



RP\_006\_08\_SE

**POLAB**

LABORATORIO ELETTROMAGNETICO

**RAPPORTO DI PROVA n. 006\_08\_SE**

**Misura di efficacia di schermatura alle onde elettromagnetiche  
su stuoia coprimaterasso in cotone  
contenente tessuto conduttivo.**

**CLIENTE:****DUEMME FAMILY S.R.L.**Via A. Bozzi, 1  
48100 Ravenna**COMMESSA:****CO006\_08\_SE** del 26/02/2008**NORME DI RIFERIMENTO:****MIL STD 285**  
**IEEE Std 299-1997**

E' vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta di *POLAB S.r.l.*  
Tutte le pagine del presente documento sono volutamente lasciate in bianco sul retro.

**Data** 18/03/2008**Redazione****Approvazione**

POLAB LABORATORIO ELETTROMAGNETICO S.R.L.

POLO TECNOLOGICO

Via M. Giuntini, 13 - 56023 Navacchio (PI) - T: +39 050 754225 - F: +39 050 754226 - P.iva 01580190500 - www.polab.it



POLO TECNOLOGICO

## INDICE

<b>CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
1.1 - Identificazione del cliente.....	3
1.2 - Identificazione degli apparati in prova.....	3
1.3 - Scopo .....	3
<b>CAPITOLO 2 - RIFERIMENTI E DEFINIZIONI.....</b>	<b>4</b>
2.1 - Documenti Applicabili.....	4
2.1.1 - Norme di prodotto.....	4
2.2 - Metodo di prova.....	4
2.3 - Definizioni e glossario dei termini.....	5
2.4 - Unità di misura.....	6
<b>CAPITOLO 3 - PROVE EFFETTUATE.....</b>	<b>8</b>
3.1 - Luogo di effettuazione delle misure.....	8
3.2 - Elenco delle prove effettuate.....	8
3.3 - Misure di schermatura.....	8

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Identificazione del cliente

Cliente: **DUEMME FAMILY S.R.L.**  
Indirizzo: Via A. Bozzi, 1  
48100 Ravenna

### 1.2 Identificazione degli apparati in prova

EUT n°: 1  
Marca: Duemme Family  
Modello: Dispositivo Biomagnetico  
N° serie: --  
Id. Laboratorio: EUT\_006\_08\_SE  
Descrizione: Stuoia coprimaterasso contenente tessuto conduttore e bande magnetiche.  
Caratteristiche: Le misure di schermatura vengono effettuate su di una stuoia di dimensioni 60 x 80 cm..

### 1.3 Scopo

Scopo delle attività è quello di valutare l'efficacia di schermatura dell'EUT ai campi magnetici, elettrici ed elettromagnetici, nella banda di frequenze compresa fra 100 kHz e 18 GHz.

## 2 RIFERIMENTI E DEFINIZIONI

### 2.1 Documenti Applicabili

#### 2.1.1 Norme di prodotto

MIL STD 285	“Method of Military standard attenuation measurements for enclosures, electromagnetic shielding, for electronic test purposes.” (1956)
IEEE Std 299-1997	IEEE Standard method for measuring the effectiveness of electromagnetic shielding enclosures.

### 2.2 Metodo di prova

Le misure vengono effettuate utilizzando l'apposita apertura situata nella parete della camera schermata del laboratorio Polab.

Le due antenne interna ed esterna vengono poste simmetricamente rispetto alla parete della camera, ad una altezza dal piano di terra di riferimento rispettivamente di 158 e 188.5 cm, in modo da essere allineate con il centro dell'apertura stessa.

Le antenne a stilo o a *loop* attiva e passiva usate nella banda 100 kHz – 30 Mhz distano dalla parete della camera 50 cm.

Le antenne biconica e bic-log usate nella banda 30 - 200 Mhz distano dalla parete della camera 50 cm.

Le antenne logperiodica e bic-log usate nella banda 200 - 1000 Mhz distano dalla parete della camera 50 cm.

Le antenne logperiodica e double ridge horn usate nella banda 1 - 18 Ghz distano dalla parete della camera 50 cm.

L'antenna in trasmissione ( collegata ad un amplificatore ed ad un generatore di segnale) è situata all'interno della camera mentre quella in ricezione (collegata ad un analizzatore di spettro) è posta all'esterno della camera stessa.

La procedura considerata consiste in due misure, la prima viene effettuata con la finestra aperta (*reference*) e la seconda con la finestra coperta dal materiale schermante (*coupling*); in entrambe le misure il segnale trasmesso è un'onda sinusoidale non modulata e quello misurato è il valore di tensione ricevuto dall'analizzatore di spettro.

