



Edison Spa

Business Unit Asset
Energia Elettrica

Manuale di Operazione	Documento ST 255 PB
Relazione Tecnica	Revisione 0 Pagina 2 di 12

SOMMARIO

1. GENERALITA'	3
1.1 SCOPO	3
1.2 FINALITÀ	3
1.3 METODOLOGIA	3
2. RIFERIMENTI E NORMATIVE	4
3. NOTA TECNICA	5
3.1 TIPOLOGIA DI MISURA.....	5
3.2 STRUMENTO DI MISURA.....	5
3.3 INCERTEZZA DI MISURA.....	6
3.4 CALIBRAZIONE DELLO STRUMENTO.....	6
3.5 GRANDEZZE CARATTERIZZANTI IL CAMPO ELETTROMAGNETICO	6
4. MODALITÀ DI RILEVAZIONE	8
5. RILIEVI	9
6. LIMITI DI ESPOSIZIONE (DPCM 08/07/03)	10
7. RISULTATI DELLE MISURE	11
7.1 CTE PIOMBINO CET/3	11
8. CONSIDERAZIONI E SUGGERIMENTI	11
9. CONCLUSIONI	11

Manuale di Operazione	Documento ST 255 PB
Relazione Tecnica	Revisione 0 Pagina 3 di 12

1. GENERALITA'

1.1 Scopo

Misura dei campi elettromagnetici ad alta frequenza (100kHz - 3GHz) all'interno delle centrali Edison; le misurazioni sono state effettuate sulla base del programma di rilevamento e monitoraggio di tutti i siti di proprietà Edison S.p.A in cui vi sia la presenza di sorgenti di emissione a radiofrequenza (ponti radio per telecomunicazioni e trasmissione dati) e per le finalità definite di seguito.

1.2 Finalità

Misurazione dei valori di esposizione umana generati da sorgenti fisse ad alta frequenza (intervallo 100kHz - 3GHz), allo scopo di valutare i possibili effetti a breve e lungo termine delle medesime sorgenti sul personale che svolge la propria attività lavorativa all'interno della centrale di Piombino (GETE 3).

Segnalare le situazioni in cui i valori misurati risultino particolarmente significativi e proporre eventuali misure di correzione. I valori di esposizione presi come riferimento sono quelli previsti per la popolazione così come stabilito dal DPCM 8 Luglio 2003. Tale decreto non è applicabile ai lavoratori esposti per ragioni professionali per i quali si attende il decreto legislativo recante le prescrizioni minime di sicurezza e salute.

1.3 Metodologia

Per la misurazione dei campi elettromagnetici ad alta frequenza a scopo protezionistico vengono impiegati strumenti e metodologie diversificate al fine di determinare i livelli di campo cui l'organismo viene esposto.

Le problematiche legate alla misurazione devono tener conto dei seguenti parametri a carattere generale:

- tipologia e numero delle sorgenti radianti;
- caratteristiche del campo in esame (frequenza, tipo di modulazione, polarizzazione);
- punto di misura (campo vicino o lontano).

Manuale di Operazione	Documento ST 255 PB
Relazione Tecnica	Revisione 0 Pagina 4 di 12

2. Riferimenti e Normative

AMB ST 006 GT	Misura dei campi elettromagnetici
DPCM 08/07/2003	<i>"Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100kHz e 300GHz". (GU n° 199 del 28/08/2003)</i>
Legge 22/02/01 n.36	<i>"Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. (GU n° 55 del 07/03/2001)</i>
CEI 211-7	<i>Fascicolo 5909, prima edizione Gennaio 2001, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10kHz - 300GHz, con riferimento all'esposizione umana".</i>
Direttiva 2004/40/CE	<i>"Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'art. 16, par. 1, della direttiva 89/391/CEE)". (GU unione europea n° 159 del 30/04/2004)</i>
Raccomandazione	<i>CE n° 519 del 12/07/1999 "relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz".</i>
Raccomandazione	<i>Linee guida della "Commissione internazionale per la tutela dalle radiazioni non ionizzanti" (ICNIRP) del 1998.</i>
Raccomandazione	<i>CE n° 519 del 12/07/1999 "relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz".</i>
Raccomandazione	<i>linee guida della "Commissione internazionale per la tutela dalle radiazioni non ionizzanti" (ICNIRP) del 1998.</i>

