



COMUNE DI EMPOLI

PROVINCIA DI FIRENZE

PROGRAMMA COMUNALE DEGLI IMPIANTI DI TELEFONIA MOBILE E ASSIMILABILI

Ai sensi della L.R. 49/2011

Aggiornamento 2021



SINPRO srl

Via dell'Artigianato, 20 - 30030 Vigonovo (VE)
info@sinprosl.com Tel: 049/9801745

UNI EN ISO 14001:2015
UNI EN ISO 9001:2015
UNI CEI 11352:2014
UNI ISO 45001:2018



Progettisti

Ing. Massimo Brait

Ordine degli Ingegneri di Venezia n. 3353

Dott. Urb. Teresa Lania

Ordine degli architetti di Padova – Sez. A Pianificatore Territoriale
n. 3535



C

DATI RILEVAMENTO CAMPO ELETTROMAGNETICO

Sindaco	Brenda Barnini	Data progetto	Luglio 2021
Responsabile	Alessandro Annunziati	Rev. n.01	Novembre 2021
Segretario	Rita Ciardelli		

Nome file:	Dati rilevamento campo elettromagnetico	Controllato da:	T. Lania
Redatto da:	T. Lania	Approvato da:	M. Brait

A termini di legge ci riserviamo la proprietà di questo documento con divieto di riprodurlo o di renderlo noto a terzi senza la nostra autorizzazione

INDICE

1. SCOPO DELLA RELAZIONE	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.1. LEGISLAZIONE ITALIANA (D.P.C.M. del 8 LUGLIO 2003).....	4
3. STAZIONI RADIO BASE	5
4. CALCOLO DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO.....	6
5. SOPRALLUOGO PREVENTIVO	7
6. MISURE DI INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO AMBIENTALE	8
6.1. DATA DI EFFETTUAZIONE DELLE MISURE	8
6.2. METODOLOGIA DI MISURA.....	8
6.3. PUNTI DI MISURA	8
6.4. RISULTATI	8
ALLEGATO A	12

1. SCOPO DELLA RELAZIONE

La presente relazione è inserita all'interno del Quadro Conoscitivo del Regolamento Comunale per l'inserimento degli impianti radioelettrici del Comune di Empoli (FI) ed ha l'obiettivo di descrivere il campo elettromagnetico generato dalle stazioni radio base presenti nel territorio e di esporre la campagna di misurazioni del campo elettromagnetico, eseguita nel 2021, in prossimità delle Stazioni Radio Base presenti nel territorio comunale.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Limiti di esposizione, valori di cautela, obiettivi di qualità:

- Legge Quadro n. 36 del 22.02.2001;
- D. Lgs. n. 259 del 01.08.03 (Codice delle Comunicazioni Elettroniche);
- DPCM del 08.07.2003;
- Modifiche apportate dal DL n° 172 del 18/10/2012.

Norme tecniche:

- Norma CEI 211-7;
- Norma CEI 211-10;
- Norma CEI 211-10;V1.

2.1. LEGISLAZIONE ITALIANA (D.P.C.M. del 8 LUGLIO 2003)

Le Stazioni Radio Base installate sul territorio italiano devono rispettare i limiti di emissione dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici definiti dal DPCM 8 Luglio 2003.

La legislazione nazionale introduce e definisce tre livelli di protezione della salute e dell'ambiente: i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità.

Il "**Limite di esposizione**" è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato in nessuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori.

Il "**Valore di attenzione**" è il valore che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Costituisce una misura di cautela e precauzione per la protezione da possibili effetti a lungo termine eventualmente connessi all'esposizione ai campi generati all'interno di edifici adibiti a permanenze prolungate non inferiori alle 4 ore.

Gli "**Obiettivi di qualità**" sono i valori fissati dallo Stato al fine della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi, nelle aree intensamente frequentate. Si comprendono le superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente, per il soddisfacimento dei bisogni sociali, sanitari e ricreativi.

I livelli di protezione appena descritti devono intendersi come valori misurati ad un'altezza di 1,5 metri sul piano di calpestio.

La normativa attuale prevede inoltre che:

- i limiti di esposizione (20 V/m) vanno intesi come media dei valori nell'arco dei 6 minuti;
- i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità vanno invece intesi come media dei valori nell'arco delle 24 ore (DL n° 172 del 18/10/2012).

