

**Valutazione del rischio elettromagnetico  
ai sensi del D.Lgs. 81/2008  
presso l'Azienda Ospedaliera *Mellino Mellini* Chiari (Brescia)**

M.Bini<sup>(1)</sup>, R.Boventi<sup>(4)</sup>, R.Coccaglio<sup>(4)</sup>, P.Feroldi<sup>(2)</sup>, D.Gariboldi<sup>(4)</sup>, A. Ignesti<sup>(3)</sup>,  
R.Olmi<sup>(3)</sup>, S.Priori<sup>(3)</sup>, C.Riminesi<sup>(1)</sup>, P.L.Sbardolini<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> ELab Scientific, *Spin off* CNR

<sup>(2)</sup> Fisica Sanitaria, Spedali Civili di Brescia

<sup>(3)</sup> Istituto Fisica Applicata "Nello Carrara" del CNR (IFAC-CNR)

<sup>(4)</sup> AOC "Mellino Mellini", Chiari (BS)

## 1. SOMMARIO

La relazione riferisce i risultati della campagna di misura effettuata nei giorni dal 6 al 9 giugno 2011 e successivamente il 4 e il 6 luglio 2011. La campagna è stata preceduta da un sopralluogo (21 marzo 2011) alle strutture di competenza dell'Azienda Mellino Mellini (Chiari, Iseo, Rovato, Palazzolo ed Orzinuovi) per la definizione delle azioni da intraprendere per la valutazione del rischio elettromagnetico in conformità al D.Lgs. 81/2008. Più specificatamente gli obiettivi della campagna di misura sono stati i seguenti:

Misura dei campi elettromagnetici (EM) in punti predefiniti per la determinazione dei livelli di campo EM presenti.

Determinazione dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici emessi da apparecchiature elettromedicali, tra le quali magnetoterapia e radarterapia .

Misura dei campi magnetici (in particolare induzione magnetica) presenti nei locali tecnici quali cabine elettriche e impianti di condizionamento.

Valutazione dell'intensità dell'induzione magnetica all'interno e in prossimità di incubatrici.

Valutazione delle specifiche tecniche di elettrobisturi.

Caratterizzazione della presenza di eventuali interferenze EM dovute alla rete o a disturbi EM presenti su apparecchiature per diagnostica.

## 2. Sintesi dei risultati

Lo scenario tipico che si presenta a chi si occupa di misure di campo EM è quello di un *livello di fondo*, dovuto all'insieme delle numerosissime sorgenti che insistono sul territorio, al quale si sovrappongono *hot spot* più intensi e molto concentrati in prossimità delle singole sorgenti<sup>1</sup>. Questo modello costituisce una guida efficace nell'interpretazione dei risultati ottenuti.[1]

Le misure ambientali hanno mostrato che in ogni presidio i livelli di fondo del campo EM sono determinati dalle stazioni radio FM e TV, mentre le SRB (Stazione Radio Base) per telefonia cellulare non contribuiscono significativamente al campo totale. Un caso particolare è costituito dalla stazione di radioamatore a ridosso del Presidio di Orzinuovi, la quale potrebbe generare contributi significativi, che non sono però stati rilevati durante la presente campagna di misura perché al momento inattiva. Per quel che riguarda l'induzione magnetica a frequenza di rete (50 Hz) i livelli sono molto bassi e dovuti al cablaggio della distribuzione dell'energia elettrica, con livelli più elevati in prossimità degli interruttori (nei quadri elettrici), delle cabine elettriche e dei motori. Nei presidi ospedalieri di Chiari (Tabella 1) l'intensità del campo elettromagnetico varia fra 0.04 e 0.27V/m<sup>2</sup> e l'induzione magnetica fra 0.01 e 0.1 μT, se si escludono gli spot molto circoscritti in prossimità dei quadri di interruttori o i locali tecnici. Nel presidio ospedaliero di Iseo (Tabella 2), il campo EM varia fra 0.07 e 0.17V/m e l'induzione magnetica fra 0.01 e 0.6 μT; nel presidio ospedaliero di Rovato (Tabella 3) il campo EM varia fra 0.07 e 0.28V/m e l'induzione magnetica fra 0.01 e 0.06 μT; nel presidio ospedaliero di Palazzolo (Tabella 4) il campo EM varia fra 0.1 e 0.24V/m e l'induzione magnetica fra 0.01 e 0.6 μT; nel presidio ospedaliero di Orzinuovi (Tabella 5) il campo EM varia fra 0.07 e 0.18V/m e l'induzione magnetica fra 0.02 e 0.5 μT. Come si vede sia il campo elettromagnetico radiativo sia l'induzione magnetica a 50 Hz hanno valori pressoché uguali nei vari presidi ospedalieri e molto inferiori, per le frequenze interessate, ai valori di attenzione e obiettivi di qualità per la popolazione (rispettivamente pari a 6V/m e 10μT) e, pertanto, a maggior ragione inferiori ai valori di azione per i lavoratori (rispettivamente pari a 61V/m, limite più basso, e 500μT).

Relativamente alle apparecchiature elettromedicali, sorgenti di campi che possono interessare sia i non addetti (visitatori, parenti, pazienti in attesa di trattamento, personale di servizio) sia gli operatori addetti (non si considerano qui i pazienti, per i quali l'esposizione è parte integrante della terapia e va valutata alla luce del bilancio tra beneficio e

<sup>1</sup> Il campo elettromagnetico (EM) ha la caratteristica di attenuarsi con la distanza  $r$  con un'espressione del tipo  $\lambda/r$  per quel che riguarda la componente *radiativa* (che prevale a distanze maggiori della lunghezza d'onda  $\lambda$ ) e con una decrescita molto più rapida ( $\lambda^2/r^2$  e  $\lambda^3/r^3$ ) per la componente *reattiva* o di *prossimità*.

<sup>2</sup> Lo strumento EMR300 registra anche il massimo valore nel periodo di osservazione (colonna con Max. nelle Tabelle). Bisogna però notare che questi massimi sono dovuti tipicamente al momentaneo passaggio di telefono cellulare acceso. Anche il valore MaxAVG è influenzato da questo evento.

rischio), sono state prese in considerazione le macchine per *magnetoterapia*, e quelle per *radarterapia*. Presso il presidio ospedaliero di Palazzolo sono presenti tre apparati per magnetoterapia: i livelli di induzione magnetica massimi nella zona in cui può stazionare l'operatore sono inferiori a  $4\mu\text{T}$ . Nel presidio ospedaliero di Orzinuovi sono presenti sia un apparato per magnetoterapia che uno per radarterapia. I livelli dell'induzione magnetica dispersa nell'ambiente non superano  $11\mu\text{T}$ , che sono valori bassi per i lavoratori ma meritevoli di considerazione per la popolazione (valore di attenzione  $10\mu\text{T}$ , obiettivo di qualità  $3\mu\text{T}$ ). L'apparato per radarterapia presente al momento della misura, in comodato d'uso e in sostituzione di quello in dotazione, disperde nell'ambiente circostante campi EM più intensi di quelli che si riscontrano tipicamente con apparecchiature per radarterapia. I livelli misurati alla consolle sono di  $50\text{V/m}$  e nelle stanze limitrofe adibite a varie terapie fisiche non scendono sotto i  $6\text{V/m}$ . Questi valori sono inferiori ai valori di azione per i lavoratori ( $137\text{V/m}$ ) ma superano il valore di attenzione ( $6\text{V/m}$ ) per la popolazione pur rimanendo inferiore al limite di esposizione ( $20\text{V/m}$ ) per la popolazione.

Nei **Locali Tecnici** e nelle loro adiacenze possono trovarsi intensità di induzione magnetica significativa in prossimità dei trasformatori, dei quadri e degli interruttori. I valori riscontrati in ciascuno dei presidi ospedalieri non superano mai  $200\mu\text{T}$  e decrescono comunque molto rapidamente (come l'inverso della distanza al cubo), all'allontanarsi dalla sorgente. Pertanto anche in questi locali i livelli riscontrati nelle zone in cui possono stazionare i lavoratori non superano i  $20\mu\text{T}$ .

Le misure all'interno e in prossimità delle Incubatrici esaminate presso il presidio ospedaliero di Iseo hanno dato valori bassi in cui opera il personale (massimo  $10\mu\text{T}$  alla consolle). Sono stati però riscontrati all'interno delle culla valori superiori a  $5\mu\text{T}$ , costanti nel tempo. Si nota che questi valori superano l'obiettivo di qualità ( $3\mu\text{T}$ ) previsto dal DPCM 8 luglio 2003 Art.4 (Appendice B), ancorché questo non si riferisca ai pazienti, bensì alla popolazione.

Per quanto concerne possibili interferenze EM è stato verificato che l'impianto di telemetria presso il Reparto di Cardiologia del presidio ospedaliero di Chiari non produce segnali che emergono dal fondo comunque presente nel reparto. I disturbi segnalati dagli operatori nel Reparto di Neurologia di Chiari sembrano essere attribuibili all'impianto di condizionamento presenti all'esterno delle stanze in cui sono collocate le apparecchiature diagnostiche.

### 3. Introduzione

La logistica da seguire per la valutazione del rischio elettromagnetico è stata concertata con il Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione, Arch. Romana Renza Bovenzi e il Dott. Piero Feroldi Direttore della U.O. Fisica Sanitaria dell'Azienda Ospedaliera Spedali Civili di Brescia. Le giornate di lavoro sono state pianificate come segue:

– 6 giugno 2011	pomeriggio	Presidio ospedaliero di Chiari	<b>Reparto di Neurologia.</b> Caratterizzazione dei livelli di campo negli ambulatori dove sono presenti elettromiografi ed elettroencefalografi che hanno mostrato malfunzionamenti in concomitanza con l'azionamento delle macchine per il condizionamento presenti in esterno.
– 6 giugno 2011	pomeriggio	Presidio ospedaliero di Chiari	Misure a spot di campo elettrico e induzione magnetica per la valutazione dei livelli di campo ambientali in interno ed esterno.
– 7 giugno 2011	mattina	Presidio ospedaliero di Iseo	Misure a spot di campo elettrico e induzione magnetica per la valutazione dei livelli di campo ambientali in interno ed esterno.
– 7 giugno 2011	mattina	Presidio ospedaliero di Iseo	<b>Reparto di Neonatologia:</b> misure di induzione magnetica in prossimità e all'interno di incubatrici.
– 7 giugno 2011	mattina	Presidio ospedaliero di Iseo	<b>Blocco Operatorio:</b> ricognizione degli elettrobisturi presenti nelle sale operatorie di chirurgia, ortopedia e ginecologia
– 7 giugno 2011	mattina	Presidio ospedaliero di Iseo	Caratterizzazione dei campi magnetici nei locali tecnici (cabina di trasformazione MT/bt, gruppi di condizionamento e gruppi elettrogeni).
– 7 giugno 2011	pomeriggio	Presidio ospedaliero di Chiari	<b>Reparto di Cardiologia:</b> valutazione dei livelli di campo elettromagnetico nel reparto; individuazione e valutazione dei segnali della rete wireless.
– 8 giugno 2011	pomeriggio	Presidio ospedaliero di Chiari	Caratterizzazione ambientale dei campi magnetici negli ambienti contigui a locali e apparati tecnici (cabine di trasformazione MT/bt, gruppi di condizionamento e gruppi elettrogeni, locali quadri

			generali percorsi di arrivo MT dal lato ENEL e partenze dei cavi bt dai quadri generali).
- 8 giugno 2011	pomeriggio	Presidio ospedaliero di Chiari	<b>Reparto di Neonatologia:</b> misure di induzione magnetica in prossimità e all'interno di incubatrici. <b>Reparto di Pediatria:</b> misure di campo magnetico in prossimità della reception
- 4 luglio 2011	pomeriggio	Presidio ospedaliero di Iseo	<b>Reparto di Neonatologia:</b> misure di induzione magnetica in prossimità e all'interno di incubatrici.
- 4 luglio 2011	pomeriggio	Presidio ospedaliero di Rovato	Misure a spot di campo elettrico e induzione magnetica per la valutazione dei livelli di campo ambientali in interno ed esterno.
- 4 luglio 2011	pomeriggio	Presidio ospedaliero di Rovato	<b>Impianti Tecnici:</b> misure di campo magnetico generati da cabina elettrica e condizionamento adiacenti alla pertinenza
- 6 luglio 2011	mattina	Presidio ospedaliero di Palazzolo	Misure a spot di campo elettrico e induzione magnetica per la valutazione dei livelli di campo ambientali in interno ed esterno.
- 6 luglio 2011	mattina	Presidio ospedaliero di Palazzolo	<b>Reparto di Terapie Fisiche:</b> misure relative agli apparati per magnetoterapia
- 6 luglio 2011	pomeriggio	Presidio ospedaliero di Orzinuovi	Misure a spot di campo elettrico e induzione magnetica per la valutazione dei livelli di campo ambientali in interno ed esterno
- 6 luglio 2011	pomeriggio	Presidio ospedaliero di Orzinuovi	<b>Reparto di Terapie Fisiche:</b> misure relative agli apparati per magnetoterapia e radarterapia.
- 6 luglio 2011	pomeriggio	Presidio ospedaliero di Orzinuovi	<b>Impianti Tecnici:</b> misure di campo magnetico generati da cabina elettrica e condizionamento

Le procedure e metodologie di misura utilizzate sono in accordo con quanto previsto dalle specifiche normative CEI 211-6 e 211-7.

La relazione è organizzata secondo l'ordine cronologico in cui sono state effettuate le misure. Dove possibile, i risultati sono raccolti in tabelle per sintetizzarli e facilitarne l'analisi.