Manuale di Operazione	Documento ST 255 PB
Relazione Tecnica	Revisione 0 Pagina 5 di 12

3. Nota tecnica

3.1 Tipologia di misura

Il tipo di misura e la scelta della grandezza da adottare è determinata dalle caratteristiche della sorgente e dal punto in cui si effettuano le misure; queste possono essere classificate in due categorie:

1. misure a banda larga, che, nell'intervallo di frequenza considerato, forniscono un valore globale di campo elettrico o magnetico; questo tipo di misura viene applicata nei seguenti casi:

- per l'individuazione dei punti critici in una zona in cui coesistono più impianti di tipologia diversa (indagine di primo livello);
- il valore misurato in banda larga non supera il 75% del valore del limite più basso alle frequenze presenti

2. misure a banda stretta o selettive che vengono eseguite con strumenti e sonde in grado di sintonizzarsi su una singola frequenza e forniscono l'intensità del campo in corrispondenza della stessa; è consigliabile eseguire questo tipo di misura quando:

- sono presenti più sorgenti in diverse bande di frequenza con differenti valori limite;
- il valore misurato in banda larga supera il limite normativo per cui si devono valutare i diversi contributi di ogni sorgente concorrente.

Per gli impianti di proprietà di Edison S.p.A. nella maggioranza dei casi si effettuano misure in larga banda in uno o più punti accessibili nei pressi delle apparecchiature e delle antenne trasmettenti.

3.2 Strumento di misura

Per l'effettuazione delle misure è stata utilizzata la seguente strumentazione:

1. strumentazione per misure a larga banda:

- misuratore di campi elettromagnetici digitale tipo EMR-300 triassiale, alimentazione a batteria.

Manuale di Operazione	Documento ST 255 PB
Relazione Tecnica	Revisione 0 Pagina 6 di 12

Visualizzazione della misura su display LCD con risoluzione dello 0,01 V/m, unità di misura: V/m, A/m, W/m².

Collegamento in remoto tramite cavi a fibra ottica, software di gestione, memorizzazione e analisi dati da PC.

- sonda di campo elettrico di tipo triassiale, isotropica a alta sensibilità.

Banda di frequenza 100kHz ÷ 3GHz.

Range di misura 0,2 ÷ 320V/m (0,00001 ÷ 27,1mW/cm²).

2. strumentazione per misura selettiva:

- analizzatore di spettro digitale, alimentazione a batteria.

Banda di frequenza 100kHz ÷ 4GHz.

Visualizzazione su display LCD.

Collegamento e gestione da PC via LAN tramite software di acquisizione e analisi su specifica in accordo alla normativa nazionale.

- antenna biconica di precisione.

Banda di frequenza 80MHz ÷ 2,5GHz.

Montaggio su rotore motorizzato controllato da PC per la misura sui tre assi.

3.3 Incertezza di misura

L'incertezza di misura riportata nel certificato di taratura è dichiarata con un fattore di copertura $k=2$ (corrispondente, nel caso di distribuzione normale ad un livello di fiducia di circa 95%).

3.4 Calibrazione dello strumento

Lo strumento per la misura dei campi elettromagnetici EMR-300 S/N AT-0191 e la sonda di campo elettrico mod. EFP Type 18.0 S/N N-0036, sono stati tarati in data 23 Maggio 2006 da PMM Centro misure radioelettriche (**certificato di taratura N° 605C1820**).

3.5 Grandezze caratterizzanti il campo elettromagnetico

Le grandezze impiegate per le misure di esposizione nell'intervallo di frequenza considerato e per gli scopi precedentemente illustrati sono le seguenti:

Manuale di Operazione	Documento ST 255 PB
Relazione Tecnica	Revisione 0 Pagina 7 di 12

→ intensità del campo elettrico E : valore efficace espresso in V/m(Volt/metro).

