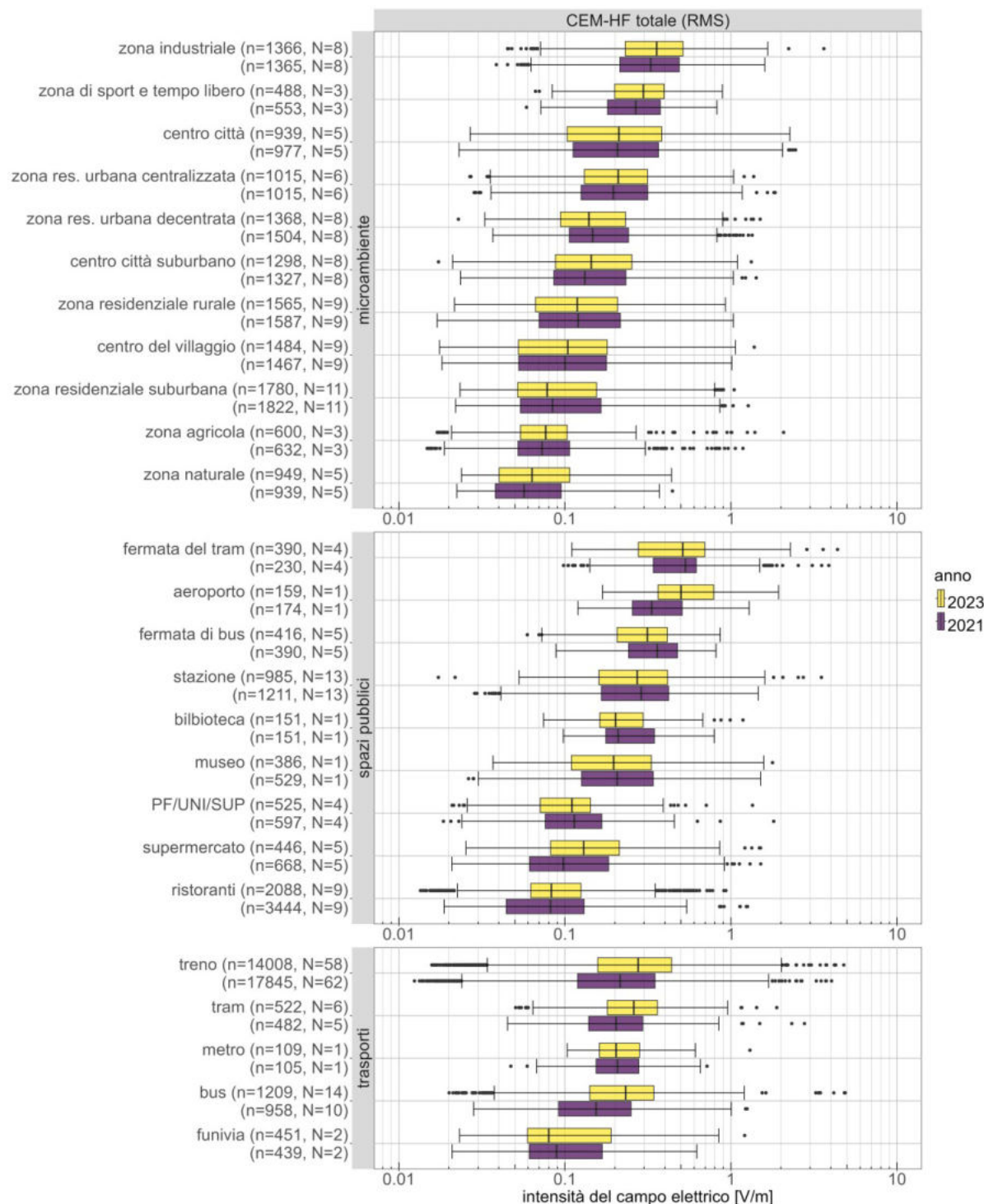


Figura 18: Confronto della distribuzione dei valori RMS RF-EMF misurati negli stessi ambienti di misura nel 2021 (viola) e nel 2023 (giallo). La linea centrale, le caselle, i baffi e i punti mostrano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte l'intervallo interquartile (1,5*IQR) e i valori estremi. "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 riportati nella Tabella 26.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

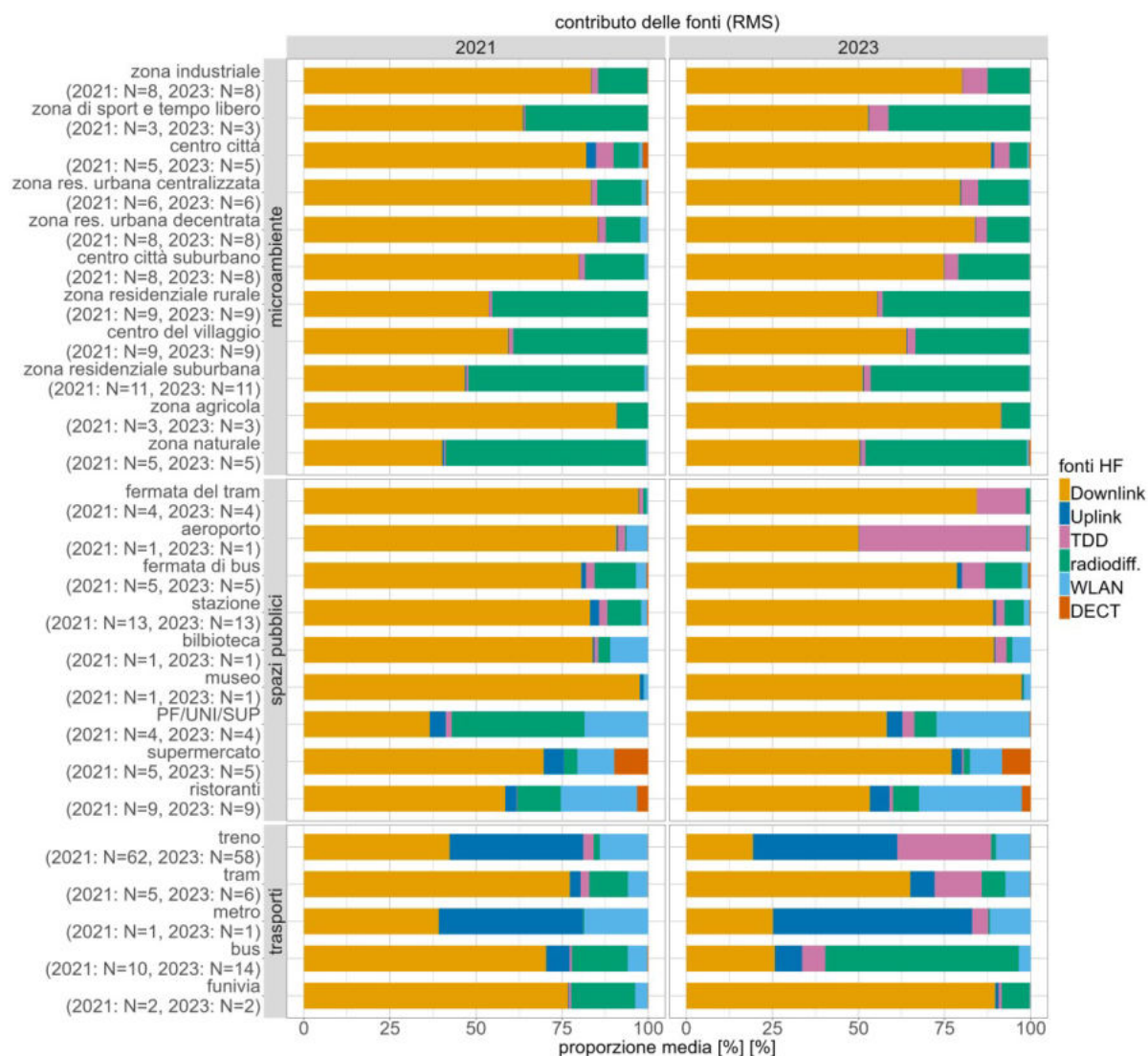


Figura 19: Il contributo medio delle sorgenti RF RMS per ogni tipo di ambiente di misura nel 2021 e nel 2023, dove le misure sono state effettuate negli stessi ambienti di misura. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink, Uplink, Time Division Duplexing (TDD), Broadcast, 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 dello stesso tipo. I contributi delle sorgenti sono riportati nella Tabella 27.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

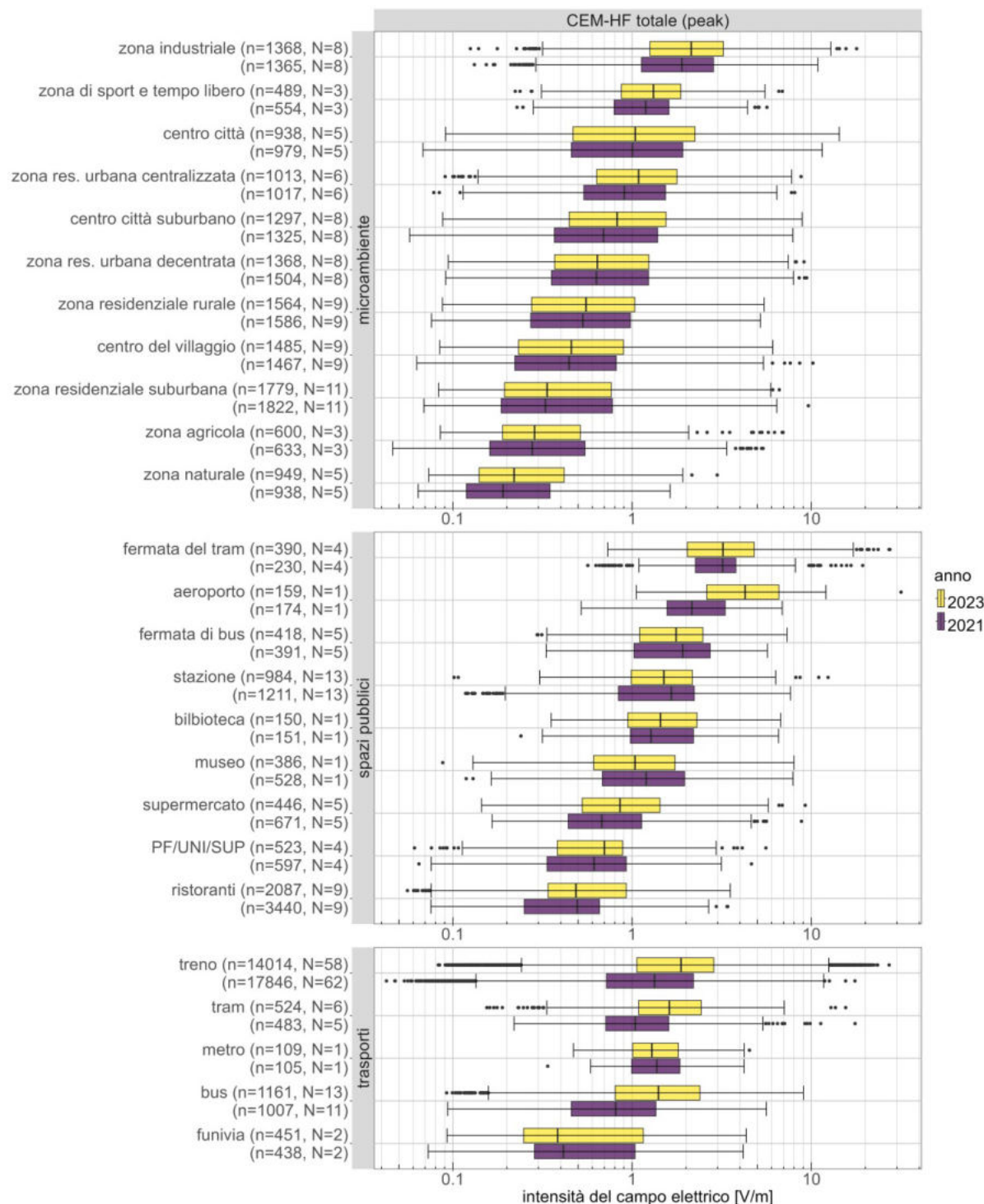


Figura 20: Confronto della distribuzione dei valori di picco RF-EMF misurati negli stessi ambienti di misurazione nel 2021 (viola) e nel 2023 (giallo). La linea centrale, le caselle, i baffi e i punti indicano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte l'intervallo interquartile ($1,5 \cdot IQR$) 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 riportati nella Tabella 28.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

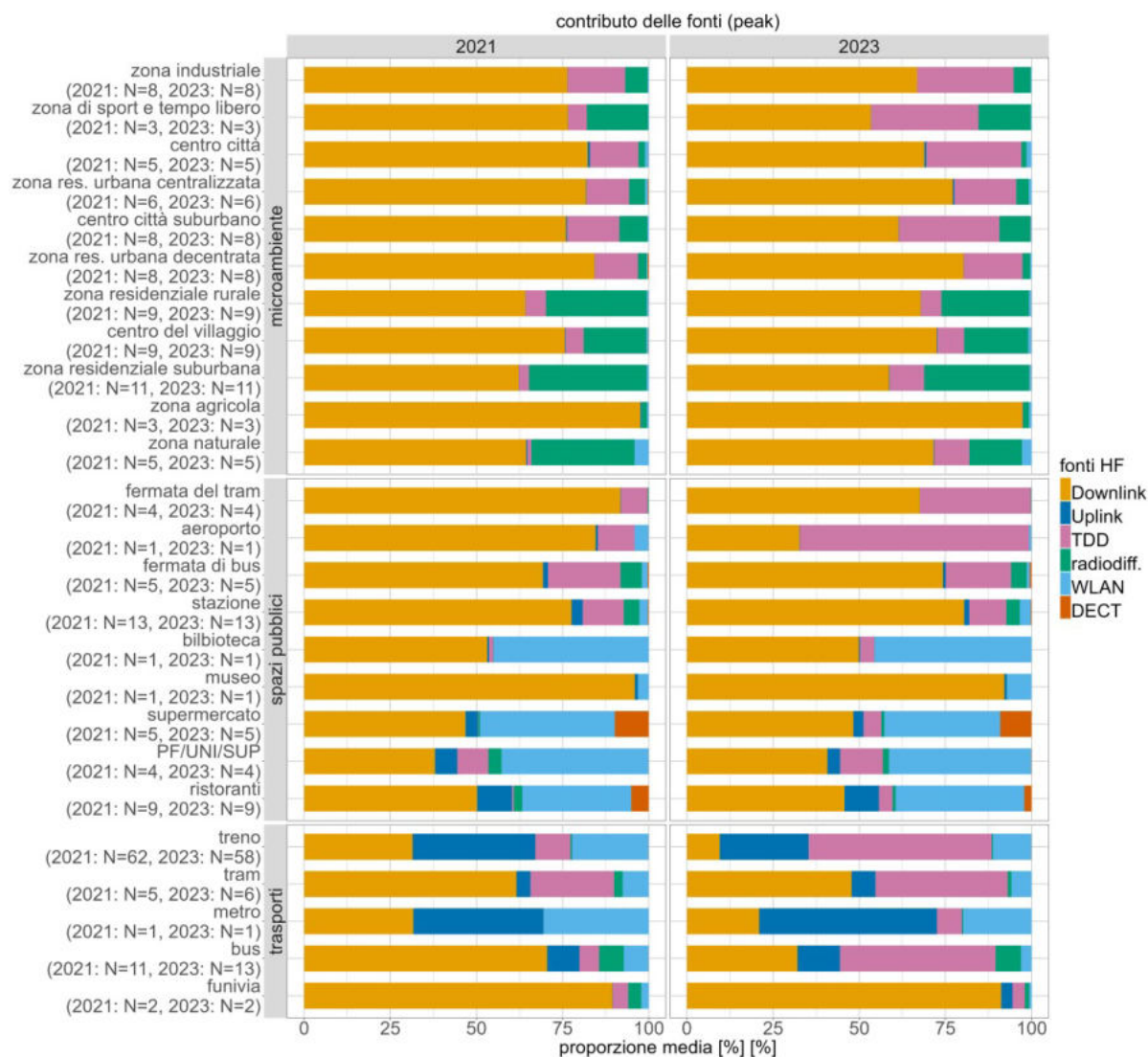


Figura 21: Il contributo medio delle sorgenti RF RMS per ogni tipo di ambiente di misura nel 2021 e nel 2023, dove le misure sono state effettuate negli stessi ambienti di misura. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink, Uplink, Time Division Duplexing (TDD), Broadcast, 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 dello stesso tipo. I contributi delle sorgenti sono riportati nella Tabella 29.

Figura 22 mostra il confronto della distribuzione dell'esposizione totale LF dei valori RMS nel 2021 (viola) e nel 2023 (giallo), dove le misurazioni sono state effettuate nello stesso luogo in ciascun caso. Nella maggior parte degli ambienti di misurazione, le mediane RMS sono rimaste entro un intervallo di $\pm 0,02 \mu\text{T}$. Nel 2023, il valore mediano era leggermente più alto nelle stazioni ferroviarie (2021: $0,19 \mu\text{T}$, 2023: $0,32 \mu\text{T}$) e leggermente più basso nelle fermate dei tram (2021: $0,31 \mu\text{T}$, 2023: $0,23 \mu\text{T}$), nei treni (2021: $0,42 \mu\text{T}$, 2023: $0,35 \mu\text{T}$) e nella metropolitana (2021: $0,12 \mu\text{T}$, 2023: $0,05 \mu\text{T}$).

In Figura 23 i contributi medi relativi delle tre fonti di FA nel 2021 e nel 2023 sono colorati in blu (elettricità 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 2021 e il 2023. Sebbene si osservino differenze nei contributi percentuali in ciascun ambiente, il contributo principale rimane lo stesso, tranne che nelle aree riservate agli autobus e alle aree naturali. Negli autobus e nelle aree naturali, il contributo principale nel 2021 proviene dall'elettricità ferroviaria (autobus: 62%, area naturale: 55%), mentre nel 2023 proviene dalla fornitura di elettricità (autobus: 67%, area naturale: 83%). Queste differenze possono essere in parte spiegate dal diverso numero di misurazioni negli autobus nel 2021 (N=10) e nel 2023 (N=14). Nelle aree naturali, l'esposizione è bassa (2021-2023: 0,02 μ T), per cui singoli valori più elevati misurati in un anno possono causare grandi cambiamenti nel contributo relativo della fonte.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

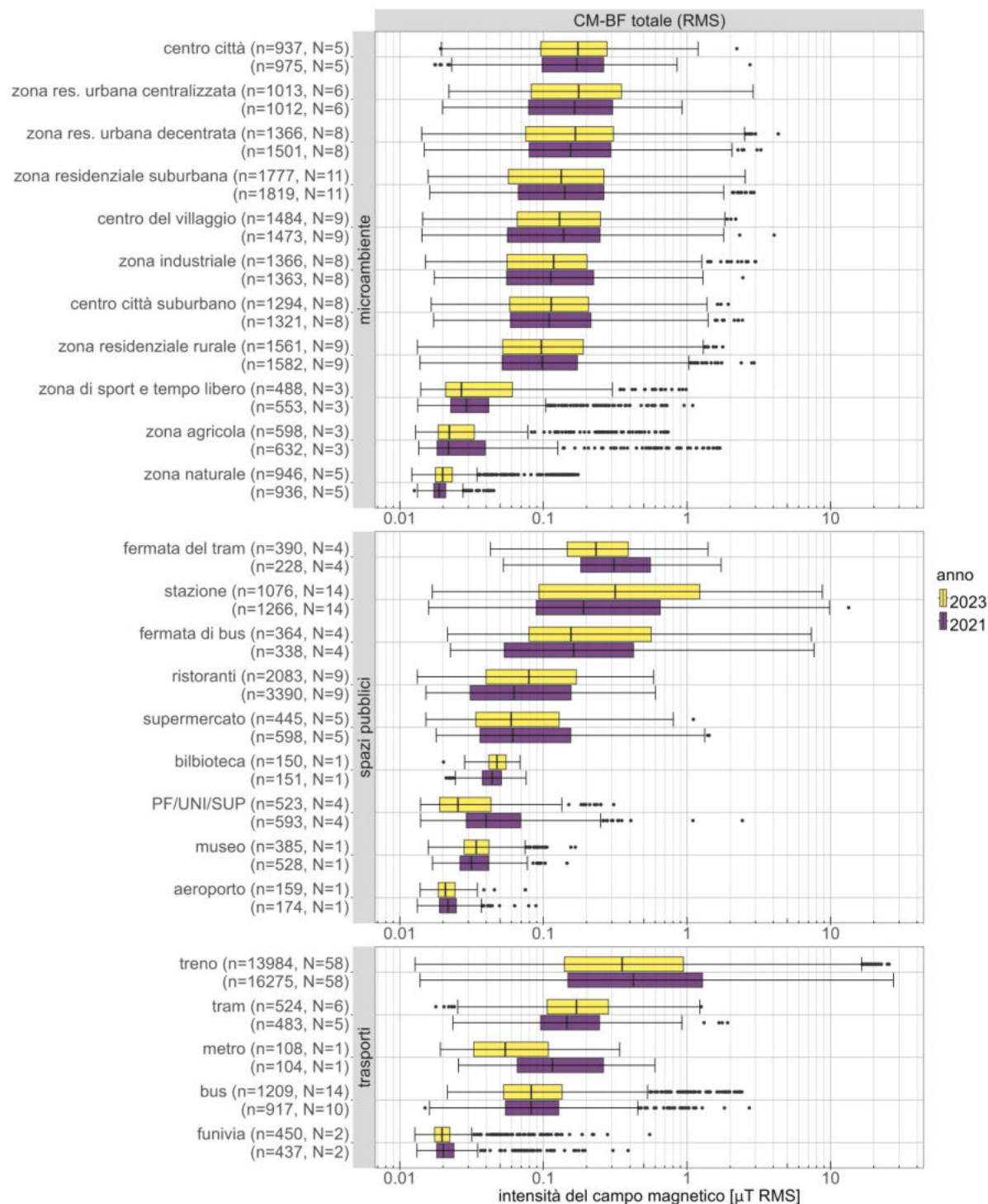


Figura 22: Confronto della distribuzione dei valori RMS LF-MF misurati negli stessi ambienti di misura nel 2021 (viola) e nel 2023 (giallo). La linea centrale, le caselle, i baffi e i punti mostrano rispettivamente la mediana, il 25° e il 75° percentile, 1,5 volte l'intervallo interquartile ($1,5 \times IQR$) 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 riportati nella Tabella 30.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

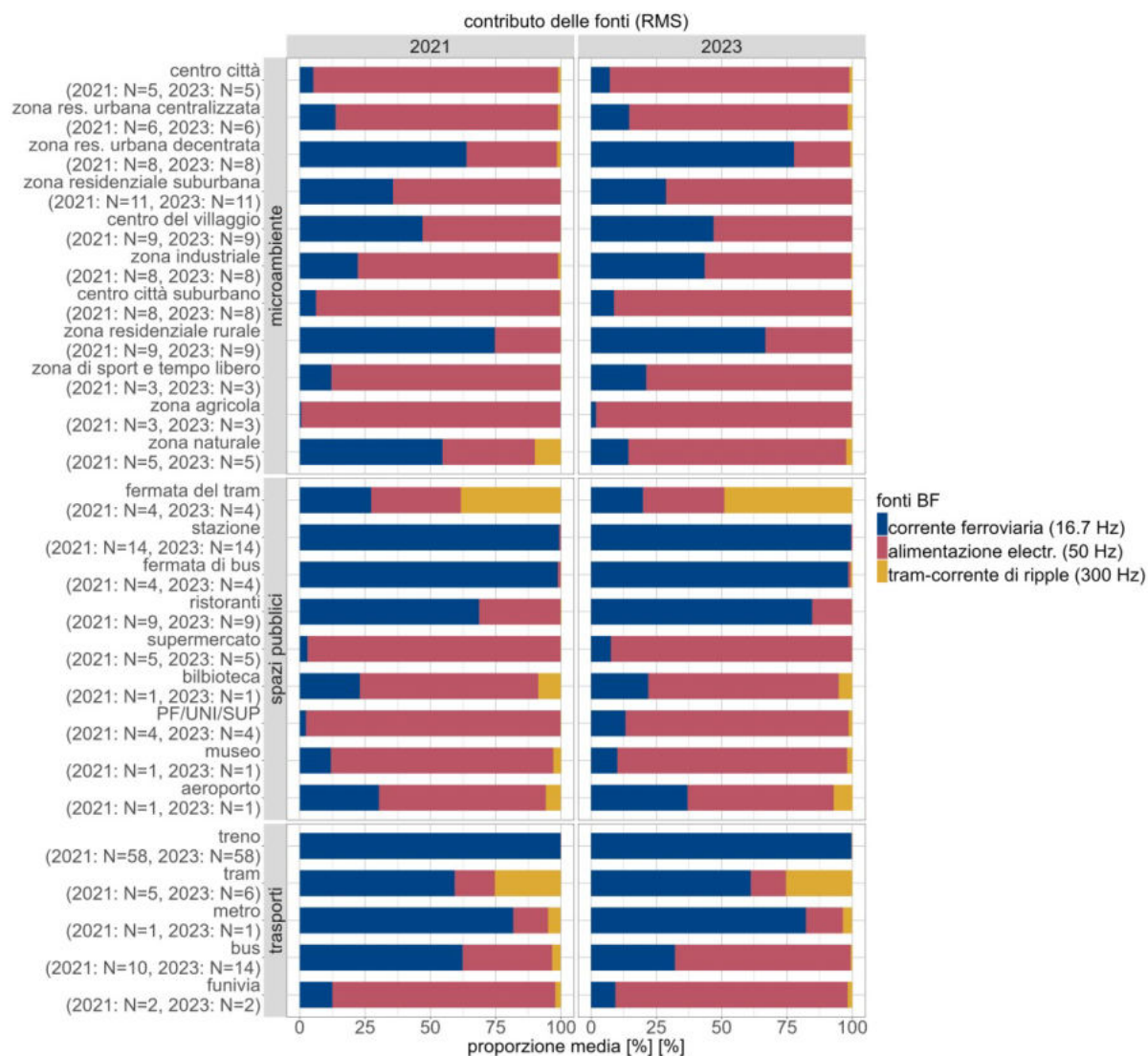


Figura 23: Il contributo medio delle sorgenti LF-MF per ogni tipo di ambiente di misura nel 2021 e nel 2023, dove le misure sono state effettuate nelle stesse località. Sono stati considerati i seguenti gruppi di bande di frequenza: Corrente ferroviaria (16,7 Hz), Alimentazione elettrica (50 Hz) e Corrente 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 riportati nella Tabella 31 elencati.

3.2 Misure spot residenziali

3.2.1 Esposizione ad HF

Figura 24 mostra la distribuzione dei valori RMS RF-EMF misurati per tutte le 57 proprietà che sono state misurate tra il 2021 e il marzo 2024 (si veda il capitolo 2.2.3). Figura 25 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 a lungo termine, la misura mobile e la misura a breve termine, sono analizzate singolarmente. Come descritto

nel capitolo 2.1 le proprietà nelle vicinanze di una sorgente primaria sono state selezionate specificamente per analizzare l'influenza di una sorgente vicina sull'esposizione. I siti senza sorgente primaria corrispondono a una distribuzione rappresentativa delle situazioni di esposizione ai NIR in Svizzera. Delle 57 proprietà analizzate, 29 si trovano in prossimità di una stazione di base per la telefonia mobile, quattro in prossimità di un trasmettitore radio e 24 sono prive di una sorgente primaria.

Nelle *misurazioni a breve termine*, i punti di misurazione in prossimità delle stazioni base di telefonia mobile presentano un valore mediano di 0,17 V/m (RMS) o 0,99 V/m (picco) per l'intensità del campo elettrico totale. La composizione percentuale dell'intensità del campo elettrico totale RMS è suddivisa in media nei seguenti gruppi di servizi: Downlink: 72 %, broadcasting: 20 %, WLAN: 5 %. L'intensità di campo totale di picco corrispondente è composta come segue: Downlink: 61 %, WLAN: 19 %, TDD: 8 % e broadcasting: 6 %. Le proprietà in prossimità di un trasmettitore radiotelevisivo presentano il valore mediano più elevato dell'intensità del campo elettrico totale (RMS: 0,40 V/m, picco: 1,85 V/m). I contributi delle sorgenti RMS sono pari all'86% per la radio e al 13% per la WLAN. Per i valori di picco, la WLAN contribuisce per il 72% e la radio per il 26%. Per le proprietà che non sono state selezionate a causa della loro vicinanza a una delle sorgenti RF sopra menzionate ("nessuna sorgente RF primaria"), il valore mediano è di 0,15 V/m (RMS) e 1,05 V/m (picco). 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: WLAN: 40 %, downlink: 31 %, radio: 23 % e DECT: 6 %. I maggiori contributi di campo di picco risultano per: WLAN: 82 %, downlink: 9 %, DECT: 6 %.

Nelle *misurazioni della telefonia mobile*, le posizioni in prossimità delle antenne di telefonia mobile hanno un valore mediano di 0,14 V/m (RMS) e 0,87 V/m (picco). Le due maggiori fonti RMS in questa categoria sono il downlink con il 70% e la radiodiffusione con il 24%. I contributi di picco sono costituiti per il 64% dal downlink, per il 21% dalla WLAN e per l'11% dal broadcasting. Per le misurazioni in prossimità di trasmettitori radio, la mediana è di 0,27 V/m (RMS) e 0,88 V/m (picco), che è anche il valore RMS più alto per le misurazioni mobili. I contributi di campo RMS della categoria delle trasmissioni radiotelevisive predominano fortemente al 95%. L'intensità di campo totale di picco comprende i contributi dei servizi di radiodiffusione 62%, WLAN 33% e downlink 4%. Le abitazioni della categoria "nessuna fonte primaria di RF" hanno una mediana di esposizione di 0,09 V/m (RMS) e 0,61 V/m (picco). I maggiori contributi di sorgente RMS nella categoria "nessuna sorgente RF primaria" sono Downlink: 45 %, broadcast: 28 % e WLAN: 23 %. I contributi di picco provengono principalmente dalla WLAN (62 %) e in misura minore dal downlink (25 %) e dal DECT (6 %).