#### 4. Elenco della strumentazione utilizzata

Per le misure sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

FSH-6 Rohde & Schwarz	Analizzatore di Spettro Portatile per analisi spettrale di segnali nell'intervallo 100 kHz – 3 GHz	
EMR-300 Wandel & Goltermann	Misuratore a larga banda con sensore isotropico 100 kHz – 3 GHz	Calibrazione 29/01/2003; Verifica della calibrazione 10/06/2009 presso il LabSeCEm di IFAC-CNR <sup>3</sup> .
EMDEX II ENERTECH Consultants	Misuratore di campo magnetico per misure di induzione magnetica nell'intervallo 40-800 Hz	Calibrazione 29/01/2003; Verifica della calibrazione 10/06/2009 presso il LabSeCEm di IFAC-CNR.
EHP50 Narda-ST5	Analizzatore di campi elettrici e magnetici per analisi spettrale di segnali nell'intervallo 5 Hz – 100 kHz; S.N. 352WN80533	Calibrazione 20/05/2008; Verifica della calibrazione 10/06/2009 presso il LabSeCEm di IFAC-CNR.
PCD 8250 Seibersdorf	Antenna biconica di precisione per ricezione di segnali nell'intervallo 80 MHz – 2.5 GHz	

<sup>3</sup> Laboratorio di Sicurezza e Compatibilità Elettromagnetica dell'Istituto di Fisica Applicata "N.Carrara" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via Madonna del Piano 10 – 50019 Sesto F.no (FI).

EMCO 6507	Active Loop Antenna per ricezione segnali nella banda 1kHz – 30 MHz
Calcolatore Portatile	ACER TravelMate TM 8371 – 353G25n

Inoltre sono stati impiegate le seguenti apparecchiature di supporto: 3 treppiedi (per W&G EMR-300, per sonda EHP50 ed antenna Seibersdorf); ricevitore GPS Garmin Geco 301; macchina fotografica digitale; attrezzi di servizio (Rotella metrica, prolunga 10 m, livella, multimetro, minuteria varia).

## 5. Misure presso il presidio ospedaliero di Chiari

Le misure sono state effettuate, iniziando il pomeriggio del 6 giugno 2011 dal reparto di Neurologia (Sez. 5.1). Nello stesso pomeriggio sono state effettuate misure a spot per la valutazione dei livelli di campo ambientali in interno ed esterno (Sez. 5.2). Successivamente nel pomeriggio del giorno 7 si sono valutati i livelli di campo relativi al sistema di telemetria nel reparto di Cardiologia (Sez. 5.3) e nel pomeriggio del giorno 8, si è fatta la caratterizzazione dei campi magnetici nei locali e in prossimità degli apparati tecnici li alloggiati (Sez. 5.4).

### 5.1 - Reparto di Neurologia

Le misure di campo elettromagnetico sono state effettuate sia nella stanza di elettroencefalografia (EEG, Figura 1), sia nella stanza di elettromiografia (EMG, Figura 2a). I valori di campo elettrico sono riportati in Tabella 1, punto 1 e punto 2.

Gli operatori dell'elettromiografia hanno segnalato la presenza di disturbi che, anche se non tali da pregiudicare l'interpretazione del segnale utile (questo anche grazie all'esperienza dell'operatore), costituiscono comunque una fonte di preoccupazione e di ansie quali possibili indizi di malfunzionamento dell'apparecchiatura.

Dall'intervista è risultato che i disturbi sono di due tipi.

(1) Scariche di tipo elettrostatico dovute a triboelettricità e non imputabili a campi da sorgenti elettromagnetiche interne o esterne al presidio ospedaliero. Un rimedio può consistere nel mettere a terra il paziente mediante dispositivi antistatici (tappetini, braccialetti).

(2) Disturbo in forma di una linea seghettata sovrapposta al tracciato elettro-miografico di cui è mostrato un esempio in Figura 3. Questo potrebbe essere causato da un motore o altro componente elettrico facente parte dell'apparato di condizionamento, posizionato a ridosso dell'edificio immediatamente fuori della finestra come mostrato in Figura 2 (b). Misure di induzione magnetica all'interno della stanza mostrano la presenza di alcune righe intorno a 2 kHz (Figura 4), la cui intensità aumenta avvicinandosi alla finestra. Questo sembra avvalorare l'ipotesi che il disturbo sia originato dall'impianto di condizionamento. Una conferma definitiva richiederebbe un'indagine più approfondita. Comunque il previsto trasferimento del reparto in altra parte del presidio ospedaliero dovrebbe ridurre o eliminare questo disturbo e potrebbe costituire una conferma dell'ipotesi. In tal senso si stanno sperimentando, in accordo con il Responsabile del Reparto, spostamenti o interruzione dell'impianto esterno per verificare se la causa delle interferenze è effettivamente legata al funzionamento di quell'impianto.

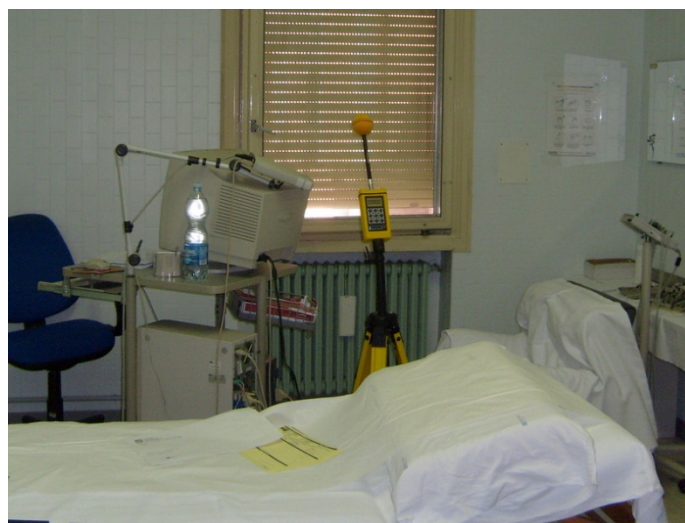


Figura 1 - Misure di campo ambientale nel reparto di Neurologia, Stanza EEG

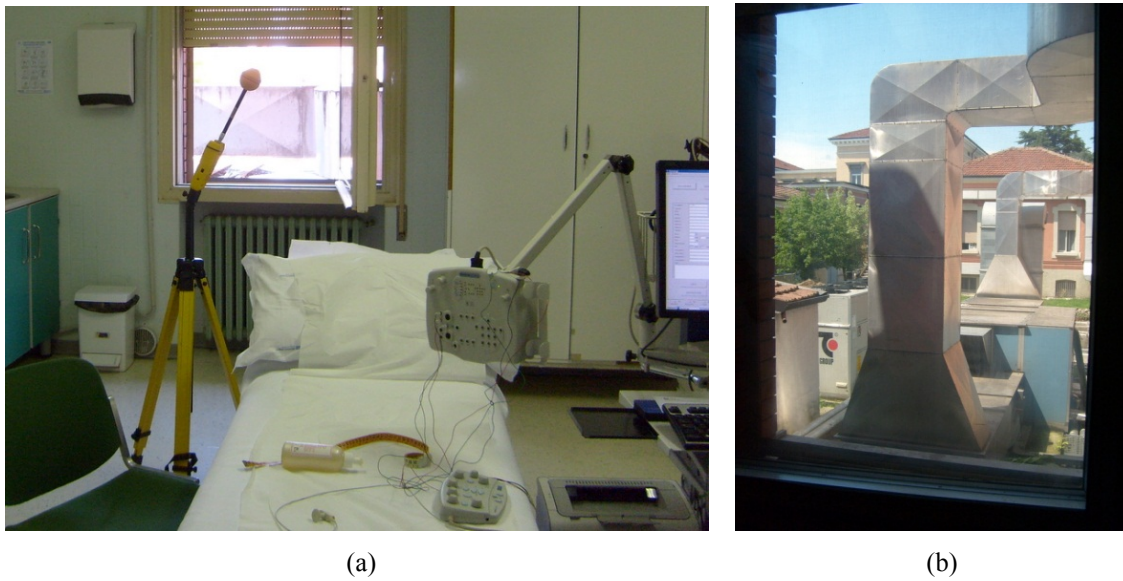


Figura 2 - Reparto di Neurologia, stanza EMG. (a) Misura del campo elettromagnetico ambientale; (b) Impianto di condizionamento appena fuori della finestra.

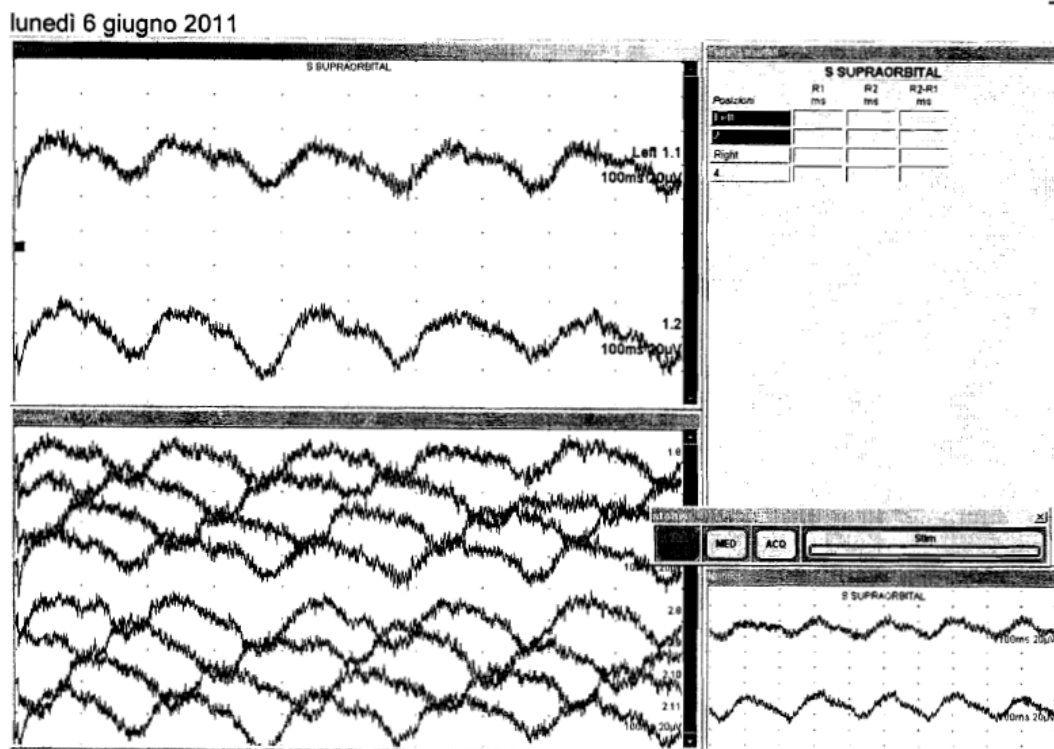


Figura 3 - Disturbo (seghettatura) ad alta frequenza su tracciato elettro-miografico.

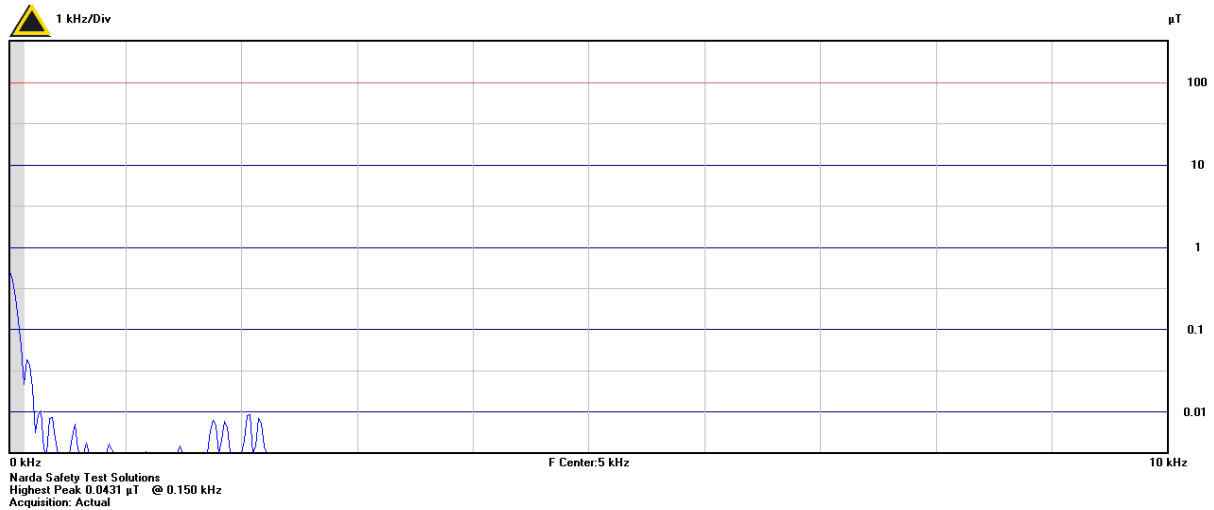


Figura 4 - Spettro del campo magnetico presente nella stanza EMG.

## 5.2 - Misure a spot di campo elettrico e campo magnetico

Le misure sono state effettuate in esterno e nei seguenti reparti: Neurologia (EEG ed EMG); Pediatria; Ortopedia; Oculistica; Chirurgia e Urologia; Rianimazione. I punti di misura, con annotata la loro locazione, sono riportati in Tabella 1 e nelle planimetrie allegate.

Per le misure sono stati utilizzati strumenti a banda larga sia per il campo elettrico (EMR300) sia per il campo magnetico (EMDEX II). Come si vede dalla tabella tutti i valori sono abbondantemente inferiori agli obiettivi di qualità per la popolazione: 6V/m per quel che attiene il campo elettrico e 3µT per l'induzione magnetica.

Nel punto 17, davanti all'ingresso di Viale Mazzini sono state effettuate due misure spettrali con spettro analizzatore ed antenna biconica compatta (Figura 9). Negli spettri sono visibili le emissioni radio e televisive e della telefonia cellulare, alle quali sono da attribuire i livelli di campo medi misurati con lo strumento a larga banda. Come c'è da aspettarsi, nell'immagine a polarizzazione verticale (Figura 10a) si hanno i valori massimi della radio FM e delle stazioni di telefonia cellulare, mentre nella polarizzazione orizzontale (Figura 10b) i valori più elevati sono quelli dovute ai ripetitori TV.

Tabella 1 – Tabella riassuntiva dei risultati delle misure a spot presso il presidio ospedaliero di Chiari. Le misure di campo Elettrico sono state effettuate con lo strumento EMR-300; le misure di induzione magnetica sono state effettuate con lo strumento EMDEX II.

