# IL SISTEMA APPLICATORE *IN VITRO* PER IL PROGETTO EUROPEO "CEMFEC"

G. d'Ambrosio, G. De Prisco, R. Massa.
Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, Via Claudio, 80125 Napoli, Italy
guglielmo.dambrosio@unina.it

**Abstract:** *The european CEMFEC project (Combined effects of ElectroMagnetic Fields and Environmental Carcinogens) is based on both in vitro and in vivo laboratory 900 MHz exposures. In this work we present the results of the numerical and experimental dosimetry carried out for the choice of the most suitable in vitro exposure device.*

**INTRODUZIONE:** Il progetto europeo CEMFEC (Combined Effects of ElectroMagnetic Fields and Environmental Carcinogens) prevede esposizioni controllate in laboratorio, alla frequenza di 900 MHz, sia *in vivo*, sia *in vitro*. Guide d'onda rettangolari sono state scelte come struttura di base del sistema per le esposizioni *in vitro*. Sono stati preferiti componenti commercialmente disponibili, riducendo al minimo indispensabile le parti realizzate *ad hoc*, ed il sistema ha potuto essere realizzato assemblando in maniera semplice un numero limitato di parti. Nella fase realizzativa iniziale le scelte sono state guidate dai risultati di misure condotte sulle prime strutture provate, mentre le simulazioni numeriche hanno determinato la configurazione definitiva. La stabilità termica del sistema applicatore è stata conseguita mediante circolazione esterna di acqua in un tubo flessibile (8 mm di diametro interno, 30 metri di lunghezza) strettamente avvolto alla guida d'onda e connesso ad un bagno termostatico (± 0.1°C) Colora WK5DS.

**MISURE ESTERNE IN CONDIZIONI DI CARICO ADATTATO E DI CORTO CIRCUITO:** L'applicatore è stato realizzato in guida d'onda rettangolare 248 mm x 124 mm (SAIREM). I primi contenitori potacampione provati sono stati una coppia di fiasche rettangolari di plastica di dimensioni interne 91 mm x 83 mm x 37 mm

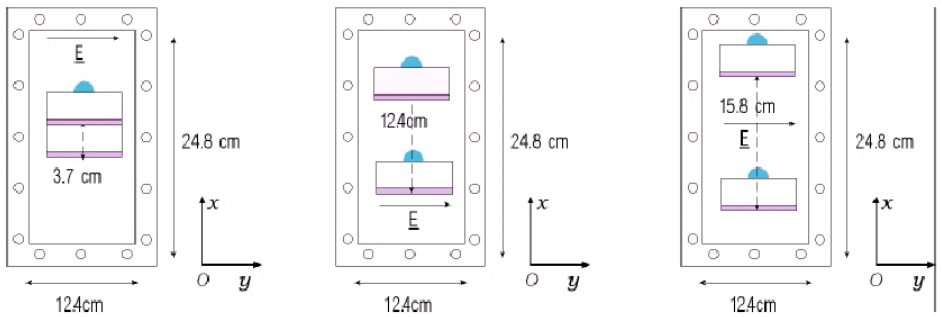


Fig. 1: Diverse configurazioni con campo elettrico orizzontale

I campioni utilizzati in questa fase erano uno strato liquido (acqua oppure D-mem) di circa 2 mm di spessore per un volume di 15 ml in ciascuna fiasca. La posizione delle fiasche nella guida era assicurata da blocchi di polistirolo espanso opportunamente dimensionati, e sono state realizzate configurazioni nelle quali il campo elettrico incidente (modo fondamentale in guida vuota) risultava orizzontale (parallelo allo strato liquido, Fig.1), e configurazioni con il campo elettrico verticale (perpendicolare allo strato liquido). La misura sulla banda 800 MHz – 1000 MHz, mediante analizzatore vettoriale di reti (Wiltron Anritsu 37269B), dei coefficienti di riflessione ($s_{11}$) e trasmissione ($s_{21}$) ha permesso di valutare il rendimento (efficienza) globale dell'applicatore, inteso come potenza dissipata per unità di potenza incidente.
In accordo con le previsioni si è verificata la massima potenza assorbita con campo elettrico orizzontale e campioni localizzati entrambi nella zona del massimo del campo incidente (Fig.2). Misure e valutazioni dello stesso tipo sono state anche effettuate per un gruppo di quattro campioni da 8 ml ciascuno.