Nelle *misurazioni a lungo termine*, i punti di misurazione in prossimità delle stazioni base di telefonia mobile mostrano un valore mediano di 0,16 V/m (RMS) e 0,85 V/m (picco). La principale fonte RMS è il downlink con l'80%, seguito dalla radiodiffusione con il 19%. L'intensità di campo totale di picco comprende il 90% di downlink e il 7% di broadcasting. Le misurazioni a lungo termine in località con trasmettitori radio mostrano la mediana più alta del gruppo, con un'intensità di campo elettrico totale di 0,35 V/m (RMS) e 1,33 V/m (picco). In questa località, la radio fornisce il maggior contributo di intensità di campo RMS con il 97%, seguita dal downlink con il 3%. Anche i contributi della radiodiffusione dominano l'intensità di campo di picco complessiva con l'83%, seguiti dal downlink con il 10% e dalla WLAN con il 5%.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

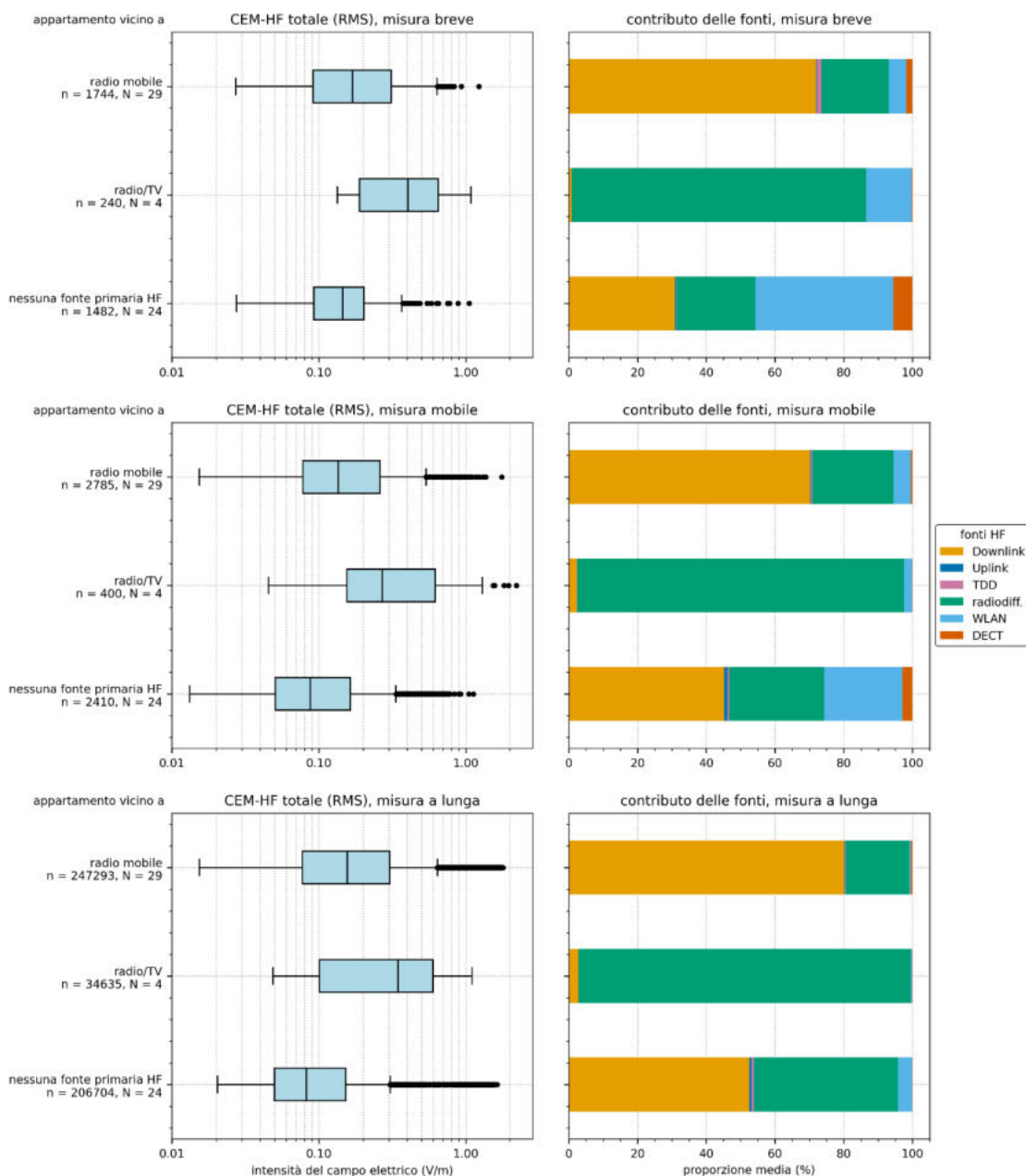


Figura 24: Distribuzione dei valori totali di RF-EMF (RMS) delle misurazioni spot calcolate con l'equazione (1), raggruppate per misurazioni parziali (misurazioni a breve termine, misurazioni mobili e misurazioni a lungo termine) e per la fonte primaria di RF nelle vicinanze del luogo di misurazione. 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' $1,5 \times \text{IQR}$ (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), broadcasting, WLAN e DECT. Le caratteristiche statistiche sono riportate nella Tabella 33 e Tabella 34.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
23.05.2024

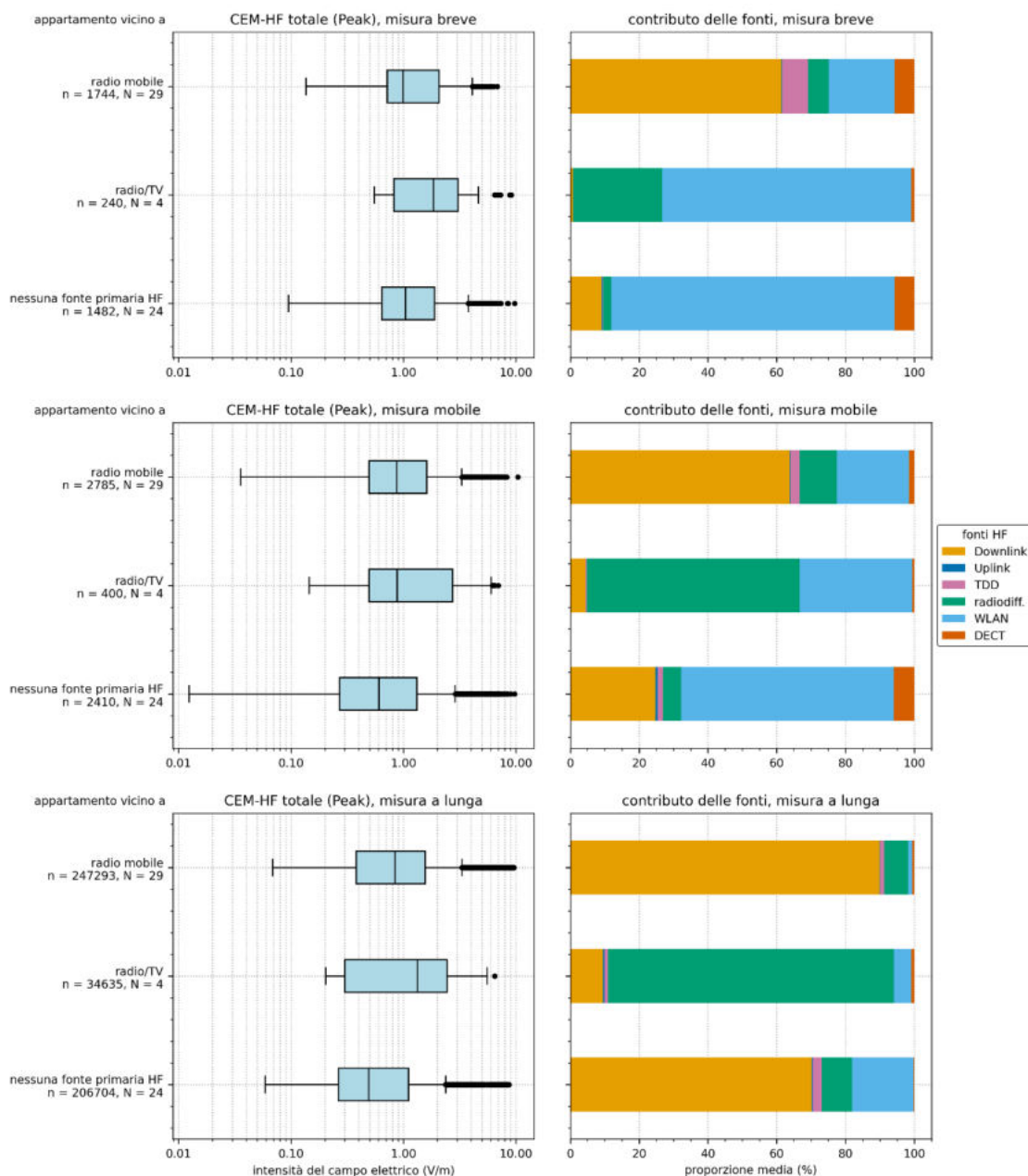


Figura 25: Distribuzione dei valori totali dei campi elettromagnetici a radiofrequenza (picco) delle misurazioni spot calcolate con l'equazione (1), raggruppate per misurazioni parziali (misurazioni a breve termine, misurazioni mobili e misurazioni a lungo termine) e per la fonte primaria di radiofrequenza 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 di picco media, cfr. equazione (7). Si distingue tra downlink, uplink, time-division duplex (TDD), broadcasting, WLAN e DECT. Le caratteristiche statistiche sono riportate nella Tabella 35 e Tabella 36.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

La categoria "nessuna sorgente RF primaria" mostra una mediana di intensità di campo di 0,08 V/m (RMS) e 0,49 V/m (picco) nelle misurazioni a lungo termine. Il downlink e la radiodiffusione forniscono i principali contributi RMS, rispettivamente del 53% e del 42%. I principali contributi di picco provengono dal downlink e dalla WLAN, rispettivamente al 70% e al 18%.

Le caratteristiche statistiche per il Figura 24 sono riportate in appendice, raggruppate in base alle misure parziali (Tabella 33 e Tabella 34) . I dati caratteristici per Figura 25 si trovano nella Tabella 35 e Tabella 36.

Figura 26 e Figura 27 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 picco 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 di Figura 24 i valori medi dei dati RMS sono generalmente un po' più alti. Questo vale anche per i valori medi dei dati di picco in Figura 27 rispetto ai valori mediani della Figura 25. L'andamento dei valori medi tra le tre categorie di sorgenti primarie è simile a quello dei valori mediani in Figura 24 e Figura 25.

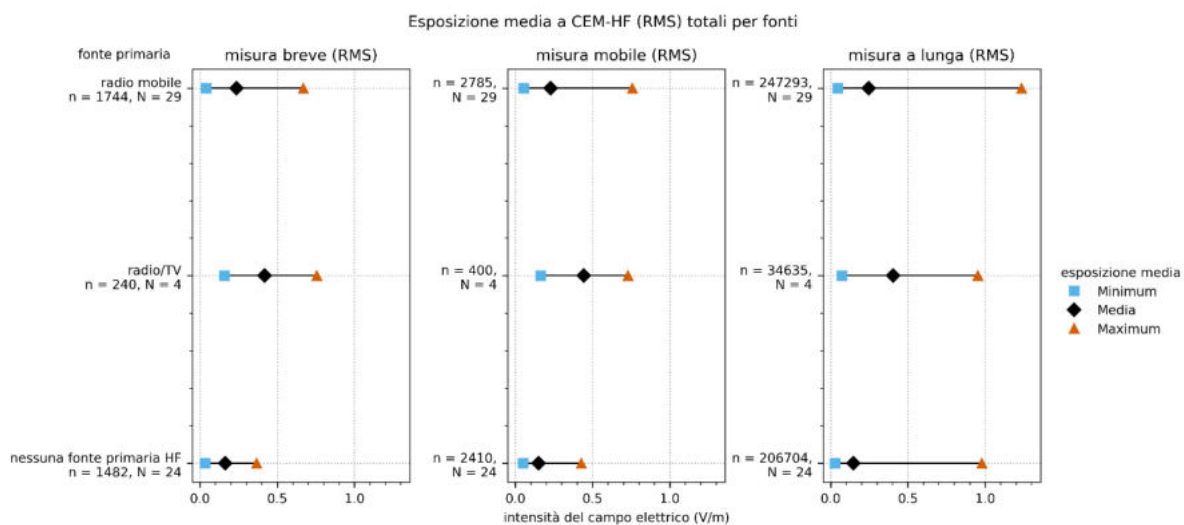


Figura 26: Intervallo del quadrato medio (RMS) dell'intensità del campo elettrico totale calcolato in base all'equazione (4) per ciascuna misurazione all'interno di una categoria di sorgente primaria. Per il calcolo sono stati utilizzati i punti dati RMS. Il diamante indica la media aritmetica di tutti 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 misurazione è indicato con n e il numero di misurazioni del sito è espresso con N. I dati della figura sono riportati nella Tabella 37 dell'appendice.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
23.05.2024

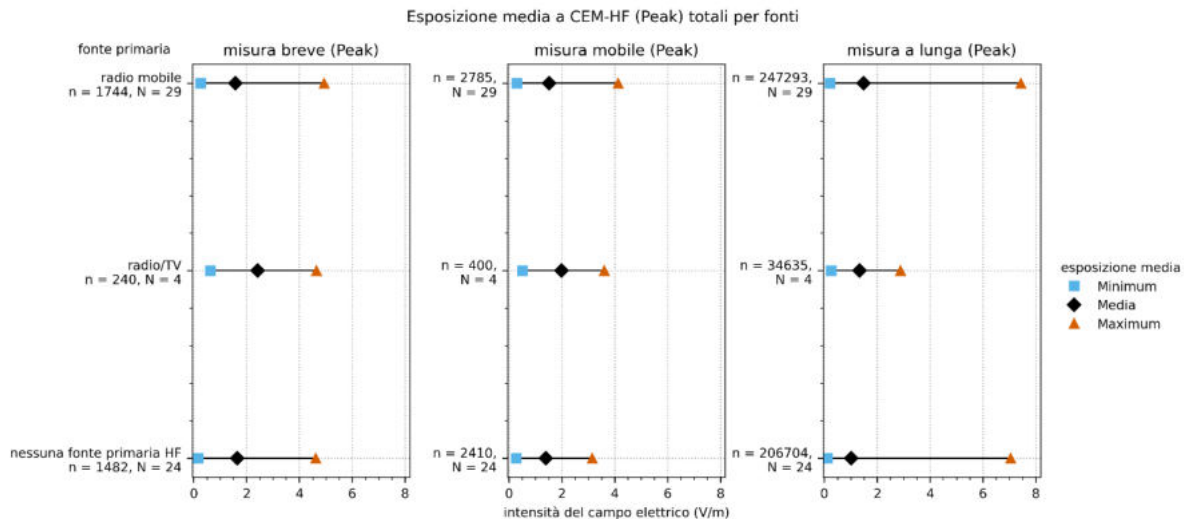


Figura 27: Intervallo del quadrato medio (picco) dell'intensità del campo elettrico totale calcolato in base all'equazione (4) per ciascuna misurazione all'interno di una categoria di sorgente primaria. Per il calcolo sono stati utilizzati i valori di picco. Il diamante indica la media aritmetica di tutti i valori quadratici medi appartenenti a un tipo di sorgente, vedi 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 misurazione è indicato con n e il numero di misurazioni del sito è espresso con N. I dati della categoria Figura 27 possono essere trovati nella Tabella 38 in appendice.

3.2.2 Esposizione NF

La distribuzione della densità di flusso magnetico totale di tutti i punti di misura RMS LF-MF è mostrata in Figura 28. I dati della misura a breve termine, della misura mobile e della misura a lungo termine sono analizzati singolarmente. Le caratteristiche statistiche delle distribuzioni sono riportate in Tabella 39. La composizione percentuale dei contributi delle sorgenti alla densità di flusso magnetico totale è riportata nella colonna di destra di Figura 28 e le caratteristiche sono riportate nella Tabella 40. I contributi delle sorgenti sono assegnati alle categorie ferrovia, fornitura di energia e tram corrispondenti agli utilizzi riportati in Tabella 3. La misurazione a breve termine e quella mobile avvengono contemporaneamente, ma in locali diversi. La misurazione a lungo termine si svolge anche durante la notte.

Delle 57 proprietà prese in esame, cinque si trovano in prossimità di una linea ferroviaria a due binari, quattro in prossimità di una linea ferroviaria a binario unico, due sopra una galleria ferroviaria, una in prossimità di una linea tranviaria o di una stazione di trasformazione e un totale di undici in prossimità di una linea aerea da 220/380 kV, 36 -150 kV o 1-36 kV. I restanti 33 appartamenti non sono stati selezionati a causa della loro vicinanza a una sorgente AF (Figura 28). 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 a breve termine*, il valore mediano nelle stanze occupate frequentemente degli appartamenti in prossimità di linee ferroviarie a doppio binario è di 0,10 μ T. La mediana è quasi la metà (0,06 μ T) nelle abitazioni vicine a linee ferroviarie a binario unico. È stata determinata una mediana di esposizione di 0,05 μ T per una proprietà vicino a una galleria ferroviaria a doppio binario. In un'altra

proprietà sopra una galleria con una linea ferroviaria a binario unico, è stata osservata la più alta mediana di esposizione per le linee ferroviarie in questa categoria di sottomisura ($0,25 \mu\text{T}$). 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 *misure mobili* per queste quattro categorie di sorgenti primarie sono praticamente identici alle rispettive misure a breve termine. Per le *misurazioni a lungo termine*, i valori sono leggermente inferiori: $0,07 \mu\text{T}$ per le misurazioni in prossimità di linee ferroviarie a doppio binario, $0,05 \mu\text{T}$ in prossimità di linee ferroviarie a binario unico e $0,18 \mu\text{T}$ per la misurazione individuale con una galleria a binario unico. La proprietà sopra una galleria ferroviaria a doppio binario, invece, mostra un aumento della mediana di $1,32 \mu\text{T}$. 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 a breve termine, la corrente a binario unico fornisce la quota percentuale maggiore della densità di flusso magnetico totale. Per la sorgente primaria "linea ferroviaria a doppio binario", la percentuale è quasi del 100 %. Il modello di distribuzione è simile in tutte le sottomisure, ad eccezione della misura presso il tunnel ferroviario a doppio binario nelle misure a lungo termine.

Le immissioni in un appartamento vicino a una linea del tram mostrano una mediana di $0,04 \mu\text{T}$ per la *misura a breve termine*. Per la *misura mobile*, la mediana è di $0,06 \mu\text{T}$ e per la *misura a lungo termine* di $0,09 \mu\text{T}$. Tuttavia, il grafico a barre per i contributi delle sorgenti mostra che il tram dà solo un piccolo 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 linee aeree da 220/380 kV sono stati misurati valori mediani relativamente elevati, compresi tra $0,27$ e $0,33 \mu\text{T}$. I valori massimi misurati in questa categoria sono compresi tra $1,68$ e $2,07 \mu\text{T}$. La distribuzione è significativamente influenzata da una proprietà in cui sono stati registrati valori superiori al limite di installazione precauzionale di $1 \mu\text{T}$ del NISV. Le tre misurazioni in prossimità di linee aeree da 36-150 kV hanno prodotto valori mediani inferiori, compresi tra $0,16$ e $0,18 \mu\text{T}$, rispetto alle linee ad altissima tensione. I valori massimi per questo gruppo di sorgenti sono compresi tra $0,3-0,4 \mu\text{T}$. I valori mediani di cinque misurazioni in prossimità di linee aeree da 1 a 36 kV 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 $0,10 \mu\text{T}$. Con valori compresi tra $0,07$ e $0,09 \mu\text{T}$, i valori mediani per un'abitazione in prossimità di una stazione di trasformazione 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 l'87-93 % per la categoria "linea aerea 36-150 kV" e con il 76-88 % per la stazione di trasformazione.

Per le proprietà che non si trovano in prossimità di una sorgente LF, il valore mediano della densità di flusso magnetico totale è di $0,04-0,05 \mu\text{T}$ 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 ($0,50-1,26 \mu\text{T}$). A seconda della misura parziale, la percentuale della densità di flusso totale derivante dalla corrente ferroviaria è compresa tra il 31% e il 36%, mentre quella derivante dall'alimentazione elettrica è compresa tra il 63% e il 68%. I

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
23.05.2024

contributi delle linee tranviarie sono modesti nelle 33 misure senza sorgente primaria e sono inferiori all'1%.

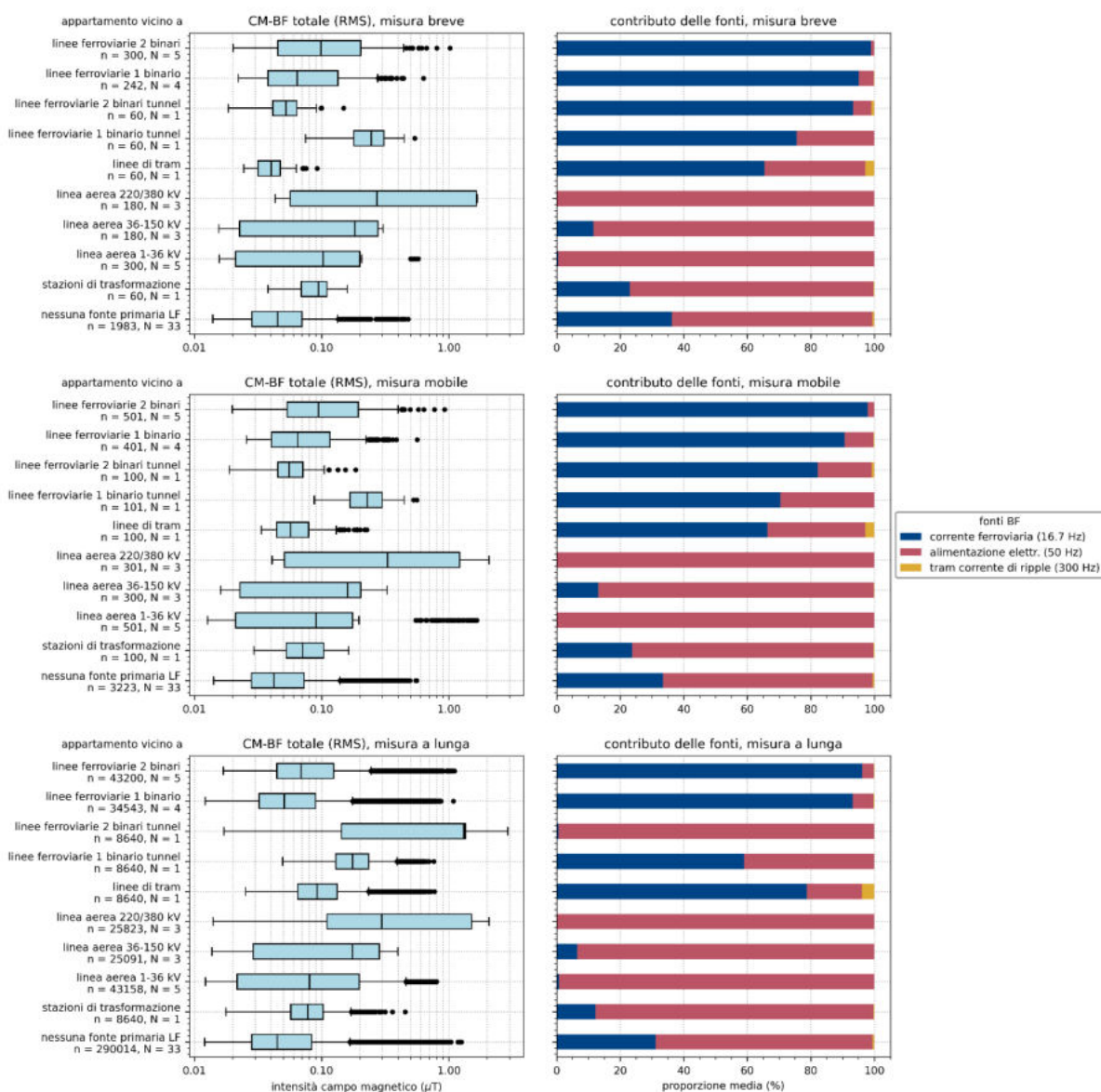


Figura 28: Distribuzione dei valori RMS LF-MF delle misurazioni spot calcolati con l'equazione (2), raggruppati in base alla misurazione parziale (misurazione a breve termine, misurazione mobile e misurazione a lungo termine) e alla sorgente LF primaria nelle vicinanze del luogo di misurazione. Le proprietà senza una fonte primaria di radiofrequenze sono state selezionate a caso e rappresentano l'esposizione tipica ai CEM 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 nella Tabella 39 e Tabella 40 dell'appendice.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
23.05.2024

L'esposizione media della densità di flusso magnetico totale a bassa frequenza è mostrata in per ogni sorgente primaria. Rispetto ai valori medi della Figura 28 emerge uno schema simile. Come previsto, i valori medi sono leggermente superiori ai valori medi. Anche in questa analisi si possono notare gli elevati valori massimi per la categoria di sorgenti primarie "linea aerea 220/380 kV". Altri valori elevati della densità di flusso magnetico totale media si verificano per le misurazioni nelle categorie linee ferroviarie a doppio binario con gallerie (solo misurazioni a lungo termine) e linee aeree da 1 a 36 kV (solo misurazioni mobili). Ciò significa che la densità di flusso magnetico totale era per lo più superiore a 1 μ T nelle misurazioni corrispondenti.

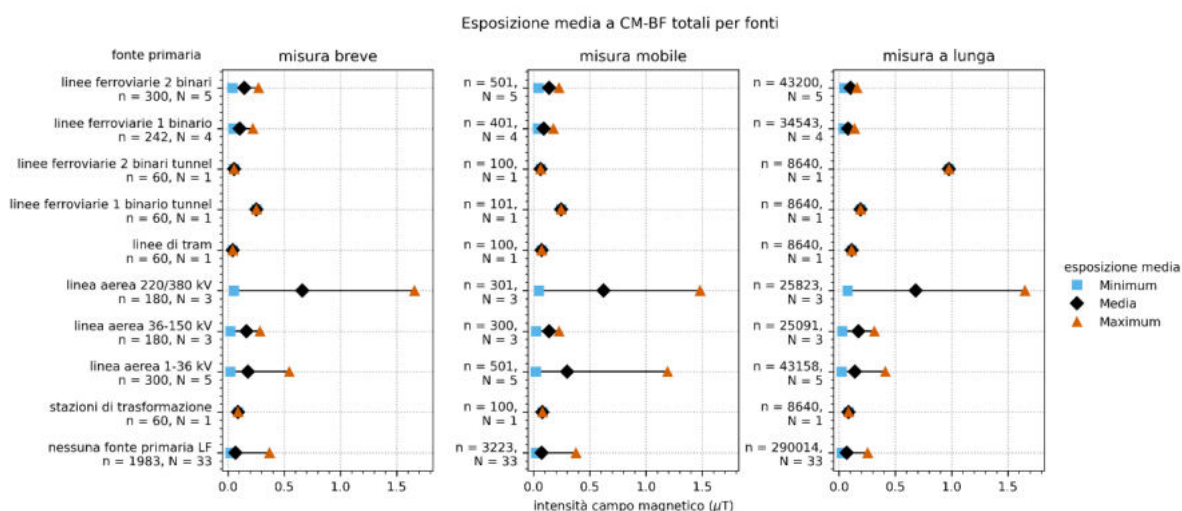


Figura 29: Intervallo della densità di flusso magnetico totale LF-MF calcolata secondo l'equazione (5) per ciascuna sorgente primaria. Il rombo indica la media aritmetica di tutte le densità di flusso totale appartenenti a un tipo di sorgente, cfr. equazione (10). I limiti sinistro e destro indicano 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 riportati nella Tabella 41 dell'appendice.

3.3 Misure continue stazionarie

La valutazione delle misurazioni permanenti stazionarie copre l'intero periodo del 2023 per tutte e cinque le stazioni di misura elencate nel capitolo V.

L'andamento temporale dell'intensità del campo elettrico per i valori RMS e di picco a Neuchâtel è mostrato in Figura 30. 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 valori mostrati in Figura 30 e nell'appendice si estendono all'intero anno 2023. La risoluzione non è sufficiente per poter riconoscere le curve giornaliere, ma le fluttuazioni e in particolare i picchi di intensità di campo si verificano chiaramente nell'intero periodo di misurazione. I dati analogici per le altre quattro località sono riportati in appendice (Figura 48 - Figura 51). Per quanto riguarda la radiodiffusione, in tutte le stazioni di misurazione si registrano valori di picco elevati. Questi provengono dalla banda HF-EMF n. 1 utilizzata per la radiodiffusione FM con una frequenza centrale di 97,75 MHz e una larghezza di banda registrata di 35 MHz, vedi Tabella 2. Una possibile spiegazione potrebbe essere l'accoppiamento indesiderato di segnali RF nel cavo di ricarica USB. La causa esatta dei valori di picco elevati è ancora in fase di studio.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
23.05.2024

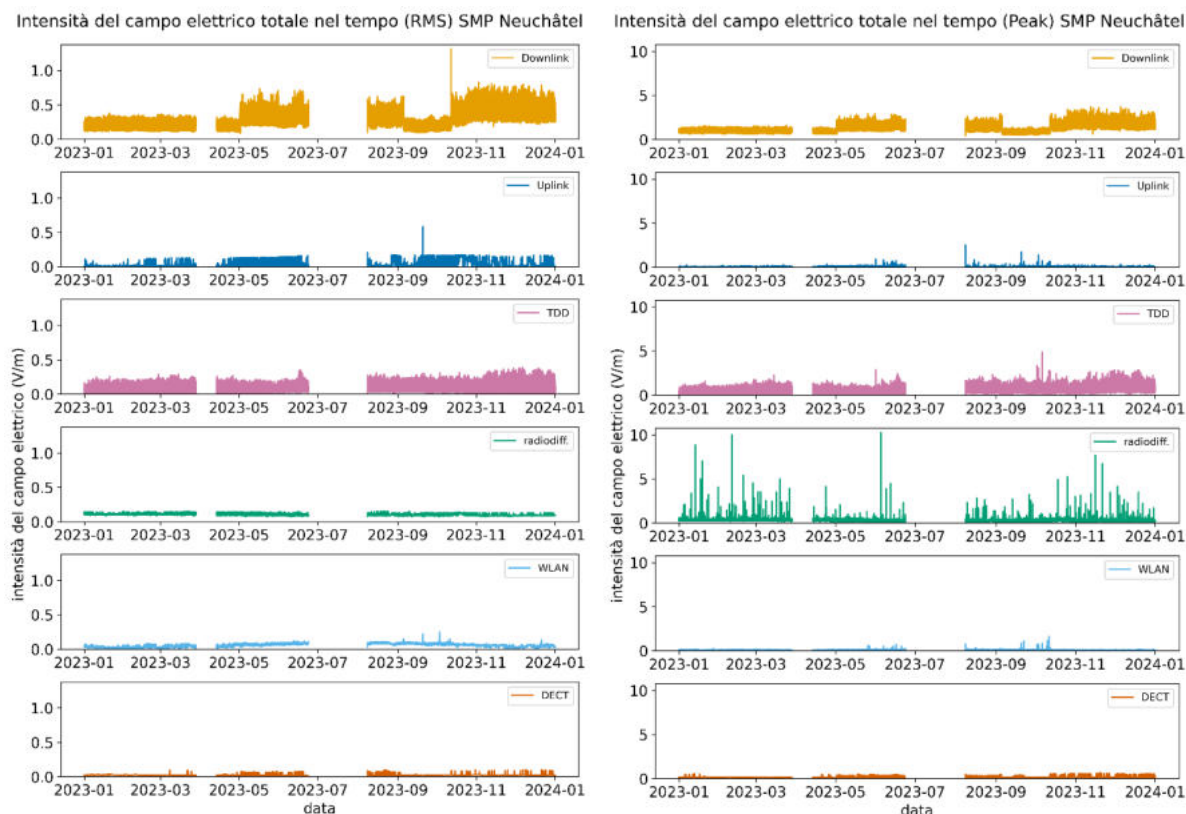


Figura 30: Curva di intensità del campo elettrico delle misurazioni continue stazionarie per l'anno 2023 presso il sito G+P di Neuchâtel, raggruppate per categoria di sorgente. La parte sinistra del grafico mostra i valori RMS, mentre i corrispondenti valori di picco sono riportati nella parte destra. Le curve di intensità di campo delle altre stazioni di misura sono riportate in Appendice V, Figura 48 - Figura 51.

Figura 31 e Figura 32 mostrano la distribuzione dell'intensità di campo RMS e di picco per ciascuna località. A seconda del tempo di funzionamento del sensore, è stato effettuato un numero leggermente diverso di misurazioni, ma più di 2,5 milioni in tutte le località. Per la categoria downlink, le mediane più alte sono state registrate nel sito di Zurigo con 1,06 V/m (RMS) e 5,25 V/m (picco). I valori più bassi di intensità di campo in questa categoria si trovano nel sito di Neuchâtel con 0,24 V/m (RMS) e 1,14 V/m (picco). Anche l'intensità di campo mediana dell'uplink è massima a Zurigo, con 0,02 V/m (RMS) e 0,08 V/m (picco). I contributi in uplink sono quindi significativamente inferiori alle intensità di campo in downlink. A Deitingen e Neuchâtel, le intensità di campo in uplink sono particolarmente basse, rispettivamente 0,01 V/m (RMS) e 0,03 V/m e 0,01 V/m (picco). Nella categoria TDD, le intensità di campo RMS vanno da 0,04 V/m (RMS) a Deitingen e Neuchâtel a 0,15 V/m (RMS) a Zurigo. Le mediane di picco vanno da 0,36 V/m (picco) a Neuchâtel a 3,79 V/m (picco) ad Aarau. Le mediane di radiodiffusione RMS registrate sono le più alte ad Aarau con 0,33 V/m (RMS), seguite da Allschwil 0,32 V/m (RMS), Zurigo 0,30 V/m (RMS), Deitingen 0,13 V/m (RMS) e Neuchâtel 0,10 V/m (RMS). Le mediane di picco per la radiodiffusione sono elencate in ordine decrescente di grandezza: Allschwil 1,4 V/m (picco), Aarau 1,21 V/m (picco), Zurigo 1,07 V/m (picco), Deitingen 0,36 V/m (picco) e Neuchâtel 0,27 V/m (picco). 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 RMS mediana per la WLAN è massima ad Allschwil con 0,08 V/m (RMS), seguita da Zurigo con 0,07 V/m (RMS).