Il rapporto tra le due misure corrisponde all'efficacia di schermatura dell'EUT considerato.

***SE = coupling/reference***

**Nota 1 :** L'EUT viene fissato alla finestra tramite una cornice in alluminio dotata guarnizione metallica che assicura un buon contatto elettrico lungo tutto il perimetro.

**Nota 2:** L'efficacia di schermatura espressa in decibel ( dB ) viene calcolata applicando la formula

$$SE_{dB} = reference_{dB} - coupling_{dB}$$

con *reference* e *coupling* misurati in dBm o dBµV, ed espressa in valori positivi. ( vedi § 2.3. )

## 2.3 Definizioni e glossario dei termini

EUT	Apparato (campione) in prova (Equipment under test)
EMC	Compatibilità Elettromagnetica (Electromagnetic Compatibility)
EMI	Interferenza Elettromagnetica (Electromagnetic Interference)
E	Campo elettrico
H	Campo Magnetico
SE	Efficacia di schermatura (shielding effectiveness)

Nota: L'efficacia di schermatura è il rapporto di attenuazione che si ha tra i livelli di campo elettromagnetico misurati in assenza ed in presenza di un materiale schermante (supposto di estensione infinita), quando questo viene irradiato da un'onda elettromagnetica.

L'efficacia di schermatura, espressa in dB, viene espressa come segue.

$SE(dB) = 20 \text{ Log } E_2 / E_1$  considerando la componente di campo elettrico e di onda piana (\*)

$SE(dB) = 20 \text{ Log } H_2 / H_1$  considerando la componente di campo magnetico

$SE(dB) = 10 \text{ Log } W_2 / W_1$  considerando la potenza trasportata dall'onda piana (\*)

(  $E_2$ ,  $H_2$  e  $W_2$  sono i valori misurati in assenza del materiale schermante, mentre  $E_1$ ,  $H_1$  e  $W_1$  sono i valori misurati in presenza del materiale schermante )

**Onda piana**      Onda elettromagnetica che presenta un fronte d'onda piano.

Nota: L'onda piana, che è possibile definire anche come generata da una sorgente posta a distanza infinita, è un concetto teorico che in realtà si ottiene solo come approssimazione.

Nell'onda piana in spazio vuoto il campo magnetico e quello elettrico sono legati dalla relazione:

$$E \text{ (V/m)} / H \text{ (A/m)} = 120 \pi \text{ (Ohm)} \approx 377 \text{ (Ohm)}$$

Per le applicazioni oggetto del presente documento, l'onda si può ritenere piana ad una certa distanza dalla sorgente emittente, generalmente superiore a qualche lunghezza d'onda, allorché i campi magnetico ed elettrico sono in relazione fra di loro secondo la formula sopra descritta.

La lunghezza d'onda è pari alla velocità della luce diviso la frequenza:

$$\lambda = c/f$$

con  $\lambda$  = lunghezza d'onda espressa in metri,  $c$  = velocità della luce = 300.000.000 m/s,  $f$  = frequenza espressa in Hz.

Nel caso di onda piana l'efficacia di schermatura di campo elettrico coincide con quella di campo magnetico.

## 2.4 Unità di misura

V/m	Volt per metro – Campo elettrico (E)
$\mu\text{V/m}$	microvolt per metro – Campo elettrico (E)
A/m	Ampere per metro – Campo magnetico (H)
$\mu\text{T}$	microTesla – Campo magnetico
$\text{W/m}^2$	Watt al metro quadro – Densità di potenza
dB	decibel – Espressione in scala logaritmica di un rapporto di grandezze.

Nota: nel caso specifico indica il logaritmo del rapporto fra le densità di potenza dei campi elettromagnetici, moltiplicato per dieci, oppure il logaritmo del rapporto fra i livelli dei campi elettromagnetici, moltiplicato per venti. Per comodità si riportano in tabella alcune corrispondenze.

dB	Rapporto fra i livelli di campo elettrico o magnetico (V/m, A/m)	rapporto fra le potenze del campo elettromagnetico ( $\text{W/m}^2$ )
0	1	1
1	1.12	1.26
2	1.26	1.58
3	1.41	2.00
5	1.78	3.16
6	2.00	3.98
10	3.16	10
15	5.62	31.6
20	10	100
25	17.8	316
30	31.6	1000
40	100	10000
50	316	100000
60	1000	1000000

dBm

decibel riferito ad un milliWatt ( Potenza ).