I valori descritti sono di seguito riportati in forma tabellare:

Tabella 1 Limiti di esposizione (DPCM 8 Luglio 2003 allegato B)

Frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza D (W/m ²)
0,1 < f < 3 MHz	60	0,2	-
3 < f < 3000 MHz	20	0,05	1
3 < f < 300 GHz	40	0,01	4

Tabella 2 Valori di attenzione (DPCM 8 Luglio 2003 allegato B)

Frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza D (W/m ²)
0,1 MHz < f < 300 GHz	6	0.016	0.10 (3 MHz-300 GHz)

Tabella 3 Obiettivi di qualità (DPCM 8 Luglio 2003 allegato B)

Frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza D (W/m ²)
0,1 MHz < f < 300 GHz	6	0.016	0.10 (3 MHz-300 GHz)

3. STAZIONI RADIO BASE

Le stazioni radio base sono gli impianti di radiotrasmissione dei segnali elettromagnetici necessari a garantire la copertura dei servizi di telefonia cellulare sul territorio.

Ogni stazione radio base è composta da una schiera di antenne inserite all'interno di pannelli verticali alti e stretti che sono montati su torri o pali, o sul tetto degli edifici e che, nel loro insieme, sono comunemente indicati con il termine sito. La stazione radio base offre il servizio in una porzione limitata del territorio, che viene definita "cella".

Le antenne utilizzate nelle stazioni radio base emettono energia in un settore dello spazio che risulta essere piuttosto ampio nel piano orizzontale (con un'apertura angolare che può arrivare fino a 90°), e stretto nel piano verticale (in questo caso, l'apertura è di pochi gradi). I costruttori di antenne, ed i gestori che presentano richieste per nuove installazioni, sono soliti fornire i dati che si riferiscono a queste caratteristiche nella forma di diagrammi di radiazione.

1920 – 2170 MHz: +45°/-45° Polarization

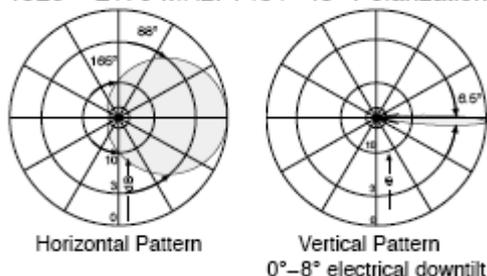


Figura 1: diagramma di radiazione orizzontale (sinistra) e verticale (destra) di antenna UMTS

Ogni stazione radio base è in grado di garantire una copertura “ad ombrello” del territorio, nella quale i valori più intensi del campo si riscontrano di fronte alle antenne, non al di sotto di esse.

Il livello del campo irradiato da una SRB non è fisso nel tempo, ma varia a seconda dell'intensità del traffico telefonico che insiste in un dato istante all'interno della cella che la Stazione Radio Base serve, e a seconda del sistema di telefonia cellulare.

In Italia sono attualmente operativi due diversi sistemi di telefonia cellulare:

- il GSM (Global System for Mobile Communications);
- l'UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).

I vari sistemi di telefonia si distinguono per le bande di frequenza utilizzate e per le specifiche caratteristiche tecniche; la tabella che segue riporta le bande di frequenza per i diversi sistemi. Si noti che il sistema GSM che impiega la banda di frequenza intorno ai 1800 MHz è detto anche DCS (“Digital Cellular System”).

Tabella 4 – Sistemi di comunicazione cellulare e frequenze utilizzate

Sistema	Banda (dowlink, MHz)	Banda (uplink, MHz)
TACS*	925 ÷ 936.8	880 ÷ 891.8
GSM 900	921 ÷ 960	876 ÷ 915
DCS 1800	1805 ÷ 1880	1710 ÷ 1785
UMTS	2110 ÷ 2170	1920 ÷ 1980

* Il sistema TACS (Total Access Communications System) non è invece più utilizzabile, in virtù di quanto stabilito dal D.M. 8 luglio 2002 (“Approvazione del piano di ripartizione delle frequenze”).