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
23.05.2024

A Deitingen, Aarau e Neuchâtel, i valori mediاني WLAN registrati sono di 0,06 V/m (RMS). I valori mediاني di picco per la WLAN sono, in ordine decrescente: Zurigo 0,29 V/m (picco), Deitingen 0,11 V/m (picco), Allschwil 0,08 V/m (picco), Neuchâtel 0,06 V/m (picco), Aarau 0,05 V/m (picco). I valori di intensità di campo per il DECT sono compresi tra 0,06 V/m (RMS), 0,42 V/m (picco) ad Allschwil e 0,05 V/m (RMS), 0,02 V/m (picco) a Deitingen.

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

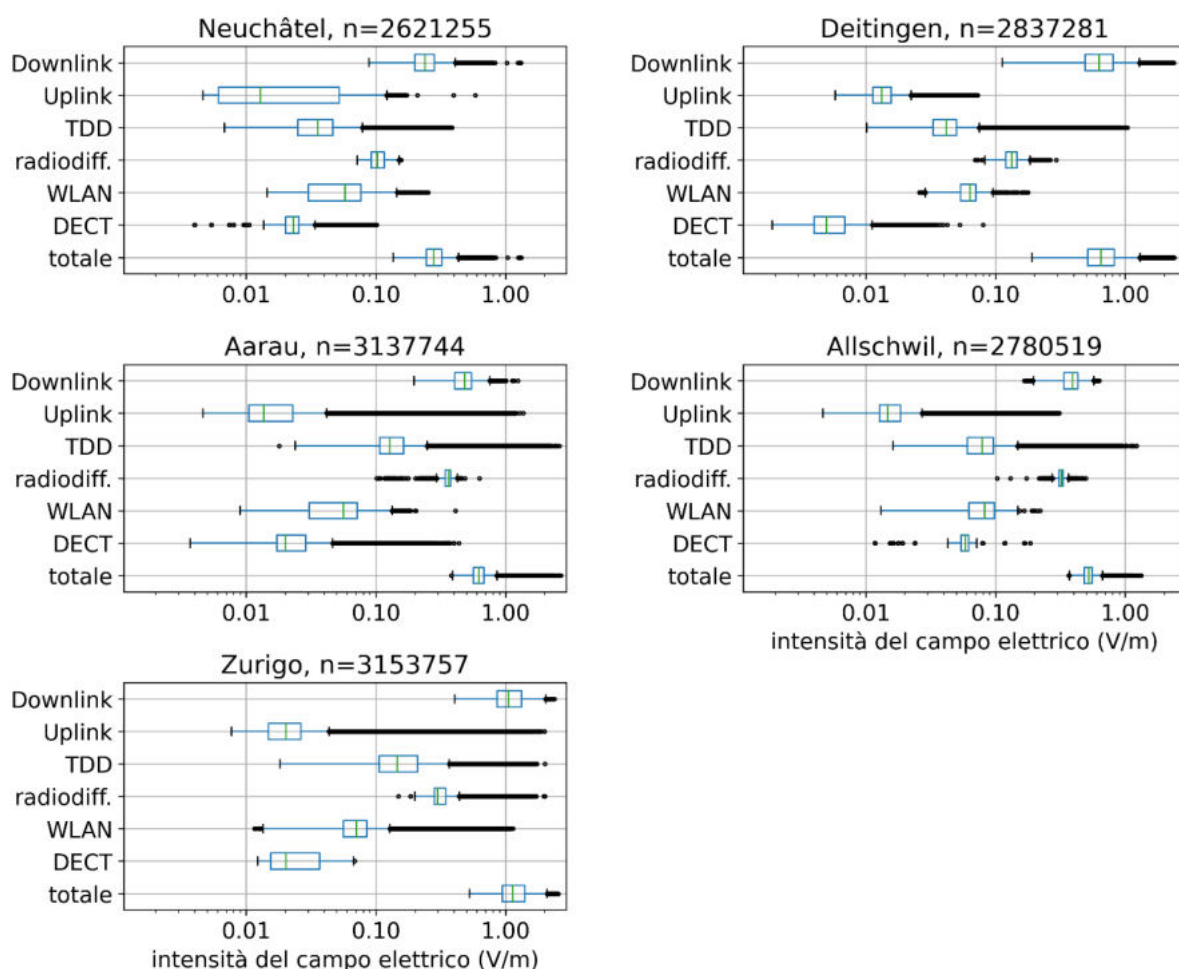


Figura 31: Distribuzione dell'intensità di campo elettrico (RMS) delle stazioni di misura permanenti per categoria di sorgente - downlink, uplink, TDD (time division duplex), radio, WLAN e DECT. L'intensità di campo totale risultante da tutte le categorie è indicata sotto la voce Totale. Ciascuna posizione 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 2023 è elencato nel titolo di ogni grafico accanto alla designazione della località. Le caratteristiche statistiche sono riportate nella Tabella 43 dell'appendice.

La distribuzione dell'intensità di campo totale risultante da tutte le categorie di servizio è mostrata nella riga inferiore. I valori mediاني dell'intensità di campo totale RMS sono, in ordine decrescente: Zurigo 1,13 V/m, Deitingen 0,65 V/m, Aarau 0,62 V/m, Allschwil 0,52 V/m, Neuchâtel 0,28 V/m. I valori mediاني

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

dei picchi di intensità di campo totale sono, in ordine decrescente: Zurigo 5,96 V/m, Aarau 5 V/m, Deitingen 3,86 V/m, Allschwil 2,76 V/m e Neuchâtel 1,27 V/m.

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

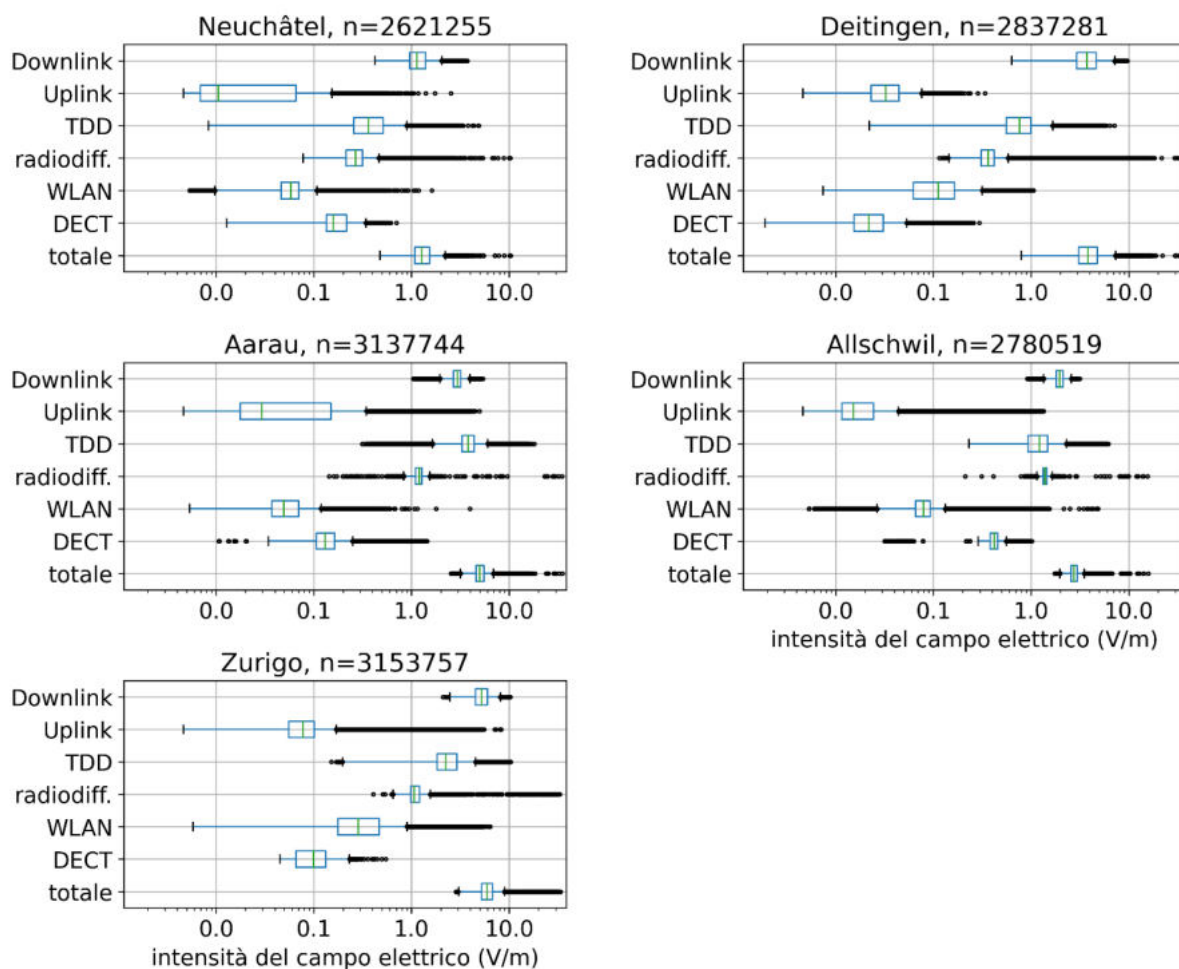


Figura 32: Distribuzione dell'intensità di campo elettrico (PEAK) delle stazioni di misura permanenti per categoria di sorgente - downlink, uplink, TDD , radio, WLAN e DECT. L'intensità di campo totale risultante da tutte le categorie è indicata sotto la voce Totale. Ciascuna posizione di misurazione 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 2023 è elencato nel titolo di ogni grafico accanto alla designazione della località. Le caratteristiche statistiche sono riportate nella Tabella 42 dell'appendice.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

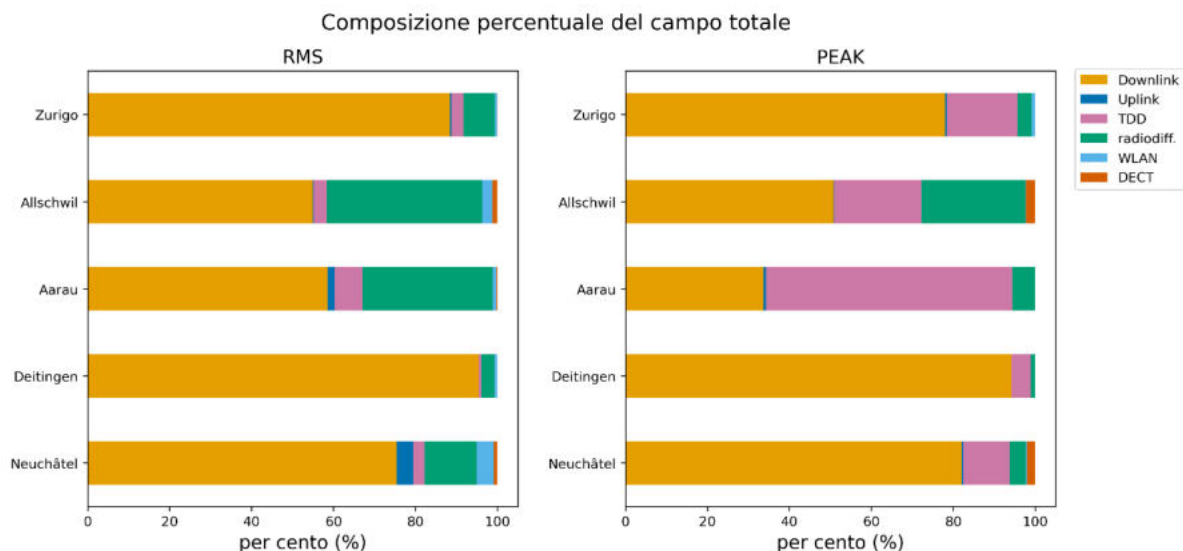


Figura 33: Composizione percentuale dei servizi radio nell'intensità di campo totale delle stazioni di misura permanenti, raggruppate per località. Pannello di sinistra: composizione RMS. Pannello di destra: proporzione dei valori di picco.

Dalla figura in Figura 33-D alla composizione delle sorgenti dell'intensità di campo RMS totale mostrata nella Figura 33 si può notare che le componenti di downlink in tutti i punti di misurazione rappresentano più della metà dell'intensità di campo totale (55-95 %). La radiodiffusione è la seconda fonte con il 38% ad Allschwil, il 32% ad Aarau, il 13% a Neuchâtel, l'8% a Zurigo e il 3% a Deitingen. La quota TDD è più alta ad Aarau, con il 7%. Il contributo della WLAN supera l'1% solo a Neuchâtel con il 4% e ad Allschwil con il 3%. In termini di valori di picco, i contributi del campo downlink sono chiaramente dominanti a Deitingen con il 94%, a Neuchâtel con l'82% e a Zurigo con il 78%. Ad Allschwil, la quota di picco del downlink è del 51%, seguita da broadcasting (25%) e TDD (21%). Ad Aarau, i picchi di intensità di campo TDD sono quelli che contribuiscono maggiormente, con il 60%, seguiti da downlink (34%) e radiodiffusione (5%).

La funzione di distribuzione cumulativa in Figura 34 mostra la distribuzione dell'esposizione nei cinque siti di misurazione fissi. La stazione di Zurigo presenta i valori di intensità di campo più elevati nell'intera distribuzione (min: 0,53 V/m, max: 2,54 V/m, IQR: 0,46 V/m). La gamma è più ampia nella stazione di Deitingen (min: 0,19 V/m, max: 2,38 V/m, IQR: 0,32 V/m). La stazione di Aarau (min: 0,38 V/m, max: 2,67 V/m, IQR: 0,12 V/m) ha il terzo più alto valore di distribuzione al di sopra del quarantesimo percentile ed è leggermente superiore alla distribuzione dei valori di intensità di campo totale RMS di Allschwil (min: 0,37 V/m, max: 1,33 V/m, IQR: 0,08 V/m). Neuchâtel presenta la distribuzione dell'intensità di campo con i valori più bassi (min: 0,14 V/m, max: 1,32 V/m, IQR: 0,07 V/m).

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

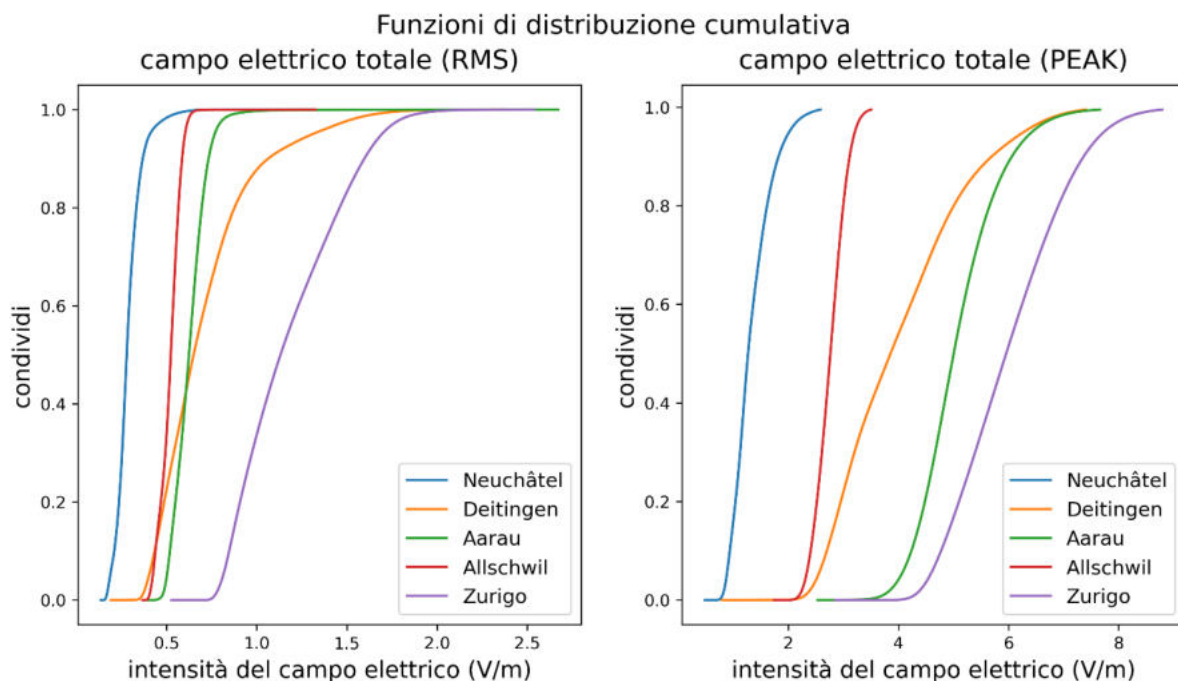


Figura 34: Funzione di distribuzione cumulativa dell'intensità del campo elettrico totale per ciascuna posizione di misura stazionaria. La distribuzione dell'intensità di campo totale RMS è mostrata a sinistra, mentre la distribuzione dell'intensità di campo totale Picco è mostrata a destra. A causa dei valori elevati nella banda FM, la distribuzione cumulativa è mostrata solo fino al 99,5%.

Figura 35 e Figura 36 mostrano la distribuzione RMS e di picco dell'intensità del campo elettrico totale aggregata per mese. Nella stazione di Neuchâtel, i valori mediani RMS durante i primi quattro mesi sono compresi tra 0,24 e 0,26 V/m. Successivamente, i valori mediani di maggio, giugno e agosto sono compresi tra 0,28 V/m e 0,30 V/m. Per il mese di luglio non sono disponibili dati a causa di un difetto del dispositivo. I valori mediani per il periodo da settembre a dicembre sono compresi tra 0,24 V/m e 0,35 V/m. A Deitingen, i valori RMS durante i primi cinque mesi sono compresi tra 0,70 V/m e 0,80 V/m. Nei mesi da giugno a settembre, le intensità di campo RMS diminuiscono e si collocano tra 0,47 V/m e 0,52 V/m. La mediana mensile sale poi di nuovo a 0,94 V/m. La stazione di Aarau mostra una fluttuazione minima dei valori RMS nel corso dei mesi (da 0,60 V/m a 0,66 V/m). Anche ad Allschwil le fluttuazioni mensili sono basse (da 0,50 V/m a 0,55 V/m). Nel sito del Politecnico di Zurigo, le intensità di campo RMS sono comprese tra 1,11 V/m e 1,23 V/m durante i primi sei mesi dell'anno, per poi scendere a 1,01 V/m e 1,07 V/m nei mesi di luglio, agosto e settembre. Nei mesi restanti, i valori aumentano nuovamente e sono compresi tra 1,13 V/m e 1,22 V/m. I valori di picco dell'intensità di campo mostrano un andamento stagionale simile.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

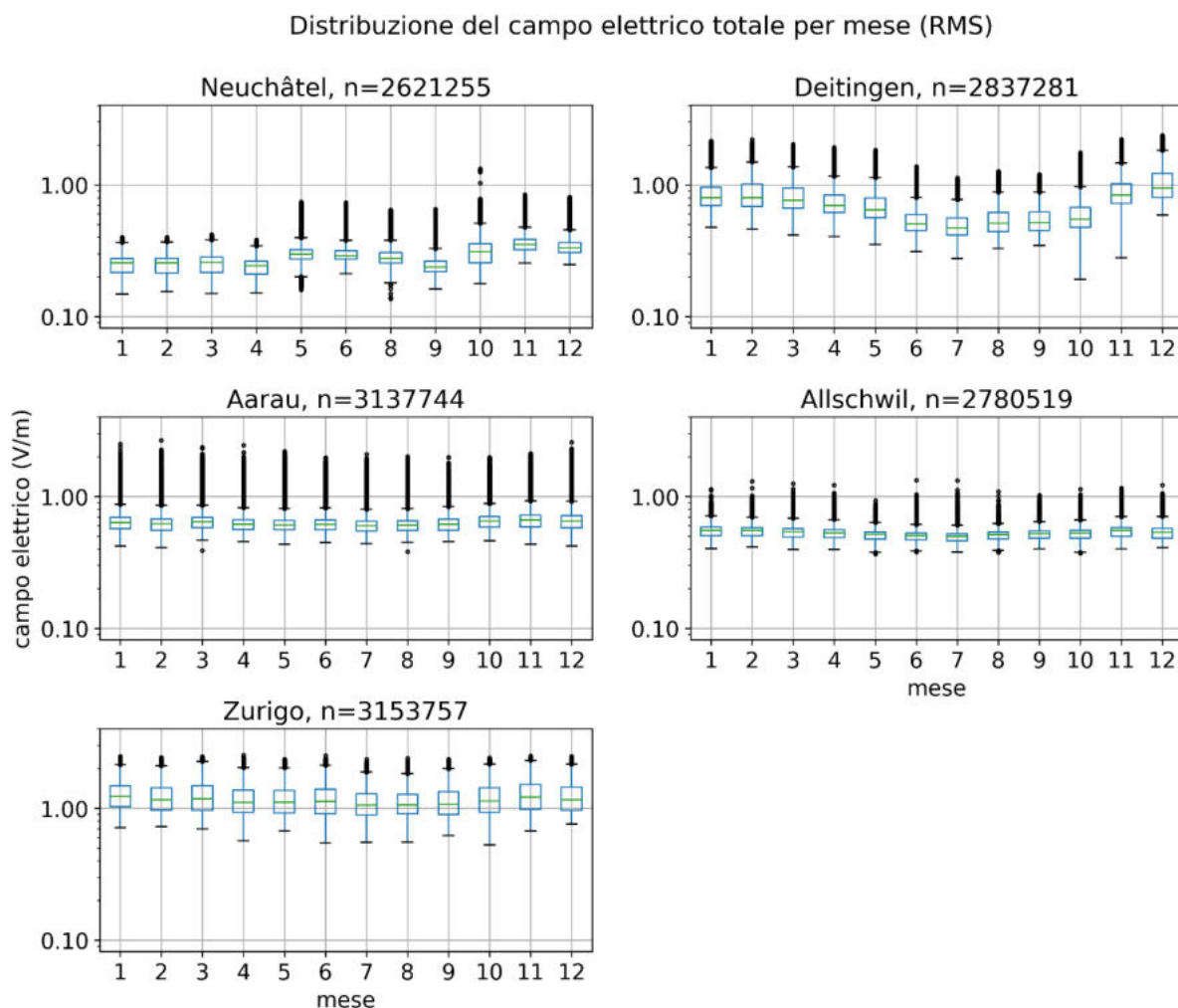


Figura 35: Distribuzione dell'intensità del campo elettrico totale RMS per mese. I singoli pannelli mostrano le distribuzioni delle località stazionarie. n indica il numero di misurazioni in ciascuna stazione nel 2023. Per una migliore comparabilità, le ordinate coprono un intervallo di valori identico.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

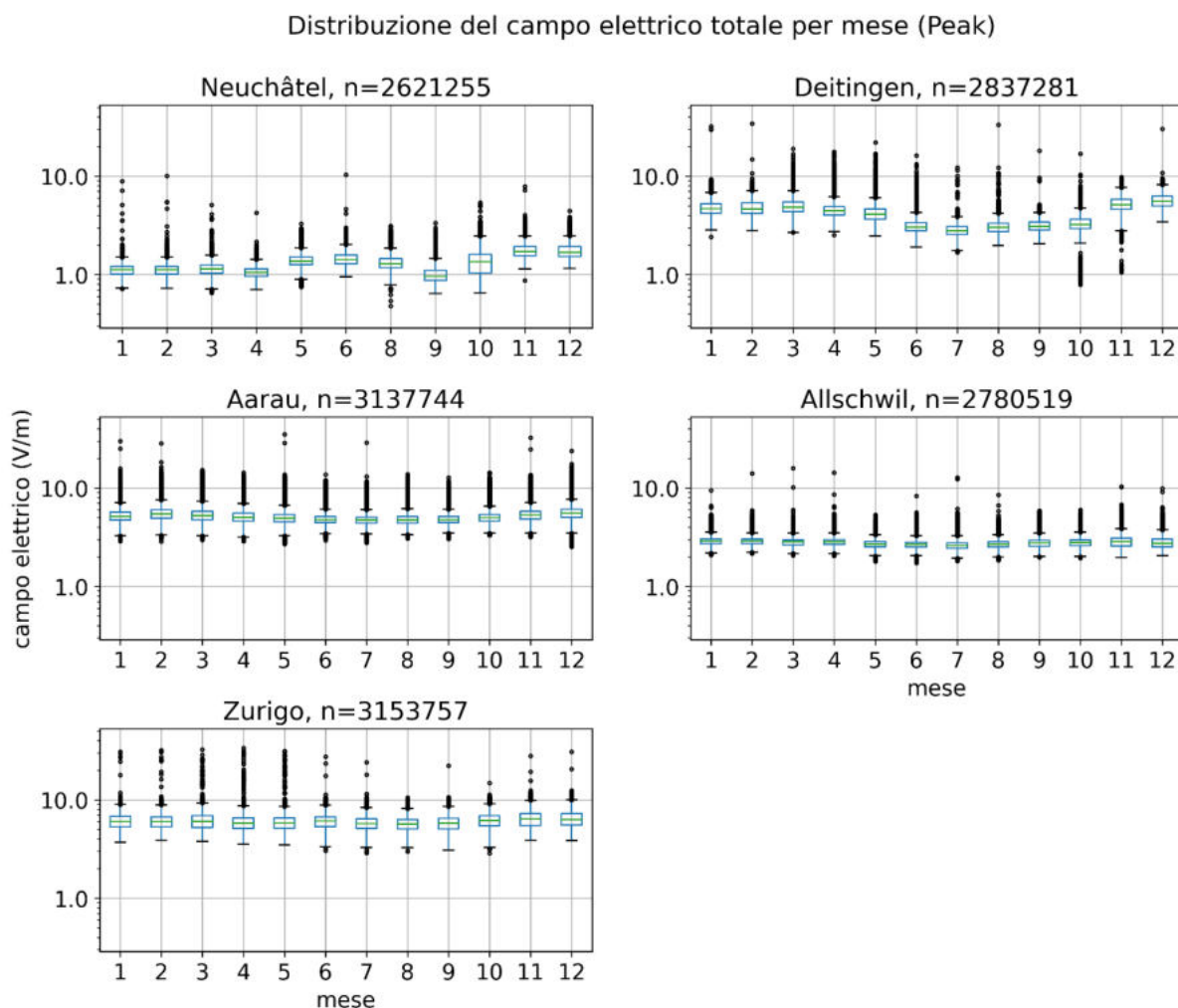


Figura 36: Distribuzione dell'intensità del campo elettrico di picco totale per mese. I singoli pannelli mostrano le distribuzioni delle località stazionarie. n indica il numero di misurazioni di ciascuna stazione nel 2023. Per una migliore comparabilità, le ordinate coprono un intervallo di valori identico.

Poiché le stazioni di misura permanenti sono tutte situate in prossimità di antenne di telefonia mobile, si vedano le Figure Figura 43 a Figura 47i n appendice, è possibile analizzare la composizione dell'intensità del campo elettrico delle bande di frequenza della telefonia mobile in funzione del tempo. Figura 37 (RMS) e Figura 38 (Picco) mostrano le bande di frequenza aggregate per mese e i loro contributi percentuali all'intensità totale del campo telefonia mobile nel mese corrispondente. Questa forma di analisi consente di riconoscere l'accensione e lo spegnimento dei servizi di radiocomunicazione mobile, nonché lo spostamento della potenza di trasmissione su altre gamme di frequenza nelle immediate vicinanze dei luoghi di misurazione.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

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

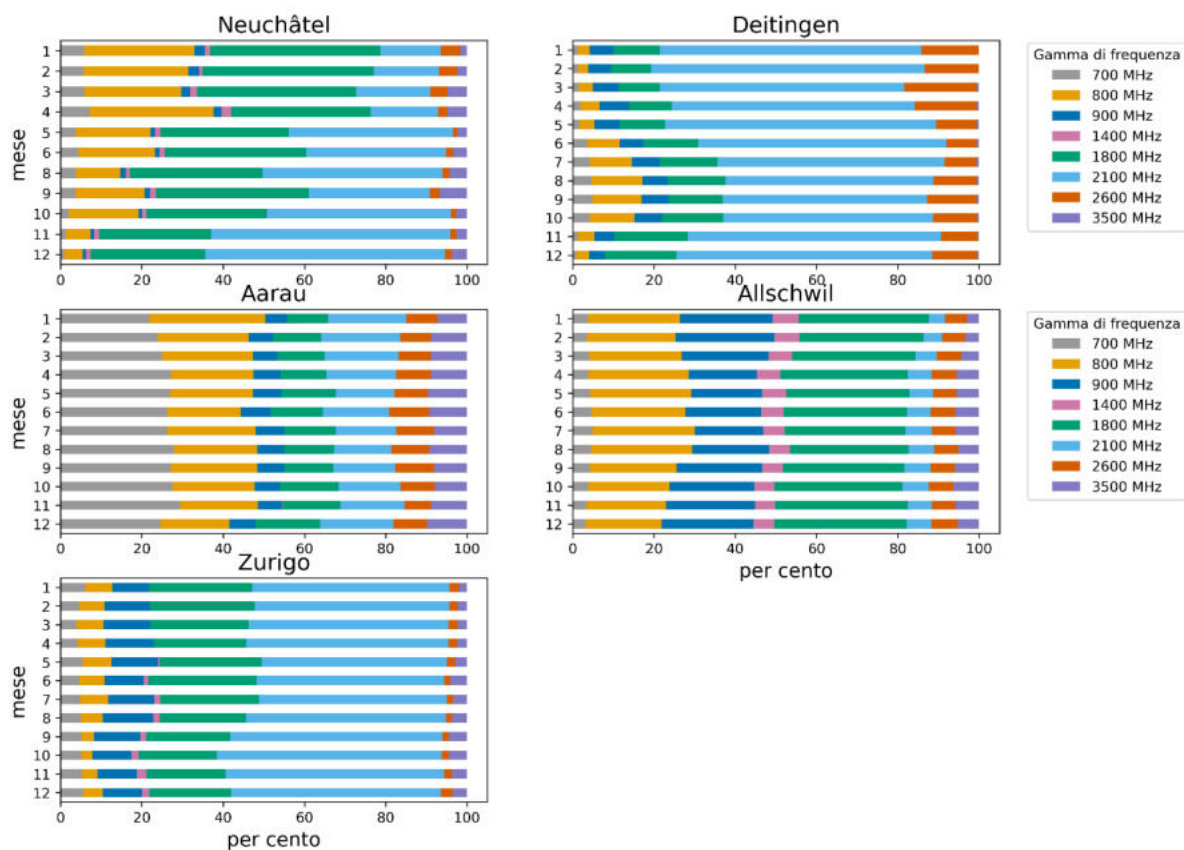


Figura 37: Contributo percentuale delle bande di frequenza della telefonia mobile all'intensità di campo totale (RMS) causata dalla telefonia mobile, aggregata per mese.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

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

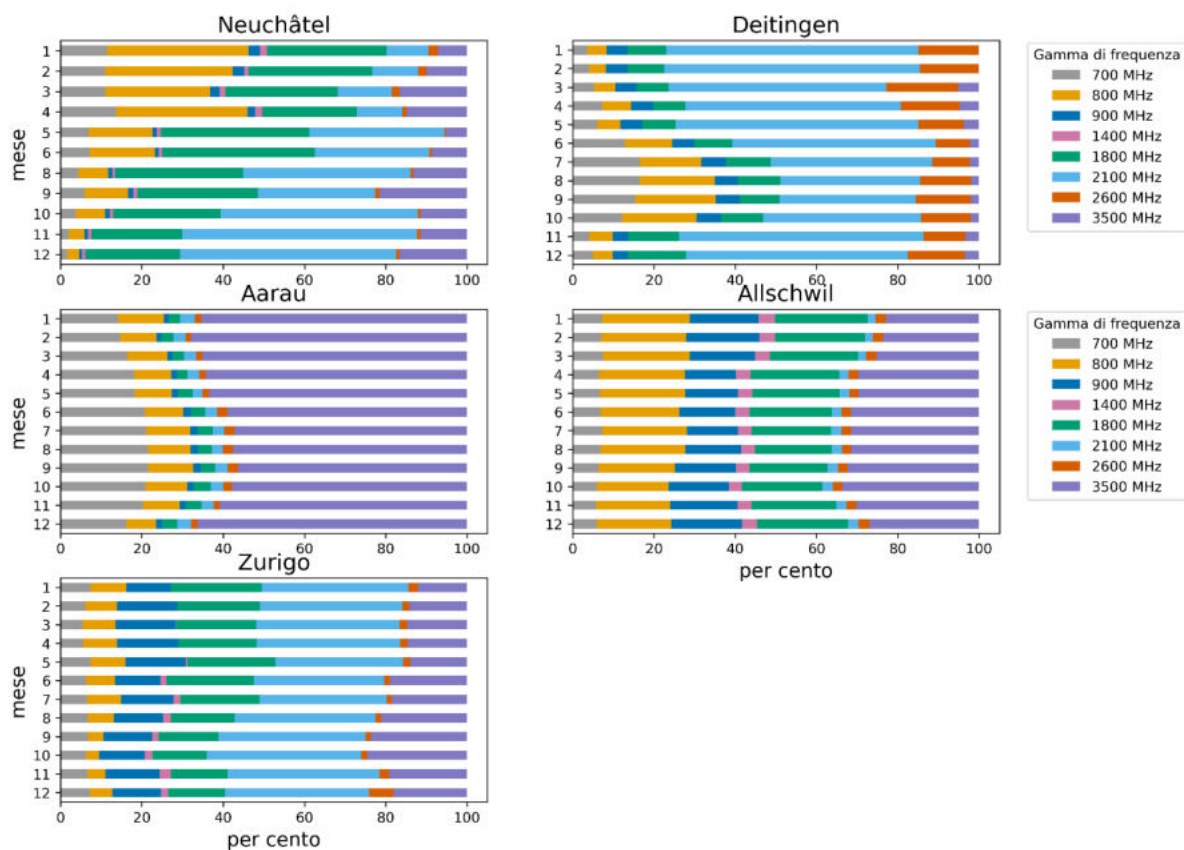


Figura 38: Contributo percentuale delle bande di frequenza della telefonia mobile all'intensità di campo totale (picco) causata dalla telefonia mobile, aggregata per mese.