Per comodità si riportano in tabella alcune corrispondenze.

dBm	Potenza in mW
0	1
1	1.26
2	1.58
3	2.00
5	3.16
6	3.98
10	10
15	31.6
20	100
25	316
30	1000 ( 1 W )
40	10000 ( 10 W )
50	100000 ( 100 W )
60	1000000 ( 1 kW )

**dB $\mu$ V/m**

decibel riferito ad un microvolt per metro (Campo elettrico).  
Per comodità si riportano in tabella alcune corrispondenze:

<b>dBmV/m</b>	<b>Campo elettrico in mV/m</b>
0	1
1	1.12
2	1.26
3	1.41
5	1.78
6	2.00
10	3.16
15	5.62
20	10
25	17.8
30	31.6
40	100
50	316
60	1000 ( 1 mV/m )
80	10000 ( 10 mV/m )
100	100000 ( 100 mV/m )
120	1000000 ( 1 V/m )

Hz           Hertz – Cicli al secondo - Frequenza  
kHz         kiloHertz – Migliaia di cicli al secondo - Frequenza  
MHz         megaHertz – Milioni di cicli al secondo - Frequenza  
GHz         gigaHertz – Miliardi di cicli al secondo – Frequenza

### 3 PROVE EFFETTUATE

#### 3.1 Luogo di effettuazione delle misure

Le misure sono state effettuate presso il laboratorio Polab.

#### 3.2 Elenco delle prove effettuate

Tipo di prova	Data di prova	Range di frequenza
SE, campo elettrico	18.03.2008	0.1 – 30 Mhz
SE, campo magnetico	18.03.2008	0.1 – 30 Mhz
SE, campo elettrico e onda piana	18.03.2008	30 – 2500 Mhz
SE, campo onda piana	18.03.2008	1 – 18 Ghz

#### 3.3 Misure di schermatura

**Data:** 18 Marzo 2008.

**Luogo:** Laboratorio Polab.

**Condizioni ambientali:** T 20.0°C, U.R. 54 %

**Norma tecnica:** Si applica il metodo indicato nelle norme al §. 2, esteso in funzione dalla banda di frequenza necessaria.

**Configurazione EUT:** Il campione in prova, di dimensioni 60 x 80 cm, viene fissato in corrispondenza dell'apertura nella parete della camera schermata ( che ha dimensioni 40 x 60 cm ), e tenuto in posizione dalla apposita cornice rettangolare. La polarizzazione delle antenne è orizzontale.

**Modalità operative:** Vedi § 2.2.

**Risultati:** I risultati delle misure sono esposti nei grafici e nelle tabelle riportati di seguito.

#### Strumentazione utilizzata:

Tipo	Sigla	Marca - Modello
Analizzatore di spettro 50 Mhz – 22 GHz	SM PT 040 U	Hewlett-Packard 8569B
Analizzatore di spettro 20 Hz – 2.9 GHz	SM PO 200 U	Hewlett-Packard 8560A
Analizzatore di spettro 100 Hz – 1.5 GHz	SM PT 030 S 01	Hewlett-Packard 8568B
Preselector	SM PT 030 S 02	Hewlett-Packard HP85685A
Quasi-Peak Adapter	SM PT 030 S 03	Hewlett-Packard HP85650A
Generatore di segnali 9 kHz – 2.5 GHz	SM PT 107 U	IFR 2025
Analizzatore di reti vettoriali 50 GHz	SM PO 213 U	Agilent 8510C
Preamplificatore 50 Mhz – 20 GHz	AC PT 033 U	Spin
Amplificatore 26Mhz-1Ghz	SM PT 105 U	Ophir 5041
Amplificatore 10Khz-200Mhz	SM PT 106 U	Ophir 5048
Antenna biconica 26Mhz-200(300)Mhz	SM PT 115 U	Electro-Metrics EM-6912A
Antenna log-periodica 200(300)-1(3)Ghz	SM PT 116 U	Electro-Metrics EM-6950
Antenna Bic-Log 26Mhz-1(3)Ghz	SM PT 117 U	Electro-Metrics EM-6917B-1
Antenna log-periodica 1Ghz-18Ghz	SM PT 118 U	Electro-Metrics EM-6952
Antenna tromba 1Ghz-18Ghz	SM PT 119 U	Electro-Metrics EM-6961
Antenna active loop 1 kHz - 30 MHz	SM PT 025 U	EMCO 6502
Antenna Active monopole 30 Hz - 50 MHz	SM PT 024 U	EMCO 3301B
Antenna passive loop 1 kHz - 30 MHz	SM PT 023 U	EMCO 6509
Antenna passive rod 1 kHz - 30 MHz	SM PT 022 U	EMCO 3303
Camera Schermata 9x6x6 m.	SM PT 126 U	Selint-Siepel