Punto di misura	Campo elettrico E [V/m]			Induzione magnetica B [uT]	NOTE
	AVG	MaxAVG.	Max.		
1	0.08	0.28	0.91	–	Sala EEG, piano terra –. (Figura 1)
1A	--	--	--	2	Interrato: corridoio lato sud
2	0.1	0.1	0.21	0.20 – 0.13	Sala EMG, piano terra – (Figura 2a) Misura spettrale Figura 4)
2A	--	--	--	1	Interrato: corridoio lato est
3	0.2	0.23	0.35	1.85	Ascensore piano 3 – Neonatologia
3A	--	--	--	4 – 20	Interrato: locale quadri, armadio ingresso
	--	--	--	90	Interrato locale quadri: all'interruttore all'armadio di controllo (Figura 14a)
	--	--	--	1	Interrato locale quadri, al centro del corridoio, 1.5 metri dal suolo:
4	0.1	0.11	0.6	0.02	Ascensore piano 3 – Sale Parto (Figura 5b)
4A	--	--	--	170	Seminterrato, cabina elettrica, interruttore principale (Figura 14b)
	--	--	--	65	Seminterrato, cabina elettrica, di fronte al trasformatore 1.
	--	--	--	10	Seminterrato, cabina elettrica, centro del corridoio davanti al trasformatore n.1.
5	0.08	0.09	0.41	0.01	Reception Piano 3 –. (Figura 5a)
5A	--	--	--	4	Reparto Pediatria - Pannello dietro la reception vicino agli interruttori (Figura 15) Spettro del campo magnetico (Figura 16)
	--	--	--	0.1	Reparto Pediatria, al bancone della reception
6	0.14	0.27	0.57	0.06	Ortopedia Day Surgery Piano2 (Figura 6a)
6A	--	--	--	1.5 – 3	Reparto di Neonatologia – Incubatrici
7	0.12	0.16	0.73	0.01	Degenza 1, Piano2, (Figura 6b)
8	0.04	0.06	0.12	0.01	Oculistica, Piano
9	0.08	0.08	0.36	0.05	Piano 1, Chirurgia - Urologia
10	0.05	0.05	0.3	0.02	Piano 1, Chirurgia
11	0.05	0.07	0.25	0.01	Piano 1, Urologia Figura 7a)
12	0.05	0.06	0.48	0.03	Piano terra, portineria (Figura 7b)
13	0.1	0.16	0.74	0.02	Piano terra, rianimazione
14	0.11	0.12	0.5	0.02	Piano terra
15	0.27	0.27	0.34	0.03	Esterno davanti ingresso pronto soccorso, lato sud (Figura 8a)



Punto di misura	Campo elettrico E [V/m]			Induzione magnetica B [uT]	NOTE
	AVG	MaxAVG.	Max.		
16	0.24	0.25	0.33	0.02	Esterno lato ovest, coordinate GPS N45.53807 E009.93370
17	0.11	0.12	0.41	0.02	Esterno, ingresso viale Mazzini, lato nord (Figura 9) coordinate GPS :N4553889 E009.93425 Misure spettrali, Figura 10
18	0.11	0.11	0.26	0.01	Esterno, parcheggio lato est, (Figura 8b) coordinate GPS N4553804 E009.93495
19	0.31	0.32	0.52		Reparto Cardiologia, Unità Coronarica Banco di controllo (Figura 11, spettro del campo EM)
20	0.15	0.16	0.41		Reparto Cardiologia, centro del corridoio davanti alla reception (Figura 13)

NOTA: Il suffisso A dopo il numero (es. 5A) contraddistingue le misure effettuate il giorno 8 giugno, mentre le altre sono state effettuate il giorno 6.



(a)



(b)

Figura 5 - Misure del campo elettromagnetico ambientale, piano 3: (a) di fronte al desk; (b) di fronte alle sale parto



(a)



(b)

Figura 6 - Misure del campo elettromagnetico ambientale, piano 2: (a) ortopedia e day surgery; (b) ortopedia, ingresso degenza e sala gessi



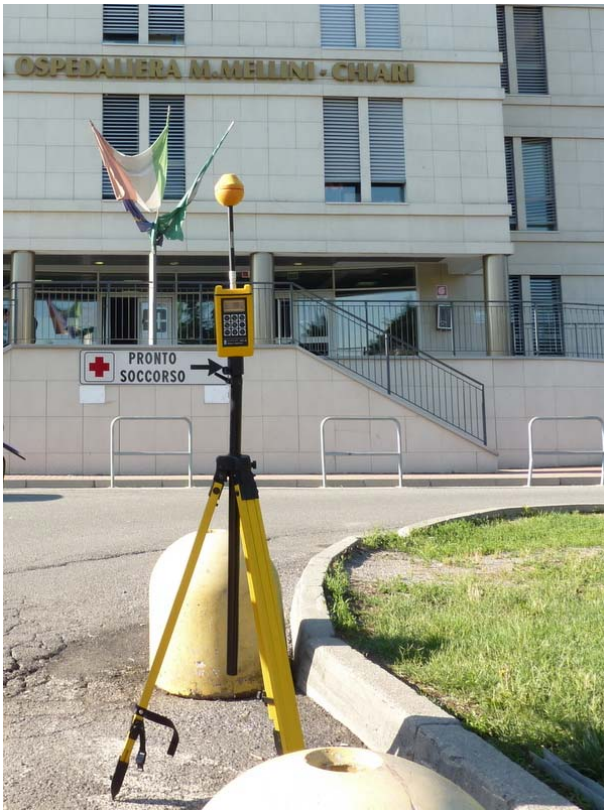
(a)



(b)

Figura 7 - Misure del campo elettromagnetico ambientale: (a) piano 1, urologia; (b) piano terra, ingresso pronto soccorso





(a)

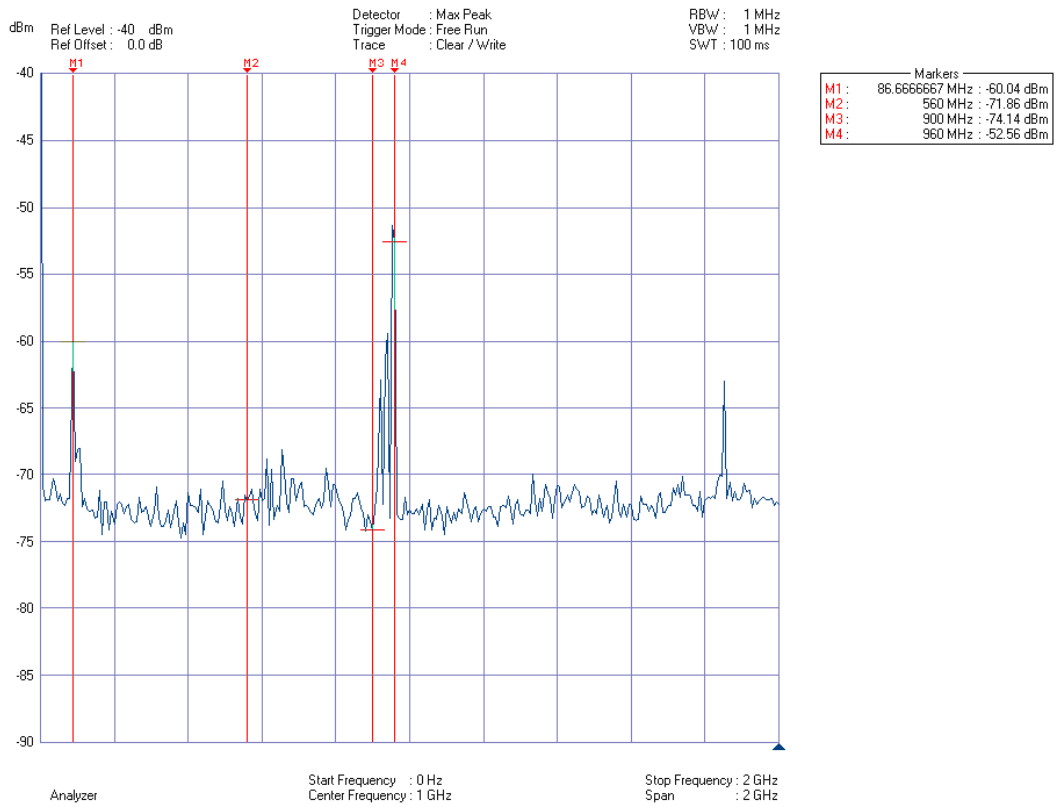


(b)

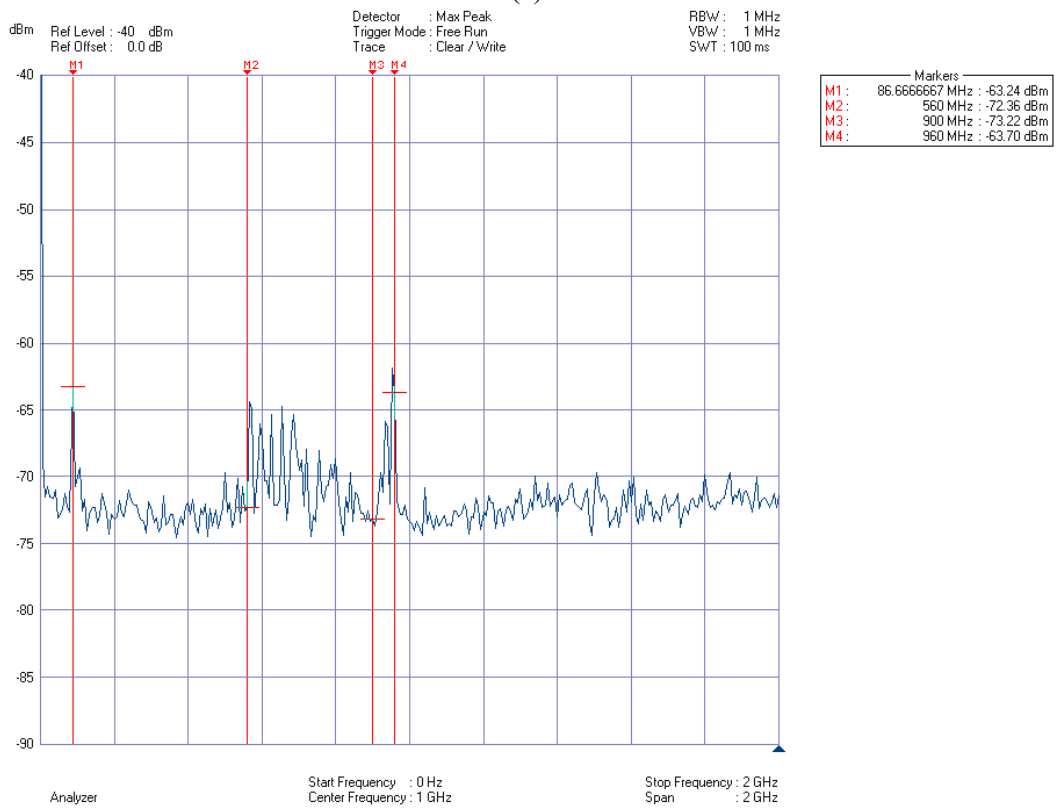
Figura 8 – Misure di campo ambientale: (a) Ingresso pronto soccorso; (b) Parcheggio lato est.



Figura 9 - Misure di campo ambientale con Spettro Analizzatore (R&S FSH6) ed antenna Biconica Compatta (Seibersdorf PCD 8250), orientata per polarizzazione verticale. Punto di misura n.17, ingresso Via Mazzini)



(a)



(b)

Figura 10 – Spettro panoramico (da 9kHz a 2GHz), ottenuto con antenna orientata: (a) verticalmente e (b) orizzontalmente

### 5.3 - Reparto Cardiologia

Nel reparto di cardiologia sono state fatte oltre alle misure puntuali per valutare il livello di campo EM ambientale i cui valori sono riportati nella Tabella 1 (punto 19 e punto 20) è stata anche condotta una analisi dei campi EM emessi dal sistema di telemetria per il monitoraggio continuo dei pazienti ricoverati nel reparto. Dall'intervista agli operatori e del tecnico preposto sono state raccolte le seguenti informazioni: (1) il sistema utilizza un Trasmettitore telemetrico ECG/RESP Modello LX5120 Fukuda; (2) il sistema opera alla frequenza di 400MHz; (3) nel controsoffitto del corridoio lungo 56m è installata l'antenna ricevente.

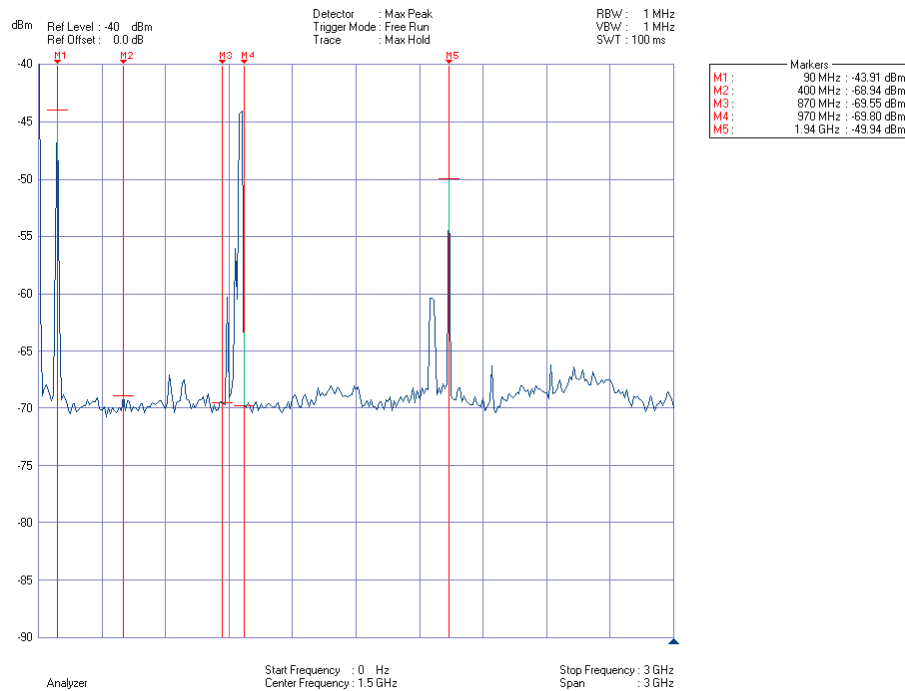


Figura 11 – Spettro del campo elettromagnetico rilevato presso il banco di controllo dell'Unità Coronarica

Sono state effettuate misure di spettro per valutare il contributo di questa sorgente specifica al campo totale misurato con il misuratore EMR-300. La Figura 11 mostra lo spettro rilevato nel punto 19. Sono visibili le righe delle stazioni radio FM (marker M1), la banda televisiva (da M3 a M4) e la banda dei cellulari intorno a 1.8 GHz. Nella zona delle frequenze intorno ai 400 MHz (M2) non si nota nessun segnale di ampiezza significativa. Da un'analisi fatta sul sito di Fukuda relativamente a questa rete di telemetria, si pensa che l'architettura della rete sia quella mostrata nello schema in Figura 12. Il segnale wireless è presente nel collegamento fra il trasmettitore portatile LX-5120 e il ricevitore LW-5500N che appare collegato ai componenti di monitoraggio via cavo. Il segnale più intenso è da aspettarsi in prossimità dei trasmettitori portatili. L'intensità dei campi emessi da questi non contribuiscono significativamente al campo EM totale.