Figura 39 e Figura 41 mostrano la distribuzione dei valori RMS e di picco per ogni ora del giorno nel 2023. Gli andamenti giornalieri dipendenti dalla località sono più chiaramente riconoscibili in Figura 40 e Figura 42 con i valori mediani per ora in rappresentazione non logaritmica. Il minimo si verifica alle 4:00 in tutte le località, il massimo alle 21:00 o alle 22:00, tranne a Zurigo alle 12:00.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

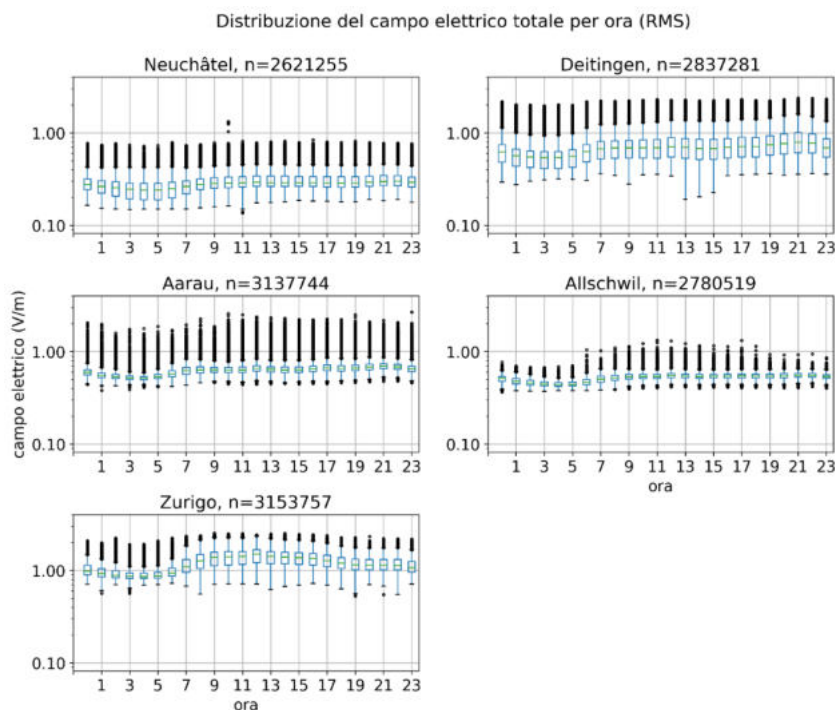


Figura 39: Distribuzione dell'intensità del campo elettrico RMS totale per ora. Il primo intervallo è contrassegnato dalle ore 0 e copre l'intervallo di tempo a destra [00:00, 01:00], mentre il secondo intervallo di tempo 1 copre l'intervallo di tempo da [01:00-02:00], ecc. Gli assi dell'intensità di campo si estendono su un intervallo identico.

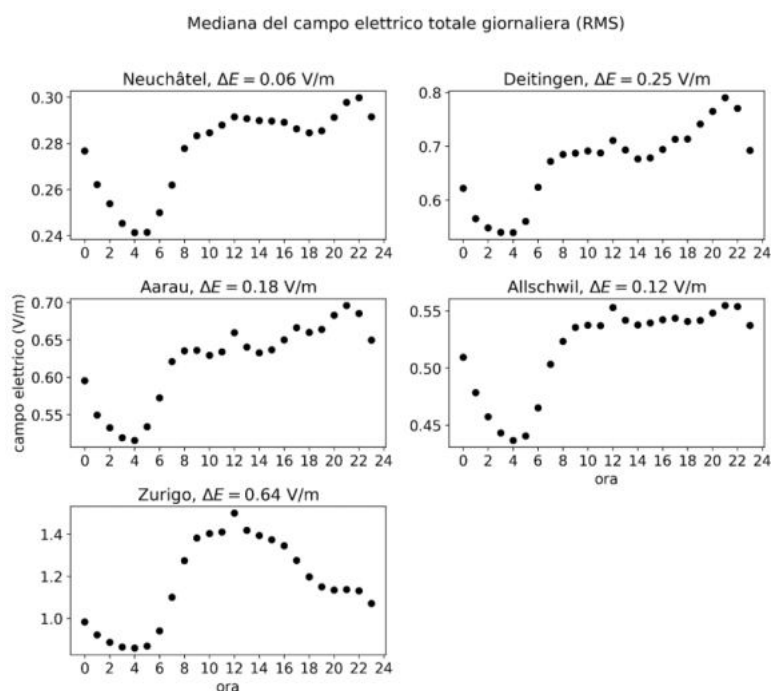


Figura 40: Progressione giornaliera dei valori mediani da Figura 39. Per rendere più visibile la progressione temporale dei valori mediani, gli assi dell'intensità di campo hanno intervalli di valori diversi. La massima fluttuazione giornaliera dei valori mediani è data dal valore ΔE .

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

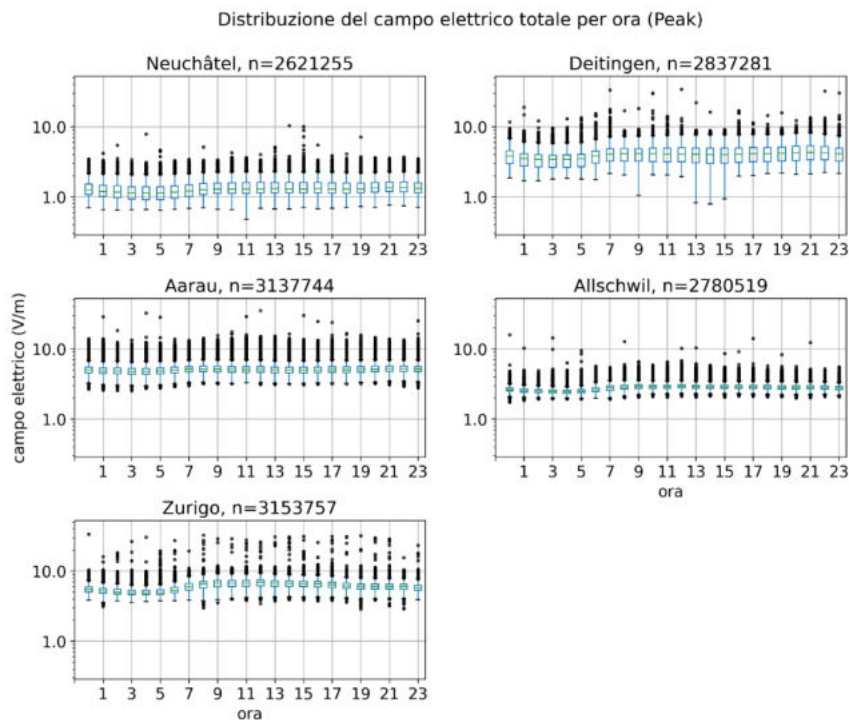


Figura 41: Distribuzione dell'intensità del campo elettrico totale di picco per ora. Il primo intervallo è contrassegnato dalle ore 0 e copre l'intervallo di tempo a destra [00:00, 01:00], mentre il secondo intervallo di tempo 1 copre l'intervallo di tempo da [01:00-02:00], ecc. Gli assi dell'intensità di campo si estendono su un intervallo identico.

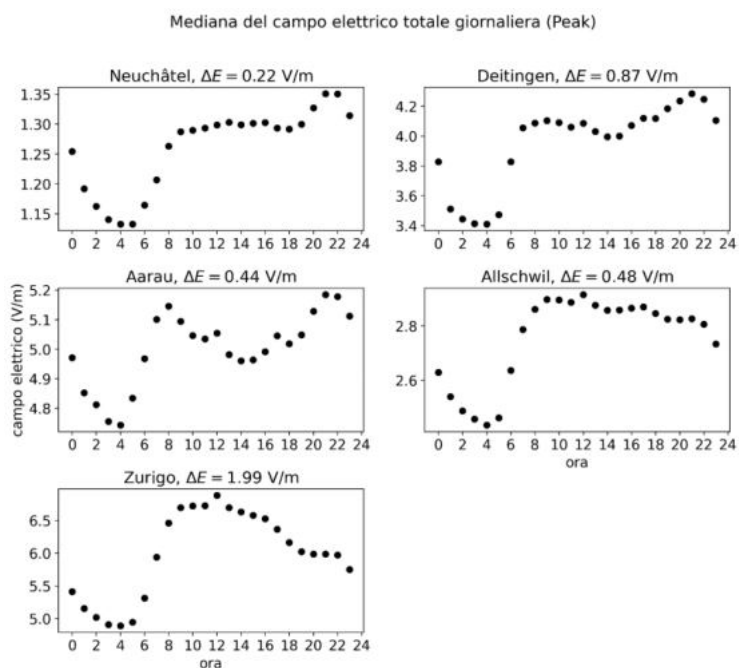


Figura 42: Progressione giornaliera dei valori mediani da Figura 41. Per rendere più visibile la progressione temporale dei valori mediani, gli assi dell'intensità di campo hanno intervalli di valori diversi. La massima fluttuazione giornaliera dei valori mediani è data dal valore ΔE .

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. Per quanto riguarda le misurazioni su percorsi, vengono presentati i dati del primo ciclo di misurazione di un totale di 300 microambienti, 188 luoghi pubblici e numerosi mezzi di trasporto pubblico, raccolti tra luglio 2021 e giugno 2023. Si aggiungono i dati già presentati nel rapporto annuale 2021 [2] le misurazioni dei percorsi in 75 microambienti, 43 luoghi pubblici e numerosi mezzi di trasporto pubblico sono confrontati con i dati raccolti negli stessi ambienti di misurazione nella seconda metà del 2023. Un'analisi approfondita è presentata per tutte le misurazioni nelle scuole. Le misurazioni spot nei dati presentati in questo rapporto annuale si riferiscono a 57 immobili che sono stati misurati tra il 2021 e il gennaio 2024. Per la prima volta vengono presentati i risultati selezionati delle cinque postazioni di misurazione permanenti.

4.1 Misure su percorsi

4.1.1 Primo ciclo di misura completato delle misure del percorso

Nel primo ciclo completo di misurazioni del percorso, i valori mediاني delle RF-EMF (RMS) nei microambienti vanno da 0,07 V/m nelle aree naturali a 0,30 V/m nelle aree industriali (Figura 9). I valori mediاني del RF-EMF (RMS) tendono ad aumentare con l'aumento dell'urbanizzazione. Tuttavia, il 95° percentile più alto (Q95) è di 0,83 V/m nelle aree industriali. Nelle aree pubbliche, i valori mediاني del RF-EMF (RMS) variano da 0,08 V/m nei supermercati a 0,48 V/m negli aeroporti. Le fermate dei trasporti pubblici presentano valori mediاني più elevati (RF: 0,29 - 0,39 V/m) rispetto alle aree interne agli edifici, come supermercati, scuole o biblioteche (RF: 0,08 - 0,12 V/m). Le emissioni delle antenne di telefonia mobile sono schermate all'interno degli edifici. Nei trasporti pubblici, i valori mediاني delle RF-EMF (RMS) variano da 0,09 V/m nelle funivie a 0,24 V/m nella metropolitana e sui treni. I valori riportati sono comparabili con i risultati di studi condotti all'estero [9-11].

In termini di LF-EMF, i valori mediاني (RMS) nei microambienti vanno da 0,02 μ T nelle aree naturali a 0,19 μ T nei centri urbani (

Figura 13). I valori mediاني del LF-MF (RMS) aumentano generalmente con l'aumento dell'urbanizzazione. Tuttavia, i valori di picco più elevati sono stati osservati nelle aree industriali. Il 95° percentile (Q95) è di 0,77 μ T. Questo dato può essere spiegato da una misurazione effettuata in prossimità di una centrale elettrica (con esposizione media massima a LF-MF: 1,48 μ T), dove passano diverse linee elettriche ad alta tensione. Nelle aree pubbliche, i valori mediاني della LF-MF (RMS) vanno da 0,02 μ T negli aeroporti a 0,38 μ T nelle stazioni ferroviarie. Nei trasporti pubblici, i valori mediاني della LF-MF (RMS) vanno da 0,02 μ T nelle funivie a 0,44 μ T nei treni. Anche i valori di picco (95° percentile) sono più elevati nei treni (5,28 μ T) e nelle stazioni ferroviarie (3,36 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 sfruttato un massimo del 13% e del 6% del valore limite di immissione.

4.1.2 Misure presso le scuole

Le analisi aggiuntive comprendono i risultati di 28 misurazioni di NF e HF in nove scuole (tre scuole primarie, quattro scuole secondarie e due licei). Le misurazioni sono state effettuate nelle aree di pausa interne ed esterne e, ove possibile, nei corridoi. 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 a RF-EMF nelle scuole è bassa, pari a 0,16 V/m (Figura 16). La larghezza di banda dell'esposizione media nelle scuole corrisponde all'esposizione nelle aree pubbliche. Nelle "aree di sosta all'aperto", la maggior parte dell'esposizione proviene dalle stazioni base di telefonia mobile (downlink: 71-84%), anche se a un livello basso. All'interno dell'edificio, l'esposizione complessiva si riduce nuovamente, con la maggior parte dell'esposizione proveniente dalla WLAN (36%). Durante le pause, la percentuale di radiazioni causate dai telefoni cellulari aumenta leggermente (uplink: 20%). Il valore medio massimo dell'esposizione alle radiofrequenze (RMS: 0,87 V/m) viene raggiunto in una "area di pausa - esterna" vicino a una grande stazione ferroviaria; all'interno di questa scuola l'esposizione media è di 0,15 V/m.

I valori di HF-EMF misurati nelle scuole sono simili a quelli di altri studi internazionali. Nello studio SCAMP [12] sono state effettuate misurazioni personali di RF-EMF su 188 giovani di Londra tra il 2015 e il 2018. In questo studio, i livelli mediani di esposizione a RF-EMF nelle scuole sono stati di 0,19 V/m. Ciò corrisponde ai valori mediani più elevati misurati qui nel "parco giochi - all'aperto con gli alunni" (mediana RMS: 0,12 V/m). In 102 scuole primarie di Amsterdam [13] è stata misurata un'esposizione media di 0,16 V/m nelle aule senza alunni. Questo risultato si colloca tra le nostre misurazioni nel "parco giochi - interno con alunni" (RMS-HF: 0,15 V/m) e nel "parco giochi - esterno con alunni" (RMS HF: 0,23 V/m).

Rispetto ad altre misurazioni nel settore pubblico, l'esposizione media a LF nelle scuole è a un livello basso di 0,13 μ T (Figura 17). L'intervallo dell'esposizione media nelle scuole corrisponde all'esposizione nelle aree pubbliche. Il valore medio massimo dell'esposizione alle LF (RMS: 0,91 μ T) si raggiunge in una "area break - esterna" vicino a una grande stazione ferroviaria; all'interno di questa scuola, l'esposizione media è compresa tra 0,56 e 0,71 μ T. Esistono solo pochi studi sull'esposizione a LF-MF nelle scuole. Le esposizioni misurate nell'ambito del monitoraggio NIR sono più elevate rispetto a quelle rilevate in uno studio spagnolo [14] in cui è stata misurata una media di 0,015 μ T e 0,017 μ T rispettivamente nel cortile e nelle aule di 26 scuole.

4.1.3 Confronto 2021/2023 delle misure su percorsi

Le misurazioni del percorso sono state ripetute nel 2021 e nel 2023 negli stessi 75 microambienti e 43 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 18 a Figura 21 sono mostrati. Riassunto dei risultati Tabella 32 mostra i valori mediani e mediani per tutti i microambienti, le aree pubbliche e i trasporti pubblici.

L'esposizione totale mediana alle radiofrequenze nei microambienti e nelle aree pubbliche è rimasta relativamente costante nei due anni (0,13-0,14 V/m), mentre è aumentata leggermente nei trasporti pubblici (2021: 0,21 V/m, 2023: 0,27 V/m). I valori di picco sono aumentati solo leggermente nei microambienti (2021: 0,60 V/m, 2023: 0,65 V/m), ma un po' di più nelle aree pubbliche (2021: 0,67 V/m, 2023: 0,94 V/m) e sui mezzi pubblici (2021: 1,26 V/m, 2023: 1,78 V/m). Per quanto riguarda le medie

RMS, più sensibili ai valori elevati, l'esposizione totale ai campi elettromagnetici a radiofrequenza nei microambienti (2021: 0,27 V/m, 2023: 0,28 V/m) non è praticamente aumentata, mentre nelle aree pubbliche (2021: 0,29 V/m, 2023: 0,35 V/m) e nei mezzi di trasporto (2021: 0,32 V/m, 2023: 0,41 V/m) è aumentata in modo un po' più significativo. Analogamente ai valori RMS, si osserva anche un aumento maggiore dei valori di picco medi rispetto ai valori mediani, soprattutto nei mezzi di trasporto (2021: 1,97 V/m, 2023: 3,01 V/m). In sintesi, si può affermare che l'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza è aumentata leggermente tra il 2021 e il 2023 nei luoghi in cui si fa un uso massiccio di telefoni cellulari, mentre non ci sono stati cambiamenti significativi nelle aree rurali e nei luoghi in cui l'uso è minore. L'aumento tendenziale dell'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza tra il 2021 e il 2023 è dovuto principalmente al TDD in relazione all'uso del 5G. L'esposizione TDD è la principale fonte di esposizione nei trasporti pubblici nel 2023 se si considerano i valori medi di picco (2021: 0,64 V/m, 2023: 2,17 V/m), ed è la seconda fonte di esposizione per i valori medi RMS (2021: 0,05 V/m, 2023: 0,21 V/m). I valori mediani TDD RMS sono aumentati in misura minore nei microambienti e nelle aree pubbliche. Al contrario, i valori mediani RMS TDD ($< 0,01$ V/m) e di picco ($< 0,07$ V/m) rimangono bassi per tutte le misurazioni nel 2021 e nel 2023. L'esposizione in downlink rimane il principale fattore di esposizione nei microambienti e nelle aree pubbliche. I valori mediani RMS del downlink sono simili nei microambienti (0,09 V/m), nelle aree pubbliche (0,10 V/m) e nei trasporti (0,08-0,09 V/m). I valori mediani di picco del downlink sono leggermente aumentati nei due anni nei microambienti (2021: 0,45 V/m, 2023: 0,49 V/m) e nelle aree pubbliche (2021: 0,49 V/m, 2023: 0,52 V/m), mentre sono leggermente diminuiti nei mezzi di trasporto (2021: 0,48 V/m, 2023: 0,39 V/m). Ciò suggerisce che parte del downlink nei mezzi di trasporto è stato sostituito dal TDD, dato che nello stesso periodo è aumentato da 1,26 V/m a 1,78 V/m.

La percentuale di esposizione all'uplink è piccola nei microambienti. La principale fonte di NIR nei trasporti pubblici è rappresentata dagli altri passeggeri che utilizzano i loro telefoni cellulari, il che spiega l'alta percentuale di uplink e TDD. Per quanto riguarda le misurazioni TDD, va notato che non è possibile distinguere tra le emissioni dei telefoni cellulari e quelle delle stazioni base, poiché entrambe sono trasmesse sulla stessa frequenza. Tuttavia, si può ipotizzare che le proporzioni siano simili al rapporto tra uplink e downlink. Ciò significa che nei treni la maggior parte delle emissioni TDD proviene dai telefoni cellulari, mentre nelle aree pubbliche e all'aperto (microambienti) la maggior parte proviene dalle stazioni base dei telefoni cellulari. Va notato che il telefono cellulare del tecnico addetto alla misurazione era in modalità stand-by durante la misurazione. I viaggiatori con un telefono cellulare sul corpo sono quindi più esposti ai telefoni cellulari di quanto indicato dal protocollo di misurazione utilizzato.

In termini di medie RMS, il contributo principale nel 2023 proviene dall'uplink (2021: 0,19 V/m, 2023: 0,26 V/m) seguito dal TDD (2021: 0,05 V/m, 2023: 0,21 V/m). In termini di valori medi di picco, il contributo principale nel trasporto pubblico nel 2023 proviene da TDD (2021: 0,64 V/m, 2023: 2,17 V/m) seguito da uplink. L'esposizione media RMS alla WLAN nel 2021 ($< 0,07$ V/m) e nel 2023 ($< 0,13$ V/m) è altrettanto bassa in tutti gli ambienti di misurazione. I valori mediani di picco nel trasporto pubblico sono aumentati da 0,29 V/m nel 2021 a 0,41 V/m nel 2023, il che sarebbe compatibile con un aumento dell'uso degli hotspot sui treni.

L'esposizione da radio e DECT non è cambiata significativamente tra il 2021 e il 2023. La radiodiffusione rimane la seconda fonte di esposizione più importante nei microambienti dopo il downlink, con un valore RMS mediano di 0,09 V/m.

4.2 Misure spot

Le misurazioni residenziali permettono di capire a quale esposizione a RF-EMF e LF-MF sono esposti i residenti in prossimità di fonti esterne di EMF nelle loro case (luoghi con una fonte primaria) o quanto siano alti i valori tipici senza la vicinanza di una fonte (luoghi senza fonte 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 a marzo 2024, questo non è ancora il caso ovunque. Rispetto ai dati disponibili nel rapporto del 2022, 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 quattro misurazioni ($N=4$). 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. Nel prosieguo del monitoraggio si attendono dati più solidi sulla distribuzione dell'esposizione nei diversi appartamenti.

4.2.1 Esposizione ad HF

I valori mediani dell'RF-EMF (RMS) per le misurazioni a breve termine sono compresi tra 0,15 V/m (nessuna fonte primaria di RF) e 0,40 V/m (in prossimità di trasmettitori radio). Per le misurazioni mobili, i valori mediani corrispondenti sono compresi tra 0,09 e 0,27 V/m e per le misurazioni a lungo termine tra 0,08 e 0,35 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 1,23 V/m (telefonia mobile vicina) per le misurazioni a breve termine e tra 1,13 V/m (nessuna fonte primaria di RF-EMF) e 2,21 V/m (radio) per le misurazioni mobili e tra 1,10 V/m (radio) e 1,79 V/m (telefonia mobile) per le misurazioni a lungo termine. Nel già citato studio SCAMP di Londra, la mediana di tutte le misurazioni personali a casa era di 0,12 V/m e il valore medio più alto di un partecipante allo studio era di circa 2,0 V/m [12]. In uno studio europeo sulle misurazioni personali, la mediana di tutte le misurazioni a casa era di 0,12 V/m in Danimarca, 0,10 V/m nei Paesi Bassi, 0,10 V/m in Slovenia, 0,08 V/m in Svizzera e tra 0,10 V/m e 0,22 V/m in varie province della Spagna [19]. Una revisione sistematica della letteratura di tutti gli studi di misurazione condotti in Europa fino al 2015 ha rilevato un'esposizione media di 0,24 V/m per le misurazioni a breve termine a casa e un'esposizione media di 0,16 V/m per le misurazioni personali [10]. Uno studio di follow-up con pubblicazioni dal 2015 al 2018 ha rilevato un'esposizione media in stanze private compresa tra 0,04 V/m e 0,24 V/m in undici studi di misurazione [9]. I valori di esposizione degli studi internazionali si collocano quindi in un intervallo simile a quello del monitoraggio svizzero dell'esposizione NIR.

I valori misurati di HF-EMF per le *misurazioni a breve termine* 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 frequenze della radiofonia mobile (down-link) 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 (0,15 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. Pertanto, da Tabella 33 si evince che l'intervallo interquartile per gli ambienti di misurazione in prossimità di stazioni base di telefonia mobile è significativamente maggiore a 0,22 V/m rispetto a 0,11 V/m in assenza di fonti primarie di radiofrequenza. Con 0,62 V/m, anche il 95° percentile è più alto rispetto alle località selezionate casualmente per quanto riguarda la radiofonia mobile (0,30 V/m). Lo stesso quadro emerge per le *misurazioni mobili* nelle abitazioni. Il valore mediano RMS per le località con la telefonia mobile come sorgente primaria è di 0,14 V/m e di 0,09 V/m per la categoria "nessuna sorgente RF primaria". Anche le distanze interquartili differiscono, con 0,18 V/m ("telefonia mobile") e 0,11 V/m ("nessuna sorgente RF primaria"). Queste differenze sono riconoscibili anche nelle *misurazioni a lungo termine* sulle 24 ore nei valori mediani RMS di 0,16 V/m ("telefonia mobile") e 0,08 V/m ("nessuna fonte primaria di RF") e nelle distanze interquartili (0,22 V/m per le abitazioni in prossimità di un impianto di telefonia 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 radiofrequenze, 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 costellati in modo sfavorevole. In sintesi, si può affermare che il downlink contribuisce in modo significativo all'intensità di campo totale per la sorgente primaria "telefonia mobile", seguita dalla categoria radio e, per le misurazioni a breve termine, effettuate per lo più nel soggiorno, anche dalla WLAN.

I valori mediani RMS dei servizi di radiodiffusione (0,27-0,40 V/m) si trovano in prossimità dei trasmettitori di radiodiffusione n per tutte le misurazioni parziali, nettamente al di sopra dei valori mediani della radiofonia mobile e dei punti di misurazione senza fonte primaria. L'intervallo interquartile è più alto rispetto alle 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 questo tipo di NIR. Ciò significa che la categoria di servizio corrispondente domina fortemente la composizione dell'intensità di campo totale (86-97 %) per le proprietà in prossimità di trasmettitori radio. Solo per le misurazioni a breve termine nel soggiorno la WLAN contribuisce per il 13% all'intensità di campo totale.

In assenza di sorgenti RF primarie, la composizione del campo RF-EMF complessivo varia maggiormente, ma è anche dominata da downlink, broadcast e WLAN.

Nelle misurazioni a lungo termine nella camera da letto, la WLAN contribuisce in media solo in minima parte. Nella misurazione mobile si percorrono diverse stanze dell'immobile, il che comporta un grado di copertura WLAN e DECT variabile, ma complessivamente inferiore a quello della misurazione a breve termine. 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 di prese e connessioni telefoniche. Questo spiega in parte anche i valori più elevati di RF-EMF misurati nelle misurazioni a breve termine rispetto alle misurazioni mobili e a lungo termine. Nel caso delle misurazioni mobili, va notato che l'esposizione è sottostimata di circa il 10% a causa della schermatura del corpo (vedi sotto). Uplink e time-division duplex contribuiscono

per meno del 2% 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 i tecnici di misura non hanno utilizzato telefoni cellulari durante le misurazioni. Tuttavia, l'uso del telefono cellulare da parte dei residenti non è limitato durante le misurazioni.

Il quadro dei valori di picco è sostanzialmente lo stesso dei valori RMS. Le componenti della sorgente variano un po' di più tra i diversi tipi di abitazione nei valori di picco, in particolare nelle misurazioni a breve termine, poiché i valori estremi dell'intensità di campo possono disperdersi in un intervallo di valori più ampio. In generale, la percentuale di broadcasting è inferiore, 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 (telefonia mobile), DECT e WLAN sono modulati in modo più intenso.

4.2.2 Esposizione LF

I valori mediani della densità di flusso magnetico totale per la misurazione a breve termine vanno da 0,04-0,27 μT , per la misurazione mobile da 0,04-0,33 μT e per la misurazione a lungo termine da 0,04 0,18 μT e 1,32 μT per una singola camera da letto. Questi valori misurati in LF sono comparabili con le misurazioni dell'esposizione effettuate in 246 camere da letto in Svizzera e in Italia nel 2012/13 [[15]. In questo studio, il valore medio della densità di flusso magnetico è stato di 0,06 μT e il valore massimo di 0,7 μT .

Le misurazioni effettuate 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 a breve termine: 1,68 μT , misurazione mobile: 2,07 μT , misurazione a lungo termine: 2,07 μT) e sono quindi superiori al valore limite di installazione precauzionale di 1 μT specificato dal NISV per le (nuove) linee di trasmissione in luoghi come abitazioni, scuole o ospedali. Il valore limite di installazione (AGW) è un valore limite precauzionale. 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 valore limite di installazione è circa 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. Le misurazioni attuali hanno registrato l'esposizione totale da tutte le fonti. 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 del NISV il 1° febbraio 2000. Se le vecchie linee di trasmissione superano il valore limite di installazione, la cosiddetta allocazione di fase deve essere ottimizzata. Ciò consente di ridurre l'estensione spaziale del campo magnetico. Non sono previsti ulteriori requisiti. Se una vecchia linea non rispetta il valore limite dell'impianto anche dopo l'ottimizzazione delle fasi, ciò viene tollerato. [16].

Per le linee ferroviarie, il NISV richiede il rispetto dell'AGW di 1 μT per quanto riguarda il "valore effettivo medio di 24 ore della densità di flusso magnetico". La misurazione in una proprietà in prossimità di linee ferroviarie a doppio binario include punti di dati superiori a 1 μT per le misurazioni a breve e lungo termine. La distribuzione boxplot mostra che solo pochi punti sono superiori a 1 μT e il valore RMS

(RMS, 16,7 Hz) della corrente ferroviaria mediato sulla durata della misurazione a lungo termine è di 0,19 μT , che soddisfa il AGW. In un'altra proprietà vicino a una linea ferroviaria a binario unico, la misurazione a lungo termine mostra un valore massimo di 1,09 μT . Il valore RMS a 16,7 Hz mediato sulla durata della misurazione a lungo termine è di 0,18 μT , anch'esso conforme al AGW. Nella categoria "nessuna sorgente primaria LF", un appartamento si trova vicino a strutture ferroviarie, il che comporta un valore massimo superiore a 1 μT . Il valore RMS della corrente ferroviaria, calcolato sulla media della misurazione a lungo termine, è di 0,19 μT .

In una proprietà vicino a un tunnel ferroviario a doppio binario, la misurazione a lungo termine 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 nella stessa categoria di sorgente sono irrilevanti.

