Azienda Sanitaria delle Zone:
Senese, Alta Val d'Elsa, Val di Chiana, Amiata Senese

Dipartimento di Prevenzione - U.F. Igiene e Tossicologia
LABORATORIO DI SANITA' PUBBLICA AREA VASTA TOSCANA SUD EST
. Strada del Ruffolo - 53100 Siena -. Tel 0577 536097 - Fax 0577 536754
u.o. igiene industriale - Laboratorio Agenti Fisici

RAPPORTO DI MISURA
Rilevazione campi elettromagnetici emessi da un apparecchio per la stimolazione transcranica modello Magstim 200

A cura di: Andrea Bogi, Nicola Zoppetti, Iole Pinto

L'indagine è stata condotta nell'ambito del Piano Mirato Agenti Fisici approvato con Decreto Regione Toscana N. 5888 del 01/12/2008 recepita con Delibera AUSL 7 Siena n. 140 del 12/03/2009
Scopo del *Piano Mirato Agenti Fisici* è quello di realizzare un efficace strumento informativo a livello regionale, consultabile in Internet, contenente indicazioni operative, banche dati, aggiornamenti tecnico normativi sugli Agenti Fisici e che orienti gli attori aziendali della sicurezza ad una risposta corretta ai fini della prevenzione e protezione del rischio da AGENTI FISICI: Rumore, Vibrazioni, Campi Elettromagnetici Non Ionizzanti, Radiazioni Ottiche, Ultrasuoni.

Nell'ambito del progetto è stata effettuata una ricognizione preliminare degli apparati potenzialmente a rischio presenti sul territorio regionale. A tal fine è stato utilizzato come riferimento lo standard EN 50499: "Procedure per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a campi elettromagnetici", recepito nell'ambito del documento Conferenza Regioni – Ispesl *Prime indicazioni applicative del Decreto legislativo 81/2008, Titolo VIII; Prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione a campi elettromagnetici nei luoghi di lavoro* (dicembre 2008)

Apparati e macchinari oggetto dell'indagine

Si riportano nel seguito i risultati delle valutazioni del rischio da esposizione a campi elettromagnetici ai fini della tutela dei lavoratori, effettuati dai tecnici dello scrivente Laboratorio a seguito delle indagini effettuate in data 12 novembre 2009.
Le indagini si sono focalizzate sulla macchina per la stimolazione transcranica i cui dati tecnici sono di seguito riportati:

Produttore	The Magstim Company Limited
Modello	Magstim 200
Tipo di emissione	Impulso singolo con tempo di salita circa 100 µs, durata circa 1 ms

Dati attuatore:
- modello: HP 90mm
- forma: circolare
- numero avvolgimenti: 14
- diametro interno: 67mm
- diametro esterno: 126mm
- induttanza: 23 µH
- corrente massima: 9740A

Metodiche di misura .
Le misure di campo magnetico sono state effettuate con una banda passante da 1 Hz a 400 KHz. e risposta in frequenza piatta o con risposta in frequenza che ricalca o l'indice ICNIRP 1998 occupazionale o quello per la popolazione. Al fine di effettuare una valutazione dosimetrica, nei punti più significativi, è stato acquisito anche il segnale temporale.

Le metodiche di misura adottate sono conformi a quanto prescritto dalla vigente normativa, ed in accordo con i criteri dettati dall'ICNIRP.

Strumentazione utilizzata:
La strumentazione utilizzata è stata un rivelatore NARDA modello ELT 400, con sonda esterna da $3cm^2$.

Condizioni di misura
Sono state simulate le abituali condizioni di funzionamento della macchina, evitando però l'esposizione del paziente. A tal fine un contenitore in plastica da 3litri riempito con una soluzione 0.01 molare di NaCl in acqua è stato posto nella posizione normalmente occupata dalla testa del paziente. L'attuatore (avente la forma di una spira circolare) è stato posto in contatto con il contenitore e orientato con l'asse parallelo al piano di calpestio. I punti di misura sono stati scelti sia in corrispondenza della posizione normalmente occupata dall'operatore, sia lungo la direzione radiale e assiale dell'attuatore in modo da poter ricostruire la distribuzione spaziale dei campo.