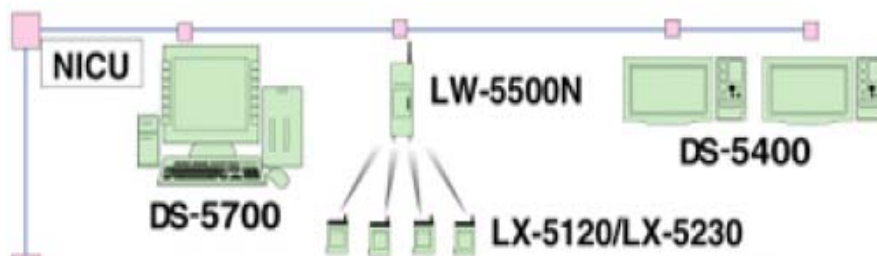


Figura 12 - Schema della rete di telemetria che utilizza il trasmettitore LX-5120





Figura 13 – Reparto di Cardiologia, misura al centro del corridoio in prossimità della reception.

#### 5.4 - Locali tecnici

Sono state effettuate misure di campo magnetico nei locali dell'interrato e del seminterrato da dove passano i cavi e dove sono allocati i quadri di controllo che servono all'intero del presidio ospedaliero. I valori misurati sono raccolti nella Tabella 1 alle righe 1A, 2A, 3A e 4A.



(a)



(b)

Figura 14 – (a) Locali quadri nell'interrato; (b) interno della cabina elettrica nel seminterrato: interruttore principale.

Come prevedibile, i valori più elevati di induzione magnetica sono in prossimità dei cavi e in particolare in prossimità degli interruttori dei quadri. Tuttavia come si vede dalla tabella riassuntiva (Tabella 1) anche il valore più

elevato misurato ( $170 \mu\text{T}$ ) è ben inferiore al valore di azione previsto per i lavoratori ( $500 \mu\text{T}$ ). Inoltre all'allontanarsi dai cavi o dagli interruttori il campo decade molto rapidamente e nelle zone in cui le persone possono stazionare i valori riscontrati sono leggermente superiori al fondo presente in tutto il presidio ospedaliero.

### 5.5 - Pediatria e Neonatologia

E' stato effettuato un sopralluogo nel reparto di Neonatologia verificando i tipi di incubatrici e i livelli di induzione magnetica all'interno e in prossimità di queste (Punto 5A). In particolare, gli apparati sono simili a quelli presenti nella Neonatologia del presidio ospedaliero di Iseo e così anche i livelli di campo riscontrati. Per considerazioni più approfondite si rimanda alla Sez. 6.2.

Sono state effettuate misure di campo magnetico nel punto 5A localizzato in prossimità del banco della reception (Figura 15). A ridosso del pannello tecnico nel punto accessibili più vicino agli interruttori sono stati riscontrati  $4\mu\text{T}$ . L'induzione magnetica decade rapidamente e scende ai valori tipici del fondo a poche decine di centimetri dal pannello. Sempre a ridosso degli interruttori si è misurato lo spettro del campo magnetico e si nota la presenza di armoniche fino a 2 kHz (Figura 16), che però, data l'esiguità dei valori, non determinano cambiamenti significativi sul valore totale.

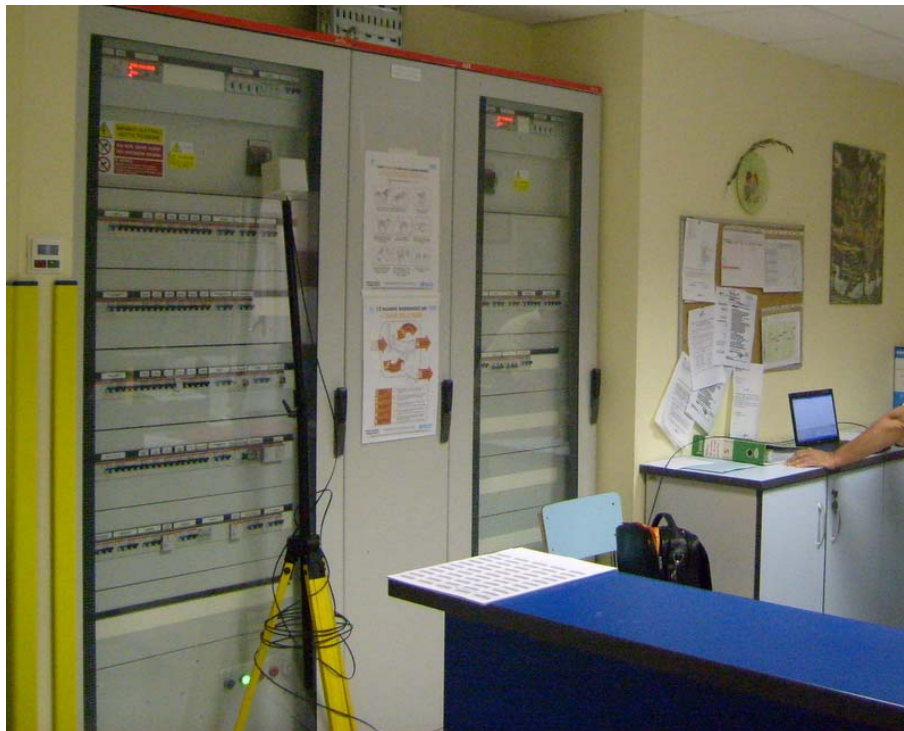


Figura 15 – Misure di induzione magnetica in prossimità degli interruttori del pannello di controllo, reception Pediatria.

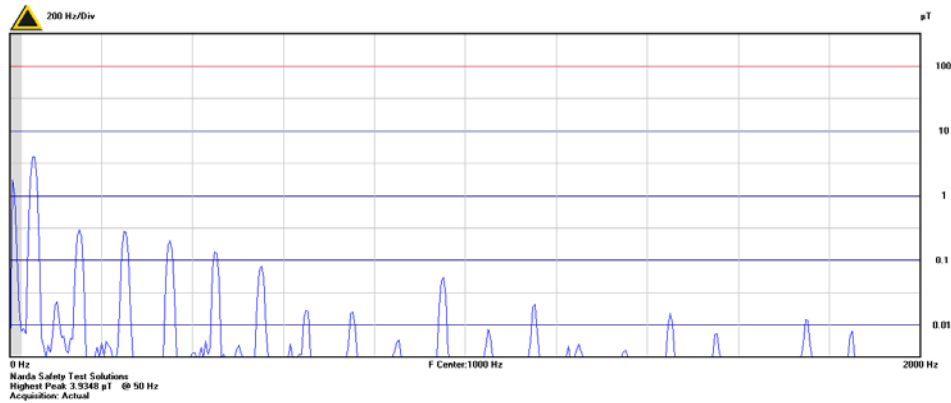


Figura 16 – Spettro del campo magnetico misurato nella situazione mostrata in Figura 15

## 6. Misure presso il presidio ospedaliero di Iseo

Le misure sono state effettuate il mattino del giorno 7 giugno, all'esterno e nei seguenti reparti: nido, ginecologia, ecografie e medicina. I punti di misura, con annotata una descrizione della loro locazione, sono riportati nella Tabella 2.

### 6.1 - Misure a spot di campo elettrico e campo magnetico

Oltre che in quattro punti disposti in modo tale da coprire tutto il perimetro esterno del presidio ospedaliero, le misure hanno interessato punti significativi all'interno di vari reparti del presidio ospedaliero. I risultati sono riportati nella Tabella 2.

Tabella 2 – Tabella riassuntiva dei risultati delle misure a spot presso del presidio ospedaliero di Iseo

Punto di misura	Campo elettrico E [V/m]			Induzione magnetica B [µT]	NOTE
	AVG	MaxAVG.	Max.		
1	0.11	0.18	0.73	–	Parcheggio ingresso lato lago (Figura 17a)
2	0.17	0.17	0.26	–	Terrazza lago (Figura 17b) Misure spettrali Figura 18
3	0.09	0.11	0.34	0.01	Lato colline davanti a cabina elettrica
3A	--	--	--	20	Cabina M.T. – corridoio centrale
	--	--	--	50	Cabina M.T. – schermatura trasformatore
4	0.1	0.1	0.54	–	Parcheggio lato nord - centrale ossigeno liquido
5	0.04	0.05	0.11	–	Nido piano 2
6	0.1	0.1	0.52	0.06	ginecologia, piano2, fine corridoio
7	0.07	0.09	0.15	–	ecografia sala 1, piano 2
8	0.07	0.09	0.24	0.01	medicina, piano 3
9	0.09	0.13	0.28	0.01	medicina, piano 3
10	–	–	–	0.7–1.2	Vicino ai quadri elettrici di medicina

NOTA. Le misure di campo Elettrico sono state effettuate con lo strumento EMR-300; le misure di induzione magnetica sono state effettuate con lo strumento EMDEX II.



Oltre ai valori delle misure con il misuratore a banda larga (EMR300) sono stati rilevati gli spettri dei segnali presenti nella zona del parcheggio (punto N.1) e della terrazza sul lago (punto N.2) mostrate in Figura 17. Gli spettri del segnale presente nel punto di misura N.2 (Figura 17b) sono mostrati in Figura 18. Si fa notare che la polarizzazione orizzontale (Figura 18a) evidenzia i contributi dovute alle emissioni TV e quella verticale (Figura 18b) i contributi delle stazioni radio FM e telefonia cellulare.

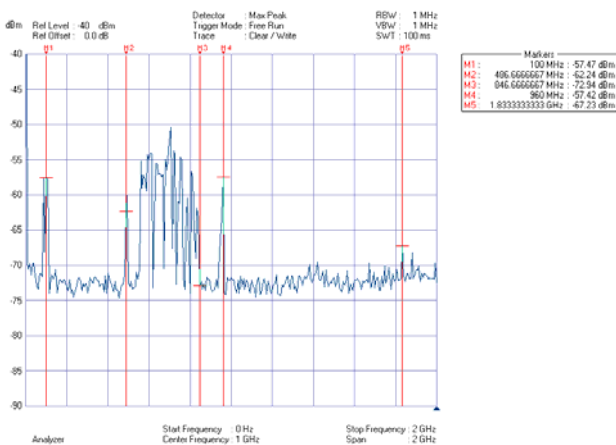


(a)

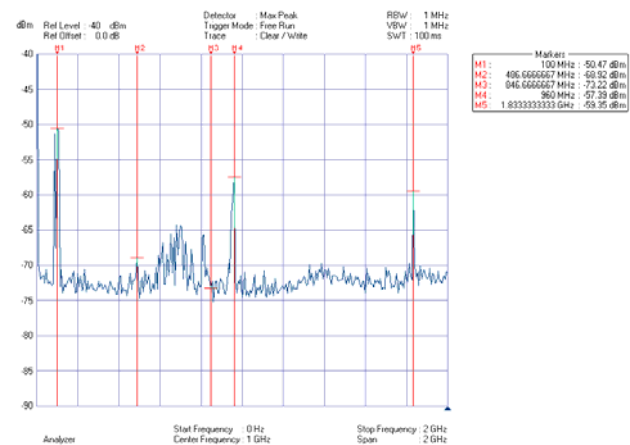


(b)

Figura 17- Misure di campo EM a larga banda (EMR300) e selettiva (R&S EFH6):  
(a) Parcheggio lato lago; (b) Terrazzo sul lago



(a)



(b)

Figura 18 - Tipico spettro del campo EM delle sorgenti esterne preni nel punto 2 (Figura 17b):  
(a) antenne ricevente orientata orizzontalmente; (b) antenna ricevente orientata verticalmente.

## 6.2 - Reparto di Neonatologia

Nel nido del reparto, durante il sopralluogo, erano presenti quattro esemplari di incubatrici tipo Ohmeda Ohio Care Plus Incubator (Figura 19). Le culle non erano al momento utilizzate. Ne è stata accesa una (termoculla N.2) per rilevare i livelli di campo magnetico prodotti. All'interno della culla sono stati rilevati i seguenti valori: al centro 5.4  $\mu$ T, a sinistra 2.4  $\mu$ T e a destra 3  $\mu$ T. In prossimità della consolle è stato misurato 1  $\mu$ T.



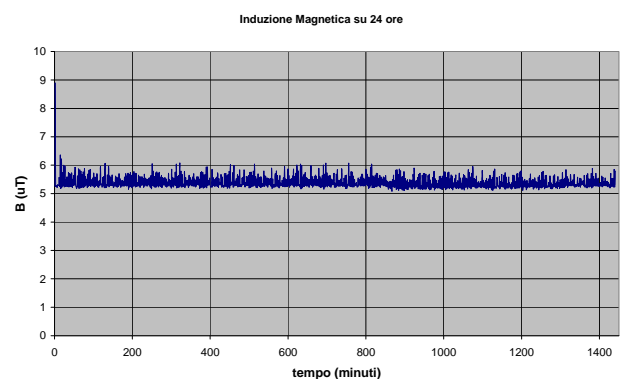
Figura 19 – Incubatrice tipo Ohmeda Ohio Care Plus Incubator

Nel reparto era presente una culla termica in funzione del tipo ATOM Infant Incubator. Le misure al suo esterno hanno dato un valore massimo di  $10 \mu\text{T}$  alla consolle e valori fra  $1$  e  $2 \mu\text{T}$ , intorno alla culla.