4.2.3 Misure continue stazionarie

Mentre le misure di percorso e le misure puntuali registrano le immissioni da 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 sulla conoscenza della situazione delle immissioni nel modo più preciso possibile in alcune località per un lungo periodo di tempo. Sono state effettuate misurazioni continue in cinque località del consorzio del progetto SwissNIS per tutto il 2023. L'obiettivo delle misurazioni è quello di poter fare delle affermazioni sui cambiamenti delle immissioni dell'intensità del campo elettrico nel tempo.

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 su percorso. Le stazioni di misura sono situate in diversi tipi di ambiente di misura, si veda il capitolo 2.4.4 e Figura 43 a Figura 47 nell'appendice V. La stazione di misura fissa di *Zurigo* è situata su un tetto in un centro urbano. I valori mediani misurati, pari a 1,13 V/m (RMS) e 5,96 V/m (picco), sono significativamente più alti rispetto alle misurazioni del percorso, pari a 0,24 V/m (RMS) e 1,22 V/m (picco) nei centri urbani. La stazione di misurazione fissa di *Allschwil* si trova in un'area industriale e i valori mediani sono 0,52 V/m (RMS) e 2,76 V/m (picco) rispetto a 0,30 V/m (RMS) e 1,67 V/m (picco) nelle aree industriali delle misurazioni del percorso. In un'area residenziale urbana e centrale di *Aarau*, sono stati misurati 0,62 V/m (RMS) e 5 V/m (picco) nella stazione di misura permanente, mentre a *Neuchâtel* sono stati registrati valori medi di intensità di campo totale di 0,28 V/m (RMS) e 1,27 V/m (picco). Anche i valori delle misurazioni sul percorso sono più bassi per il corrispondente ambiente di misurazione: 0,20 V/m (RMS) e 1,02 V/m (picco). La stazione di misurazione permanente di *Deitingen* (area residenziale urbana decentrata) mostra valori mediani di 0,65 V/m (RMS) e 3,86 V/m (picco), mentre la misurazione del percorso per questo tipo di microambiente ha mostrato 0,16 V/m (RMS) e 1,02 V/m (picco). Le grandi deviazioni tra le misurazioni stazionarie e quelle su percorso potrebbero essere dovute al fatto che gli esposimetri delle stazioni di misurazione 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 trasmettenti rispetto a quando si cammina ad altezza pedone durante le misurazioni su percorso. È

anche possibile che i contributi di diverse stazioni base di telefonia mobile operanti nelle vicinanze siano registrati in posizioni elevate.

A differenza delle misurazioni su percorso, le misurazioni continue stazionarie vengono effettuate in un solo punto (N=1). Ciò significa che la composizione dell'intensità di campo è fortemente dipendente dal luogo. Un confronto tra Figura 33 con Figura 9 e Figura 10 delle misurazioni del percorso mostra che l'RMS del downlink fornisce il maggior contributo di intensità di campo anche nelle misurazioni continue. Anche i picchi di intensità di campo totale per le misurazioni continue stazionarie e per le misurazioni di percorso 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 ($\geq 2,5$ kW) è di circa 10 km e ad Aarau il trasmettitore radio ($\geq 2,5$ kW) è a circa 6 km dalla stazione di misura permanente. Ciò si riflette in grandi contributi di radiodiffusione del 38% ad Allschwil e del 32% ad Aarau. Nella località di Zurigo, la distanza da un trasmettitore radio con potenza $\geq 2,5$ kW è di 1,5 km. Tuttavia, il contributo all'intensità di campo RMS totale è solo dell'8 %. L'elevata quota TDD del 60% ad Aarau spicca nella composizione percentuale del picco 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, vedi Figura 35 e Figura 36. 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 alla pausa semestrale, che di solito dura da giugno a metà settembre. A Deitingen, tra l'antenna di telefonia mobile e la stazione di misura 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 si notano forti e bruschi cambiamenti nel downlink, con valori più alti in maggio/giugno e da ottobre in poi. Ciò suggerisce che ci sono stati cambiamenti nella configurazione della rete di telefonia mobile nell'area circostante. Le stazioni di misura fisse e permanenti di Aarau e Allschwil non mostrano grandi fluttuazioni di livello nel corso dei mesi. Ad Allschwil, l'antenna è situata in un'area industriale, mentre ad Aarau si trova in un'area urbana residenziale centrale, vicino agli edifici dell'amministrazione cantonale.

In Figura 37 mostra la composizione percentuale delle bande di frequenza della telefonia mobile nell'intensità di campo RMS totale causata dalla telefonia mobile. Per la stazione di Neuchâtel, si può notare che i contributi della banda 2100 MHz sono aumentati bruscamente dal 15 % al 59 % nel corso del 2023. L'aumento è avvenuto a scapito delle bande di frequenza 1800 MHz, 800 MHz e 2600 MHz, i cui contributi sono scesi rispettivamente dal 42% al 28%, dal 30% al 4% e dal 5% al 2% nel corso dell'anno. Anche i contributi della banda 900 MHz sono scesi dal 2,6% allo 0,8%. Si tratta di un semplice spostamento e non di uno spegnimento, in quanto le quattro bande con riduzione dell'intensità di campo sono ancora attive. Una possibile spiegazione potrebbe essere il già citato cambiamento nella configurazione della rete di telefonia mobile nelle immediate vicinanze. La banda 2100 MHz è utilizzata principalmente per il 4G (LTE) e in parte anche per il 5G (NR). A Deitingen si osserva una tendenza opposta. Nei mesi di giugno, luglio, agosto, settembre e ottobre, i contributi delle bande 700 MHz (massimo +3%), 800 MHz (massimo +9%) e 1800 MHz (massimo +4%) sono leggermente aumentati rispetto all'inizio dell'anno. Nello stesso periodo, i contributi delle bande 2100 MHz (max. -17%) e 2600

MHz (max. -7%) sono diminuiti. I motivi non possono essere determinati con precisione. Per le 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 telefonia mobile sono liberi di decidere (con delle limitazioni) quali tecnologie utilizzare su quali bande di frequenza [19]. Le panoramiche delle località [21] in Figura 43 a Figura 47 nell'appendice V mostrano che i servizi di radiocomunicazione mobile 3G, 4G e 5G sono attivi in prossimità di tutti i punti di misurazione.

Figura 38 mostra la composizione di picco delle bande di frequenza della telefonia mobile. 20] 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 picco mostra percentuali significativamente più elevate. Ciò è dovuto al fatto che la tecnologia 5G ha un fattore di cresta più elevato rispetto alle altre tecnologie di telefonia mobile. Nel sito di Aarau, in particolare, una grande percentuale, fino al 68%, del picco totale dell'intensità del campo telefonia mobile proviene dalla banda dei 3,5 GHz. Anche la stazione di misurazione permanente di Allschwil ha un contributo massimo di picco dell'intensità di campo del 34% in questa banda.

L'analisi delle fluttuazioni durante il giorno 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. In tutte le stazioni di misurazione permanenti, è possibile riconoscere 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 telefonia 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 nuovamente dopo le 18.00 e raggiungono il massimo alle 21.00 o alle 22.00. Sembra che gli utenti di telefonia mobile abbiano un maggiore bisogno di servizi di telefonia mobile prima di andare a letto. Tuttavia, è anche possibile che i telefoni cellulari carichino i backup sui server dopo un momento di inattività, il che potrebbe causare i valori massimi all'inizio delle ore notturne.

4.3 Limitazioni

Per ridurre il più possibile l'effetto della schermatura del corpo durante le misurazioni del percorso, gli esposimetri RF sono stati installati in uno zaino a una distanza di 20 cm dal corpo, con le RF ExpoM all'altezza della schiena. I valori medi effettivi dei campi elettromagnetici a radiofrequenza senza alcuna esposizione corporea, determinati dalle misurazioni in camera anecoica, sono tuttavia sottostimati di circa il 10% con questo approccio. Questo valore è spiegato in modo più dettagliato nel rapporto annuale 2021 [2]. I dispositivi ExpoM-ELF non sono influenzati dalla schermatura del corpo. Il vantaggio della configurazione di misura è che è possibile raccogliere una grande quantità di dati con un'alta risoluzione spaziale. Ci si muove negli ambienti di misura in modo simile a come fanno le persone nella vita quotidiana.

I 300 microambienti delle misurazioni del 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 più pesantemente. 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 75 microambienti e nelle 43 aree pubbliche sono state effettuate nel 2023 negli stessi luoghi del 2021, 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/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, tuttavia, va notato che, in linea di principio, sono stati effettuati gli stessi viaggi da e verso gli ambienti di misurazione in entrambe le campagne di misurazione. Tuttavia, alcune deviazioni erano inevitabili, ad esempio a causa dell'orario. La registrazione dell'utilizzo dei mezzi di trasporto ha mostrato che le misurazioni del 2023 sono state effettuate più frequentemente su mezzi pubblici affollati rispetto al 2021, quando l'utilizzo era ancora leggermente inferiore a causa della pandemia. Questo potrebbe spiegare almeno in parte l'aumento dell'esposizione alle RF-EMF osservato nei trasporti 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, in quanto si sostiene che le emissioni dei telefoni cellulari (propri) sono volontarie, mentre le emissioni delle stazioni base di telefonia mobile sono involontarie. Tuttavia, questo concetto è sempre più discutibile con le stazioni base 5G adattive. Le antenne adattive danno priorità al loro fascio di luce nella direzione della grande richiesta di dati. Velghe et al. [17] 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 quali parti del TDD provengono dai telefoni cellulari e quali dalle stazioni base di telefonia mobile. Come stima approssimativa, si può ipotizzare che le proporzioni corrispondenti siano attualmente simili a quelle misurate in uplink e downlink nei rispettivi ambienti di misura. Ciò significa che nei trasporti pubblici la maggior parte del TDD proviene dai telefoni cellulari, mentre nelle misurazioni del microambiente esterno la maggior parte proviene dalle stazioni base di telefonia mobile. Non è chiaro se questa regola approssimativa sarà ancora applicabile in futuro se la percentuale di TDD aumenterà in modo significativo.

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 aumenteranno 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

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
23.05.2024

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 l'uplink o il TDD [[18].

In sintesi, i valori misurati sono ben al di sotto dei valori limite di immissione, che sono decisivi in termini di effetti sulla salute. Nel complesso, la comprensione dell'esposizione alle NIR nella vita quotidiana è notevolmente migliorata grazie a questi risultati e a quelli previsti in futuro.

5 Bibliografia

- [1] Ufficio federale dell'ambiente, "Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti", 2022 [Online]. Disponibile: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2000/38/de>.
- [2] SwissNIS, "Misurazioni dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti - Rapporto annuale 2021 - Consorzio di progetto SwissNIS", Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), 2022. Accesso: 5 giu 2023. [Online]. Disponibile: <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" (Valutazione dei dati di misura - Guida all'espressione dell'incertezza di misura), 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 e 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] Ufficio federale di statistica, "Tipologia comunitaria e tipologia urbana/rurale", 2012 [Online]. Disponibile: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/nomenklaturen/gemtyp.html>.
- [6] SwissNIS, "Misurazioni dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti - Rapporto annuale 2022 - Consorzio di progetto SwissNIS", Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), 2023 [Online]. Disponibile: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/fachinformationen/elektrosmog-belastung/nis-expositionsmessungen.html>
- [7] Ufficio federale dell'ambiente. "Ricerca sugli effetti delle NIR sulla salute e sull'ambiente - Effetti delle immissioni delle stazioni base di telefonia mobile e dei radiotrasmettitori sul benessere, sul comportamento e sulle capacità cognitive degli adolescenti: studio prospettico di coorte con studio panel incorporato". <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/fachinformationen/forschung.html#-224531633> (visitato nel 2023).
- [8] M. Eeftens, B. Struchen, K. Roser, M. Zahner, J. Frohlich e 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 e 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 e 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] L. van Wel, R. Vermeulen, M. van Eijdsen, 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.
- [14] M. Gallastegi *et al*, "Exposure to extremely low and intermediate-frequency magnetic and electric fields among children from the INMA-Gipuzkoa cohort," (in inglese), *Environmental Research*, vol. 157, pp. 190-197, Aug 2017, doi: 10.1016/j.envres.2017.05.027.
- [15] 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.
- [16] A. Reichenbach, "Elektrosmog in der Umwelt", *Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio UFAFP*, 2005 [Online]. Disponibile: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/publikationen-studien/publikationen/elektrosmog-in-der-umwelt.html>.
- [17] M. Velghe, S. Aerts, L. Martens, W. Joseph e A. Thielens, "Protocollo per studi di misurazione dell'esposizione personale a RF-EMF nelle reti di telecomunicazione di quinta generazione" (in inglese), *Environ Health-Glob*, vol. 20, n. 1, 1 aprile 2021, doi: 10.1186/s12940-021-00719-w.
- [18] 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.
- [19] L. E. Birks *et al*, Spatial and temporal variability of personal environmental exposure to radio frequency electromagnetic fields in children in Europe, *Environment International*, vol. 117, 204-214, 2018.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

6 Fonti di dati

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

Informazioni su	Fonte	Licenza
Posizione delle antenne di telefonia mobile	geo.admin.ch	Pubblico
Ubicazione delle stazioni di radiodiffusione	geo.admin.ch	Pubblico
Coordinate Linee elettriche 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 comunità BFS	Atlante BFS	Pubblico
Tipologia di comunità ARE	geo.admin.ch	Pubblico
Zone edificabili	geo.admin.ch	Pubblico
Tipologia di paesaggio	geo.admin.ch	Pubblico
Confini comunali	geo.admin.ch	Pubblico
CORINE Land Cover	wsl.ch	Pubblico
Registro degli edifici e delle abitazioni (GWS) (contiene informazioni sulla popolazione)	BFS	contratto di utilizzo dei dati
Statistiche sull'edilizia e sulle abitazioni (GWS)	BFS	contratto di utilizzo dei dati

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Appendice

I Glossario

Tabella 10: Glossario

Designazione	Descrizione del
AC	Corrente alternata: corrente alternata
UFAM	Ufficio federale dell'ambiente
BFS	Ufficio federale di statistica
DAB	Digital Audio Broadcasting: standard di radiodiffusione digitale per la radio.
DC	Corrente continua: corrente continua
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications: standard per le comunicazioni radio, utilizzato principalmente per i telefoni senza fili.
DL	Downlink: Flusso di dati dall'antenna del telefono mobile al telefono mobile
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.
EMF	Campo elettromagnetico: termine collettivo che indica 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: un metodo per applicare un segnale desiderato a un segnale portante modificando la frequenza del segnale portante.
GIS	Sistema di geoinformazione
GPS	Global Positioning System: servizio di localizzazione satellitare
HF	Alta frequenza, utilizzata come sinonimo di RF in questo rapporto.
IQR	Intervallo interquartile: Intervallo interquartile (.75 percentile - .25 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, utilizzata come sinonimo di LF e ELF in questo rapporto.
NIS	Radiazioni non ionizzanti
PAM/PAMR	Radio mobile professionale: sistemi di comunicazione radio
Picco	Valore di picco (massimo)
Polycom	Rete radio svizzera basata su Tetrapol, sistema radio nazionale ufficiale delle autorità per la polizia, i servizi di soccorso, ecc.
R	Linguaggio di programmazione gratuito 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.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Designazione	Descrizione del
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) è ritardato in entrambe le direzioni (uplink e downlink) alla stessa frequenza.
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	Consorzio aziendale per la certificazione dei dispositivi WLAN, generalmente utilizzato come sinonimo di WLAN.
WLAN	Wireless Local Area Network: reti locali senza fili

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

II Elenco dei comuni in cui si trovano i microambienti

Tabella 11: Elenco dei comuni del sito con il numero totale di microambienti per comune e suddivisi per tipologia di microambiente.

Comune	Canton	Area industriale	Centro città	Area residenziale urbana centrale	Area residenziale urbana de-	centro città periferico	area residenziale suburbana	Centro paese	Area residenziale rurale	Superficie agricola*	Area sport/tempo libero	Area naturale	Totale
Aarau	AG	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	5
Adliswil	ZH	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Allschwil	BL	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Appenzello	AI	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	1	2	3	5	0	0	0	0	0	1	0	12
Bätterkinden	BE	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Bellinzona	TI	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Belp	BE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Berna	BE	2	1	3	3	0	0	0	0	0	1	1	11
Bettingen	BS	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
Bienne	BE	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4
Bioggio	TI	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Bolligen	BE	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
Bourg-en-Lavaux	VD	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Bowil	BE	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Bremgarten	AG	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Brienz	BE	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Burgdorf	BE	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
Buttisholz	LU	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
Chamoson	VS	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Châtillon	JU	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Chavannes-près-Renens	VD	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
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
Dallenwil	NW	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Deitingen	SO	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Comune	Canton	Area industriale	Centro città	Area residenziale urbana centrale	Area residenziale urbana de-	centro città periferico	area residenziale suburbana	Centro paese	Area residenziale rurale	Superficie agricola*	Area sport/tempo libero	Area naturale	Totale
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
Dübendorf	ZH	1	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	5
Dulliken	SO	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3
Ecublens	VD	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Entlebuch	LU	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
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
Frick	AG	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
Ginevra	GE	1	1	2	2	0	0	0	0	0	1	0	7
Gerlafingen	SO	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Giubiasco	TI	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Glarona	GL	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	5
Glarona Nord	GL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gonten	AI	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Gränichen	AG	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Grellingen	BL	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Grolley	FR	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Gstaad (Saanen)	BE	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Günsberg	SO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Hergiswil	NW	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Herisau	AR	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Isérables	JU	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Jonen	AG	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
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
Laufenburg	AG	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3
Losanna	VD	1	1	2	2	0	0	0	0	0	1	1	8

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Comune	Canton	Area industriale	Centro città	Area residenziale urbana centrale	Area residenziale urbana de-	centro città periferico	area residenziale suburbana	Centro paese	Area residenziale rurale	Superficie agricola*	Area sport/tempo libero	Area naturale	Totale
Le Grand-Saconnex	GE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Liestal	BL	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	4
Lugano	TI	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Lungern	OW	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
Lucerna	LU	1	2	1	3	0	0	0	0	0	1	0	8
Marly	FR	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Münchenstein	BL	1	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	6
Nesslau	SG	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
Neuchâtel	NE	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4
Neuhausen am Rheinfall	SH	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	4
Nidau	BE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Niedergösgen	SO	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Nyon	VD	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Pully	VD	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Reinach	AG	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Rossemaison	JU	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Rümlang	ZH	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
Rüte	AI	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Saint-Blaise	NE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
San Antonino	TI	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Sciaffusa	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
Seewen	SO	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
Selzach	SO	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Sion	VS	0	1	1	0	0	0	0	0	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
Stans	NW	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Subingen	SO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Unterbäch	VS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Unterlunkhofen	AG	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

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Comune	Canton	Area industriale	Centro città	Area residenziale urbana centrale	Area residenziale urbana de-	centro città periferico	area residenziale suburbana	Centro paese	Area residenziale rurale	Superficie agricola*	Area sport/tempo libero	Area naturale	Totale
Walchwil	ZG	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Wattwil	SG	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
Weesen	SG	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3
Winterthur	ZH	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	6
Wohlen vicino a Berna	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
Zernezz	GR	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Zollikon	ZH	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Zufikon	AG	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Zurigo	ZH	3	2	3	4	0	0	0	0	0	2	0	14
Zweisimmen	BE	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3
Totale		29	20	23	34	36	52	29	39	16	13	9	300

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Misurare gli ambienti nelle aree pubbliche

Tabella 12: Elenco dei comuni del sito con il numero totale di tipi di ambiente di misurazione per comune e suddiviso per tipo di ambiente di misurazione e aree pubbliche.

Comune	Canton	Stazione ferroviaria	Fermata del tram	Fermata dell'autobus	ETH/UNI/FH	Supermercato	Ristorante	Biblioteca	Aeroporto	Museo	Totale
Aarau	AG	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Allschwil	BL	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Appenzello	AI	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Arisdorf	BL	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Basilea	BS	4	3	0	0	0	1	0	0	0	8
Bellinzona	TI	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Belp	BE	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Berna	BE	6	2	0	0	0	0	0	0	0	8
Bienne	BE	0	0	1	0	0	2	1	0	0	4
Bioggio	TI	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bourg-en-Lavaux	VD	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bowil	BE	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Bremgarten	AG	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Brienz	BE	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3
Burgdorf	BE	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
Chavannes-des-Bois	VD	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Coira	GR	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4
Dallenwil	NW	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Delémont	JU	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
Disentis	GR	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Dübendorf	ZH	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Duggingen	SO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Ecublens	VD	0	0	0	3	0	0	1	0	0	4
Erstfeld	LU	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Ettiswil	LU	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Frauenfeld	TG	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
Freienbach	SZ	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Friburgo	FR	0	0	3	0	0	1	0	0	0	4
Frick	AG	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Ginevra	GE	4	1	0	3	0	0	1	1	0	10
Glarona	GL	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Comune	Canton	Stazione ferroviaria	Fermata del tram	Fermata dell'autobus	ETH/UNI/FH	Supermercato	Ristorante	Biblioteca	Aeroporto	Museo	Totale
Grellingen	BL	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Grolley	FR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gstaad	BE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Günsberg	SO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Hergiswil	NW	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Landquart	GR	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Langnau	BE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Laufenburg	AG	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Losanna	VD	2	0	3	0	0	2	0	0	1	8
Le Grand-Saconnex	GE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Liestal	BL	2	0	1	0	1	0	0	0	0	4
Lugano	TI	1	0	1	0	1	1	0	0	0	4
Lucerna	LU	1	0	2	0	0	1	0	0	0	4
Montreux	VD	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Münchenstein	BL	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Nesslau	SG	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Neuchâtel	NE	0	1	2	1	0	0	1	0	0	5
Neuhausen am Rheinfall	SH	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Nyon	VD	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Olten	SO	1	0	0	3	0	0	0	0	0	4
Reinach	AG	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Riddes	VS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Riehen	BS	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Rüte	AI	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Sciaffusa	SH	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
Svitto	SZ	0	0	2	0	0	1	0	0	0	3
Sion	VS	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
Soletta	SO	3	0	0	0	1	1	0	0	0	5
Spiez	BE	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
San Gallo	SG	1	0	2	0	0	2	0	0	0	5
Stans	NW	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Unterlunkhofen	AG	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Visp	VS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Weesen	SG	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
Winterthur	ZH	1	0	2	0	1	0	0	0	0	4
Wohlen vicino a Berna	BE	0	0	2	0	1	1	0	0	0	4

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Comune	Canton	Stazione ferroviaria	Fermata del tram	Fermata dell'autobus	ETH/UNI/FH	Supermercato	Ristorante	Biblioteca	Aeroporto	Museo	Totale
Yverdon	VD	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Zollikon	ZH	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Zurigo	ZH	3	6	0	3	1	2	0	1	0	16
Zweisimmen	BE	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Totale		56	13	37	16	19	40	4	2	1	188

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

III Parametri statistici delle misurazioni del percorso

3.1.1.1 Panoramica generale - Esposizione ad HF

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 misurati dello stesso tipo.

	Ambiente di misura	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	mas- simo
Microambienti	Area industriale	29	4810	0.04	0.10	0.19	0.30	0.46	0.83	3.22
	Centro città	20	3445	0.02	0.06	0.14	0.24	0.38	0.81	6.02
	Area residenziale urbana centrale	23	3717	0.02	0.06	0.12	0.20	0.34	0.68	3.66
	Area sport/tempo libero	13	2156	0.04	0.07	0.13	0.19	0.30	0.55	1.61
	Area residenziale urbana decentrata	34	5754	0.02	0.05	0.10	0.16	0.27	0.54	2.08
	centro città periferico	36	5792	0.02	0.05	0.09	0.15	0.24	0.49	2.23
	area residenziale suburbana	52	8594	0.02	0.04	0.07	0.12	0.23	0.52	1.56
	Superficie agricola*	16	2808	0.01	0.03	0.06	0.11	0.27	1.25	2.46
	Area residenziale rurale	39	6727	0.01	0.03	0.05	0.10	0.19	0.44	2.21
	Centro paese	29	4706	0.02	0.03	0.05	0.09	0.16	0.35	1.01
	Area naturale	9	1569	0.02	0.03	0.04	0.07	0.12	0.25	0.52
aree pubbliche	Ambiente di misura	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Aeroporto	2	331	0.12	0.19	0.29	0.48	0.72	1.22	2.75
	Fermata del tram	13	1072	0.07	0.15	0.24	0.39	0.55	0.88	3.89
	Fermata dell'autobus	37	3220	0.04	0.08	0.20	0.32	0.47	0.96	10.39
	Stazione ferroviaria	56	4949	0.03	0.07	0.17	0.29	0.48	0.99	3.54
	Museo	1	529	0.03	0.05	0.13	0.21	0.34	0.78	1.51
	ETH/UNI/FH	16	2114	0.02	0.03	0.07	0.13	0.28	0.71	1.81
	Ristorante	40	9437	0.02	0.03	0.06	0.13	0.26	0.71	6.11
	Biblioteca	4	540	0.02	0.03	0.06	0.12	0.19	0.43	1.17
	Scuola	28	3847	0.01	0.02	0.05	0.09	0.16	0.47	1.50
	Supermercato	19	2186	0.02	0.03	0.05	0.08	0.14	0.34	1.51
Mezzi di trasporto	Ambiente di misura	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Metro	5	344	0.05	0.11	0.18	0.24	0.34	0.63	1.09
	Treno	207	53269	0.01	0.06	0.15	0.24	0.39	0.68	4.04
	Tram	18	1865	0.05	0.09	0.15	0.22	0.32	0.60	2.77
	Autobus	90	9167	0.02	0.06	0.13	0.20	0.31	0.60	4.84
	Funivia	8	860	0.02	0.03	0.06	0.09	0.16	0.27	0.62

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 14: Contributo medio (%) delle diverse 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 di misura	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Microambienti	Area industriale	29	4810	0.45	87.1	0.1	3.2	9.3	0.1	0.1
	Centro città	20	3445	0.44	83.8	0.8	2.8	4.5	0.7	7.4
	Area residenziale urbana centrale	23	3717	0.37	90.6	0.2	2.3	6.1	0.6	0.1
	Area sport/tempo libero	13	2156	0.30	76.0	0.1	0.8	23.0	0.1	0.0
	Area residenziale urbana de-centrata	34	5754	0.27	67.4	0.1	1.9	29.6	0.8	0.1
	centro città periferico	36	5792	0.25	82.4	0.2	2.2	14.3	0.9	0.2
	area residenziale suburbana	52	8594	0.25	62.4	0.1	1.3	35.6	0.4	0.1
	Superficie agricola*	16	2808	0.48	8.3	0.0	0.1	91.5	0.0	0.0
	Area residenziale rurale	39	6727	0.21	67.4	0.1	0.9	31.2	0.3	0.1
	Centro paese	29	4706	0.17	53.3	0.2	1.1	44.5	0.6	0.2
	Area naturale	9	1569	0.12	44.6	0.4	1.0	53.1	0.6	0.3
aree pubbliche	Ambiente di misura	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Aeroporto	2	331	0.66	96.4	0.3	0.6	0.4	2.3	0.1
	Fermata del tram	13	1072	0.55	89.5	0.3	5.8	3.5	0.8	0.2
	Fermata dell'autobus	37	3220	0.62	91.9	0.4	1.0	6.0	0.4	0.3
	Stazione ferroviaria	56	4949	0.50	77.8	1.0	4.8	14.9	1.0	0.4
	Museo	1	529	0.38	97.5	1.0	0.0	0.1	1.3	0.0
	ETH/UNI/FH	16	2114	0.31	82.2	3.3	2.6	6.8	4.9	0.2
	Ristorante	40	9437	0.32	89.9	2.5	0.4	2.1	4.0	1.1
	Biblioteca	4	540	0.21	74.2	1.8	1.0	5.8	15.5	1.6
	Scuola	19	3847	0.22	76.3	1.8	3.0	14.6	4.0	0.4
	Supermercato	28	2186	0.17	69.6	5.1	0.3	3.2	12.5	9.4
Mezzi di trasporto	Ambiente di misura	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Metro	5	344	0.33	19.5	58.8	0.0	0.5	21.1	0.0
	Treno	207	53269	0.37	38.3	40.3	6.4	1.3	13.6	0.1
	Tram	18	1865	0.33	75.1	7.8	4.2	5.7	7.0	0.2
	Autobus	90	9167	0.32	57.7	9.9	5.2	20.5	6.5	0.2
	Funivia	8	860	0.15	63.5	8.6	0.9	23.5	3.4	0.1

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

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

	Ambiente di misura	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	mas- simo
Microambienti	Area industriale	29	4808	0.13	0.43	0.96	1.67	2.78	5.34	18.13
	Centro città	20	3443	0.07	0.23	0.63	1.22	2.07	4.61	21.72
	Area residenziale urbana centrale	23	3717	0.08	0.25	0.57	1.02	1.81	3.98	26.25
	Area sport/tempo libero	13	2157	0.11	0.21	0.53	0.88	1.50	3.53	9.47
	Area residenziale urbana decentrata	34	5758	0.07	0.14	0.40	0.74	1.37	2.94	10.38
	centro città periferico	36	5788	0.06	0.18	0.39	0.72	1.31	2.94	10.87
	Superficie agricola*	16	2809	0.05	0.11	0.21	0.50	1.19	5.34	12.27
	area residenziale suburbana	52	8599	0.06	0.12	0.24	0.50	1.14	2.90	9.62
	Area residenziale rurale	39	6724	0.05	0.10	0.21	0.44	0.93	2.31	8.00
	Centro paese	29	4706	0.06	0.10	0.19	0.36	0.71	1.82	10.19
	Area naturale	9	1568	0.06	0.09	0.13	0.23	0.50	1.19	2.80
aree pubbliche	Ambiente di misura	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Aeroporto	2	332	0.52	0.78	1.58	2.19	3.19	4.92	8.32
	Fermata del tram	13	1072	0.33	0.76	1.28	2.15	3.25	6.15	19.32
	Fermata dell'autobus	37	3220	0.10	0.28	0.97	1.65	2.81	5.34	63.66
	Stazione ferroviaria	56	4946	0.09	0.33	0.77	1.57	2.59	5.17	28.50
	Museo	1	528	0.12	0.29	0.68	1.20	1.96	4.32	7.89
	ETH/UNI/FH	16	2114	0.06	0.16	0.39	0.84	1.65	3.63	14.44
	Biblioteca	40	541	0.07	0.10	0.25	0.72	1.25	2.98	6.55
	Ristorante	4	9433	0.08	0.16	0.34	0.72	1.48	3.40	22.60
	Supermercato	19	2190	0.06	0.16	0.34	0.56	1.00	2.34	8.80
	Scuola	28	3848	0.05	0.10	0.21	0.43	0.96	2.92	14.34
Mezzi di trasporto	Ambiente di misura	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Treno	207	53286	0.03	0.29	0.89	1.55	2.47	4.43	18.88
	Metro	5	345	0.34	0.69	1.00	1.41	2.00	3.25	6.82
	Tram	18	1813	0.17	0.44	0.85	1.33	2.02	3.61	17.52
	Autobus	90	9210	0.09	0.27	0.67	1.12	1.84	3.62	12.72
	Funivia	8	859	0.07	0.13	0.27	0.41	0.92	1.64	4.17

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 16: Contributo medio (%) delle diverse sorgenti RF (DL = downlink, UL = uplink, TDD = time division duplex) all'esposizione totale a RF-EMF (picco). 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 di misura	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Microambienti	Area industriale	29	4808	2.68	74.8	0.0	21.4	3.5	0.3	0.0
	Centro città	20	3443	2.37	86.3	0.3	11.1	1.2	0.9	0.1
	Area residenziale urbana centrale	23	3717	2.08	81.2	0.1	15.9	2.2	0.6	0.1
	Area sport/tempo libero	13	2157	1.63	84.5	0.1	6.3	8.8	0.3	0.1
	Area residenziale urbana decentrata	34	5758	1.45	70.2	0.1	14.2	14.7	0.7	0.2
	centro città periferico	36	5788	1.40	77.9	0.2	15.4	5.4	0.9	0.1
	Superficie agricola*	16	2809	2.10	12.7	0.0	0.9	86.2	0.2	0.0
	area residenziale suburbana	52	8599	1.31	68.0	0.0	13.5	17.9	0.4	0.1
	Area residenziale rurale	39	6724	1.09	78.6	0.0	7.0	13.4	0.9	0.1
	Centro paese	29	4706	0.89	70.1	0.2	6.0	22.1	1.5	0.1
	Area naturale	9	1568	0.55	61.7	1.8	11.6	21.5	3.4	0.0
aree pubbliche	Ambiente di misura	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Aeroporto	2	332	2.78	87.6	0.7	5.8	0.1	5.7	0.1
	Fermata del tram	13	1072	3.35	74.8	0.3	23.3	0.6	0.8	0.1
	Fermata dell'autobus	37	3220	3.51	88.0	0.4	9.1	1.9	0.4	0.2
	Stazione ferroviaria	56	4946	2.74	71.3	1.2	22.4	2.8	2.1	0.2
	Museo	1	528	2.06	95.9	0.9	0.0	0.0	3.2	0.0
	ETH/UNI/FH	16	2114	1.65	60.8	5.5	14.9	1.8	17.0	0.1
	Biblioteca	40	541	1.42	41.9	1.5	1.3	0.5	52.5	2.2
	Ristorante	4	9433	1.72	80.4	2.9	1.9	2.5	11.3	1.0
	Supermercato	19	2190	1.18	36.4	2.8	0.7	0.3	50.8	8.9
	Scuola	28	3848	1.37	61.1	1.7	23.4	5.1	8.4	0.3
Mezzi di trasporto	Ambiente di misura	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Treno	207	53286	2.32	27.3	33.6	18.8	0.4	19.8	0.1
	Metro	5	345	1.85	17.0	57.1	0.0	0.1	25.7	0.0
	Tram	18	1813	1.97	55.7	11.6	22.9	1.8	7.9	0.1
	Autobus	90	9210	1.85	48.6	11.0	28.6	4.6	7.2	0.0
	Funivia	8	859	0.85	73.4	13.6	4.3	4.5	4.2	0.0

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

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 di misura	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Max (V/m)
Microambienti	Area industriale	29	0.18	0.42	0.73
	Centro città	20	0.22	0.42	0.66
	Area residenziale urbana centrale	23	0.13	0.34	0.78
	Superficie agricola*	16	0.05	0.33	1.26
	Area sport/tempo libero	13	0.07	0.26	0.61
	Area residenziale urbana decentrata	34	0.03	0.25	0.63
	centro città periferico	36	0.09	0.23	0.40
	area residenziale suburbana	52	0.05	0.21	0.53
	Area residenziale rurale	39	0.02	0.18	0.55
	Centro paese	29	0.03	0.15	0.34
	Area naturale	9	0.04	0.11	0.21
aree pubbliche	Ambiente di misura	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Max (V/m)
	Aeroporto	2	0.44	0.64	0.84
	Fermata del tram	13	0.21	0.51	1.35
	Fermata dell'autobus	37	0.06	0.46	2.09
	Stazione ferroviaria	56	0.05	0.41	1.16
	Museo	1	0.38	0.38	0.38
	ETH/UNI/FH	16	0.06	0.25	0.67
	Ristorante	40	0.03	0.25	0.93
	Biblioteca	4	0.08	0.18	0.32
	Scuola	28	0.03	0.16	0.87
	Supermercato	19	0.06	0.14	0.37
Mezzi di trasporto	Ambiente di misura	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Max (V/m)
	Treno	207	0.04	0.34	1.34
	Metro	5	0.23	0.32	0.43
	Tram	19	0.16	0.32	0.64
	Autobus	89	0.09	0.31	0.64
	Funivia	8	0.13	0.15	0.17

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 18: Intervallo dell'esposizione media delle misure di picco 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 misura. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo.