Risultati
Di seguito sono riportati i valori di campo magnetico letti a display con le opzioni Max Hold e Peak. Le distanze che compaiono nella seguente tabella hanno i seguenti significati:
D1: distanza orizzontale lungo l'asse della spira misurata a partire dal contenitore [cm]
D2: distanza orizzontale sul piano della spira a partire approssimativamente dall'asse della spira (centro del contenitore) [cm]
H: distanza verticale dal piano di calpestio [cm]

Tabella 1 Misure di campo in prossimità dell'attuatore (valore di picco, Max Hold)

Punto di misura				Valore campo magnetico (μT)
	D1 [cm]	D2[cm]	H[cm]	
1	4	0	113	667000
2	64	0	113	494
3	96	0	113	153
4	128	0	113	63
5	0	32	113	1827
6	0	64	113	251
7	32	0	141	1378

L'incertezza stimata sulle misure è il 5%.
La distribuzione spaziale del campo magnetico descritta nella precedente tabella e l'andamento nel tempo del segnale sono stati utilizzati per realizzare un modello di sorgente che simuli l'attuatore della transcranica. Con il modello della sorgente è stato calcolato l'indice ICNIRP 98 per i lavoratori e per la

popolazione al variare della distanza (vedi fig. 1) sia lungo l'asse dell'attuatore (asse D1) che radialmente (asse D2).

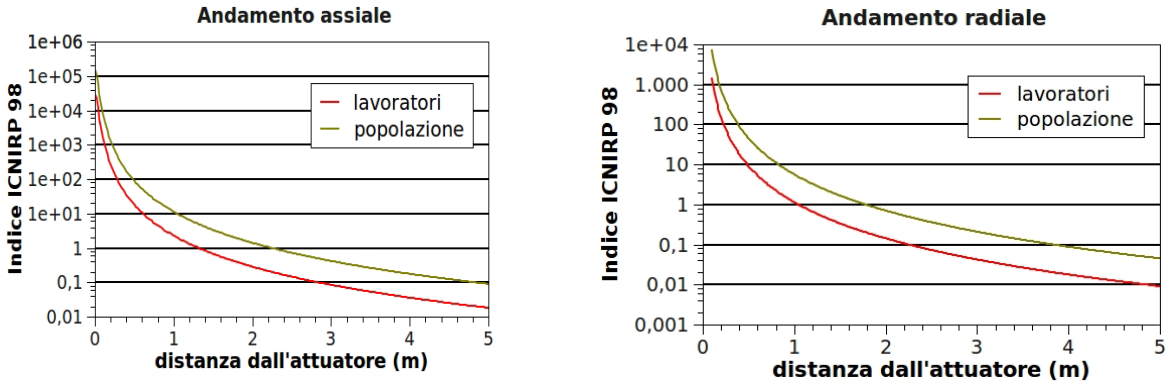

Fig. 1 Andamento con la distanza dell'indice ICNIRP 98 per i lavoratori e per la popolazione lungo l'asse e radialmente all'attuatore.

Il rispetto dei limiti di azione per i lavoratori e dei livelli di riferimento per la popolazione si ha quando il rispettivo indice ICNIRP 98 è minore di 1. In tabella 2 sono riassunti i risultati descritti in figura.

Tabella 2: Distanze di rispetto dei limiti di esposizione.

Indice ICNIRP	Distanza assiale (m)	Distanza radiale (m)
Occupazionale	1,32	1,05
Popolazione	2,25	1,78

Dai risultati ottenuti emerge che:

- ✓ I valori limite per i lavoratori per il campo magnetico sono rispettati a partire da 1.32m lungo la direzione assiale e a partire da 1,05m lungo la direzione radiale dell'applicatore.
- ✓ I livelli di riferimento per la popolazione per il campo magnetico sono rispettati a partire da 2,25m lungo la direzione assiale e a partire da 1,78m lungo la direzione radiale dell'applicatore.