In un successivo approfondimento, in data 04/07/2011, è stata effettuato un monitoraggio continuativo dell'intensità del campo magnetico all'interno della termoculla N.1 (Figura 20a). Il monitoraggio sulle 24 ore è motivato dal fatto che i valori riscontrati in precedenza sono superiori all'obiettivo di qualità ( $3 \mu\text{T}$ ) per la popolazione indicato dalla normativa (Appendice B)<sup>4</sup>. I valori risultanti nel monitoraggio sono mostrati nel grafico di Figura 20b; il valore della mediana sulle ventiquattro ore è di  $5.3 \mu\text{T}$ . Come si nota il campo magnetico non si annulla mai e non si osserva l'andamento ON/OFF utilizzato per mantenere la temperatura costante riportato in letteratura [2].



(a)



(b)

Figura 20 Misura del campo magnetico all'interno della termoculla N.1. (a) testa del misuratore EHP50 posizionato al centro della incubatrice; (b) grafico dell'induzione magnetica registrato nelle 24 h.

### 6.3 - Blocco Operatorio

Lo scopo del sopralluogo nel blocco operatorio è quello di identificare gli elettrobisturi presenti. Nella sala 1, chirurgia, e nella sala 3, ortopedia, sono presenti due esemplari ERBE VIO 300S (Figura 21). Nella sala 2, Ginecologia, sono presenti 3 tipi di elettrobisturi: Martin Maxium (Figura 22), un altro bisturi della KLS Martin Group tipo ME 400 (Figura 23) e infine un elettrobisturi della Electrosurgery, modello FINESSE II. Accanto a ciascun immagine abbiamo riportato le principali caratteristiche tecniche ricavate dai siti dei produttori. Come si può notare tutti funzionano intorno alla frequenza di  $400 \text{ kHz}$  e hanno potenze simili, intorno ai  $300 \text{ watt}$ , escluso il FINESSE II la cui potenza massima è di  $65 \text{ watt}$ .

<sup>4</sup> Si ricorda che l'obiettivo di qualità per la popolazione non è di per sé trasferibile al paziente, ancorché neonato e quindi verosimilmente più sensibile agli agenti esterni.

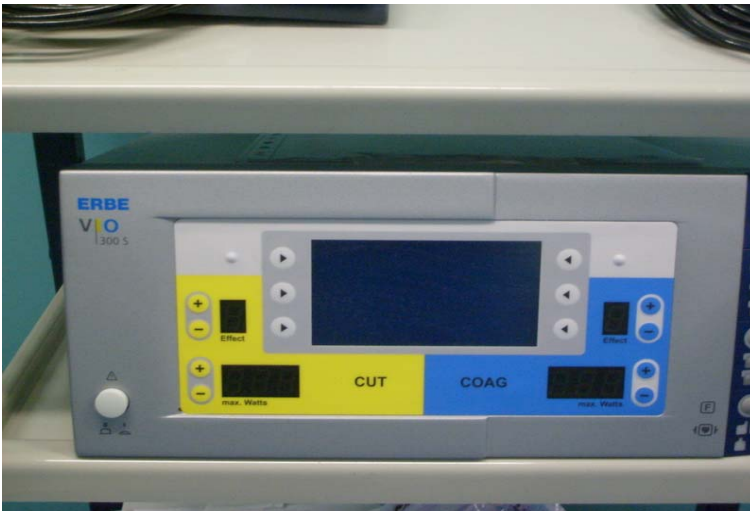


Figura 21 - Elettrobisturi presente in sala 1 Chirurgia e in sala 3 Ortopedia

**ERBE VIO 300S**

**Maximum CUT output** 300 watt  
at 500 ohm  
**Maximum COAG output** bis zu  
200 Watts up to 200  
**Safety system** NESSY  
**Frequency** 350 kHz



Figura 22 - Elettrobisturi presente in sala 2 - Ginecologia

**KLS Martin Group**

**MARTIN Maxium**  
**Maximum CUT output** 360  
watt  
**Maximum COAG output** 320  
Watts  
**Frequency:** 300/400/600 kHz

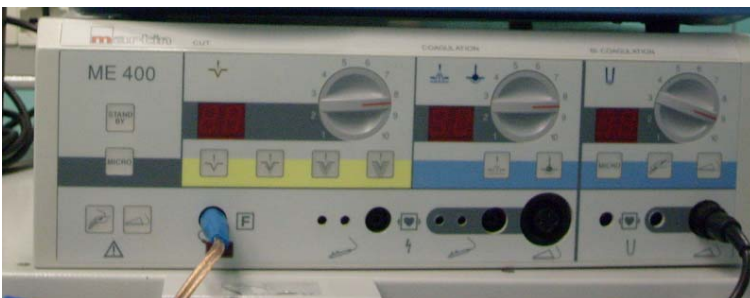


Figura 23 - Elettrobisturi presente in sala 2 - Ginecologia

**MARTIN ME 400**

**Maximum CUT output:** 300  
watt  
**Maximum COAG output:** 70  
watt  
**Frequency** 500kHz  
Impulse frequency: 30kHz



Figura 24 - Elettrobisturi per cavità vaginale con aspiratore fumi,  
presente in sala 2 - Ginecologia

**FINESSE II ElectroSurgery**

**Maximum CUT output**  
65 watt @500ohm load  
**Maximum COAG output**  
60 watt @500ohm load  
**Frequency:** 450 kHz

Durante questo sopralluogo non sono state effettuate misure sul campo presente in prossimità degli apparecchi. Almeno sulla carta, le caratteristiche di questi apparecchi ed in particolare dei primi tre sono molto simili all'elettrobisturi ERBE ICC 200 che è studiato in maniera approfondita per quel che riguarda il campo magnetico in prossimità dell'operatore. I risultati sono descritti nel report [3] al quale si rimanda.

#### 6.4 - Locali Tecnici

I valori di induzione magnetica rilevati nei locali della cabina di trasformazione MT/BT sono riportati in Tabella 2, punto 3A.

Si nota che il livello più elevato (50  $\mu\text{T}$ ) è stato riscontrato a contatto della rete di protezione del trasformatore che al momento era operativo. Valori non superiori a 20  $\mu\text{T}$  sono stati misurati nel corridoio accessibile all'interno della cabina.

### 7. Misure presso del presidio ospedaliero di Rovato

Le misure sono state effettuate nel pomeriggio del giorno 4 luglio in occasione della seconda campagna di misure (4-7 luglio 2011). Dal sopralluogo preliminare (21 marzo 2011) era risultato che nella zona del presidio ospedaliero non sono presenti sorgenti di campo EM di rilievo. Pertanto è stato deciso di effettuare misure a spot di campo EM ambientale e di verificare l'intensità del campo magnetico nelle adiacenze dei locali tecnici (impianto di condizionamento e cabina elettrica nella zona di pertinenza dell'Azienda Ospedaliera Mellino Mellini).

#### 7.1 - Misure a spot di campo elettrico e campo magnetico

Tabella 3 – Tabella riassuntiva dei risultati delle misure a spot presso il presidio ospedaliero di Rovato

Punto di misura	Campo elettrico E [V/m]			Induzione magnetica B [ $\mu\text{T}$ ]	NOTE
	AVG	MaxAVG.	Max.		
1	0.17	0.2	0.48	0.3	Ingresso Ospedale (Gazebo) Figura 25a Spettro Figura 25b
1A	--	--	--	0.5	Vicino ai ventilatori dell'impianto di condizionamento; Figura 26a
2	0.13	0.13	0.23	0.01	Parcheeggio Ospedale
3	0.17	0.17	0.6	0.01	Piano terra, Oculistica, Ambulatorio 3
4	0.14	0.14	0.42	0.02	Reperto CRT , davanti alla porta della sala computer
5	0.28	0.33	0.36	0.03	Reperto CRT
6	0.07	0.07	0.23	0.02	Reperto CPS, sala 2
7	0.27	0.28	0.42	0.06	Reperto CPS, davanti alla porta "Psichiatra"; Figura 26b
7A	--	--	--	4	Vicino al frigorifero nel locale adiacente alla porta dello studio "Psichiatra"

CRT = Centro Residenziale Terapeutico

CPS = Centro Psico Sociale



Come si vede dalla Tabella 3 i livelli di campo EM e di induzione magnetica sono molto inferiori ai limiti per la popolazione. I contributi principali al campo totale, risultante dalla misura in banda larga, sono da attribuire alle stazioni radio base della telefonia cellulare, come è mostrato dallo spettro di Figura 25b.

I livelli più elevati di induzione magnetica, comunque abbondantemente inferiori al valore di attenzione per il campo magnetico a 50Hz ( $10\mu\text{T}$ ), sono stati riscontrati nelle immediate vicinanze del frigorifero presente nella stanza attigua allo studio dello Psichiatra (Figura 26b).

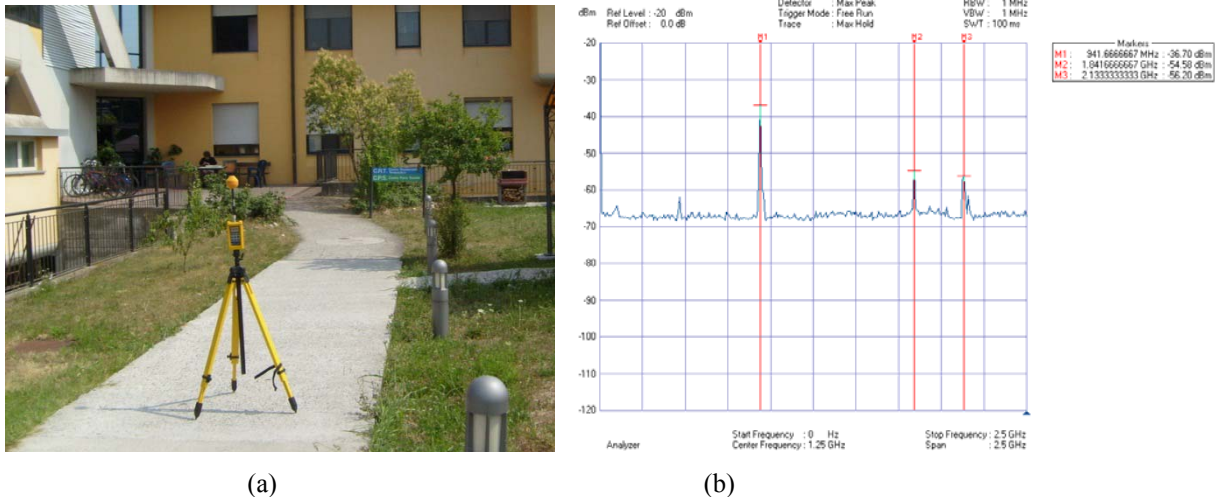


Figura 25 – Misure di campo elettromagnetico all'ingresso del presidio ospedaliero di Rovato; (a) Punto di misura N.1; (b) spettro del campo EM nel punto N.1



Figura 26 – (a) Impianto di condizionamento nei pressi del punto N.1; (b) Sala antistante lo studio dello Psichiatra (punto N.7)

## 7.2 - Impianti Tecnici

Gli impianti tecnici del presidio ospedaliero non sono interni all'area di competenza dell'Azienda Ospedaliera Mellino Mellini. E' stata comunque effettuata una misura di induzione magnetica in prossimità dell'impianto di condizionamento e della cabina elettrica, che sono localizzati sul confine del Presidio (Figura 26a). Il valore più elevato dell'induzione magnetica è risultato di  $0.5\mu\text{T}$ , come si vede dalla Tabella 3, punto 1A.

## 8. Misure presso il presidio ospedaliero di Palazzolo

Le misure sono state effettuate la mattina del giorno 6 luglio, coadiuvati dalla dottoressa Romana Boventi. Poiché nel corso del sopralluogo non erano state individuate sorgenti esterne di campo EM in vista del presidio ospedaliero si è deciso di effettuare misure a spot di campo EM con strumentazione a banda larga e, limitatamente ad un punto, con strumentazione selettiva per l'individuazione del sorgenti che caratterizzano il fondo EM del Presidio. Non sono stati valutati i livelli di campo nei locali tecnici, poiché non di pertinenza del committente. Si è provveduto ad una caratterizzazione del Reparto di Riabilitazione Funzionale, in particolare per gli apparati di magnetoterapia presenti.

### 8.1 - Misure a spot di campo elettrico e campo magnetico

Tabella 4 – Tabella riassuntiva dei risultati delle misure a spot presso il presidio ospedaliero di Palazzolo

Punto di misura	Campo elettrico E [V/m]			Induzione magnetica B [ $\mu$ T]	NOTE
	AVG	MaxAVG.	Max.		
1	0.06	0.06	0.17	0.01	Centro corridoio sala attesa Riabilitazione Funzionale, Piano primo ( <b>Figura 27a</b> )
2	0.06	0.08	0.15	0.01	Piano Terra- Poliambulatorio
3	0.1	0.16	0.55	0.01	Piano terra, Neuropsichiatria Infantile ( <b>Figura 27b</b> )
4	0.24	0.24	0.35	0.06	Piano terra, Reparto Dialisi
5	0.08	0.08	0.22	0.01	Piazzale d'ingresso dell'ospedale (Figura 28a)

Come si vede dalla Tabella 4, i valori di campo misurati sono inferiori agli obiettivi di qualità per la popolazione, sia per il campo elettromagnetico radiativo sia per l'induzione magnetica a 50 Hz.



(a)

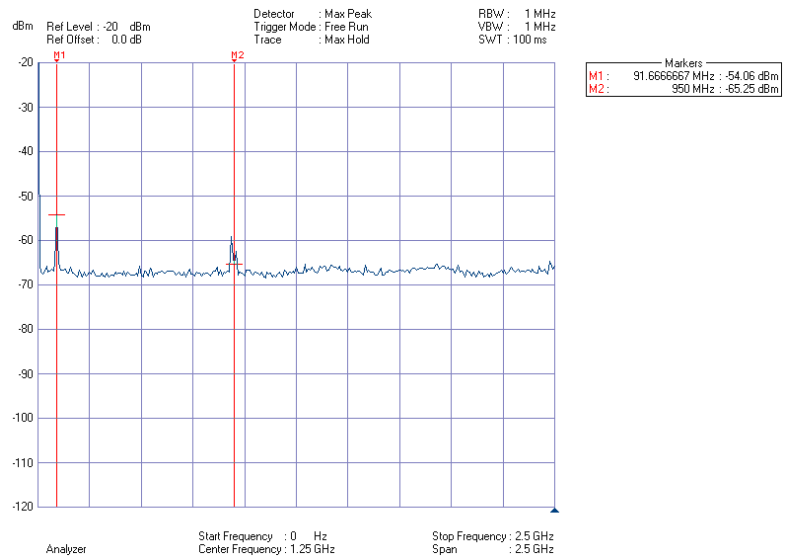


(b)

Figura 27 – (a) Centro corridoio attesa del reparto Riabilitazione Funzionale;  
(b) Piano terra, ingresso del reparto di Neuropsichiatria Infantile.