4. CALCOLO DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO

Per il calcolo delle isolinee di campo elettrico è stato impiegato un algoritmo basato sul modello di propagazione in spazio libero. La scelta dell'utilizzo di tale modello di propagazione per la valutazione dell'ampiezza del campo elettrico irradiato dalle antenne è stata fatta sulla base di due motivazioni: la prima è il fatto che questa è l'indicazione data della Norma Tecnica CEI 211-10; la seconda il fatto che una valutazione basata su questo modello è cautelativa. Infatti, il modello prevede che il campo elettromagnetico si propaghi in assenza di ostacoli e non tiene dunque conto dell'attenuazione introdotta da alberi, automobili, abitazioni ed edifici in genere. Inoltre, nell'impostare il calcolo si suppone che le antenne siano alimentate continuamente con la loro potenza massima. Nella realtà invece, e soprattutto nel caso del nuovo sistema di comunicazione UMTS, la potenza di emissione può variare in maniera significativa in funzione del traffico telefonico che insiste in un dato istante in una particolare cella. I valori che si predicono con questo algoritmo di calcolo, dunque, sono certamente superiori a quelli che si riscontrano nella realtà ed è in questo senso che la stima viene ritenuta cautelativa.

Per una singola antenna, l'ampiezza del campo irradiato viene valutata con questo modello come segue. Si indica con $G(\theta, \phi)$ il guadagno di potenza dell'antenna nella direzione dello spazio individuata dagli angoli θ e ϕ del sistema di coordinate sferiche centrate nell'antenna e con r la distanza tra il punto in cui interessa valutare il campo ed il centro elettrico dell'antenna. Per semplicità, e per conformità con i dati tecnici che i produttori di antenne sono soliti rilasciare, si assume che il guadagno possa essere scritto nella seguente forma:

$$G(\theta, \phi) = G_{max} D_V(\theta) D_H(\phi) ,$$

dove G_{max} è il guadagno dell'antenna lungo la direzione di massima irradiazione, e $D_V(\theta)$ e $D_H(\phi)$ sono rispettivamente, le direttività nel piano verticale ed orizzontale. Detta inoltre P_{ai} la potenza di alimentazione ai morsetti dell'antenna, si ottiene il valore dell'ampiezza di campo elettrico dalla seguente espressione

$$|E(r, \theta, \varphi)| = \sqrt{\frac{120\pi \cdot P_{ai} \cdot G(\theta, \varphi)}{4\pi \cdot r^2}} = \sqrt{30 \text{ ERP} \frac{D_V(\theta) \cdot D_H(\phi)}{r^2}}$$

Si è introdotto il parametro ERP ("Effective Radiated Power", ove $\text{ERP} = P_{ai} G_{max}$) che viene usato di preferenza al posto della potenza di alimentazione e del guadagno perché contiene al suo interno entrambe le caratteristiche tecniche che regolano le prestazioni di una antenna.

Nel caso di presenza di più antenne in uno stesso ambito territoriale, il valore del campo elettrico totale viene calcolato tenendo conto che il campo prodotto da ogni antenna è indipendente da quello prodotto da ognuna delle altre. Ne segue che la media temporale della potenza totale è pari alla somma delle potenze medie di ogni antenna, ed il campo è dato dall'espressione

$$|E_{tot}(r, \theta, \varphi)| = \sqrt{\sum_k E_k^2(r_k, \theta_k, \varphi_k)}$$

Nella valutazione del campo elettrico, si è tenuto conto della conformità orografica del terreno; ciò è stato fatto ricostruendo l'altimetria del territorio a partire dalle quote che sono presenti nel layer 1T000PQ della carta tecnica regionale, ed utilizzando poi questa ricostruzione per calcolare le corrette coordinate sferiche di ognuno dei punti nei quali interessava valutare l'ampiezza del campo.

5. SOPRALLUOGO PREVENTIVO

A Maggio/Giugno 2021 è stato eseguito un sopralluogo nelle adiacenze delle Stazioni Radio Base, al fine di individuare i luoghi più significativi nei quali effettuare le misure di campo elettromagnetico.

Le indagini sono state rivolte principalmente lungo le direzioni di maggior irraggiamento delle antenne e in prossimità di zone sensibili.

Sulla base delle potenze in gioco degli impianti, della disposizione spaziale delle celle trasmettenti e dei limiti di campo elettrico per l'esposizione della popolazione stabiliti dagli enti normatori competenti (configurazioni impianti presenti nel 2021), si può ritenere che i punti significativi siano inclusi in un'area di raggio pari a 200 metri dal sistema radiante.

6. MISURE DI INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO AMBIENTALE

6.1. DATA DI EFFETTUAZIONE DELLE MISURE

Le misure di campo elettrico preesistente sono state eseguite il 31 Maggio 2021 dalle ore 10:00 alle 18:30 e il 01 Giugno 2021 dalle ore 09:00 alle ore 13:00 circa.