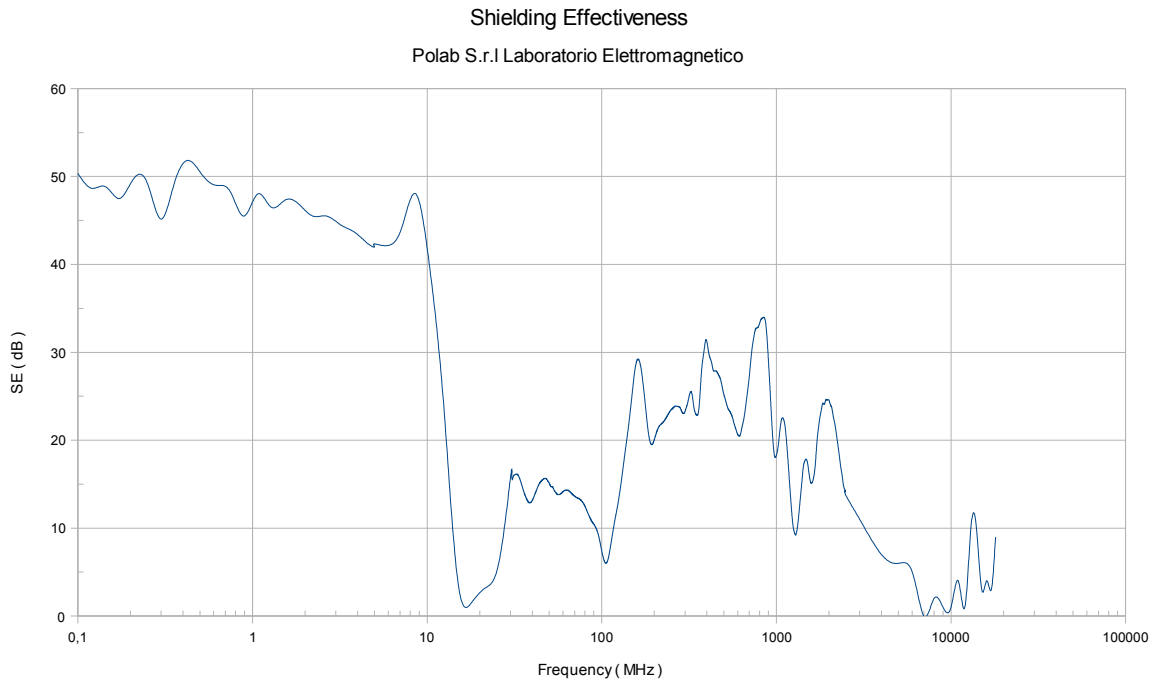


Figura 1 Grafico dell'efficacia di schermatura ( campo elettrico ed onda piana )