La componente elettrica del campo elettromagnetico può essere misurata attraverso l'uso di sonde isotropiche; lo strumento visualizza direttamente sul display il valore efficace totale del campo elettrico essendo E_x , E_y e E_z le componenti (valori efficaci) misurate lungo i tre assi di riferimento. Nel caso di utilizzo di una sonda a singolo dipolo devono essere fatte tre misure nelle tre direzioni ortogonali; il campo E totale sarà dato dalla formula:

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

→ intensità del campo magnetico H : valore efficace espresso in A/m(Ampère/metro).

Attraverso l'utilizzo di sonde isotropiche appropriate la componente magnetica del campo elettromagnetico può essere misurata con le stesse modalità espresse precedentemente; lo strumento visualizza direttamente sul display il valore efficace totale del campo magnetico essendo H_x , H_y e H_z le componenti (valori efficaci) misurate lungo i tre assi di riferimento. Nel caso di utilizzo di una sonda a singolo dipolo devono essere fatte tre misure nelle tre direzioni ortogonali; il campo H totale sarà dato dalla formula:

$$H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2}$$

→ densità di potenza S : valore espresso in watt per metro quadrato (W/m^2).

Per quanto riguarda l'esposizione la densità di potenza viene indicata come grandezza più significativa per misure eseguite in campo lontano per le frequenze al di sopra di 300MHz.

La determinazione di questo parametro è comunque ottenuta per via indiretta in particolari condizioni definite di "onda piana" in cui i vettori campo elettrico e campo magnetico sono

Manuale di Operazione	Documento ST 255 PB
Relazione Tecnica	Revisione 0 Pagina 8 di 12

ortogonali fra loro e giacciono su piani perpendicolari rispetto alla direzione di propagazione dell'onda. Lo strumento dopo la misura del campo elettrico (o magnetico) calcola tale parametro attraverso una formula di conversione ricavabile con buona approssimazione dalla relazione:

$$S = E^2 / 377$$

4. Modalità di rilevazione

La sonda di misura è connessa fisicamente allo strumento per mezzo di un connettore; il sistema viene posizionato su di un treppiede isolato ad una altezza di circa 1,5 m e le misure del campo elettromagnetico vengono rilevate nell'arco temporale di 6 minuti (stabilito dal decreto). Lo strumento di misura viene utilizzato per operare i rilievi autonomamente memorizzando i valori al suo interno o accoppiato tramite fibra ottica ad un computer con il quale si impostano di volta in volta i parametri appropriati per la visualizzazione e l'elaborazione dei dati.

Le misure sono state effettuate nei pressi dell' antenna trasmittente posta sul tetto dell'edificio del CET/3 in un paio di punti situati su una passerella a griglia con l'antenna a vista a circa 15 m.

Altre misure sono state eseguite in sala controllo vicino alle apparecchiature di trasmissione.

Le misure sono state eseguite con il metodo "a larga banda " attraverso l'impiego della sonda operante sull'intervallo di frequenze da 100kHz a 3GHz per la determinazione, come indagine di primo livello, del valore globale del campo elettromagnetico presente sul luogo.

In presenza di superamento del limite di esposizione considerato sull'intervallo di frequenze comprendente la frequenza di trasmissione dei nostri apparati, vengono effettuate misure con metodo "selettivo" (gamma di copertura fino a 3GHz) per l'individuazione della sorgente fuori limite (se rientrante



Edison Spa

**Business Unit Asset
Energia Elettrica**

Manuale di Operazione	Documento ST 255 PB
Relazione Tecnica	Revisione 0 Pagina 9 di 12

nell'intervallo di copertura), e il livello di emissione di campo dei nostri apparati previa sintonizzazione dello strumento di misura sulle nostre frequenze.

Nelle tabelle si riportano i valori medio e massimo dell'intensità di campo elettrico per ogni punto di misura effettuato; si riportano anche i valori di campo magnetico e la densità di potenza calcolati sul valore medio del campo elettrico, corredati da alcune informazioni relative alle apparecchiature, alle posizioni di misura, foto e mappe del sito, se disponibili.

5. Rilievi

Le misurazioni sono state effettuate dal Sig. Bolzonella (ASEE/Tese/Sert) nel mese di Maggio 2007 in condizioni atmosferiche di cielo sereno e temperatura media di circa 27°C.

6. Limiti di esposizione (DPCM 08/07/03)

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 100kHz e 300GHz.