(a)



(b)

Figura 28 (a) Postazione di misura nel punto N.5, piazzale antistante l'ingresso dell'Ospedale;  
(b) Spettro del segnale (polarizzazione verticale) presente nel punto di misura

Nel piazzale di ingresso del presidio ospedaliero (Figura 28a) sono state effettuate anche misure di spettro (Figura 28b). Come si vede i contributi significativi al fondo EM ( $0.08\text{V/m}$ ) derivano dai ripetitori radio FM e TV.

## 8.2 - Sezione di Terapie Fisiche

Nel reparto, situato al primo piano dell'edificio, le apparecchiature di interesse come potenziali sorgenti di campi EM sono tre apparati per Magnetoterapia. Quello alloggiato nella stanza 5 è un apparato Mactronics dotato di solenoide e piastre per trattamenti locali (Figura 29).



(a)



(b)

Figura 29 - Macchina per magnetoterapia Mactronics: le sacche di soluzione fisiologica simulano la presenza del paziente, nelle immagini è visibile anche la sonda per la misura del campo magnetico:  
(a) applicatore a solenoide e (b) piastre per trattamenti localizzati.

I livelli di induzione magnetica rilevati in prossimità del solenoide sono  $3.8\mu\text{T}$  al centro del solenoide,  $0.6\mu\text{T}$  al livello dell'addome dell'operatore e  $0.2\mu\text{T}$  alla consolle; livelli più elevati sono in prossimità degli applicatori a



piastra (20-100  $\mu\text{T}$ ). I valori al centro del solenoide risultano alquanto bassi se confrontati con quelli rilevati in situazioni analoghe.

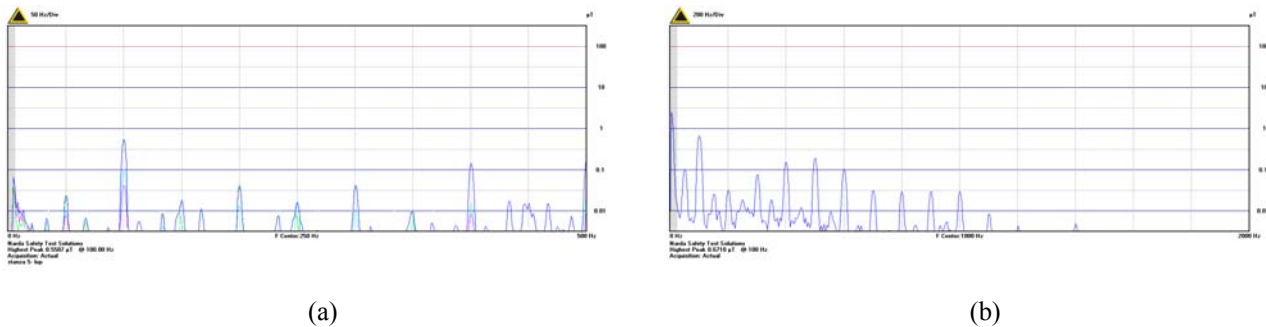


Figura 30 - Spettro del campo magnetico rilevato in prossimità degli applicatori: (a) applicatore a solenoide e (b) piastre per trattamenti localizzati.

Sono state effettuate misure anche nella stanza 3, dove è presente un apparato per magnetoterapia Euro T.R.E.M. System dotato di due applicatori a piastra e un loop conformabile (Figura 31a).



Figura 31 - Macchina per magnetoterapia Euro T.R.E.M. System (a); spettro rilevato nella condizione di apparato in condizioni di normale operatività.

La caratterizzazione dei campi emessi dall'apparato non è stata possibile, poiché, come si vede dall'immagine di (Figura 31b), i livelli del campo magnetico sono sostanzialmente quelli del fondo ambientale (0.01  $\mu\text{T}$ , valore confermato dalla misura con lo strumento Emdex II). La dottoressa Romana Boventi ha informato di ciò il Servizio Tecnologie Biomediche Aziendale.



## 9. Misure presso il presidio ospedaliero di Orzinuovi

Le misure sono state effettuate il pomeriggio del 6 luglio, accompagnati dal RSPP dr.ssa Boventi. Oltre alle misure a spot per caratterizzare l'ambiente dal punto di vista elettromagnetico, secondo quanto previsto nel preventivo, il presidio ospedaliero richiede la valutazione dei livelli di campo elettrico e magnetico intorno alle apparecchiature del Reparto di Riabilitazione Funzionale e nei locali tecnici (Cabina elettrica, trasformatori MT/BT, locale quadri elettrici, motori impianti di condizionamento). Inoltre deve essere valutata la possibile presenza di campi EM dovuti ad un radioamatore la cui antenna è molto prossima ai locali del presidio ospedaliero e ad uno stilo visibile sul tetto del campanile.

### 9.1 - Misure a spot di campo elettrico e campo magnetico

Anche nel caso del presidio ospedaliero di Orzinuovi i risultati delle misure di campo elettromagnetico ambientale mostrano (vedi Tabella 5) valori ampiamente inferiori a quelli previsti dalla normativa per la popolazione. Questo porta a concludere che anche le emissioni dovute alla Stazione Radio Base per telefonia cellulare posizionata in prossimità del presidio ospedaliero e all'antenna a stilo, posta sul campanile sono da considerarsi non significative.

Tabella 5 – Tabella riassuntiva dei risultati delle misure a spot presso il presidio ospedaliero di Orzinuovi

Punto di misura	Campo elettrico E [V/m]			Induzione magnetica B [uT]	NOTE
	AVG	MaxAVG.	Max.		
2	0.13	0.15	0.26	--	Secondo Piano, Palestra del reparto di Fisioterapia (Figura 32a)
5	0.04	0.05	0.11	0.02	Primo Piano, reception Poliambulatorio
6	0.1	0.1	0.17	0.02	Primo Piano, reception Medicina
7	0.18	0.19	0.47	0.05	Primo Piano, Corridoio Hospice (Figura 32b)
8	0.07	0.07	0.17	0.02	Piano terra, piazzale interno presso l'ingresso dell'Ospedale
9	0.14	0.14	0.48	0.02	Marciapiede in prossimità dell'ingresso dell'Ospedale
10	--	--	--	10	Locale quadri dell'impianto di distribuzione dell'energia elettrica



(a)



(b)

Figura 32 – (a) Ingresso del reparto di Terapie Fisiche; (b) Angolo del corridoio dell'Hospice.

Si è anche cercato di caratterizzare le emissioni prodotte dalla stazione radioamatoriale posta a ridosso del presidio ospedaliero e di cui si mostra un'immagine nella fotografia presa dalla finestra della stanza S4 visibile in Figura 33a. E' stato utilizzato un sensore costituito da un'antenna a loop attiva (ETS Lindgren mod.6507, Figura 33b) che copre la banda (9 kHz – 30 MHz) connessa allo spettro analizzatore R&S FSH6. L'antenna è adatta alla ricezione dei segnali emessi dalla stazione radioamatoriale in questione. Lo spettro mostrato in Figura 34 non mostra nessuna riga imputabile alla stazione del radioamatore. L'unico segnale presente, peraltro fuori della banda nominale dell'antenna è relativo alle emissioni radio FM. E' da ritenere che, purtroppo, nel momento della misura la stazione fosse spenta. Un'analisi più approfondita richiede un accordo con il radioamatore per effettuare la misura con la stazione in attività.



(a)



(b)

Figura 33 – (a) Antenna del radioamatore, vista dalla finestra della stanza S4;  
(b) Antenna di misura posizionata in prossimità della finestra della stanza S4.

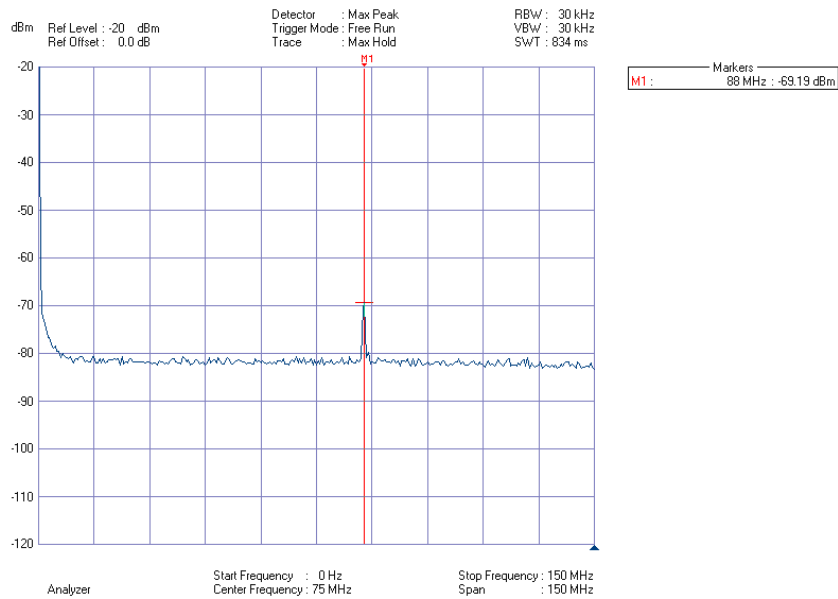


Figura 34 - Spettro del segnale rilevato nella stanza S4 (Figura 33b).

### 9.2 - Sezione di Terapie Fisiche

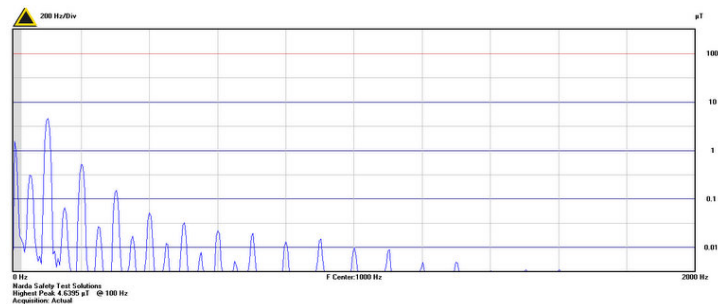
Il reparto dispone di apparecchiature per magnetoterapia, radarterapia e laserterapia.

Il sistema per la magnetoterapia è dotato di due solenoidi uguali (Figura 35a), alimentati contemporaneamente; non è possibile sopprimere l'alimentazione di uno dei due. All'interno dei solenoidi, al centro, si sono misurati da 160 a 190  $\mu$ T. Nel mezzo ai due apparati, ad 1,5 m di altezza si sono misurati 10-11  $\mu$ T. Lo spettro visibile in Figura 35b presenta il valore massimo a 100Hz e un contenuto armonico che si spinge fino a 1300 Hz. Anche se le frequenze più elevate hanno un peso maggiore nell'analisi, la loro ampiezza è così ridotta che il loro contributo è trascurabile per il confronto con i limiti.

Sono state effettuate misure anche nelle stanze adiacenti (palestra e stanza per massaggi) con la macchina per magnetoterapia accesa. I livelli rilevati sono stati di 10  $\mu$ T nel centro del lettino per massaggi e da 1 a 2  $\mu$ T, alla scrivania della palestra.



(a)



(b)

Figura 35 – (a) Stanza per la magnetoterapia e sistema per la misura dello spettri di campo magnetico (EHP50);  
 (b) Spettro rilevato con ambedue le bobine alimentate.

La macchina per radarterapia in uso al momento nella stanza S3 (punto di misura N.4) è un vecchio apparato (Figura 36a) in sostituzione di quello in dotazione. I livelli di campo EM misurati sono di 50 V/m in prossimità della consolle, 15 V/m nella stanza adiacente e non scendono sotto 6 V/m in tutte le stanze (S1, S2, S3, S4 ed S5) adibite a varie terapie fisiche. Questi valori sono al di sotto del valore di azione per i lavoratori (137V/m) previsto dal D.Lgs 81/08, ma superano il livello di attenzione (6V/m) per la popolazione. Dobbiamo notare che si tratta di valori

abbastanza più elevati di quelli che è dato normalmente di rilevare in prossimità di apparecchiature per radarterapia più moderne.

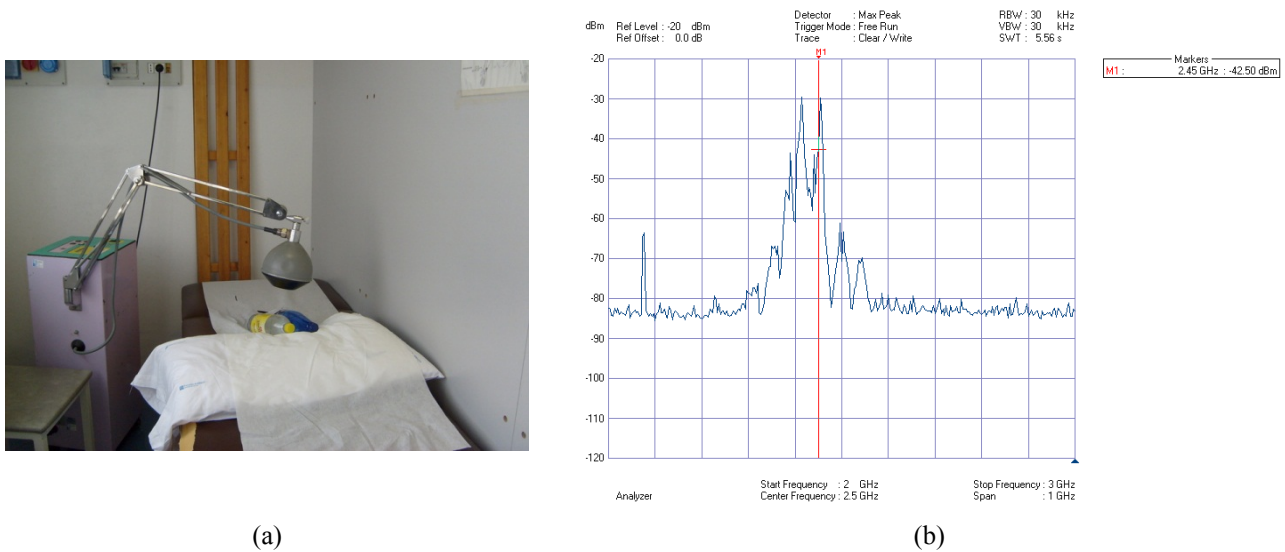


Figura 36 – (a) Apparato per magnetoterapia nella stanza S3; (b) Spettro delle emissioni elettromagnetiche dell'apparato..