	Ambiente di misura	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Max (V/m)
Microambienti	Area industriale	29	0.96	2.53	4.05
	Centro città	20	1.15	2.23	4.33
	Area residenziale urbana centrale	23	0.59	1.88	4.42
	Superficie agricola*	16	0.17	1.44	5.71
	Area sport/tempo libero	13	0.24	1.39	3.64
	Area residenziale urbana decentrata	34	0.11	1.32	2.78
	centro città periferico	36	0.40	1.30	2.55
	area residenziale suburbana	52	0.19	1.11	3.01
	Area residenziale rurale	39	0.11	0.90	2.54
	Centro paese	29	0.14	0.75	1.95
	Area naturale	9	0.19	0.46	1.21
aree pubbliche	Ambiente di misura	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Max (V/m)
	Fermata del tram	13	1.08	3.12	7.67
	Aeroporto	2	2.74	2.78	2.82
	Fermata dell'autobus	37	0.15	2.45	12.38
	Stazione ferroviaria	56	0.21	2.27	7.19
	Museo	1	2.06	2.06	2.06
	ETH/UNI/FH	16	0.30	1.43	3.65
	Ristorante	40	0.16	1.38	6.60
	Biblioteca	4	0.62	1.26	2.24
	Supermercato	19	0.49	1.07	2.41
	Scuola	28	0.16	1.02	5.60
Mezzi di trasporto	Ambiente di misura	N	Min (V/m)	Valori medi dell'RMS (V/m)	Max (V/m)
	Treno	207	0.15	2.12	6.58
	Tram	18	0.80	1.89	2.96
	Metro	5	1.48	1.84	2.52
	Autobus	90	0.57	1.77	5.91
	Funivia	8	0.40	0.78	1.03

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

3.1.1.2 Panoramica generale - Esposizione a NF

Tabella 19: Parametri statistici (in μT) dell'esposizione totale a 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.

	Ambiente di misura	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	mas- simo
Microambienti	Centro città	20	3438	0.02	0.04	0.11	0.19	0.31	0.58	2.75
	Area residenziale urbana centrale	23	3710	0.02	0.04	0.10	0.18	0.30	0.58	1.43
	Area residenziale urbana decentrata	34	5747	0.01	0.03	0.08	0.14	0.26	0.59	3.27
	centro città periferico	36	5770	0.02	0.03	0.07	0.13	0.25	0.56	6.39
	Centro paese	29	4705	0.01	0.02	0.05	0.12	0.21	0.47	4.04
	Area industriale	52	4797	0.01	0.02	0.05	0.11	0.25	0.77	6.87
	area residenziale suburbana	29	8576	0.01	0.02	0.05	0.11	0.20	0.51	4.86
	Area residenziale rurale	39	6586	0.01	0.02	0.05	0.09	0.17	0.36	3.49
	Area sport/tempo libero	16	2150	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.20	1.10
	Area agricola	9	2804	0.01	0.02	0.02	0.03	0.07	0.24	1.70
	Area naturale	13	1565	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.18	1.69
aree pubbliche	Ambiente di misura	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Stazione ferroviaria	55	4792	0.02	0.04	0.11	0.38	1.12	3.36	24.17
	Fermata del tram	13	1067	0.02	0.06	0.12	0.22	0.36	0.74	2.32
	Fermata dell'autobus	36	3159	0.02	0.03	0.07	0.15	0.30	0.69	7.66
	ETH/UNI/FH	40	2108	0.01	0.02	0.03	0.06	0.15	0.57	2.43
	Ristorante	16	9368	0.01	0.02	0.03	0.06	0.15	0.45	1.46
	Supermercato	19	2114	0.01	0.02	0.03	0.06	0.10	0.27	1.42
	Scuola	28	3840	0.01	0.02	0.02	0.04	0.09	0.40	7.11
	Biblioteca	1	541	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.07	9.24
	Museo	4	528	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.07	0.15
	Aeroporto	2	332	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.09
Mezzi di trasporto	Ambiente di misura	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	mas- simo
	Treno	203	51539	0.01	0.06	0.18	0.44	1.22	5.28	27.41
	Tram	18	1813	0.02	0.04	0.09	0.17	0.32	0.89	4.52
	Autobus	89	9108	0.01	0.03	0.05	0.08	0.15	0.43	5.94
	Metro	5	343	0.02	0.02	0.04	0.08	0.14	0.36	0.90
	Funivia	8	856	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.08	0.39

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 20: Contributo medio (%) delle diverse fonti di AF (corrente ferroviaria, alimentazione, corrente di ripple del tram) all'esposizione totale di AF-MF. RMS (V/m) 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 di misura	N	n	RMS (μT)	Corrente ferroviaria (16,6 Hz)	Alimentazione (50 Hz)	Corrente di ondulazione del tram (300 Hz)
Microambienti	Centro città	20	3438	0.31	5.1	87.7	7.2
	Area residenziale urbana centrale	23	3710	0.29	11.7	83.4	4.9
	Area residenziale urbana de-centrata	34	5747	0.30	36.8	62.2	1.1
	centro città periferico	36	5770	0.30	39.5	60.3	0.2
	Centro paese	29	4705	0.25	33.0	66.9	0.1
	area residenziale suburbana	52	8576	0.29	32.0	67.9	0.1
	Area industriale	29	4797	0.48	25.7	74.2	0.1
	Area residenziale rurale	39	6586	0.20	50.5	49.4	0.1
	Area agricola	16	2804	0.17	2.7	97.2	0.2
	Area sport/tempo libero	9	2150	0.11	21.3	74.2	4.5
	Area naturale	13	1565	0.11	91.1	8.6	0.3
Aree pubbliche	Ambiente di misura	N	n	RMS (μT)	Corrente ferroviaria (16,6 Hz)	Alimentazione (50 Hz)	Corrente di ondulazione del tram (300 Hz)
	Stazione ferroviaria	55	4792	1.92	99.4	0.6	0.0
	Fermata del tram	13	1067	0.36	16.7	39.8	43.5
	Fermata dell'autobus	36	3159	0.55	81.7	17.9	0.3
	Ristorante	40	9368	0.20	72.3	27.6	0.1
	ETH/UNI/FH	16	2108	0.27	87	12.9	0.1
	Supermercato	19	2114	0.14	8.8	91	0.2
	Scuola	28	3840	0.50	8.1	91.8	0.0
	Museo	1	528	0.04	11.9	85.2	3.0
	Biblioteca	4	541	0.40	0.8	4.7	94.4
	Aeroporto	2	332	0.02	33.4	60.3	6.3
Mezzi di trasporto	Ambiente di misura	N	n	RMS (μT)	Corrente ferroviaria (16,6 Hz)	Alimentazione (50 Hz)	Corrente di ondulazione del tram (300 Hz)
	Treno	203	51539	2.34	99.8	0.2	0.0
	Tram	18	1813	0.49	37.4	35.1	27.5
	Autobus	89	9108	0.29	79.7	18.4	1.9
	Metro	5	343	0.18	81.6	13.4	5.0
	Funivia	8	856	0.05	14.6	83.5	1.9

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 21: Intervallo del carico medio delle misure LF-MF dei diversi ambienti di misura. Il valore medio è calcolato secondo l'equazione (10). Il minimo e il massimo indicano il valore medio più basso e più alto per ogni singolo ambiente di misura. "N" indica il numero di microambienti inclusi.

	Ambiente di misura	N	Minimo della media aritmetica (μT)	Valore medio della media aritmetica (μT)	Massimo della media aritmetica (μT)
Microambienti	Centro città	20	0.16	0.24	0.42
	Area industriale	29	0.02	0.23	1.48
	Area residenziale urbana centrale	23	0.13	0.22	0.34
	Area residenziale urbana decentrata	34	0.06	0.21	0.53
	centro città periferico	36	0.08	0.20	0.45
	Centro paese	29	0.07	0.17	0.45
	area residenziale suburbana	52	0.06	0.17	0.43
	Area residenziale rurale	39	0.07	0.13	0.50
	Area agricola	16	0.02	0.07	0.20
	Area naturale	9	0.02	0.05	0.22
	Area sport/tempo libero	13	0.02	0.05	0.10
aree pubbliche	Ambiente di misura	N	Minimo della media aritmetica (μT)	Valore medio della media aritmetica (μT)	Massimo della media aritmetica (μT)
	Stazione ferroviaria	55	0.03	1.05	7.20
	Fermata del tram	13	0.09	0.30	0.56
	Fermata dell'autobus	36	0.03	0.29	2.61
	ETH/UNI/FH	16	0.02	0.14	0.60
	Ristorante	40	0.02	0.13	0.53
	Scuola	28	0.02	0.13	0.91
	Supermercato	19	0.02	0.09	0.23
	Biblioteca	4	0.02	0.05	0.12
	Museo	1	0.04	0.04	0.04
	Aeroporto	2	0.02	0.02	0.02
Mezzi di trasporto	Ambiente di misura	N	Minimo della media aritmetica (μT)	Valore medio della media aritmetica (μT)	Massimo della media aritmetica (μT)
	Treno	203	0.03	1.18	8.99
	Tram	18	0.09	0.26	0.55
	Autobus	89	0.04	0.15	0.45
	Metro	5	0.05	0.12	0.19
	Funivia	8	0.02	0.03	0.06

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

3.1.1.4 Analisi supplementari nelle scuole - Esposizione a HF e LF

Tabella 22: Parametri statistici (in V/m) dell'esposizione totale RMS (in alto) e di picco (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 ricreazione - all'interno senza alunni	2	282	0.01	0.02	0.03	0.08	0.11	0.21	0.59
Area ricreazione - interno con gli alunni	2	296	0.02	0.05	0.09	0.11	0.15	0.25	0.68
cortile scuola - esterno senza alunni	9	1242	0.02	0.03	0.06	0.09	0.24	0.80	1.50
cortile scuola - all'aperto con gli alunni	7	962	0.02	0.03	0.08	0.12	0.23	0.48	1.36
Corridoio	8	1065	0.02	0.02	0.03	0.05	0.08	0.17	0.59
Scuola Peak	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	mas-simo
Area ricreazione - all'interno senza alunni	2	283	0.07	0.12	0.31	0.47	0.76	1.57	4.05
Area ricreazione - interno con gli alunni	2	296	0.09	0.27	0.46	0.66	0.98	1.98	5.49
cortile scuola - esterno senza alunni	9	1242	0.08	0.11	0.21	0.43	1.33	4.53	14.34
cortile scuola - all'aperto con gli alunni	7	962	0.07	0.13	0.32	0.66	1.30	3.07	5.02
Corridoio	8	1065	0.05	0.08	0.14	0.25	0.44	1.00	9.61

Tabella 23: Contributo medio (%) delle diverse sorgenti RF (DL = downlink, UL = uplink, TDD = time division duplex) all'esposizione totale ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RMS e picco) 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 (%)	Radiodiffusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Area ricreazione - all'interno senza alunni	2	282	0.12	49.1	0.4	3.7	32.5	14.2	0.0
Area ricreazione - interno con gli alunni	2	296	0.15	28.6	20.0	3.3	17.0	30.9	0.1
cortile scuola - esterno senza alunni	9	1242	0.31	84.2	0.1	3.6	10.8	0.6	0.6
cortile scuola - all'aperto con gli alunni	7	962	0.23	70.9	3.5	1.7	21.0	2.8	0.1
Corridoio	8	1065	0.09	40.9	2.4	0.7	19.6	36.2	0.3

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Scuola Peak	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Area ricreazione - all'interno senza alunni	2	283	0.80	30.1	0.4	3.5	4.7	61.3	0.0
Area ricreazione - interno con gli alunni	2	296	1.07	16.7	12.0	4.2	2.7	64.5	0.0
cortile scuola - esterno senza alunni	9	1242	1.92	65.7	0.0	30.1	3.3	0.5	0.4
cortile scuola - all'aperto con gli alunni	7	962	1.33	66.7	4.3	16.2	10.6	2.1	0.1
Corridoio	8	1065	0.59	34.3	1.2	1.5	4.8	57.9	0.3

Tabella 24: Parametri statistici (in μT) 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	massimo
Area ricreazione - all'interno senza alunni	2	283	0.02	0.02	0.05	0.12	0.26	2.37	6.41
Area ricreazione - interno con gli alunni	2	295	0.02	0.03	0.09	0.13	0.61	3.52	7.11
cortile scuola - esterno senza alunni	9	1238	0.01	0.02	0.02	0.03	0.07	0.29	2.39
cortile scuola - all'aperto con gli alunni	7	959	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.16	0.50
Corridoio	8	1065	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.18	0.52

Tabella 25: Contributo medio (%) delle varie sorgenti LF (corrente ferroviaria, alimentazione elettrica, corrente di ripple del tram) all'esposizione totale 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 misura.

Scuola NF	N	n	RMS (μT)	Corrente ferroviaria	Alimentazione	Corrente di ondulazione del tram
Area ricreazione - all'interno senza alunni	2	283	1.14	0.5	99.5	0.0
Area ricreazione - interno con gli alunni	2	295	1.30	0.4	99.6	0.0
cortile scuola - esterno senza alunni	9	1238	0.24	96.3	3.7	0.1

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

cortile scuola - all'aperto con gli alunni	7	959	0.08	50.3	49.0	0.7
Corridoio	8	1065	0.08	40.7	58.6	0.6

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 26: Parametri statistici (in V/m) dell'esposizione totale a RF-EMF (RMS) nel 2023 e nel 2021. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo.

	Ambiente di misura	Anno	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo
Microambienti	Area industriale	2023	8	1366	0.05	0.11	0.23	0.36	0.52	0.91	3.63
		2021	8	1365	0.04	0.10	0.21	0.33	0.49	0.79	1.60
	Area sport/tempo libero	2023	3	488	0.07	0.10	0.20	0.30	0.40	0.51	0.89
		2021	3	553	0.06	0.10	0.18	0.27	0.38	0.59	0.82
	Area residenziale urbana centrale	2023	6	1015	0.03	0.07	0.13	0.21	0.31	0.53	1.37
		2021	6	1015	0.03	0.06	0.13	0.20	0.32	0.53	1.85
	Centro città	2023	5	939	0.03	0.04	0.10	0.21	0.38	0.86	2.26
		2021	5	977	0.02	0.05	0.11	0.21	0.37	0.77	2.45
	Area residenziale urbana decentrata	2023	8	1368	0.02	0.06	0.09	0.14	0.23	0.51	1.50
		2021	8	1504	0.04	0.06	0.11	0.15	0.24	0.51	1.34
	centro città periferico	2023	8	1298	0.02	0.05	0.09	0.14	0.25	0.54	1.33
		2021	8	1327	0.02	0.05	0.09	0.13	0.23	0.49	1.42
	Area residenziale rurale	2023	9	1565	0.02	0.04	0.07	0.12	0.21	0.40	0.93
		2021	9	1587	0.02	0.04	0.07	0.12	0.22	0.43	1.03
	Centro paese	2023	9	1484	0.02	0.03	0.05	0.10	0.18	0.39	1.38
		2021	9	1467	0.02	0.03	0.05	0.10	0.18	0.42	1.01
	area residenziale suburbana	2023	11	1780	0.02	0.03	0.05	0.08	0.16	0.49	1.05
		2021	11	1822	0.02	0.04	0.05	0.08	0.17	0.45	1.27
	Area agricola	2023	3	600	0.02	0.03	0.05	0.08	0.10	0.18	2.08
		2021	3	632	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.29	1.18
	Area naturale	2023	5	949	0.02	0.03	0.04	0.06	0.11	0.23	0.44
		2021	5	939	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.17	0.44
aree pubbliche	Ambiente di misura		N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo
	Fermata del tram	2023	4	390	0.11	0.16	0.28	0.51	0.70	1.44	4.38
		2021	4	230	0.10	0.14	0.34	0.53	0.62	1.68	3.89
	Aeroporto	2023	1	159	0.17	0.20	0.36	0.50	0.79	1.06	1.94
		2021	1	174	0.12	0.16	0.26	0.33	0.51	0.73	1.29
	Fermata dell'autobus	2023	5	416	0.06	0.12	0.21	0.31	0.41	0.57	0.86
		2021	5	390	0.09	0.13	0.24	0.36	0.48	0.63	0.81
	Stazione ferroviaria	2023	13	985	0.02	0.09	0.16	0.27	0.42	0.83	3.51
		2021	13	1211	0.03	0.06	0.17	0.29	0.42	0.68	1.46
	Museo	2023	1	386	0.04	0.07	0.11	0.20	0.33	0.64	1.78
		2021	1	529	0.03	0.05	0.13	0.21	0.34	0.78	1.51
	Biblioteca	2023	1	151	0.07	0.11	0.16	0.20	0.30	0.60	1.18
		2021	1	151	0.10	0.14	0.18	0.21	0.35	0.60	0.79
	Supermercato	2023	5	446	0.03	0.04	0.08	0.13	0.21	0.52	1.51
		2021	5	668	0.02	0.03	0.06	0.10	0.18	0.50	1.51
	ETH/UNI/FH	2023	4	525	0.02	0.04	0.07	0.11	0.14	0.20	1.35
		2021	4	597	0.02	0.04	0.08	0.11	0.17	0.24	1.81

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

		2023	9	2088	0.01	0.03	0.06	0.08	0.12	0.24	0.93
	Ristorante	2021	9	3444	0.02	0.02	0.04	0.08	0.13	0.25	1.26
	Ambiente di misura		N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo
Mezzi di trasporto	Treno	2023	58	14008	0.02	0.07	0.16	0.28	0.44	0.78	4.78
		2021	62	17845	0.01	0.04	0.12	0.21	0.35	0.58	4.04
	Tram	2023	6	522	0.05	0.09	0.18	0.26	0.36	0.60	1.89
		2021	5	482	0.05	0.08	0.14	0.20	0.29	0.53	2.77
	Autobus	2023	14	1209	0.02	0.04	0.14	0.23	0.34	0.59	4.88
		2021	10	958	0.03	0.05	0.09	0.15	0.25	0.51	1.25
	Metro	2023	1	109	0.10	0.12	0.16	0.20	0.28	0.55	1.30
		2021	1	105	0.05	0.10	0.15	0.21	0.28	0.50	0.72
	Funivia	2023	2	451	0.02	0.03	0.06	0.08	0.19	0.30	1.21
		2021	2	439	0.02	0.03	0.06	0.09	0.17	0.27	0.62

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 27: Contributo medio (%) delle diverse sorgenti RF nel 2023 e nel 2021 (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 (%)	Radiodiffusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Microambienti	Area industriale	2023	8	1366	0.49	80.1	0.1	7.3	12.1	0.2	0.2
		2021	8	1365	0.44	83.4	0.1	2.0	14.2	0.1	0.2
	Area sport/tempo libero	2023	3	488	0.33	52.8	0.2	5.6	41.2	0.1	0.1
		2021	3	553	0.33	63.6	0.3	0.4	35.6	0.0	0.0
	Centro città	2023	5	939	0.43	88.5	0.9	4.5	5.1	0.6	0.5
		2021	5	977	0.41	82.0	2.8	5.1	7.4	1.1	1.7
	Area residenziale urbana centrale	2023	6	1015	0.29	79.5	0.3	4.9	14.5	0.6	0.1
		2021	6	1015	0.30	83.4	0.1	1.7	12.8	1.5	0.6
	centro città periferico	2023	8	1298	0.26	74.8	0.1	4.1	20.6	0.3	0.1
		2021	8	1327	0.25	79.8	0.1	1.7	17.2	1.1	0.1
	Area residenziale urbana decentrata	2023	8	1368	0.25	83.8	0.2	3.3	12.2	0.4	0.1
		2021	8	1504	0.26	85.4	0.2	2.1	10.0	2.2	0.2
	Area residenziale rurale	2023	9	1565	0.20	55.4	0.1	1.5	42.6	0.3	0.1
		2021	9	1587	0.21	53.7	0.1	0.9	45.1	0.2	0.0
	Centro paese	2023	9	1484	0.20	63.9	0.2	2.4	32.9	0.6	0.0
		2021	9	1467	0.20	59.3	0.2	1.3	38.7	0.4	0.1
	area residenziale suburbana	2023	11	1780	0.20	51.3	0.3	2.0	46.0	0.4	0.1
		2021	11	1822	0.21	46.8	0.3	0.7	51.1	1.1	0.1
	Area agricola	2023	3	600	0.18	91.3	0.1	0.1	8.2	0.2	0.0
		2021	3	632	0.17	90.7	0.1	0.1	8.8	0.1	0.0
	Area naturale	2023	5	949	0.11	50.4	0.3	1.3	46.8	0.6	0.6
		2021	5	939	0.09	40.2	0.5	0.5	58.1	0.7	0.0

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

	Ambiente di misura		N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffu- sione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Aree pubbliche	Fermata del tram	2023	4	0.75	84.3	0.0	14.3	1.2	0.1	0.1	0.75
		2021	4	0.80	97.2	0.2	1.1	1.0	0.4	0.1	0.80
	Aeroporto	2023	1	0.66	50.0	0.1	48.7	0.4	0.6	0.3	0.66
		2021	1	0.44	90.8	0.4	2.1	0.4	6.1	0.2	0.44
	Fermata dell'autobus	2023	5	0.36	78.6	1.4	6.7	10.7	1.9	0.7	0.36
		2021	5	0.40	80.6	1.3	2.5	12.0	3.0	0.5	0.40
	Stazione ferroviaria	2023	13	0.45	89.1	0.8	2.5	5.6	1.7	0.4	0.45
		2021	13	0.38	83.1	2.7	2.4	9.7	1.7	0.4	0.38
	Biblioteca	2023	1	0.31	89.3	0.4	3.2	1.7	5.4	0.0	0.31
		2021	1	0.32	83.9	0.5	1.1	3.5	11.0	0.0	0.32
	Museo	2023	1	0.35	97.3	0.4	0.0	0.3	1.9	0.0	0.35
		2021	1	0.38	97.5	1.0	0.0	0.1	1.3	0.0	0.38
	Supermercato	2023	5	0.26	77.0	3.0	0.5	1.8	9.4	8.3	0.26
		2021	5	0.23	69.6	5.8	0.1	3.9	10.7	9.9	0.23
	ETH/UNI/FH	2023	4	0.14	58.2	4.5	3.5	6.4	27.1	0.3	0.14
		2021	4	0.17	36.5	4.7	1.7	38.6	18.4	0.1	0.17
	Ristorante	2023	9	0.14	53.3	5.7	1.0	7.6	29.9	2.6	0.14
		2021	9	0.14	58.5	3.3	0.2	12.7	22.1	3.3	0.14
Mezzi di trasporto	Ambiente di misura		N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffu- sione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Treno	2023	58	14008	0.42	19.4	41.9	27.3	1.3	9.9	0.2
		2021	62	17845	0.32	42.3	38.8	3.0	1.8	14.0	0.1
	Tram	2023	6	522	0.34	65.0	7.1	13.7	6.9	7.2	0.2
		2021	5	482	0.33	77.2	3.1	2.5	11.2	5.8	0.1
	Autobus	2023	14	1209	0.44	25.7	7.9	6.7	56.2	3.4	0.0
		2021	10	958	0.25	70.4	6.8	0.7	16.2	5.7	0.2
	Metro	2023	1	109	0.29	25.2	57.8	4.7	0.4	11.9	0.0
		2021	1	105	0.28	39.2	41.9	0.0	0.3	18.6	0.0
	Funivia	2023	2	451	0.17	89.7	1.0	0.9	8.1	0.3	0.1
		2021	2	439	0.15	76.7	0.2	0.7	18.6	3.7	0.1

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 28: Parametri statistici (in V/m) dell'esposizione totale a RF-EMF (picco) nel 2023 e nel 2021. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti di misura dello stesso tipo.