In assenza di norme specifiche riguardanti gli ambienti di lavoro e i lavoratori professionalmente esposti, i valori limite di esposizione presi a riferimento, sono quelli previsti per la popolazione di cui all'art. 3 del DPCM 8/07/2003.

Limiti di esposizione		Intensità di campo elettrico E(V/m)	Intensità di campo magnetico H(A/m)	Densità di Potenza D(W/m ²)
100kHz<f	≤3MHz	60	0,2	-
3MHz<f	≤3000MHz	20	0,05	1
3GHz<f	≤300GHz	40	0,01	4

Valori di attenzione		Intensità di campo elettrico E(V/m)	Intensità di campo magnetico H(A/m)	Densità di Potenza D(W/m ²)
100kHz<f	≤300GHz	6	0,016	
3MHz<f	≤300GHz			0,1

Obiettivi di qualità		Intensità di campo elettrico E(V/m)	Intensità di campo magnetico H(A/m)	Densità di Potenza D(W/m ²)
100kHz<f	≤300GHz	6	0,016	
3MHz<f	≤300GHz			0,1

Manuale di Operazione	Documento ST 255 PB
Relazione Tecnica	Revisione 0 Pagina 11 di 12

7. Risultati delle misure

7.1 Cte Piombino CET/3

Sito: CENTRALE DI PIOMBINO CET/3		Data: 16/05/2007	
Località: PIOMBINO			
Collegamento P. Radio	Apparecchiatura	Pot. Trasm. nom.	Frequenza
Stazione fissa	Motorola MW504AA	25 W	Tx: 442,85 MHz Rx: 442,85 MHz
Strumento di misura: EMR-300 WG		mod. 2244/31	
Tipo di sonda: Electric Field Probe Type 18.0 C		mod. 2244/90.72 100kHz-3GHz	
durata temporale di ogni misura		min. 6 minuti	
Misura 1: con modulazione	posizione: sul tetto della sala controllo CET/3		
	distanza sonda di misura:	15	m
	n° acquisizioni	150	
	intensità del campo elettrico (media temporale)	0,7	V/m
	intensità del campo elettrico (valore max)	1,67	V/m
	deviazione standard	0,383	
	intensità del campo magnetico	1,85	mA/m
	densità di potenza	1,29	mW/m ²

8. Considerazioni e suggerimenti

I limiti di esposizione ai campi elettromagnetici, fissati dal decreto 8 luglio 2003 (20 V/m per frequenze di 3Mhz-3Ghz e 40 V/m per frequenze di 3Ghz-300Ghz) e i valori di attenzione/obiettivi di qualità (6 V/m per frequenze di 100khz-300Ghz), non si applicano ai lavoratori professionalmente esposti, in quanto ad oggi non sono ancora stati emanati i decreti attuativi che definiscono i limiti di esposizione, vedasi anche la direttiva europea n° 2004/40/CE recepita anche dal nostro Stato e per la quale devono essere attuate le disposizioni legislative entro il 30 aprile 2008. In assenza di limiti di esposizione per i lavoratori professionalmente esposti che operano negli impianti all'interno della centrale, in via cautelare si fa riferimento ai limiti di esposizione previsti per la popolazione dal sopraccitato decreto.

9. Conclusioni

Dalla lettura dei dati relativi ai campi elettromagnetici ad alta frequenza (100kHz - 3GHz) misurati all'interno della



Edison Spa

**Business Unit Asset
Energia Elettrica**

Manuale di Operazione	Documento ST 255 PB
Relazione Tecnica	Revisione 0 Pagina 12 di 12

normativa di riferimento attuale, i valori massimi misurati sono al di sotto non solo dei limiti di esposizione ma anche dei valori di attenzione/obiettivi di qualità fissati per la popolazione dal DPCM 08/07/2003. La tabella seguente riassume i valori medi riscontrati, sulla base delle misure effettuate nell'arco temporale di 6 minuti. I rilievi effettuati in sala controllo nei pressi delle apparecchiature trasmettenti non hanno prodotto livelli di campo significativi.

CTE Piombino CET/3

intensità campo elettrico val. med.	0,7 V/m
intensità campo magnetico val. med.	0,00185 A/m
densità di potenza val. med.	0,00129 W/m²