Le misure sono state condotte all'esterno degli edifici residenziali in prossimità delle direzioni di maggior irraggiamento delle antenne.

Le condizioni ambientali manifestavano l'assenza di precipitazioni. La temperatura atmosferica era compresa nell'intervallo di buon funzionamento dichiarato dal costruttore della strumentazione utilizzata.

6.2. METODOLOGIA DI MISURA

Le misure di campo elettrico sono state svolte con un misuratore di campo a banda larga mod. MICRORAD PROBE 01E. Le specifiche tecniche dello strumento ed i certificati di calibrazione sono riportati nell'allegato A alla presente relazione.

In ciascun punto di misura svolto all'esterno viene attuata la seguente procedura:

- Installazione del sensore isotropico utilizzando l'apposito sostegno non metallico;
- Impostazione del misuratore di campo in modalità "rms" su un intervallo di 6 minuti;
- Effettuazione della misura di campo elettrico a 1,10 mt; 1,50 mt e 1,90 mt d'altezza.

Tale metodologia si attiene alle indicazioni contenute nella normativa CEI 211- 7: Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana.

6.3. PUNTI DI MISURA

I punti nei quali sono state svolte le misure di campo elettromagnetico sono stati almeno tre per ogni sito presente nel catasto siti entro un raggio massimo di 200 metri dalla sorgente. L'obiettivo è stato quello di campionare le zone nelle quali l'impatto elettromagnetico generato dalle Stazioni Radio Base fosse maggiore.

6.4. RISULTATI

A fronte delle 47 stazioni radio base, distribuiti in 32 siti presenti nel territorio comunale, sono state effettuate un totale di 96 misurazioni contrassegnate dalla sigla "M" seguita da un progressivo numerico.

I punti di misura sono individuabili con la medesima numerazione sulla planimetria presente nell'elaborato 4 *Campagna di misure* (tavole 4.a e 4.b)

I risultati ottenuti dalle misurazioni sono di seguito riportati.

Tabella 4 Risultati delle misurazioni del 31/05/2021 e del 01/06/2021

Sito	Misura	Valore medio	Data
6 PONTORME ARTIGIANALE 15 PONTORME ARTIGIANALE	M01	1,30 V/m	31/05/2021
	M02	1,19 V/m	31/05/2021
	M03	1,63 V/m	31/05/2021
	M04	0,73 V/m	31/05/2021
	M05	0,15 V/m	31/05/2021
	M06	0,92 V/m	31/05/2021
29 CORTENUOVA CIMITERO	M07	0,20 V/m	31/05/2021
	M08	0,10 V/m	31/05/2021
	M09	0,28 V/m	31/05/2021
13 STADIO B 5 STADIO A	M10	0,72 V/m	31/05/2021
	M11	0,88 V/m	31/05/2021
	M12	0,84 V/m	31/05/2021
	M13	0,11 V/m	31/05/2021
	M14	1,21 V/m	31/05/2021
	M15	0,14 V/m	31/05/2021
12 ESPOSIZIONI A 16 ESPOSIZIONI B	M16	0,11 V/m	31/05/2021
	M17	0,63 V/m	31/05/2021
	M18	1,23 V/m	31/05/2021
	M19	1,014 V/m	31/05/2021
	M20	1,39 V/m	31/05/2021
10 NOBILE	M21	1,51 V/m	31/05/2021
	M22	0,74 V/m	31/05/2021
	M23	0,48 V/m	31/05/2021
27 CAPPUCCINI FERROVIA	M24	0,21 V/m	31/05/2021
	M25	0,16 V/m	31/05/2021
	M26	0,30 V/m	31/05/2021
24 CAPPUCCINI AUSL	M27	0,36 V/m	31/05/2021
	M28	0,21 V/m	31/05/2021
	M29	0,32 V/m	31/05/2021
	M30	1,82 V/m	31/05/2021
3 CURTATONE - ROMA	M31	0,14 V/m	31/05/2021
	M32	0,34 V/m	31/05/2021
	M33	0,09 V/m	31/05/2021
22 DEL PAPA	M34	0,14 V/m	31/05/2021
	M35	0,12 V/m	31/05/2021