### 9.3 - Locali Tecnici

Gli impianti tecnici comprendono: (a) cabina elettrica MT/BT; (b) locale quadri; (c) impianto di condizionamento.

La cabina elettrica che contiene i trasformatori MT/BT (Figura 37a) ha un sistema di sicurezza che disattiva i trasformatori se si aprono le porte di accesso. Non è stato pertanto ritenuto necessario effettuare misure in questo locale.



Figura 37 – (a) Cabina dei trasformatori MT/BT; (b) Locale quadri

Nel locale quadri sono stati misurati valori medi di circa  $10 \mu\text{T}$ , mentre si sono riscontrati valori che vanno da  $120$  a  $180 \mu\text{T}$  in prossimità degli interruttori (Figura 37b).

L'impianto di condizionamento è (Figura 38a) protetto da una recinzione all'interno della quale sono stati riscontrati livelli di induzione magnetica di  $4 \mu\text{T}$ . Il valore più elevato ( $60-80 \mu\text{T}$ ) è stato misurato a contatto con il motore che fa circolare l'acqua di raffreddamento

Tutti questi valori sono ampiamente inferiori a quelli previsti dal D.Lgs. 81/08.



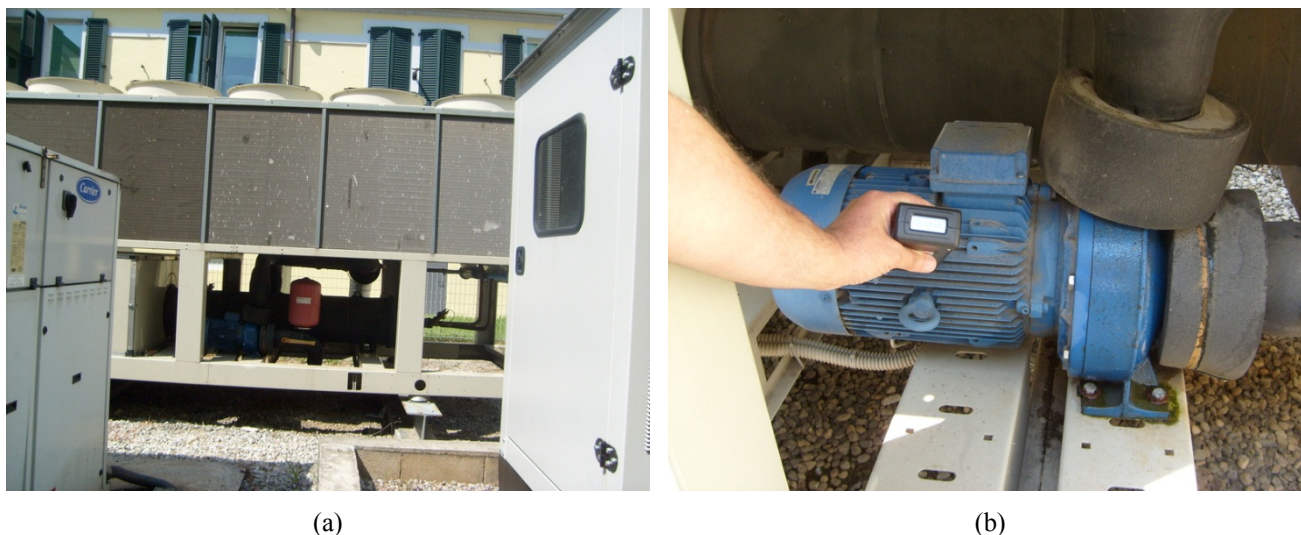


Figura 38 – (a) Impianto di condizionamento; (b) Motore della pompa di raffreddamento

## 10. Suggerimenti per interventi di Prevenzione e Protezione

Come si è visto, la situazione per quanto riguarda l'esposizione ai campi elettromagnetici nei presidi ospedalieri dell'Azienda Mellino Mellini, può sostanzialmente considerarsi conforme alla normativa per quel che riguarda la sicurezza sia dei lavoratori sia della popolazione. Alcune situazioni particolari, connesse all'uso di alcune apparecchiature, richiedono attenzione e magari un ulteriore approfondimento, ancorché non dovuti propriamente ai sensi del D.Lgs. 81/08. Le apparecchiature in questione sono: un apparato per radarterapia, gli elettrobisturi, le incubatrici e le macchine per magnetoterapia.

La macchina per radarterapia attualmente in uso presso la Riabilitazione Funzionale del PO di Orzinuovi, che sostituisce quella in dotazione (al presente in riparazione), produce campi che eccedono i valori previsti per la popolazione in zone limitrofe, frequentate da pazienti sottoposti ad altro tipo di terapia. Sarebbe opportuno che questi trattamenti fossero effettuati non in contemporanea con la radarterapia. Inoltre si raccomanda di effettuare una nuova misurazione dei campi EM dispersi allorché il reparto tornerà in possesso della propria macchina.

Gli elettrobisturi sono strumenti che generano intensi campi magnetici nelle immediate vicinanze del manipolo e del cavo che connette questo al generatore RF. Questi campi, come si è detto nel citato report [3], possono superare i valori di azione per i lavoratori. Si tratta però di esposizioni parziali del corpo dell'operatore (sostanzialmente la mano) e per tempi normalmente brevi. Riteniamo che sia necessario uno studio più approfondito per valutare il significato di questa esposizione dal punto di vista della protezione dell'operatore.

Per quel che riguarda le incubatrici, anche se l'intensità del campo magnetico misurato non supera i limiti previsti per i lavoratori, i valori all'interno della culla eccedono gli obiettivi di qualità per la popolazione civile ( $3\mu\text{T}$ ). Pensiamo che non sia necessario insistere sulla necessità che questi valori non debbano essere superati nel caso di neonati<sup>5</sup> per i quali può capitare di dover essere lasciati nella culla anche alcuni mesi. L'intensità del campo magnetico all'interno della culla può essere ridotto in maniera considerevole, ma questo richiede uno studio dettagliato sull'origine del campo magnetico, che può dipendere da vari fattori quali: disposizione degli elementi riscaldatori; cablaggio dei cavi che portano la corrente ai riscaldatori; collocazione dell'eventuale trasformatore; altre particolarità proprie del singolo modello di culla.

Per quanto concerne le macchine per magnetoterapia, si fa notare che è capitato, in più di una occasione, di rilevare la presenza di campi magnetici molto bassi se non addirittura la loro assenza. In effetti le misure all'interno del solenoide non hanno mai fatto rilevare valori superiori ad alcune centinaia di microtesla<sup>6</sup> e in un caso, addirittura, un campo praticamente uguale a quello del fondo ambientale ( $0.1\mu\text{T} - 0.2\mu\text{T}$ ). Un utile provvedimento potrebbe essere quello di dotarsi di uno strumento semplice per misurare l'intensità del campo magnetico all'interno del solenoide o almeno di un dispositivo che fornisca l'indicazione se il campo sia effettivamente presente oppure no.

<sup>5</sup> Si ricorda in proposito che una delle ragioni per le quali i campi elettromagnetici sono stati classificati dallo IARC (International Agency for Research on Cancer) nella categoria 2B (possibile cancerogeno) deriva da risultati di ricerche epidemiologiche che hanno mostrato un aumento statisticamente significativo di leucemia infantile per campi magnetici superiori a  $0.4\mu\text{T}$ . I primi risultati derivano da una ricerca sui campi dispersi degli elettrodotti pubblicata nel 1979 [4]. Ricerche successive hanno tanto smentito quanto confermato questi risultati, come detto nella nota del National Cancer Institute del 2005 [5], senza però che IARC abbia modificato la sua classificazione.

<sup>6</sup> Anche se non vogliamo entrare in questa sede sulla scelta dell'intensità del campo magnetico, che è compito specifico ed esclusivo del medico che ha prescritto il trattamento, si ricorda che i valori indicati in letteratura vanno da 3000 a  $8000\mu\text{T}$  secondo il tipo di patologia da trattare.

Infine, perché l'Azienda Ospedaliera possa trarre il massimo vantaggio dai risultati di questa indagine, riteniamo che potrebbe essere utile mettere a punto un breve corso di formazione/informazione in cui vengano presentati i risultati e le problematiche connesse all'esposizione ai campi elettromagnetici in ambiente ospedaliero al quale potrebbero partecipare gli operatori interessati. L'utilità e l'interesse sono stati ampiamente documentati anche in altre campagne [6].

## Bibliografia

- [1] D.Andreuccetti, M.Bini, A.Checucci, A.Ignesti, L.Millanta, R.Olmi e N.Rubino, *Protezione dai campi elettromagnetici non ionizzanti*, CNR, Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche "Nello Carrara", Firenze, 3a Edizione, 2001
- [2] C. Riminesi, D. Andreuccetti D., R. Fossi, M.Pezzi, *ELF magnetic field exposure in a neonatal intensive care unit*, Bioelectromagnetics, 2004, vol.25, pag. 481-491.
- [3] M. Bini, A. Ignesti, R. Olmi, C. Riminesi, S. Priori, P.Feroldi e R.Cestari, *Valutazione dei campi magnetici emessi da elettrobisturi*, Report IFAC-CNR, Giugno 2011.
- [4] N. Wertheimer, E. Leeper, *Electrical wiring configurations and childhood cancer*, American Journal of Epidemiology 1979; 109(3), pp. 273-284.
- [5] <http://www.cancer.gov/cancertopics/factsheet/Risk/magnetic-fields>
- [6] M.Bini, P.Feroldi , C. Ferri, A. Ignesti, R.Olmi, S.Priori, C.Riminesi, *Sicurezza e compatibilità elettromagnetica in ambiente ospedaliero*, IFAC-TSRR, vol. 4, pp.1-39 (2012).

## Appendice A

Estratto dal D.Lgs 9 Aprile 2008, n.81 Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro (G.U. n.101 del 30-04-2008 – Suppl. Ordinario n.108)

In questo allegato è riportato un estratto del Titolo VIII Capo IV del DLgs 81/2008, quello di pertinenza al presente rapporto tecnico.

### ALLEGATO XXXVI VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE E VALORI DI AZIONE PER I CAMPI ELETTROMAGNETICI

Le seguenti grandezze fisiche sono utilizzate per descrivere l'esposizione ai campi elettromagnetici:

*Corrente di contatto* ( $I_C$ ). La corrente che fluisce al contatto tra un individuo ed un oggetto conduttore caricato dal campo elettromagnetico. La corrente di contatto è espressa in Ampere (A).

*Corrente indotta attraverso gli arti* ( $I_L$ ). La corrente indotta attraverso qualsiasi arto, a frequenze comprese tra 10 e 110 MHz, espressa in Ampere (A).

*Densità di corrente* ( $J$ ). È definita come la corrente che passa attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. È espressa in Ampere per metro quadro ( $A/m^2$ ).

*Intensità di campo elettrico*. È una grandezza vettoriale ( $E$ ) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in Volt per metro (V/m).

*Intensità di campo magnetico*. È una grandezza vettoriale ( $H$ ) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in Ampere per metro (A/m).

*Induzione magnetica*. È una grandezza vettoriale ( $B$ ) che determina una forza agente sulle cariche in movimento. È espressa in Tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione  $1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .

*Densità di potenza* ( $S$ ). Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in Watt per metro quadro ( $W/m^2$ ).

*Assorbimento specifico di energia* (SA). Si definisce come l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in Joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente direttiva esso si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

*Tasso di assorbimento specifico di energia* (SAR). Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa di tessuto corporeo ed è espresso in Watt per chilogrammo (W/kg). Il SAR a corpo intero è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF dell'ordine di pochi MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Tra le grandezze sopra citate, possono essere misurate direttamente l'induzione magnetica, la corrente indotta attraverso gli arti e la corrente di contatto, le intensità di campo elettrico e magnetico, e la densità di potenza.

#### A. VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE

Per specificare i valori limite di esposizione relativi ai campi elettromagnetici, a seconda della frequenza, sono utilizzate le seguenti grandezze fisiche:

- sono definiti valori limite di esposizione per la densità di corrente relativamente ai campi variabili nel tempo fino a 1 Hz, al fine di prevenire effetti sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale;
- fra 1 Hz e 10 MHz sono definiti valori limite di esposizione per la densità di corrente, in modo da prevenire effetti sulle funzioni del sistema nervoso;
- fra 100 kHz e 10 GHz sono definiti valori limite di esposizione per il SAR, in modo da prevenire stress termico sul corpo intero ed eccessivo riscaldamento localizzato dei tessuti. Nell'intervallo di frequenza compreso fra 100 kHz e 10 MHz, i valori limite di esposizione previsti si riferiscono sia alla densità di corrente che al SAR;
- fra 10 GHz e 300 GHz sono definiti valori limite di esposizione per la densità di potenza al fine di prevenire l'eccessivo riscaldamento dei tessuti della superficie del corpo o in prossimità della stessa.

## B. VALORI DI AZIONE

I valori di azione di cui alla tabella 2 sono ottenuti a partire dai valori limite di esposizione secondo le basi razionali utilizzate dalla Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) nelle sue linee guida sulla limitazione dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP 7/99).