	Ambiente di misura	Anno	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo
Microambienti	Area industriale	2023	8	1368	0.13	0.53	1.26	2.14	3.23	6.12	17.87
		2021	8	1365	0.13	0.40	1.13	1.89	2.84	4.80	10.86
	Area sport/tempo libero	2023	3	489	0.22	0.42	0.87	1.31	1.87	3.80	6.88
		2021	3	554	0.23	0.44	0.79	1.19	1.61	3.42	5.65
	Area residenziale urbana centrale	2023	6	1013	0.09	0.26	0.63	1.09	1.78	3.40	8.75
		2021	6	1017	0.08	0.23	0.54	0.90	1.54	2.93	8.06
	Centro città	2023	5	938	0.09	0.18	0.47	1.04	2.24	5.12	14.32
		2021	5	979	0.07	0.16	0.46	1.00	1.92	4.15	11.49
	centro città periferico	2023	8	1297	0.09	0.20	0.45	0.82	1.55	3.68	8.88
		2021	8	1325	0.06	0.17	0.37	0.69	1.39	3.23	7.87
	Area residenziale urbana decentrata	2023	8	1368	0.09	0.19	0.37	0.64	1.24	2.94	9.10
		2021	8	1504	0.09	0.18	0.35	0.63	1.24	2.98	9.40
	Area residenziale rurale	2023	9	1564	0.09	0.14	0.28	0.55	1.03	2.11	5.44
		2021	9	1586	0.08	0.12	0.27	0.53	0.98	2.03	5.20
	Centro paese	2023	9	1485	0.08	0.13	0.23	0.46	0.90	2.36	6.09
		2021	9	1467	0.06	0.11	0.22	0.45	0.82	2.31	10.19
	area residenziale suburbana	2023	11	1779	0.08	0.13	0.19	0.34	0.76	2.69	6.62
		2021	11	1822	0.07	0.12	0.19	0.33	0.78	2.54	9.62
	Area agricola	2023	3	600	0.09	0.12	0.19	0.29	0.51	1.03	6.95
		2021	3	633	0.05	0.10	0.16	0.28	0.55	1.36	5.37
	Area naturale	2023	5	949	0.07	0.10	0.14	0.22	0.42	0.89	2.98
		2021	5	938	0.06	0.09	0.12	0.19	0.35	0.73	1.63
aree pubbliche	Ambiente di misura		N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo
	Aeroporto	2023	1	159	1.05	1.58	2.61	4.27	6.58	9.62	31.61
		2021	1	174	0.52	0.71	1.57	2.16	3.31	4.70	6.87
	Fermata del tram	2023	4	390	0.73	1.03	2.03	3.21	4.80	11.70	27.38
		2021	4	230	0.57	0.75	2.25	3.20	3.79	10.28	19.32
	Fermata dell'autobus	2023	5	418	0.30	0.55	1.10	1.76	2.48	3.91	7.30
		2021	5	391	0.33	0.51	1.03	1.91	2.72	3.98	5.68
	Stazione ferroviaria	2023	13	984	0.10	0.47	0.99	1.50	2.17	3.69	12.38
		2021	13	1211	0.12	0.24	0.84	1.65	2.22	3.50	7.64
	Biblioteca	2023	1	150	0.35	0.62	0.95	1.44	2.30	4.19	6.74
		2021	1	151	0.24	0.64	0.98	1.27	2.20	4.67	6.55
	Museo	2023	1	386	0.09	0.36	0.61	1.04	1.73	3.09	8.00
		2021	1	528	0.12	0.29	0.68	1.20	1.96	4.32	7.89
	Supermercato	2023	5	446	0.14	0.29	0.53	0.86	1.43	3.14	9.24
		2021	5	671	0.17	0.27	0.44	0.68	1.13	3.02	8.80
	ETH/UNI/FH	2023	4	523	0.06	0.17	0.38	0.70	0.88	1.62	5.57
		2021	4	597	0.06	0.16	0.34	0.61	0.93	1.48	4.63

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Mezzi di trasporto	Ristorante	2023	9	2087	0.06	0.13	0.34	0.49	0.93	1.42	3.52
		2021	9	3440	0.08	0.15	0.25	0.49	0.66	1.07	3.42
	Ambiente di misura		N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo
	Treno	2023	58	14014	0.08	0.40	1.06	1.87	2.85	5.78	27.15
		2021	62	17846	0.04	0.21	0.72	1.33	2.20	3.74	17.49
	Tram	2023	6	524	0.15	0.42	1.09	1.61	2.43	4.09	15.53
		2021	5	483	0.22	0.33	0.71	1.04	1.60	3.74	17.52
	Autobus	2023	14	1161	0.09	0.17	0.81	1.40	2.39	4.16	9.03
		2021	10	1007	0.09	0.22	0.46	0.81	1.36	2.79	5.61
	Metro	2023	1	109	0.47	0.72	1.01	1.29	1.81	3.02	4.51
		2021	1	105	0.34	0.67	0.99	1.37	1.85	2.99	4.21
	Funivia	2023	2	451	0.09	0.14	0.25	0.38	1.15	1.90	4.33
		2021	2	438	0.07	0.13	0.29	0.41	1.04	1.74	4.17

Tabella 29: Contributo medio (%) delle diverse sorgenti RF nel 2023 e nel 2021 (DL = downlink, UL = uplink, TDD = time division duplex) all'esposizione totale ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (picco). 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 di misura	Anno	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffusione (%)	WLAN (%)	DEC T (%)
Microambienti	Area industriale	2023	8	1368	3.17	66.8	0.0	28.0	5.0	0.2	0.0
		2021	8	1365	2.64	76.4	0.0	16.7	6.5	0.3	0.0
	Area sport/tempo libero	2023	3	489	1.87	53.4	0.0	31.2	15.2	0.2	0.0
		2021	3	554	1.64	76.5	0.0	5.5	17.8	0.2	0.0
	Area residenziale urbana centrale	2023	6	1013	1.73	77.1	0.4	18.0	3.6	0.8	0.0
		2021	6	1017	1.51	81.8	0.1	12.3	4.6	0.8	0.2
	Centro città	2023	5	938	2.45	68.9	0.6	27.6	1.5	1.5	0.0
		2021	5	979	2.06	82.3	0.6	14.1	1.9	1.1	0.1
	Area residenziale urbana decentrata	2023	8	1297	1.71	61.4	0.1	29.2	9.0	0.3	0.0
		2021	8	1325	1.49	76.0	0.3	15.1	8.1	0.4	0.0
	centro città periferico	2023	8	1368	1.49	80.3	0.0	17.1	2.2	0.4	0.0

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

aree pubbliche		2021	8	1504	1.47	84.3	0.1	12.5	2.5	0.3	0.3
	Area residenziale rurale	2023	9	1564	1.02	67.8	0.0	5.9	25.4	0.8	0.0
		2021	9	1586	0.98	64.2	0.0	6.0	29.2	0.6	0.0
	Centro paese	2023	9	1485	1.05	72.5	0.2	7.8	18.5	1.0	0.1
		2021	9	1467	1.11	75.7	0.2	5.3	18.2	0.6	0.1
	area residenziale sub-urbana	2023	11	1779	1.14	58.6	0.1	10.1	30.5	0.6	0.0
		2021	11	1822	1.11	62.3	0.1	2.9	34.1	0.6	0.0
	Area agricola	2023	3	600	0.88	97.3	0.0	0.1	1.7	0.8	0.0
		2021	3	633	0.86	97.5	0.2	0.1	1.7	0.5	0.0
	Area naturale	2023	5	949	0.45	71.6	0.2	10.2	15.2	2.8	0.0
		2021	5	938	0.35	64.4	0.4	1.2	29.9	4.2	0.0
	Ambiente di misura		N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffusione (%)	WLA N (%)	DEC T (%)
	Aeroporto	2023	4	159	6.01	32.6	0.1	66.5	0.0	0.7	0.0
		2021	4	174	2.74	84.6	0.6	10.6	0.0	4.1	0.1
	Fermata del tram	2023	1	390	5.93	67.6	0.0	32.2	0.1	0.1	0.0
		2021	1	230	4.70	91.8	0.1	7.7	0.2	0.1	0.1
	Fermata dell'autobus	2023	5	418	2.18	74.3	0.8	18.9	4.5	0.9	0.5
		2021	5	391	2.29	69.3	1.4	21.1	6.2	1.7	0.3
	Stazione ferroviaria	2023	13	984	2.09	80.4	1.5	10.8	3.9	3.2	0.2
		2021	13	1211	1.99	77.6	3.3	11.9	4.5	2.5	0.2
	Biblioteca	2023	1	150	2.18	49.9	0.3	4.2	0.1	45.5	0.0
		2021	1	151	2.24	53.2	0.5	1.3	0.1	44.9	0.0

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Mezzi di trasporto		2023	1	386	1.75	92.1	0.6	0.0	0.1	7.1	0.0
		2021	1	528	2.06	95.9	0.9	0.0	0.0	3.2	0.0
	Museo	2023	5	446	1.63	48.3	2.9	5.2	0.9	33.6	9.1
	Supermercato	2021	5	671	1.38	46.9	3.5	0.1	0.5	39.1	9.8
		2023	4	523	0.92	40.8	3.7	12.4	1.8	41.3	0.1
	ETH/UNI/FH	2021	4	597	0.83	38.0	6.5	9.0	3.8	42.7	0.1
		2023	9	2087	0.84	45.7	10.0	3.9	0.9	37.4	2.1
	Ristorante	2021	9	3440	0.60	50.2	10.1	0.5	2.5	31.6	5.1
		2023	9	3440	0.60	50.2	10.1	0.5	2.5	31.6	5.1
	Ambiente di misura		N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodiffusione (%)	WLA N (%)	DEC T (%)
	Treno	2023	58	14014	3.13	9.5	25.8	53.1	0.4	11.1	0.1
		2021	62	17846	2.01	5	35.6	10.2	0.4	22.2	0.1
	Tram	2023	6	524	2.37	47.8	6.9	38.4	1.1	5.8	0.0
		2021	5	483	2.10	61.6	4.1	24.3	2.5	7.5	0.0
	Autobus	2023	14	1161	2.17	32.1	12.3	45.2	7.4	3.1	0.0
		2021	10	1007	1.33	70.5	9.4	5.7	7.1	7.2	0.0
	Metro	2023	1	109	1.70	21.0	51.6	7.2	0.4	19.8	0.0
		2021	1	105	1.66	31.7	37.7	0.0	0.1	30.5	0.0
	Funivia	2023	2	451	1.00	91.2	3.3	3.5	1.3	0.7	0.0
		2021	2	438	0.93	89.4	0.1	4.5	3.8	2.2	0.0

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 30: Parametri statistici (in μT) dell'esposizione totale a LF-MF nel 2021 e 2023. "n" indica il numero di punti dati per tipo di ambiente di misurazione. "N" indica il numero di ambienti misurati dello stesso tipo.

	Ambiente di misura	Anno	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo
Microambienti	Area residenziale urbana centrale	2023	6	1013	0.02	0.04	0.08	0.18	0.35	0.61	2.89
		2021	6	1012	0.02	0.04	0.08	0.17	0.30	0.59	0.93
	Area residenziale urbana decentrata	2023	8	1366	0.01	0.03	0.08	0.17	0.31	0.83	4.32
		2021	8	1501	0.01	0.03	0.08	0.15	0.29	0.75	3.27
	Centro città	2023	5	937	0.02	0.04	0.10	0.17	0.28	0.49	2.22
		2021	5	975	0.02	0.03	0.10	0.17	0.26	0.49	2.75
	area residenziale suburbana	2023	11	1777	0.02	0.03	0.06	0.13	0.26	0.65	2.54
		2021	11	1819	0.02	0.03	0.07	0.14	0.26	0.80	2.93
	Centro paese	2023	9	1484	0.01	0.02	0.07	0.13	0.25	0.67	2.19
		2021	9	1473	0.01	0.02	0.06	0.14	0.25	0.57	4.04
	Area industriale	2023	8	1366	0.02	0.02	0.06	0.12	0.20	0.55	3.01
		2021	8	1363	0.02	0.03	0.06	0.11	0.22	0.54	2.45
	centro città periferico	2023	8	1294	0.02	0.03	0.06	0.11	0.21	0.46	1.94
		2021	8	1321	0.02	0.03	0.06	0.11	0.21	0.50	2.44
	Area residenziale rurale	2023	9	1561	0.01	0.02	0.05	0.10	0.19	0.56	1.77
		2021	9	1582	0.01	0.02	0.05	0.10	0.17	0.44	2.93
	Area sport/tempo libero	2023	3	488	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.20	0.99
		2021	3	553	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.25	1.10
	Area agricola	2023	3	598	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.31	0.74
		2021	3	632	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.64	1.70
	Area naturale	2023	5	946	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	0.17
		2021	5	936	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05
aree pubbliche	Ambiente di misura		N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo
	Stazione ferroviaria	2023	14	1076	0.02	0.03	0.09	0.32	1.23	3.03	8.76
		2021	14	1266	0.02	0.03	0.09	0.19	0.65	2.38	13.37
	Fermata del tram	2023	4	390	0.04	0.09	0.15	0.23	0.39	0.77	1.40
		2021	4	228	0.05	0.11	0.18	0.31	0.56	1.02	1.73
	Fermata dell'autobus	2023	4	364	0.02	0.03	0.08	0.16	0.56	2.39	7.35
		2021	4	338	0.02	0.04	0.05	0.16	0.42	2.80	7.66
	Ristorante	2023	9	2083	0.01	0.02	0.04	0.08	0.17	0.35	0.59
		2021	9	3390	0.02	0.02	0.03	0.06	0.16	0.33	0.60
	Supermercato	2023	5	445	0.02	0.02	0.03	0.06	0.13	0.38	1.11
		2021	5	598	0.02	0.02	0.04	0.06	0.16	0.42	1.42
	Biblioteca	2023	1	150	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07
		2021	1	151	0.02	0.02	0.04	0.04	0.05	0.07	0.08
	Museo	2023	1	385	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.09	0.17
		2021	1	528	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.07	0.15
	ETH/UNI/FH	2023	4	523	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.10	0.31

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Mezzi di trasporto		2021	4	593	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.18	2.43
		2023	1	159	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.08
	Aeroporto	2021	1	174	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.09
	Ambiente di misura		N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo
	Treno	2023	58	13984	0.01	0.04	0.14	0.35	0.94	6.08	25.53
		2021	62	16275	0.01	0.05	0.15	0.42	1.28	4.88	27.41
	Tram	2023	6	524	0.02	0.04	0.11	0.17	0.28	0.65	1.25
		2021	5	483	0.02	0.05	0.10	0.15	0.25	0.60	1.92
	Autobus	2023	14	1209	0.02	0.04	0.05	0.08	0.13	0.53	2.41
		2021	10	917	0.01	0.02	0.05	0.08	0.13	0.32	2.72
	Metro	2023	1	108	0.02	0.02	0.03	0.05	0.11	0.19	0.34
		2021	1	104	0.03	0.04	0.07	0.12	0.26	0.44	0.60
	Funivia	2023	2	450	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.08	0.55
		2021	2	437	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08	0.39

Tabella 31: Contributo medio (%) delle diverse sorgenti LF nel 2021 e 2023 (corrente ferroviaria, alimentazione elettrica, corrente di ondulazione del tram) all'esposizione totale LF-MF. RMS (V/m) 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 di misura	Ann o	N	n	RMS (μ T)	Cor- rent e fer- rovi- aria	Alimentazione	Corrente di ondulazi- one del tram
Microambienti	Area residenziale urbana centrale	2023	6	1013	0.33	14.6	83.7	1.7
		2021	6	1012	0.28	13.7	85.1	1.2
	Centro città	2023	5	937	0.27	7.2	91.7	1.1
		2021	5	975	0.26	5.2	93.7	1.1
	Area residenziale urbana decentrata	2023	8	1366	0.47	77.7	21.5	0.8
		2021	8	1501	0.38	63.8	34.7	1.5
	area residenziale subur- bana	2023	5	1819	0.43	35.7	64.2	0.1
		2021	5	1777	0.33	28.7	71.1	0.2
	Centro paese	2023	8	1473	0.31	47.0	52.9	0.1

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

aree pubbliche		2021	8	1484	0.31	46.9	53.0	0.1
		2023	9	1366	0.32	43.5	56.0	0.5
	centro città periferico	2021	9	1363	0.25	22.2	76.7	1.1
		2023	8	1294	0.25	8.8	90.8	0.5
	Area industriale	2021	8	1321	0.30	6.2	93.4	0.4
		2023	9	1582	0.27	74.7	25.2	0.1
	Area residenziale rurale	2021	9	1561	0.27	66.7	33.2	0.1
		2023	1	553	0.13	12.1	87.7	0.2
	Area sport/tempo libero	2021	1	488	0.14	21.1	78.7	0.2
		2023	3	598	0.14	1.9	97.9	0.2
	Area agricola	2021	3	632	0.30	0.6	99.3	0.0
		2023	5	946	0.04	14.3	83.4	2.3
	Area naturale	2021	5	936	0.02	54.6	35.4	10.0
	Ambiente di misura		N	n	RMS (μT)	Corrente ferroviaria	Alimentazione	Corrente di ondulazione del tram
		2023	4	1076	1.42	99.5	0.5	0.0
	Stazione ferroviaria	2021	4	1266	1.28	99.3	0.7	0.0
	Fermata del tram	2023	4	228	0.52	27.3	34.4	38.3
		2021	4	390	0.37	19.8	31.2	49.0
	Fermata dell'autobus	2023	4	338	1.43	98.8	1.1	0.1
		2021	4	364	0.99	98.4	1.0	0.6
	Ristorante	2023	9	2083	0.16	84.6	15.2	0.2
		2021	9	3390	0.15	68.6	31.3	0.2
	Supermercato	2023	5	598	0.22	2.9	97.0	0.1
		2021	5	445	0.18	7.6	92.3	0.1
	Biblioteca	2023	1	150	0.05	21.9	72.9	5.2
		2021	1	151	0.05	23.0	68.3	8.7
	Museo	2023	1	593	0.14	2.4	97.4	0.2

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

		2021	1	523	0.05	13.2	85.4	1.4
	ETH/UNI/FH	2023	4	385	0.04	10.0	88.0	2.0
		2021	4	528	0.04	11.9	85.2	3.0
	Aeroporto	2023	1	174	0.03	30.3	63.9	5.8
		2021	1	159	0.02	36.9	56.0	7.2
Mezzi di trasporto	Ambiente di misura		N	n	RMS (μT)	Corrente ferroviaria	Alimentazione	Corrente di ondulazione del tram
	Treno	2023	8	5	2.26	99.9	0.1	0.0
		2021	2	4	2.53	99.7	0.1	0.1
	Tram	2023	6	524	0.30	61.1	13.5	25.4
		2021	5	483	0.30	59.3	15.4	25.3
	Autobus	2023	4	104	0.22	81.7	13.4	4.8
		2021	0	108	0.10	82.2	14.2	3.5
	Metro	2023	1	1209	0.33	32.1	67.3	0.6
		2021	1	917	0.22	62.3	34.3	3.3
	Funivia	2023	2	437	0.04	12.5	85.3	2.2
		2021	2	450	0.05	9.3	88.9	1.8

Tabella 32: Confronto tra i valori mediani RF e i valori medi (RMS e di picco) misurati nel 2021 e nel 2023 (in V/m) per le misure di rotta.

		RMS (V/m)				Picco (V/m)			
		Mediano		Valore medio		Mediano		Valore medio	
Microambienti	Fonte HF	2021	2023	2021	2023	2021	2023	2021	2023
	Totale HF-EMF	0.14	0.14	0.27	0.28	0.60	0.65	1.50	1.70
	Downlink	0.09	0.09	0.24	0.25	0.45	0.49	1.32	1.40
	Uplink	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.06	0.07
	TDD	0.01	0.01	0.04	0.06	0.03	0.05	0.53	0.82
	Radiodiffusione	0.05	0.05	0.12	0.12	0.09	0.09	0.48	0.48
	WLAN	0.01	0.01	0.02	0.02	0.07	0.08	0.11	0.13
	DECT	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.04	0.02
Aree pubbliche		RMS (V/m)				Picco (V/m)			
		Mediano		Valore medio		Mediano		Valore medio	
	Fonte HF	2021	2023	2021	2023	2021	2023	2021	2023
	Totale HF-EMF	0.13	0.14	0.29	0.35	0.67	0.94	1.61	2.36
	Downlink	0.10	0.10	0.26	0.31	0.49	0.52	1.42	1.85
	Uplink	0.01	0.01	0.04	0.03	0.06	0.06	0.24	0.23
	TDD	0.00	0.01	0.03	0.12	0.03	0.05	0.46	1.29

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

	Radiodiffusione	0.03	0.03	0.08	0.07	0.05	0.05	0.24	0.24
	WLAN	0.03	0.03	0.06	0.07	0.20	0.20	0.48	0.56
	DECT	0.01	0.01	0.03	0.03	0.04	0.03	0.17	0.17
		RMS (V/m)				Picco (V/m)			
		Mediano		Valore medio		Mediano		Valore medio	
	Fonte HF	2021	2023	2021	2023	2021	2023	2021	2023
	Totale HF-EMF	0.21	0.27	0.32	0.41	1.26	1.78	1.97	3.01
	Downlink	0.09	0.08	0.21	0.19	0.48	0.39	1.14	1.01
	Uplink	0.05	0.10	0.19	0.26	0.39	0.76	1.15	1.50
	TDD	0.01	0.01	0.05	0.21	0.03	0.07	0.64	2.17
	Radiodiffusione	0.02	0.02	0.05	0.10	0.04	0.05	0.16	0.25
	WLAN	0.05	0.07	0.12	0.13	0.29	0.41	0.91	0.98
	DECT	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.05	0.08

IV Parametri statistici delle misure spot

4.1 Parametri statistici dell'esposizione alle radiofrequenze

Tabella 33: Parametri statistici per la distribuzione dell'intensità del campo elettrico RF RMS per tutte le misurazioni parziali, come mostrato nella metà sinistra della figura. Figura 24 mostrato nella metà sinistra della Figura 24. Il calcolo si basa sull'equazione (1). N indica il numero di misurazioni del sito 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.

				Esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RMS) (V/m)							
Misurazione a breve termine	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Telefonia mobile	29	1744	0.03	0.04	0.09	0.17	0.31	0.62	1.23	0.22
	Radio/TV	4	240	0.13	0.14	0.19	0.4	0.65	0.75	1.08	0.46
	Nessuna fonte primaria HF	24	1482	0.03	0.04	0.09	0.15	0.2	0.3	1.05	0.11
Misurazione mobile	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Telefonia mobile	29	2785	0.02	0.04	0.08	0.14	0.26	0.64	1.76	0.18
	Radio/TV	4	400	0.05	0.08	0.16	0.27	0.62	0.97	2.21	0.46
	Nessuna fonte primaria HF	24	2410	0.01	0.02	0.05	0.09	0.16	0.36	1.13	0.11
Misura a lungo termine	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Telefonia mobile	29	247293	0.02	0.04	0.08	0.16	0.3	0.68	1.79	0.22
	Radio/TV	4	34635	0.05	0.06	0.1	0.35	0.6	0.98	1.1	0.5
	Nessuna fonte primaria HF	24	206704	0.02	0.03	0.05	0.08	0.15	0.32	1.63	0.1

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 34: Contributi percentuali dei diversi gruppi di servizi radio all'intensità del campo elettrico totale, come mostrato nella metà destra della Figura 24. Il calcolo si basa sull'equazione (7). Vengono presi in considerazione i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink (DL), Uplink (UL), Time-Division-Duplex (TDD), 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).

Misurazione a breve termine	Fonte primaria	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodif-fusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Telefonia mobile	29	1744	0.3	72	0.2	1.2	19.6	5.3	1.7
	Radio/TV	4	240	0.48	0.9	0	0	85.5	13.3	0.2
	Nessuna fonte primaria HF	24	1482	0.18	30.8	0.4	0.2	22.8	40.2	5.6
Misurazione mobile	Fonte primaria	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodif-fusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Telefonia mobile	29	2785	0.28	70.2	0.2	0.4	23.6	5	0.5
	Radio/TV	4	400	0.51	2.3	0	0	95.3	2.3	0.1
	Nessuna fonte primaria HF	24	2410	0.18	45.2	1.1	0.4	27.7	22.7	3
Misura a lungo termine	Fonte primaria	N	n	RMS (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodif-fusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Telefonia mobile	29	247293	0.35	80.2	0.1	0.2	18.7	0.4	0.4
	Radio/TV	4	34635	0.54	2.8	0	0.1	96.6	0.3	0.1
	Nessuna fonte primaria HF	24	206704	0.24	52.5	0.8	0.5	41.9	4.1	0.1

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 35: Parametri statistici per la distribuzione dell'intensità del campo elettrico RF di picco per tutte le misure parziali, come mostrato nella metà sinistra della Figura 25. 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.

				Esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (picco) (V/m)							
Misurazione a breve termine	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Telefonia mobile	29	1744	0.14	0.24	0.72	0.99	2.08	4.34	6.86	1.36
	Radio/TV	4	240	0.55	0.6	0.82	1.85	3.06	6.53	9.11	2.24
	Nessuna fonte primaria HF	24	1482	0.1	0.21	0.64	1.05	1.9	5.04	9.77	1.26
Misurazione mobile	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Telefonia mobile	29	2785	0.04	0.19	0.49	0.87	1.62	4.13	10.39	1.13
	Radio/TV	4	400	0.15	0.29	0.5	0.88	2.74	4.91	6.99	2.24
	Nessuna fonte primaria HF	24	2410	0.01	0.08	0.27	0.61	1.32	3.58	9.77	1.05
Misura a lungo termine	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Telefonia mobile	29	247293	0.07	0.22	0.38	0.85	1.56	5.3	9.64	1.18
	Radio/TV	4	34635	0.2	0.24	0.3	1.33	2.44	2.97	6.49	2.14
	Nessuna fonte primaria HF	24	206704	0.06	0.13	0.26	0.49	1.11	3.08	8.69	0.85

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 36: Contributi percentuali dei diversi gruppi di servizi radio all'intensità del campo elettrico totale, come mostrato nella metà destra della Figura 25. Figura 25 è mostrata. Il calcolo si basa sull'equazione (7). Vengono presi in considerazione i seguenti gruppi di bande di frequenza: Downlink (DL), Uplink (UL), Time-Division-Duplex (TDD), Broadcast, 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 (picco) dell'intensità di campo totale è calcolata con l'equazione (4).

Misurazione a breve termine	Fonte primaria	N	n	Picco (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodif-fusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
	Telefonia mobile	29	1744	2.01	61.4	0.2	7.6	5.9	19	5.8
	Radio/TV	4	240	2.82	0.8	0.1	0	25.8	72.4	1
	Nessuna fonte primaria HF	24	1482	2.1	9.1	0.2	0.2	2.3	82.4	5.7
	Fonte primaria	N	n	Picco (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodif-fusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Misurazione mobile	Telefonia mobile	29	2785	1.82	63.7	0.2	2.7	10.8	21	1.5
	Radio/TV	4	400	2.29	4.4	0.1	0.3	61.8	32.8	0.6
	Nessuna fonte primaria HF	24	2410	1.62	24.6	0.7	1.5	5.4	61.8	6
	Fonte primaria	N	n	Picco (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodif-fusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)
Misura a lungo termine	Telefonia mobile	29	247293	2.22	90	0.1	1.2	6.9	1.2	0.6
	Radio/TV	4	34635	1.7	9.5	0.3	1.1	83.1	5	0.9
	Nessuna fonte primaria HF	24	206704	1.73	70.1	0.4	2.6	8.8	17.8	0.3
	Fonte primaria	N	n	Picco (V/m)	DL (%)	UL (%)	TDD (%)	Radiodif-fusione (%)	WLAN (%)	DECT (%)

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 37: 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 in Figura 26 mostrato. Il numero di punti di misurazione è indicato con n e il numero di misurazioni del sito è espresso con N.

Misurazione a breve termine	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del RMS (V/m)	Max (V/m)
	Telefonia mobile	29	1744	0.04	0.24	0.67
	Radio/TV	4	240	0.16	0.42	0.76
	Nessuna fonte primaria HF	24	1482	0.03	0.16	0.37
Misurazione mobile	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del RMS (V/m)	Max (V/m)
	Telefonia mobile	29	2785	0.05	0.23	0.76
	Radio/TV	4	400	0.16	0.44	0.73
	Nessuna fonte primaria HF	24	2410	0.05	0.15	0.43
Misura a lungo termine	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del RMS (V/m)	Max (V/m)
	Telefonia mobile	29	247293	0.05	0.25	1.23
	Radio/TV	4	34635	0.07	0.4	0.95
	Nessuna fonte primaria HF	24	206704	0.03	0.15	0.98

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 38: Minimo, medio 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 picco dell'ExpoM-RF. I dati sono mostrati in Figura 27 mostrato. Il numero di punti di misura è indicato con n e il numero di misurazioni del sito è espresso con N.

Misurazione a breve termine	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del RMS (V/m)	Max (V/m)
	Telefonia mobile	29	1744	0.26	1.58	4.93
	Radio/TV	4	240	0.63	2.42	4.65
	Nessuna fonte primaria HF	24	1482	0.18	1.64	4.61
Misurazione mobile	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del RMS (V/m)	Max (V/m)
	Telefonia mobile	29	2785	0.29	1.52	4.12
	Radio/TV	4	400	0.52	1.99	3.6
	Nessuna fonte primaria HF	24	2410	0.26	1.4	3.14
Misura a lungo termine	Fonte primaria	N	n	Min (V/m)	Valore medio del RMS (V/m)	Max (V/m)
	Telefonia mobile	29	247293	0.21	1.48	7.43
	Radio/TV	4	34635	0.26	1.33	2.88
	Nessuna fonte primaria HF	24	206704	0.12	1.02	7.04

4.2 Parametri statistici dell'esposizione a LF

Tabella 39: Parametri statistici per la distribuzione della densità di flusso magnetico totale LF-MF per tutte le misurazioni parziali, come mostrato nella metà sinistra della Figura 28. Figura 28 mostrato nella metà sinistra della Figura 28. 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, 1bin indica un binario singolo e 2bin un binario doppio.

				Esposizione LF-MF (μT)							
Misurazione a breve termine	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	Me- di- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Linee ferroviarie 2bin	5	300	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.38	1.02	0.15
	Linee ferroviarie 1bin	4	242	0.02	0.03	0.04	0.06	0.13	0.29	0.63	0.09
	Linee ferroviarie 2bin tunnel	1	60	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.09	0.15	0.02
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	1	60	0.08	0.12	0.18	0.25	0.31	0.42	0.54	0.13
	Linee di tram	1	60	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.09	0.02
	Linea aerea 220/380 kV	3	180	0.04	0.05	0.06	0.27	1.65	1.67	1.68	1.59
	Linea aerea 36-150 kV	3	180	0.02	0.02	0.02	0.18	0.28	0.3	0.3	0.26
	Linea aerea 1-36 kV	5	300	0.02	0.02	0.02	0.1	0.2	0.56	0.58	0.18
	Stazioni di trasformazione	1	60	0.04	0.04	0.07	0.09	0.11	0.14	0.16	0.04
	Nessuna fonte primaria LF	33	1983	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.23	0.48	0.04
Misurazione mobile	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	Me- di- ano	Q75	Q95	mas- simo	IQR
	Linee ferroviarie 2bin	5	501	0.02	0.03	0.05	0.09	0.19	0.35	0.93	0.14
	Linee ferroviarie 1bin	4	401	0.03	0.03	0.04	0.07	0.12	0.25	0.56	0.08
	Linee ferroviarie 2bin tunnel	1	100	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.11	0.18	0.02
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	1	101	0.09	0.13	0.17	0.23	0.3	0.4	0.56	0.13
	Linee di tram	1	100	0.03	0.04	0.04	0.06	0.08	0.18	0.23	0.04

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

	Linea aerea 220/380 kV	3	301	0.04	0.04	0.05	0.33	1.22	1.85	2.07	1.17
	Linea aerea 36-150 kV	3	300	0.02	0.02	0.02	0.16	0.2	0.27	0.33	0.18
	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	33	3223	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.25	0.56	0.04
Misura a lungo termine	Fonte primaria	N	n	min	Q05	Q25	Me-di-ano	Q75	Q95	mas-simo	IQR
	Linee ferroviarie 2bin	5	43200	0.02	0.03	0.04	0.07	0.12	0.28	1.11	0.08
	Linee ferroviarie 1bin	4	34543	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.26	1.09	0.06
	Linee ferroviarie 2bin tunnel	1	8640	0.02	0.04	0.14	1.32	1.35	1.39	2.92	1.21
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	1	8640	0.05	0.1	0.13	0.18	0.23	0.34	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
	Linea aerea 220/380 kV	3	25823	0.01	0.03	0.11	0.3	1.51	1.86	2.07	1.4
	Linea aerea 36-150 kV	3	25091	0.01	0.02	0.03	0.17	0.29	0.35	0.4	0.26
	Linea aerea 1-36 kV	5	43158	0.01	0.02	0.02	0.08	0.2	0.45	0.8	0.18
	Stazioni di trasformazione	1	8640	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.15	0.45	0.04
	Nessuna fonte primaria LF	33	290014	0.01	0.02	0.03	0.04	0.08	0.18	1.26	0.05

Tabella 40: Contributi percentuali delle diverse sorgenti LF-MF alla densità di flusso magnetico totale, come mostrato nella metà destra della Figura 28. Figura 28 è mostrata. 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, 1bin indica il binario singolo e 2bin il binario doppio.

Misurazione a breve termine	Fonte primaria	N	n	RMS (μT)	Corrente ferroviaria (%)	Alimentazione (%)	Corrente di ondulazione del tram (%)
	Linee ferroviarie 2bin	5	300	0.2	98.9	1	0.1
	Linee ferroviarie 1bin	4	242	0.14	95.1	4.8	0.2
	Linee ferroviarie 2bin tunnel	1	60	0.06	93.4	5.7	1
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	1	60	0.27	75.5	24.5	0

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

	Linee di tram	1	60	0.04	65.5	31.6	3
	Linea aerea 220/380 kV	3	180	0.97	0	100	0
	Linea aerea 36-150 kV	3	180	0.2	11.6	88.3	0.1
	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	33	1983	0.1	36.3	63.1	0.6
Misurazione mobile	Fonte primaria	N	n	RMS (μT)	Corrente ferro- viaria (%)	Alimentazi- one (%)	Corrente di on- dulazione del tram (%)
	Linee ferroviarie 2bin	5	501	0.18	97.8	2.1	0.1
	Linee ferroviarie 1bin	4	401	0.12	90.6	9.1	0.3
	Linee ferroviarie 2bin tunnel	1	100	0.07	82.1	17	0.9
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	1	101	0.26	70.4	29.6	0.1
	Linee di tram	1	100	0.09	66.4	30.7	3
	Linea aerea 220/380 kV	3	301	0.9	0	100	0
	Linea aerea 36-150 kV	3	300	0.16	13.1	86.8	0.1
	Linea aerea 1-36 kV	5	501	0.56	0.2	99.8	0
	Stazioni di trasformazione	1	100	0.08	23.7	75.9	0.4
	Nessuna fonte primaria LF	33	3223	0.11	33.6	66	0.5
Misura a lungo termine	Fonte primaria	N	n	RMS (μT)	Corrente ferro- viaria (%)	Alimentazi- one (%)	Corrente di on- dulazione del tram (%)
	Linee ferroviarie 2bin	5	43200	0.14	96.2	3.6	0.2
	Linee ferroviarie 1bin	4	34543	0.12	93.2	6.5	0.3
	Linee ferroviarie 2bin tunnel	1	8640	1.15	0.6	99.4	0
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	1	8640	0.21	58.9	41	0.1
	Linee di tram	1	8640	0.13	78.7	17.4	4
	Linea aerea 220/380 kV	3	25823	0.97	0	100	0
	Linea aerea 36-150 kV	3	25091	0.21	6.5	93.4	0.1
	Linea aerea 1-36 kV	5	43158	0.21	0.8	99.1	0.1
	Stazioni di trasformazione	1	8640	0.09	12.2	87.5	0.3
	Nessuna fonte primaria LF	33	290014	0.09	31.3	68.2	0.5

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 41: 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 in mostrato. Il numero di punti di misurazione è indicato con n e il numero di misurazioni del sito è espresso con N.