	M36	0,08 V/m	31/05/2021
11 MASACCIO	M37	0,94 V/m	31/05/2021
	M38	1,51 V/m	31/05/2021
	M39	0,05 V/m	31/05/2021
14 BUOZZI	M40	0,05 V/m	31/05/2021
	M41	0,20 V/m	31/05/2021
	M42	0,26 V/m	31/05/2021
30 POLISPORTIVA SANTA MARIA	M43	0,03 V/m	31/05/2021
	M44	0,18 V/m	31/05/2021
	M45	0,13 V/m	31/05/2021
23 SAMAMANTE CAMPO SPORT	M46	0,06 V/m	31/05/2021
	M47	0,08 V/m	31/05/2021
	M48	0,14 V/m	31/05/2021
17 SANTA MARIA CIMITERO	M49	0,56 V/m	31/05/2021
	M50	0,15 V/m	31/05/2021
	M51	0,42 V/m	31/05/2021
21 PAGNANA CIMITERO	M52	0,11 V/m	31/05/2021
	M53	0,64 V/m	31/05/2021
	M54	0,62 V/m	31/05/2021
4 TERRAFINO ROTATORIA	M55	1,77 V/m	31/05/2021
	M56	1,18 V/m	31/05/2021
	M57	1,46 V/m	31/05/2021
32 TERRAFINO VIA I MAGGIO	M58	1,18 V/m	31/05/2021
	M59	0,12 V/m	31/05/2021
	M60	1,45 V/m	31/05/2021
1 TERRAFINO ANTENNA 5	M61	1,72 V/m	31/05/2021
	M62	0,44 V/m	31/05/2021
	M63	1,41 V/m	31/05/2021
7 BASTIA CIMITERO	M64	0,06 V/m	31/05/2021
	M65	0,18 V/m	31/05/2021
	M66	0,46 V/m	31/05/2021
28 PONTE A ELSA STAZIONE	M67	0,02 V/m	31/05/2021
	M68	0,02 V/m	31/05/2021
	M69	0,26 V/m	31/05/2021
26 BRUSCIANA CIMITERO	M70	0,38 V/m	31/05/2021
	M71	0,23 V/m	31/05/2021
	M72	0,26 V/m	31/05/2021
20 FONTANELLA CIMITERO	M73	0,05 V/m	01/06/2021
	M74	0,03 V/m	01/06/2021
	M75	0,04 V/m	01/06/2021

19 MONTERAPPOLI CAMPO SPORT	M76	0,08 V/m	01/06/2021
	M77	0,03 V/m	01/06/2021
	M78	0,02 V/m	01/06/2021
31 CASENUOVE	M79	0,08 V/m	01/06/2021
	M80	0,05 V/m	01/06/2021
	M81	0,02 V/m	01/06/2021
9 MARTIGNANA CIMITERO	M82	0,29 V/m	01/06/2021
	M83	1,03 V/m	01/06/2021
	M84	0,02 V/m	01/06/2021
25 POGGIPIEDI	M85	0,03 V/m	01/06/2021
	M86	0,03 V/m	01/06/2021
	M87	0,02 V/m	01/06/2021
8 CAPPUCCINI CIMITERO 18 CAPPUCCINI CIMITERO	M88	0,53 V/m	01/06/2021
	M89	0,01 V/m	01/06/2021
	M90	0,03 V/m	01/06/2021
	M91	0,55 V/m	01/06/2021
	M92	0,25 V/m	01/06/2021
	M90	0,61 V/m	01/06/2021
2 MAIORANA ENEL	M94	0,44 V/m	01/06/2021
	M95	0,22 V/m	01/06/2021
	M96	0,16 V/m	01/06/2021

I valori medi risultano tutti abbondantemente al di sotto dei valori di attenzione/obiettivi di qualità di 6,00 V/m.

ALLEGATO A

Specifiche tecniche e certificato di calibrazione misuratore di campo

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Mod. 8.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

CERTIFICATO DI TARATURA N. F-432-04-20
Certificate of Calibration N. F-432-04-20

Oggetto: Isotropic Electric field probe
Item

Costruttore: MICRORAD
Manufacturer

Modello: PROBE 01E S/n A19-F104
Model

Misuratore: NHT 310F S/n 010
Meter

Data di calibrazione: 15/04/2020
Date of calibration

Richiedente:
Applicant

Numero ordine:
Order number

Data di emissione: 15/04/2020
Date of issue

Il tecnico addetto alla calibrazione

The operator

Stefano Burla



Il Responsabile del Laboratorio

The Head of the Laboratory

Roberto Ruggeri



Page | of 11