### Valori limite di esposizione ( articolo 188, comma 1).

**Tutte le condizioni devono essere rispettate.**

Intervallo di frequenza	Densità di corrente per corpo e tronco J (mA/m <sup>2</sup> ) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (capo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza (W/m <sup>2</sup> )
Fino a 1 Hz	40	/	/	/	/
1 – 4 Hz	40/f	/	/	/	/
4 – 1000 Hz	10	/	/	/	/
1000 Hz – 100 kHz	f/100	/	/	/	/
100 kHz – 10 MHz	f/100	0,4	10	20	/
10 MHz – 10 GHz	/	0,4	10	20	/
10 – 300 GHz	/	/	/	/	50

Note:

- f è la frequenza in Hertz.
- I valori limite di esposizione per la densità di corrente si prefiggono di proteggere dagli effetti acuti, risultanti dall'esposizione, sui tessuti del sistema nervoso centrale nella testa e nel torace. I valori limite di esposizione nell'intervallo di frequenza compreso fra 1 Hz e 10 MHz sono basati sugli effetti nocivi accertati sul sistema nervoso centrale. Tali effetti acuti sono essenzialmente istantanei e non v'è alcuna giustificazione scientifica per modificare i valori limite di esposizione nel caso di esposizioni di breve durata. Tuttavia, poiché i valori limite di esposizione si riferiscono agli effetti nocivi sul sistema nervoso centrale, essi possono permettere densità di corrente più elevate in tessuti corporei diversi dal sistema nervoso centrale a parità di condizioni di esposizione.
- Data la non omogeneità elettrica del corpo, le densità di corrente dovrebbero essere calcolate come medie su una sezione di 1 cm<sup>2</sup> perpendicolare alla direzione della corrente.
- Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di picco della densità di corrente possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per (2)<sup>1/2</sup>.
- Per le frequenze fino a 100 kHz e per i campi magnetici pulsati, la massima densità di corrente associata agli impulsi può essere calcolata in base ai tempi di salita/discisa e al tasso massimo di variazione dell'induzione magnetica. La densità di corrente indotta può essere confrontata con il corrispondente valore limite di esposizione. Per gli impulsi di durata t<sub>p</sub> la frequenza equivalente per l'applicazione dei limiti di esposizione va calcolata come f = 1/(2t<sub>p</sub>).
- Tutti i valori di SAR devono essere ottenuti come media su un qualsiasi periodo di 6 minuti.
- La massa adottata per mediare il SAR localizzato è pari a ogni 10 g di tessuto contiguo. Il SAR massimo ottenuto in tal modo costituisce il valore impiegato per la stima dell'esposizione. Si intende che i suddetti 10 g di tessuto devono essere una massa di tessuto contiguo con proprietà elettriche quasi omogenee. Nello specificare una massa contigua di tessuto, si riconosce che tale concetto può essere utilizzato nella dosimetria numerica ma che può presentare difficoltà per le misurazioni fisiche dirette. Può essere utilizzata una geometria semplice quale una massa cubica di tessuto, purché le grandezze dosimetriche calcolate assumano valori conservativi rispetto alle linee guida in materia di esposizione.
- Per esposizioni pulsate nella gamma di frequenza compresa fra 0,3 e 10 GHz e per esposizioni localizzate del capo, allo scopo di limitare ed evitare effetti uditivi causati da espansione termoelastica, si raccomanda un ulteriore



valore limite di esposizione. Tale limite è rappresentato dall'assorbimento specifico (SA) che non dovrebbe superare 10 mJ/kg calcolato come media su 10 g di tessuto.

9. Le densità di potenza sono ottenute come media su una qualsiasi superficie esposta di 20 cm<sup>2</sup> e su un qualsiasi periodo di  $68/f^{1,05}$  minuti (f in GHz) per compensare la graduale diminuzione della profondità di penetrazione con l'aumento della frequenza. Le massime densità di potenza nello spazio, mediate su una superficie di 1 cm<sup>2</sup>, non dovrebbero superare 20 volte il valore di 50 W/m<sup>2</sup>.

10. Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale per quanto riguarda l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal CENELEC.

**TABELLA 2**  
**Valori di azione ( art. 188, comma 2)**  
**[valori efficaci (rms) imperturbati]**

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (μT)	Densità di potenza di onda piana S <sub>eq</sub> (W/m <sup>2</sup> )	Corrente di contatto, I <sub>C</sub> (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti I <sub>L</sub> (mA)
0 – 1 Hz	/	1,63 x 10 <sup>5</sup>	2 x 10 <sup>5</sup>	/	1,0	/
1 – 8 Hz	20000	1,63 x 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	2 x 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	/	1,0	/
8 – 25 Hz	20000	2 x 10 <sup>4</sup> /f	2,5 x 10 <sup>4</sup> /f	/	1,0	/
0,025 – 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	/	1,0	/
0,82 – 2,5 kHz	610	24,4	30,7	/	1,0	/
2,5 – 65 kHz	610	24,4	30,7	/	0,4f	/
65 – 100 kHz	610	1600/f	2000/f	/	0,4f	/
0,1 – 1 MHz	610	1,6/f	2/f	/	40	/
1 – 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	/	40	/
10 – 110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 – 400 MHz	61	0,16	0,2	10	/	/
400 – 2000 MHz	3f <sup>1/2</sup>	0,008f <sup>1/2</sup>	0,01f <sup>1/2</sup>	f/40	/	/
2 – 300 GHz	137	0,36	0,45	50	/	/

Note :

1. f è la frequenza espressa nelle unità indicate nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.
2. Per le frequenze comprese fra 100 kHz e 10 GHz, S<sub>eq</sub>, E<sup>2</sup>, H<sup>2</sup>, B<sup>2</sup> e I<sub>L</sub> devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di 6 minuti.
3. Per le frequenze che superano 10 GHz, S<sub>eq</sub>, E<sup>2</sup>, H<sup>2</sup> e B<sup>2</sup> devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di  $68/f^{1,05}$  minuti (f in GHz).
4. Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per (2)<sup>1/2</sup>. Per gli impulsi di durata t<sub>p</sub> la frequenza equivalente da applicare per i valori di azione va calcolata come  $f = 1/(2t_p)$ .

Per le frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo sono calcolati moltiplicando i pertinenti valori efficaci (rms) per  $10^a$ , dove  $a = (0,665 \log (f/10) + 0,176)$ ,  $f$  in Hz.

Per le frequenze comprese tra 10 MHz e 300 GHz, i valori di azione di picco sono calcolati moltiplicando i valori efficaci (rms) corrispondenti per 32 nel caso delle intensità di campo e per 1000 nel caso della densità di potenza di onda piana equivalente.

5. Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal CENELEC.

6. Per i valori di picco di campi elettromagnetici pulsati modulati si propone inoltre che, per le frequenze portanti che superano 10 MHz,  $S_{eq}$  valutato come media sulla durata dell'impulso non superi di 1000 volte i valori di azione per  $S_{eq}$ , o che l'intensità di campo non superi di 32 volte i valori di azione dell'intensità di campo alla frequenza portante.

## Appendice B

Estratto dal DPCM 8 Luglio 2003. Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti (GU n. 200 del 29-8-2003).

### Omissis

#### Art. 1.

##### Campo di applicazione

1. Le disposizioni del presente decreto fissano limiti di esposizione e valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti. Nel medesimo ambito, il presente decreto stabilisce anche un obiettivo di qualità per il campo magnetico, ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni.
2. I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità di cui al presente decreto non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali.
3. A tutela delle esposizioni a campi a frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz, generati da sorgenti non riconducibili agli elettrodotti, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999.
4. Ai sensi dell'art. 1, comma 2, della legge 22 febbraio 2001, n. 36, le regioni a statuto speciale e le province autonome di Trento e Bolzano provvedono alle finalità del presente decreto nell'ambito delle competenze ad esse spettanti ai sensi degli statuti e delle relative norme di attuazione e secondo quanto disposto dai rispettivi ordinamenti.

#### Art. 2

##### Definizioni

1. Ferme restando le definizioni di cui all'art. 3 della legge 22 febbraio 2001, n. 36, ai fini del presente decreto le definizioni delle grandezze fisiche citate sono riportate nell'allegato A che costituisce parte integrante del decreto stesso.

#### Art. 3

##### Limiti di esposizione e valori di attenzione

1. Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.
2. A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

#### Art. 4

##### Obiettivi di qualità

1. Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

#### Art. 5

##### Tecniche di misurazione e di determinazione dei livelli d'esposizione

1. Le tecniche di misurazione da adottare sono quelle indicate dalla norma CEI 211-6 data pubblicazione 2001-01, classificazione 211-6 prima edizione, «Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz-10 kHz, con riferimento all'esposizione umana» e successivi aggiornamenti.
2. Per la determinazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità il sistema agenziale APAT-ARPA dovrà determinare le relative procedure di misura e valutazione, con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.
3. Per la verifica del rispetto delle disposizioni di cui agli articoli 3 e 4, oltre alle misurazioni e determinazioni di cui ai commi 1 e 2, il sistema agenziale APAT-ARPA può avvalersi di metodologie di calcolo basate su dati tecnici e storici dell'elettrodotto.

4. Per gli elettrodotti con tensione di esercizio non inferiore a 132 kV, gli esercenti devono fornire agli organi di controllo, secondo modalità fornite dagli stessi, con frequenza trimestrale, 12 valori per ciascun giorno, corrispondenti ai valori medi delle correnti registrati ogni 2 ore nelle normali condizioni di esercizio.

#### **Art. 6**

##### **Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti**

1. Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.

2. L'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

#### **Art. 7**

##### **Aggiornamento delle conoscenze**

*Omissis*

#### **Art. 8**

##### **Abrogazione di norme**

1. Dalla data di entrata in vigore del presente decreto non si applicano, in quanto incompatibili, le disposizioni dei decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 e 28 settembre 1995.

*Omissis*

#### **Allegato A**

##### **DEFINIZIONI**

**Campo elettrico:** così come definito nella norma CEI 211-6 data pubblicazione 2001-01, classificazione 211-6, prima edizione, guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana.

**Campo magnetico:** così come definito nella norma CEI 211-6 data pubblicazione 2001-01, classificazione 211-6, prima edizione, «Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana».

**Campo di induzione magnetica:** così come definito nella norma CEI 211-6 data pubblicazione 2001-01, classificazione 211-6, prima edizione «Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana».

**Frequenza:** così come definita nella norma CEI 211-6 data pubblicazione 2001-01, classificazione 211-6, prima edizione, «Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana».

**Elettrodotto:** e' l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

## Appendice C

**Estratto dal DPCM 8 Luglio 2003.** Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz. (GU n. 199 del 28-8-2003)

*Omissis*

### Art. 1.

#### Campo di applicazione

1. Le disposizioni del presente decreto fissano i limiti di esposizione e i valori di attenzione per la prevenzione degli effetti a breve termine e dei possibili effetti a lungo termine nella popolazione dovuti alla esposizione ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz. Il presente decreto fissa inoltre gli obiettivi di qualità, ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi medesimi e l'individuazione delle tecniche di misurazione dei livelli di esposizione.
2. I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità di cui al presente decreto non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali oppure per esposizioni a scopo diagnostico o terapeutico.
3. I limiti e le modalità di applicazione del presente decreto, per gli impianti radar e per gli impianti che per la loro tipologia di funzionamento determinano esposizioni pulsate, sono stabilite con successivo decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, ai sensi dell'art. 4, comma 2, lettera a), della legge 22 febbraio 2001, n. 36.
4. A tutela dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, generati da sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999.
5. Ai sensi dell'art. 1, comma 2, della legge 22 febbraio 2001, n.36, le regioni a statuto speciale e le province autonome di Trento e Bolzano provvedono alle finalità del presente decreto nell'ambito delle competenze ad esse spettanti ai sensi degli statuti e delle relative norme di attuazione e secondo quanto disposto dai rispettivi ordinamenti.
6. Ai sensi dell'art. 2, comma 3, della legge 22 febbraio 2001, n.36, nei riguardi delle Forze armate e delle Forze di polizia, le norme e le modalità di applicazione del presente decreto sono stabilite, tenendo conto delle particolari esigenze al servizio espletato, con apposito decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri su proposta del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

### Art. 2.

#### Definizioni ed unità di misura

1. Ferme restando le definizioni di cui all'art. 3 della legge 22 febbraio 2001, n. 36, ai fini del presente decreto le definizioni delle grandezze fisiche citate sono riportate nell'allegato A che costituisce parte integrante del presente decreto.

### Art. 3.

#### Limiti di esposizione e valori di attenzione

1. Nel caso di esposizione a impianti che generano campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz, non devono essere superati i limiti di esposizione di cui alla tabella 1 dell'allegato B, intesi come valori efficaci.
2. A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine eventualmente connessi con le esposizioni ai campi generati alle suddette frequenze all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari, si assumono i valori di attenzione indicati nella tabella 2 all'allegato B.
3. I valori di cui ai commi 1 e 2 del presente articolo devono essere mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti.

### Art. 4.

#### Obiettivi di qualità

1. Ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi elettromagnetici, i valori di immissione dei campi oggetto del presente decreto, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate, non devono superare i valori indicati nella tabella 3 dell'allegato B. Detti valori devono essere mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti.
2. Per aree intensamente frequentate si intendono anche superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente per il soddisfacimento di bisogni sociali, sanitari e ricreativi.

**Art. 5.****Esposizioni multiple***Omissis***Art. 6.****Tecniche di misurazione e di rilevamento dei livelli di esposizione***Omissis***Art. 7.****Aggiornamento delle conoscenze***Omissis***ALLEGATO A****DEFINIZIONI**

**Campo elettrico:** così come definito nella norma CEI 211-7 data pubblicazione 2001-01, classificazione 216-7, prima edizione, «Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 100 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana».

**Campo magnetico:** così come definito nella norma CEI 211-7 data pubblicazione 2001-01, classificazione 216-7, prima edizione, «Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 100 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana.».

**Campo di induzione magnetica:** così come definito nella norma CEI 211-7 data pubblicazione 2001-01, classificazione 216-7, prima edizione «Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 100 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana».

**Frequenza:** così come definita nella norma CEI 211-7 data pubblicazione 2001-01, classificazione 216-7, prima edizione «Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 100 kHz 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana».

**ALLEGATO B**

<b>Tabella 1</b>	Intensità di campo Elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
Limiti di esposizione			
0,1 < f ≤ 3 MHz	60	0,2	–
3 < f ≤ 3000 MHz	20	0,05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0,01	4

<b>Tabella 2</b>	Intensità di campo Elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
Valori di attenzione			
0,1 MHz < f ≤ 300 Ghz	6	0,016	0,10 (3 MHz–300 GHz)

<b>Tabella 3</b>	Intensità di campo Elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
Obiettivi di qualità			
0,1 MHz < f ≤ 300 Ghz	6	0,016	0,10 (3 MHz–300 GHz)