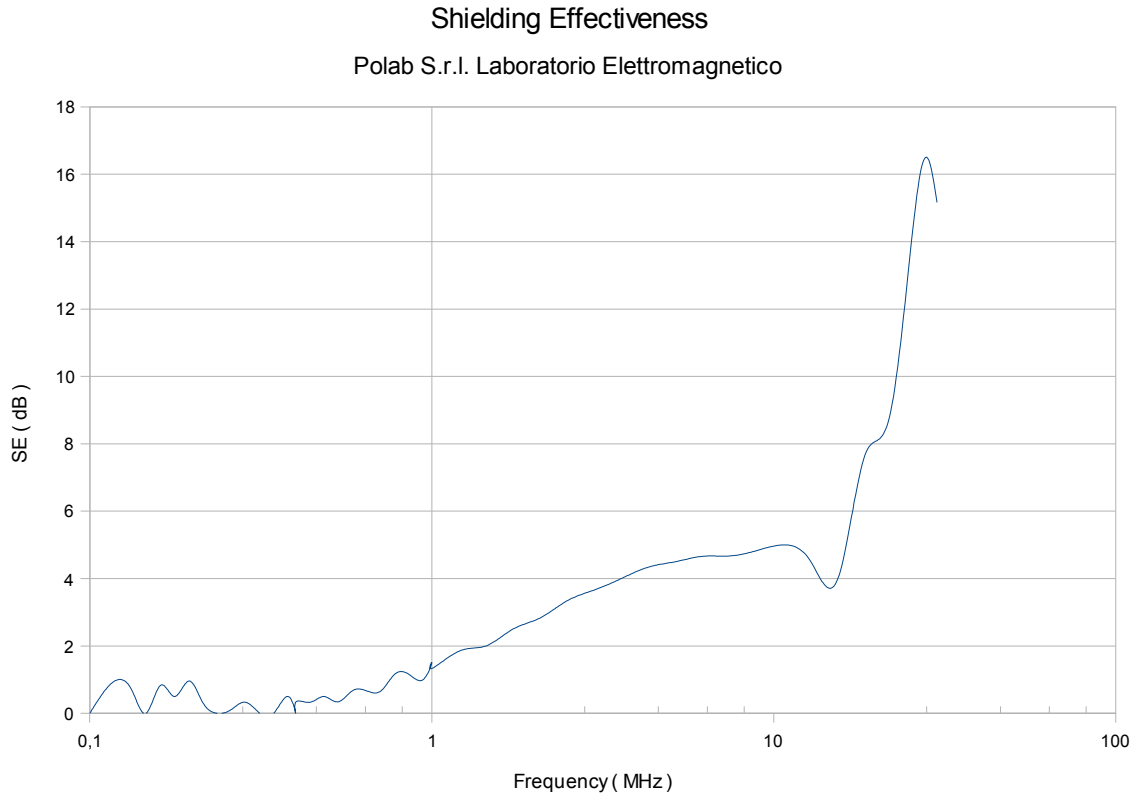


Figura 2 Grafico dell'efficacia di schermatura ( campo magnetico )

## Shielding Effectiveness

Polab S.r.l. Laboratorio Elettromagnetico

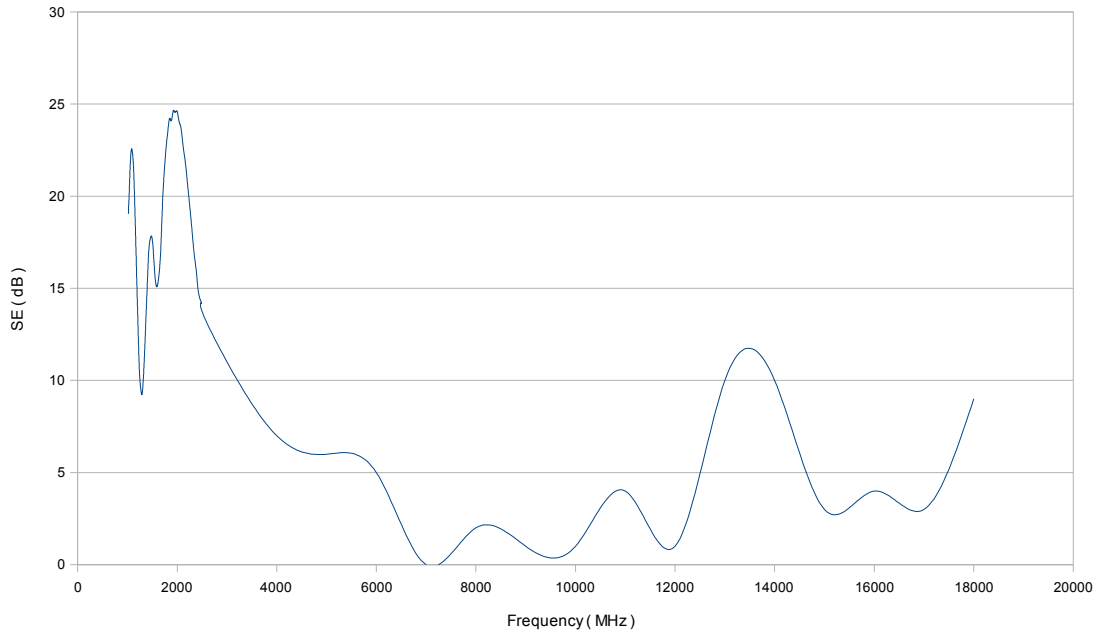


Figura 3 Grafico dell'efficacia di schermatura ( onda piana, frequenze maggiori di 1000 MHz )

Tabella 1: Valori di efficacia di schermatura media in talune bande di frequenza

Bande di frequenza (Mhz)	efficacia di schermatura MEDIA espressa in dB	rapporto di attenuazione dell'ampiezza del campo elettromagnetico	rapporto di attenuazione della potenza del campo elettromagnetico
100kHz – 1MHz	49	1/270	1/74000
1MHz – 10 MHz	45	1/170	1/29000
10MHz – 30MHz	9	1/3	1/8
30MHz – 100MHz	14	1/5	1/23
100MHz – 1200MHz	23	1/14	1/190
1200MHz – 18000MHz	14	1/5	1/25