Conclusioni

A seguito di tale valutazione risulta che il macchinario genera campi dispersi superiori sia al valore di riferimento per la popolazione, sia al limite d'azione per i lavoratori. La distanza di superamento lungo la direzione assiale dell'applicatore è maggiore di quella lungo la direzione radiale. Per precauzione si considera la prima. Come conseguenza, durante il funzionamento della macchina l'operatore deve trovarsi ad una distanza dall'applicatore maggiore di 1,32m. Altre persone eventualmente presenti diverse dall'operatore, o da eventuali altri soggetti autorizzati ad assistere il paziente o l'operatore nel corso del trattamento, devono mantenersi ad una distanza dall'applicatore maggiore di 2,25m.

Essendo la durata dell'impulso di circa 1ms e l'intervallo minimo fra due impulsi consecutivi di 1ms (come da manuale d'uso), anche nel caso di doppio impulso le distanze di rispetto dei limiti rimangono invariate, in quanto non c'è sovrapposizione fra gli impulsi.
Nel caso che i due impulsi vengano inviati contemporaneamente, la sovrapposizione è completa e le distanze di rispetto dei limiti devono essere aumentate. La distanza minima per gli operatori diventa 1,70m, mentre per le altre persone diventa 2,8m.
Al fine di prevenire il superamento dei valori limite di esposizione nelle vicinanze dell'applicatore sarà necessario mettere in atto idonee misure di tutela per gli operatori. In particolare dovranno essere adottate misure organizzative e procedurali per evitare che l'addetto avvicini il tronco o il cranio a meno di 1,32 m dall'applicatore (1,7m nel caso di due impulsi contemporanei). Si consiglia di usare ad esempio un'asta come quella presente nel catalogo dello stesso produttore dello strumento, per mantenere in posizione l'attuatore. In questo modo l'impulso può essere comandato direttamente dal macchinario posto a distanza di sicurezza.
Gli operatori che si trovino a dover esporre tronco o cranio a seguito di operazioni da effettuarsi nella zona dove si è evidenziato il superamento dei valori di azione, dovranno essere considerati professionalmente esposti a campi elettromagnetici e per questi dovranno essere messe in atto le misure di tutela prescritte dalla vigente normativa ed in particolare:

- valutazione dell'idoneità di esposizione a campi elettromagnetici da parte del medico competente;
- formazione sul rischio da esposizione a CEM e addestramento sulle idonee procedure di lavoro da adottare al fine di ridurre l'esposizione.

Al fine di prevenire l'esposizione di soggetti con controindicazioni all'esposizione a campi elettromagnetici, dovrà essere affissa idonea segnaletica in prossimità del macchinario. Inoltre i lavoratori dovranno essere formati sugli effetti indiretti dell'esposizione e sulle controindicazioni all'esposizione relative ed assolute.

Segnaletica per soggetti con controindicazioni ai campi elettromagnetici

Segnaletica per divieto di introdurre oggetti metallici

Segnaletica per pericolo per campi elettromagnetici variabili nel tempo

Misure di tutela per i lavoratori

A seguito di tale valutazione appare necessario che vengano messe in atto le seguenti misure di tutela:

- Uso di un'asta per mantenere in posizione l'attuatore in modo da comandare l'impulso direttamente dal macchinario posto a distanza di sicurezza.
- Gli operatori che si trovino nella condizione di dover esporre tronco o cranio a seguito di operazioni da effettuarsi nella zona dove si è evidenziato il superamento dei valori di azione, dovranno essere considerati professionalmente esposti a campi elettromagnetici e per questi dovranno essere messe in atto le misure di tutela specifiche prescritte dalla vigente normativa ed in particolare:
  - ✓ valutazione dell'idoneità di esposizione a campi elettromagnetici da parte del medico competente e controlli sanitari periodici ; tali controlli non saranno più necessari una volta realizzate le schermature di cui al precedente punto
  - ✓ formazione sul rischio da esposizione a CEM e addestramento sulle idonee procedure di lavoro da adottare al fine di ridurre l'esposizione per tutti gli operatori che, a qualsiasi titolo, si trovino ad operare in prossimità del macchinario.
- Al fine di prevenire l'esposizione di soggetti con controindicazioni all'esposizione a campi elettromagnetici, dovrà essere affissa idonea segnaletica in prossimità del macchinario.
- Tutti i lavoratori dovranno essere formati sugli effetti indiretti dell'esposizione e sulle controindicazioni all'esposizione relative ed assolute.