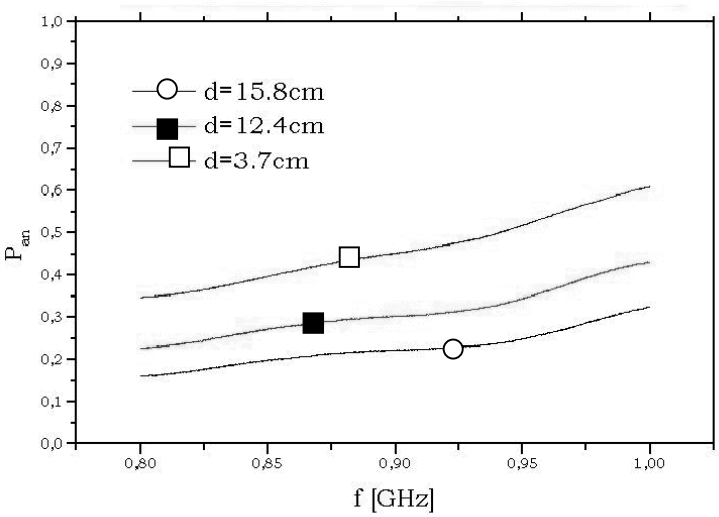


Fig. 2 : Rendimento dell'applicatore (potenza assorbita normalizzata a quella incidente)

**VALUTAZIONI TERMICHE DELLA POTENZA ASSORBITA SPECIFICA (W/kg):** La potenza assorbita per unità di massa (SAR) è stata valutata mediante misure di temperatura in condizioni di elevata (1 W) potenza incidente. Sono state registrate le curve di riscaldamento in nove punti del campione (15 ml) mediante sonde in fibra ottica (FISO) e termometro elettronico (FISO UMI 4) controllato da calcolatore (Fig.3).

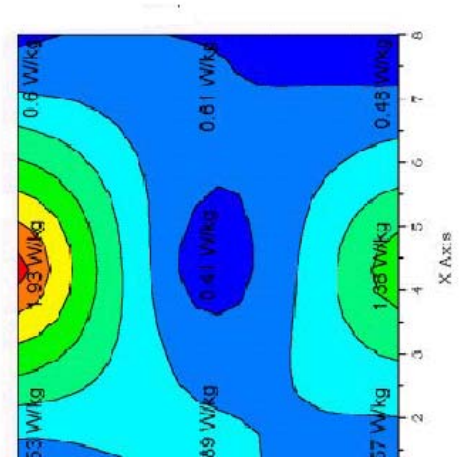


Fig. 3 : distribuzione di SAR ricavata da misure di temperatura in nove punti .

**VALUTAZIONI NUMERICHE E CONCLUSIONI:** Le valutazioni numeriche sono state realizzate mediante programmi di calcolo basati sulla Tecnica della Integrazione Finita (FIT); l'accordo con le distribuzioni di SAR rilevate termicamente (Fig.3) è risultato soddisfacente (Fig.4). Sono state analizzate sia le configurazioni con due fiasche (campioni da 15 ml ciascuno), sia quelle con quattro fiasche da 8 ml. Un dettagliato confronto tra le diverse configurazioni è stato condotto sulla base della descrizione statistica dei livelli di SAR, in termini di distribuzione delle frequenze e di frequenze cumulative (Fig.5 e Fig.6).
Il miglior compromesso tra rendimento specifico (SAR medio per 1 W di potenza incidente) e uniformità spaziale della potenza assorbita (SAR locale) è risultato verificarsi per polarizzazione orizzontale del campo elettrico e in condizioni di terminazione adattata. Nel caso delle due fiasche il rendimento è risultato di 13.6 W/kg/W, con una disuniformità di SAR di circa il 35% (scarto tipo/valor medio). Nel caso di quattro fiasche il rendimento è risultato di 5.6 W/kg/W, con una disuniformità ridotta al 15%.