Misurazione a breve termine	Fonte primaria	N	n	Minimo della media aritmetica (μT)	Valore medio della media aritmetica (μT)	Massimo della media aritmetica (μT)
	Linee ferroviarie 2bin	5	300	0.04	0.15	0.27
	Linee ferroviarie 1bin	4	242	0.05	0.1	0.22
	Linee ferroviarie 2bin tunnel	1	60	0.06	0.06	0.06
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	1	60	0.25	0.25	0.25
	Linee di tram	1	60	0.04	0.04	0.04
	Linea aerea 220/380 kV	3	180	0.05	0.66	1.66
	Linea aerea 36-150 kV	3	180	0.02	0.16	0.29
	Linea aerea 1-36 kV	5	300	0.02	0.18	0.55
	Stazioni di trasformazione	1	60	0.09	0.09	0.09
	Nessuna fonte primaria LF	33	1983	0.02	0.07	0.37
Misurazione mobile	Fonte primaria	N	n	Minimo della media aritmetica (μT)	Valore medio della media aritmetica (μT)	Massimo della media aritmetica (μT)
	Linee ferroviarie 2bin	5	501	0.04	0.14	0.23
	Linee ferroviarie 1bin	4	401	0.04	0.09	0.18
	Linee ferroviarie 2bin tunnel	1	100	0.06	0.06	0.06
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	1	101	0.25	0.25	0.25
	Linee di tram	1	100	0.07	0.07	0.07
	Linea aerea 220/380 kV	3	301	0.05	0.62	1.48
	Linea aerea 36-150 kV	3	300	0.02	0.14	0.23
	Linea aerea 1-36 kV	5	501	0.02	0.3	1.19

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

	Stazioni di trasformazione	1	100	0.08	0.08	0.08
	Nessuna fonte primaria LF	33	3223	0.02	0.07	0.38
Misura a lungo termine	Fonte primaria	N	n	Minimo della media aritmetica (μT)	Valore medio della media aritmetica (μT)	Massimo della media aritmetica (μT)
	Linee ferroviarie 2bin	5	43200	0.05	0.1	0.16
	Linee ferroviarie 1bin	4	34543	0.04	0.08	0.14
	Linee ferroviarie 2bin tunnel	1	8640	0.98	0.98	0.98
	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	1	8640	0.19	0.19	0.19
	Linee di tram	1	8640	0.11	0.11	0.11
	Linea aerea 220/380 kV	3	25823	0.07	0.68	1.65
	Linea aerea 36-150 kV	3	25091	0.03	0.17	0.31
	Linea aerea 1-36 kV	5	43158	0.02	0.14	0.41
	Stazioni di trasformazione	1	8640	0.08	0.08	0.08
	Nessuna fonte primaria LF	33	290014	0.02	0.07	0.25

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
23.05.2024

V Parametri statistici delle misure continue stazionarie

5.1 Siti di antenne di telefonia mobile in prossimità delle stazioni di misura permanenti



Figura 43: Siti di antenne di telefonia mobile nelle immediate vicinanze della stazione di misura permanente 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 44: Ubicazione delle antenne di telefonia mobile nelle immediate vicinanze della stazione di misura permanente di Deitingen, classificate in base allo standard di telefonia mobile e alla potenza di trasmissione [21]. Le linee di distanza

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

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.

SMP posizione G+P Aarau

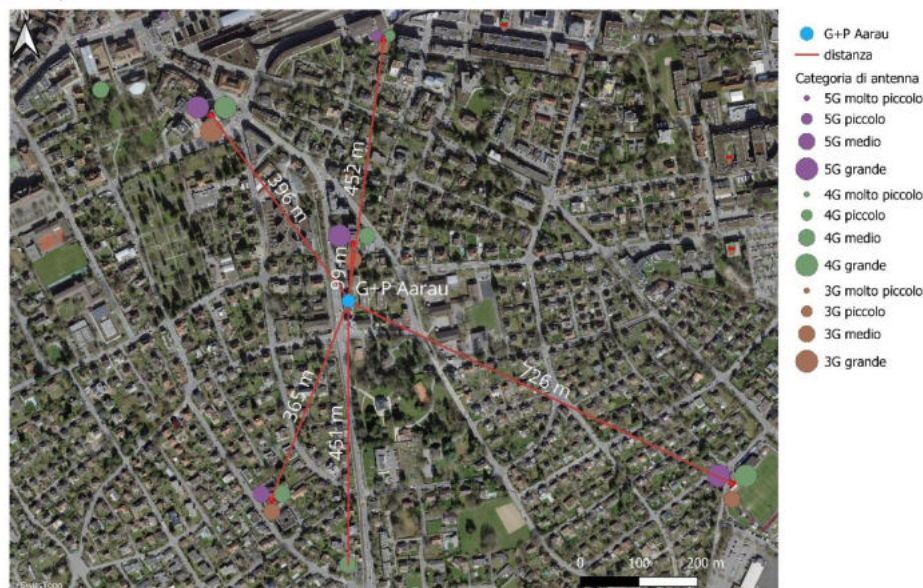


Figura 45: Ubicazione delle antenne di telefonia mobile nelle immediate vicinanze della stazione di misura permanente di Aarau, classificate in base allo standard di telefonia mobile e alla potenza di trasmissione [21]. Le linee di distanza rosse sono da intendersi come le distanze orizzontali più brevi 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.

SMP posizione TPH Allschwil



Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Figura 46: Ubicazione delle antenne di telefonia mobile nelle immediate vicinanze della stazione di misura permanente 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.

SMP posizione FaW ETH Zurigo



Figura 47: Ubicazione delle antenne di telefonia mobile nelle immediate vicinanze della stazione di misura permanente 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'orientamento azimutale dei settori dell'antenna, è impossibile stimare il contributo delle singole antenne.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

5.2 Curva di intensità di campo temporale raggruppata per gruppi di servizi radio



Figura 48: Curva di intensità del campo elettrico delle misure continue per l'anno 2023 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 picco sono mostrati nella parte destra.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

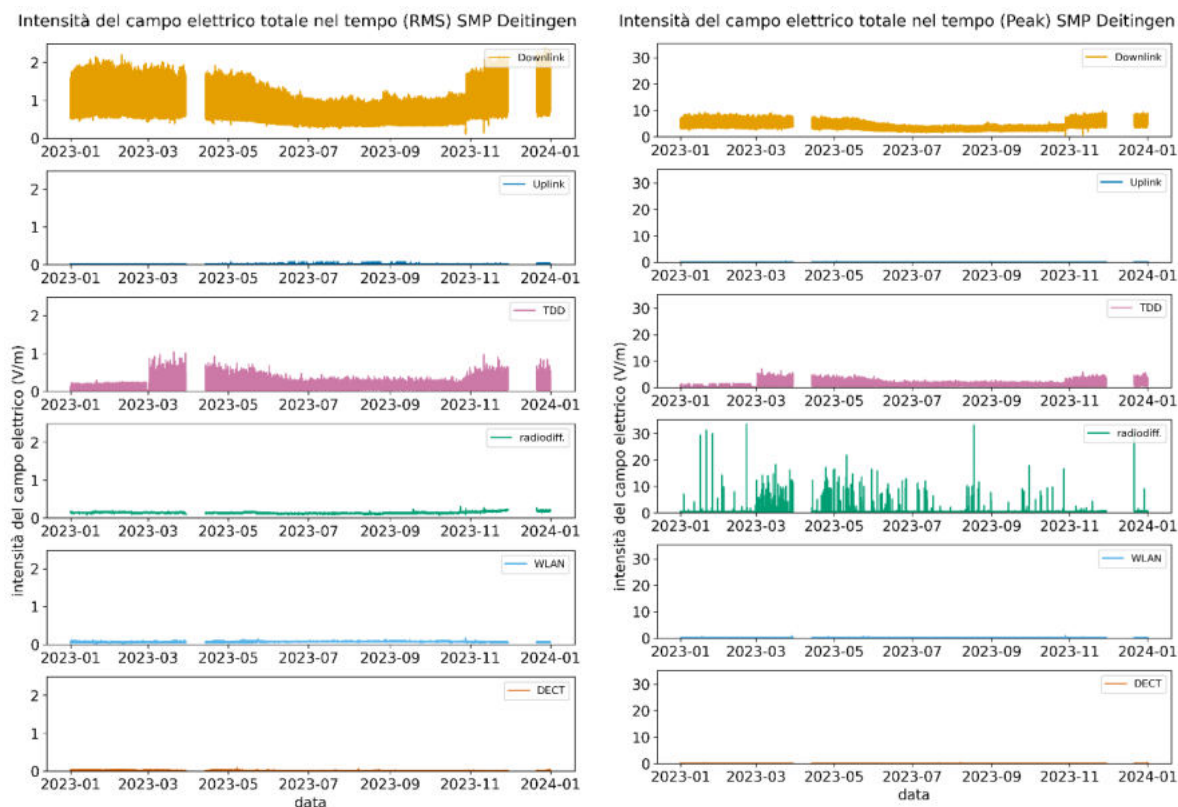


Figura 49: Curva di intensità del campo elettrico delle misure continue per l'anno 2023 presso il sito G+P di Deitingen, raggruppate per categoria di sorgente. La parte sinistra del grafico mostra i valori RMS, mentre i corrispondenti valori di picco sono mostrati nella parte destra.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

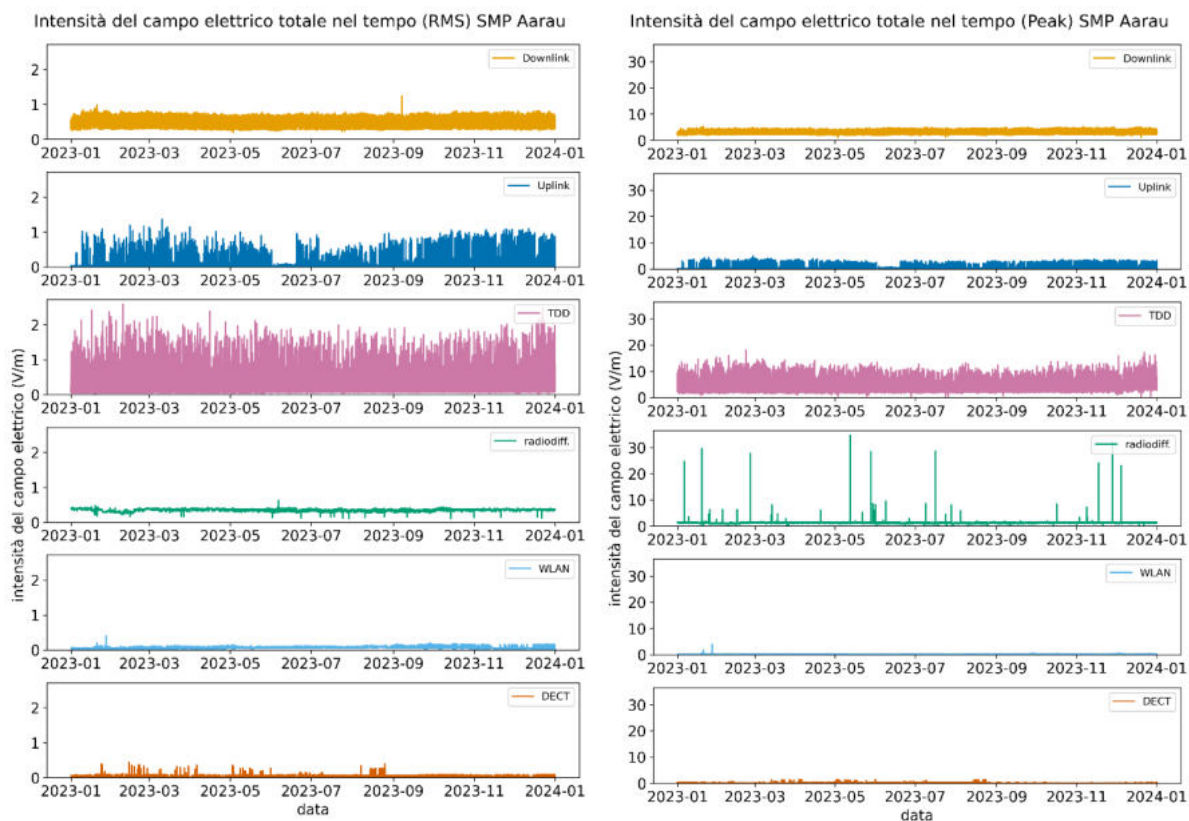


Figura 50: Curva di intensità del campo elettrico delle misurazioni continue per l'anno 2023 presso il sito G+P di Aarau, raggruppate per categoria di sorgente. La parte sinistra del grafico mostra i valori RMS, mentre i corrispondenti valori di picco sono mostrati nella parte destra.

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

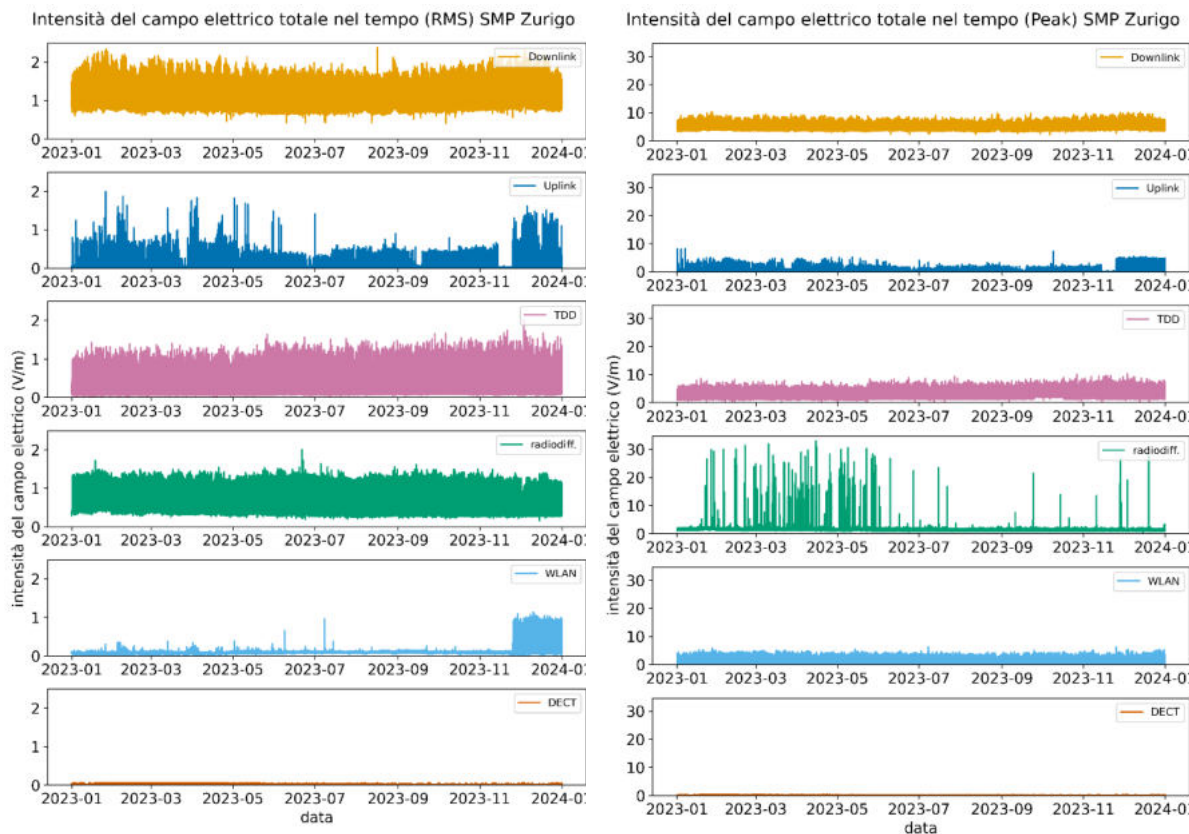


Figura 51: Curva di intensità del campo elettrico delle misurazioni continue per l'anno 2023 presso il sito Fields at Work di Zurigo, raggruppate per categoria di sorgente. La parte sinistra del grafico mostra i valori RMS, mentre i corrispondenti valori di picco sono mostrati nella parte destra. Per la misurazione di Zurigo, non si può escludere un'ulteriore influenza delle immissioni dalla banda ISM. I valori dell'intensità di campo per le due bande sopra menzionate e le relative categorie di servizio sono soggetti a un certo grado di incertezza per le tre località con modem radio mobili.

5.3 Parametri statistici

Tabella 42: 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 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 ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RMS) (V/m)							
Neuchâtel	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	2621255	0.09	0.14	0.2	0.24	0.28	0.37	1.31	0.08
	Uplink	2621255	0	0	0.01	0.01	0.05	0.14	0.58	0.04
	TDD	2621255	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.09	0.39	0.03
	radiodiffusione	2621255	0.07	0.09	0.09	0.1	0.12	0.13	0.16	0.03
	WLAN	2621255	0.01	0.02	0.03	0.06	0.08	0.09	0.25	0.05
	DECT	2621255	0	0.02	0.02	0.02	0.03	0.06	0.1	0.01
	Totale	2621255	0.14	0.19	0.25	0.28	0.32	0.41	1.32	0.07
Deitingen	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	2837281	0.11	0.38	0.49	0.63	0.81	1.3	2.37	0.32
	Uplink	2837281	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.07	0.01
	TDD	2837281	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.09	1.04	0.02
	Radiodiffusione	2837281	0.07	0.1	0.12	0.13	0.15	0.18	0.29	0.03
	WLAN	2837281	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.18	0.02
	DECT	2837281	0	0	0	0	0.01	0.01	0.08	0.01
	Totale	2837281	0.19	0.4	0.51	0.65	0.83	1.31	2.38	0.32
Aarau	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	3137744	0.2	0.32	0.4	0.48	0.55	0.63	1.24	0.15
	Uplink	3137744	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.15	1.36	0.01
	TDD	3137744	0.02	0.09	0.11	0.13	0.16	0.26	2.59	0.05
	Radiodiffusione	3137744	0.1	0.3	0.34	0.36	0.38	0.4	0.63	0.04
	WLAN	3137744	0.01	0.02	0.03	0.06	0.07	0.09	0.41	0.04
	DECT	3137744	0	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.44	0.01
	Totale	3137744	0.38	0.5	0.56	0.62	0.68	0.77	2.67	0.12

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Allschwil	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	2780519	0.17	0.25	0.34	0.39	0.43	0.48	0.63	0.09
	Uplink	2780519	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.31	0.01
	TDD	2780519	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.14	1.22	0.04
	Radiodiffusione	2780519	0.1	0.29	0.31	0.32	0.33	0.35	0.5	0.02
	WLAN	2780519	0.01	0.03	0.06	0.08	0.1	0.12	0.22	0.04
	DECT	2780519	0.01	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.19	0.01
	Totale	2780519	0.37	0.42	0.48	0.52	0.56	0.6	1.33	0.08
Zurigo	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	3153757	0.4	0.74	0.86	1.06	1.33	1.62	2.38	0.47
	Uplink	3153757	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	1.99	0.02
	TDD	3153757	0.02	0.07	0.11	0.15	0.21	0.39	2.01	0.1
	Radiodiffusione	3153757	0.15	0.27	0.28	0.3	0.35	0.42	2	0.07
	WLAN	3153757	0.01	0.03	0.06	0.07	0.09	0.1	1.14	0.03
	DECT	3153757	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07	0.02
	Totale	3153757	0.53	0.81	0.94	1.13	1.4	1.69	2.54	0.46

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 43: Parametri statistici per la distribuzione dell'intensità del campo elettrico (picco) 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 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 ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (picco) (V/m)							
Neuchâtel	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	2621255	0.43	0.74	0.96	1.14	1.4	1.87	3.74	0.44
	Uplink	2621255	0	0	0.01	0.01	0.07	0.16	2.53	0.06
	TDD	2621255	0.01	0.13	0.26	0.36	0.51	0.85	4.88	0.25
	Radiodiffusione	2621255	0.08	0.15	0.22	0.27	0.31	0.37	10.26	0.09
	WLAN	2621255	0.01	0.03	0.05	0.06	0.07	0.09	1.61	0.02
	DECT	2621255	0.01	0.1	0.13	0.16	0.22	0.34	0.7	0.09
	Totale	2621255	0.48	0.88	1.08	1.27	1.54	2.02	10.33	0.46
Deitingen	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	2837281	0.63	2.4	2.94	3.75	4.64	6.17	9.7	1.7
	Uplink	2837281	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.34	0.02
	TDD	2837281	0.02	0.25	0.56	0.76	1	1.59	7.11	0.44
	Radiodiffusione	2837281	0.12	0.25	0.31	0.36	0.42	0.53	33.57	0.11
	WLAN	2837281	0.01	0.04	0.06	0.11	0.16	0.24	1.06	0.1
	DECT	2837281	0	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.29	0.01
	Totale	2837281	0.79	2.54	3.07	3.86	4.78	6.28	34.06	1.71
Aarau	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	3137744	1.05	2.41	2.71	2.94	3.2	3.62	5.4	0.49
	Uplink	3137744	0	0.01	0.02	0.03	0.15	0.84	4.98	0.13
	TDD	3137744	0.31	2.62	3.29	3.79	4.39	5.47	18.07	1.1
	Radiodiffusione	3137744	0.14	0.97	1.1	1.21	1.28	1.39	34.73	0.18
	WLAN	3137744	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.14	3.96	0.03
	DECT	3137744	0.01	0.09	0.11	0.13	0.16	0.3	1.44	0.05
	Totale	3137744	2.53	4.05	4.58	5	5.51	6.43	35.02	0.93

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Allschwil	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	2780519	0.92	1.57	1.81	1.97	2.12	2.35	3.15	0.31
	Uplink	2780519	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.06	1.34	0.01
	TDD	2780519	0.23	0.67	0.93	1.22	1.48	1.83	6.2	0.55
	Radiodiffusione	2780519	0.21	1.24	1.33	1.4	1.46	1.55	15.65	0.13
	WLAN	2780519	0.01	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11	4.87	0.02
	DECT	2780519	0.03	0.32	0.38	0.42	0.45	0.5	1.02	0.07
	Totale	2780519	1.74	2.32	2.57	2.76	2.95	3.21	15.83	0.38
Zurigo	Fonte primaria	n	min	Q05	Q25	Mediano	Q75	Q95	massimo	IQR
	Downlink	3153757	2.1	3.95	4.55	5.25	5.98	6.95	10.25	1.43
	Uplink	3153757	0	0.03	0.06	0.08	0.1	0.62	8.25	0.04
	TDD	3153757	0.15	1.42	1.83	2.26	2.92	3.73	10.36	1.09
	Radiodiffusione	3153757	0.41	0.89	0.99	1.07	1.22	1.4	33.02	0.23
	WLAN	3153757	0.01	0.08	0.18	0.29	0.47	0.96	6.38	0.29
	DECT	3153757	0.04	0.05	0.07	0.1	0.13	0.16	0.54	0.06
	Totale	3153757	2.85	4.57	5.25	5.96	6.72	7.74	33.43	1.47

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

VI Elenco dei punti di misurazione spot

Tabella 44: Elenco delle misure spot con comune di ubicazione, ID del microambiente e uso dell'edificio.

ID spot	Comune	Fonte primaria	Tipo di casa	Utilizzo dell'edificio Luogo di misurazione	Utilizzo dell'edificio sopra	Utilizzo dell'edificio di seguito
spot_SN004	Frick	Linee ferroviarie 2bin	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_SN025	Gonten	Linea aerea 36-150 kV	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_SN027	Ettiswil	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_SN027A	Ettiswil	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_SN065	Frauenfeld	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_SN065A	Frauenfeld	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_SN082	Winterthur	Radio/TV	MFH	Abitazione	Massetto	Abitazione
spot_mp001	Polmone	Linea aerea 220/380 kV	Agriturismo	Abitazione	Abitazione	Nessuna cantina
spot_mp002	Münchenstein	Linea aerea 220/380 kV	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Nessuna cantina
spot_mp003	Münchenstein	Linee di tram	MFH	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp005	Dübendorf	Linee ferroviarie 2bin	Casa bifamiliare	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_mp011	Lugano	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp011A	Lugano	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_mp012A	Münchenstein	Telefonia mobile	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_mp013	Zurigo	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp013A	Zurigo	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_mp015	Grellingen	Telefonia mobile	EFH staccato	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp017	Dübendorf	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp017A	Dübendorf	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp018	Zurigo	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp018A	Zurigo	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_mp019	Soletta	Linee ferroviarie 1bin	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp020	Zermatt	Linee ferroviarie 1bin	MFH	Abitazione	Massetto	Abitazione
spot_mp021	Deitingen	Linee ferroviarie 2bin	MFH	Abitazione	Massetto	Abitazione
spot_mp024	Svitto	Telefonia mobile	altro	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp028	Delémont	Radio/TV	MFH	Abitazione	Abitazione	Servizio
spot_mp032	Herisau	Telefonia mobile	Casa a schiera	Abitazione	Massetto	Abitazione
spot_mp033	Brienz	Telefonia mobile	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp034	Winterthur	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Massetto	Abitazione
spot_mp034A	Winterthur	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Cantina

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

ID spot	Comune	Fonte primaria	Tipo di casa	Utilizzo dell'edificio Luogo di misurazione	Utilizzo dell'edificio sopra	Utilizzo dell'edificio di seguito
spot_mp037	Montmagny	Radio/TV	EFH staccato	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp040	Landquart	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp041	Erstfeld	Linee ferroviarie 2bin	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_mp042	Neuhausen am Rheinfall	Telefonia mobile	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp043	Pfäffikon	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp044	San Gallo	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp046	Ennenda	Linee ferroviarie 1bin	Casa a schiera	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp047	Laufenburg	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp047A	Laufenburg	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_mp050	Disentis	Linee ferroviarie 1bin Tunnel	Casa bifamiliare	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_mp052	Visp	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp052A	Visp	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Ufficio
spot_mp054	Zernez	Linea aerea 36-150 kV	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp055	Winterthur	Linea aerea 220/380 kV	Casa a schiera	Abitazione	Massetto	Abitazione
spot_mp057	Châtillon	Linea aerea 36-150 kV	EFH staccato	Abitazione	Massetto	Cantina
spot_mp061	Soletta	Stazioni di trasforma- zione	MFH	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_mp064	Igis	Radio/TV	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Nessuna cantina
spot_mp069	Laufenburg	Linee ferroviarie 1bin	EFH staccato	Abitazione	Massetto	Abitazione
spot_mp075	Biel/Bienne	Linee ferroviarie 2bin tunnel	Casa a schiera	Abitazione	Abitazione	altro
spot_mp078	Biel/Bienne	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp078A	Biel/Bienne	Telefonia mobile	MFH	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_mp089	Unterlunkh- ofen	Linea aerea 1-36 kV	EFH staccato	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp090	Jonen	Linea aerea 1-36 kV	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Abitazione
spot_mp091	Ziegelbrücke	Linea aerea 1-36 kV	Casa bifamiliare	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp092	Riedern	Linea aerea 1-36 kV	MFH	Abitazione	nessuno	Abitazione
spot_mp094	Bowil	Linee ferroviarie 2bin	EFH staccato	Abitazione	Abitazione	Cantina
spot_mp096	Bätterkinden	Linea aerea 1-36 kV	Casa a schiera	Abitazione	Abitazione	Cantina

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

Tabella 45: Elenco con informazioni dettagliate sulle misurazioni. Per le misurazioni a breve termine, sono indicati il piano e l'utilizzo della stanza. Nel caso di misurazioni mobili, viene indicato il numero di piani e di stanze attraversate. Le misurazioni a lungo termine 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).

ID spot	Piano Misura a breve termine	Utilizzo dei locali Misura a breve termine	Numero di piani di misurazione mobile	Numero di stanze di misurazione mobile	Piano Misura a lungo termine	Posizione del dispositivo di misura Misura a lungo termine
spot_SN004	CE	Abitazione	3	7	OG1	Sedia accanto al letto
spot_SN025	CE	Abitazione	3	10	OG1	Comodino
spot_SN027	OG1	Abitazione	2	8	OG1	Comodino
spot_SN027A	CE	Abitazione	1	5	CE	Comodino
spot_SN065	OG2	Abitazione	1	7	OG2	Comodino
spot_SN065A	CE	Abitazione	1	5	CE	Comodino
spot_SN082	OG2	Abitazione	1	4	OG2	Telaio posteriore per letto
spot_mp001	OG1	altro	2	2	OG1	altro
spot_mp002	CE	Abitazione	3	8	OG1	Sedia accanto al letto
spot_mp003	OG1	Abitazione	1	5	OG1	Pavimento accanto al letto
spot_mp005	CE	Abitazione	1	9	CE	Comodino
spot_mp011	DG	Abitazione	1	4	DG	altro
spot_mp011A	CE	Ufficio/studio	1	5	CE	altro
spot_mp012A	CE	Abitazione	1	5	CE	altro
spot_mp013	DG	Abitazione	1	6	DG	Comodino
spot_mp013A	CE	Ufficio/studio	1	2	CE	Sedia accanto al letto
spot_mp015	OG1	Abitazione	1	10	OG1	Sedia accanto al letto
spot_mp017	OG4	Abitazione	2	5	OG4	Telaio posteriore per letto
spot_mp017A	UG2	Ufficio/studio	1	5	OG2	Comodino
spot_mp018	OG6	Abitazione	1	4	OG6	Comodino
spot_mp018A	CE	Abitazione	2	10	CE	Comodino
spot_mp019	CE	Abitazione	4	10	OG1	Scatola di cartone accanto al letto
spot_mp020	OG3	Abitazione	1	3	OG3	Telaio posteriore per letto

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti

Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS

23.05.2024

ID spot	Piano Misura a breve termine	Utilizzo dei locali Misura a breve termine	Numero di piani di misurazione mobile	Numero di stanze di misurazione mobile	Piano Misura a lungo termine	Posizione del dispositivo di misura Misura a lungo termine
spot_mp021	OG1	Abitazione	1	5	OG1	Telaio posteriore per letto
spot_mp024	DG	Abitazione	1	10	DG	Comodino
spot_mp028	OG3	Camera da letto	1	2	OG3	Comodino
spot_mp032	OG1	Abitazione	2	6	OG1	Comodino
spot_mp033	DG	Abitazione	2	5	DG	Comodino
spot_mp034	DG	Camera da letto	1	5	DG	Comodino
spot_mp034A	CE	Camera da letto	1	4	CE	Comodino
spot_mp037	OG1	Abitazione	2	10	OG1	Comodino
spot_mp040	OG4	Abitazione	1	5	OG4	Sedia accanto al letto
spot_mp041	OG1	Abitazione	1	7	CE	Comodino
spot_mp042	CE	altro	4	10	OG2	Scatola di cartone accanto al letto
spot_mp043	DG	Abitazione	1	9	DG	Scatola di cartone accanto al letto
spot_mp044	OG2	Abitazione	2	7	OG2	Comodino
spot_mp046	OG1	Abitazione	2	8	OG2	Comodino
spot_mp047	UG2	Abitazione	2	6	OG3	Comodino
spot_mp047A	CE	Camera da letto	1	3	CE	altro
spot_mp050	CE	Abitazione	1	4	CE	Comodino
spot_mp052	DG	Abitazione	1	9	DG	Comodino
spot_mp052A	OG1	Abitazione	1	8	OG1	altro
spot_mp054	OG1	Abitazione	2	10	CE	Comodino
spot_mp055	CE	Abitazione	3	6	DG	Comodino
spot_mp057	CE	Abitazione	2	10	CE	Comodino
spot_mp061	CE	Abitazione	1	4	CE	Comodino
spot_mp064	OG1	Abitazione	2	10	CE	Comodino
spot_mp069	OG1	Ufficio/studio	2	10	OG1	Comodino
spot_mp075	CE	Abitazione	1	10	CE	Comodino
spot_mp078	OG2	sconosciuto	1	5	OG2	altro
spot_mp078A	CE	sconosciuto	1	8	CE	altro
spot_mp089	CE	Abitazione	3	10	OG1	Comodino
spot_mp090	OG1	Abitazione	3	10	OG2	Comodino

Misure di esposizione alle radiazioni non ionizzanti
 Relazione annuale 2023 - Consorzio di progetto SwissNIS
 23.05.2024

ID spot	Piano Misura a breve termine	Utilizzo dei locali Misura a breve termine	Numero di piani di misurazione mobile	Numero di stanze di misurazione mobile	Piano Misura a lungo termine	Posizione del dispositivo di misura Misura a lungo termine
spot_mp091	OG2	altro	2	10	DG	Comodino
spot_mp092	DG	Abitazione	1	5	CE	Comodino
spot_mp094	CE	Abitazione	3	10	OG1	Comodino
spot_mp096	CE	Abitazione	1	8	CE	Comodino