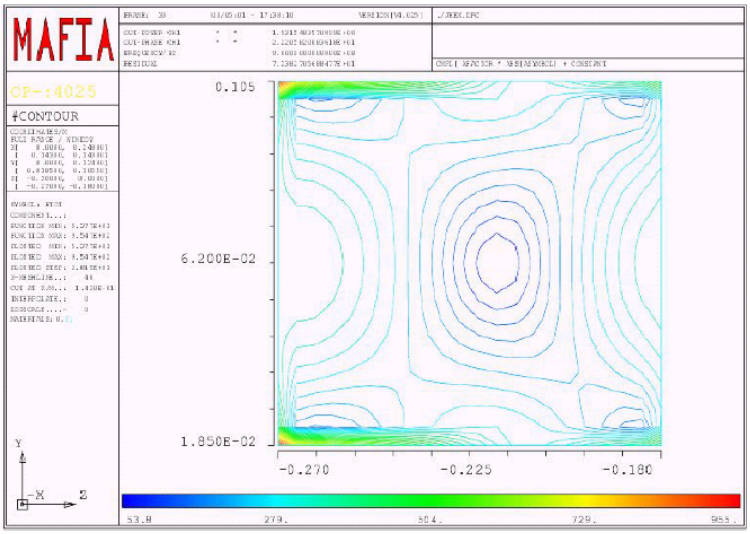


Fig. 4 : distribuzione di SAR calcolata

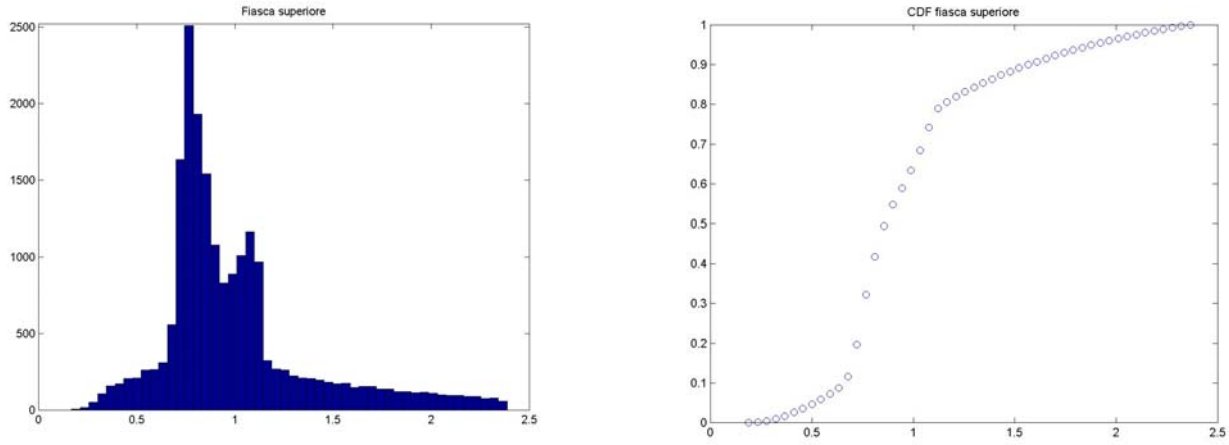


Fig. 5 : distribuzione delle frequenze (PDF) di SAR e frequenze cumulative (CDF) per campioni da 15 ml

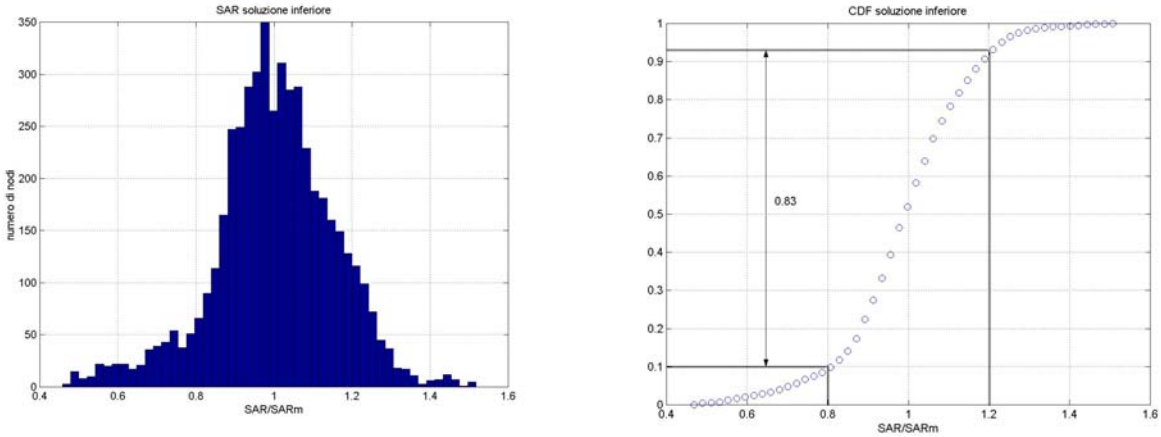


Fig. 6 : distribuzione delle frequenze (PDF) di SAR e frequenze cumulative (CDF) per campioni da 8 ml