

aidii

*Atti del*

# 38° Congresso Nazionale di Igiene Industriale e Ambientale



Cagliari 22 – 24 giugno 2022

*Hotel Regina Margherita*

  
aidii  
LA CULTURA DELLA PREVENZIONE

**A cura di** Bianca Patrizia Andreini, Maria Cristina Aprea, Michele Buonanno, Mariella Carrieri, Andrea Cattaneo, Anna Cenni, Gianandrea Gino, Piero Lovreglio, Sergio Luzzi, Andrea Martinelli, Paolo Sacco, Andrea Spinazzè, Giovanna Tranfo

**Comitato organizzatore** Marcello Campagna, Andrea Cattaneo, Francesco D'Alessandro, Stefania Fanni, Cristina Grignani, Sergio Luzzi, Pietro Nataletti, Igor Portoghese

**Comitato scientifico** Bianca Patrizia Andreini, Maria Cristina Aprea, Michele Buonanno, Marcello Campagna, Mariella Carrieri, Andrea Cattaneo, Anna Cenni, Pier Luigi Cocco, Gianandrea Gino, Piero Lovreglio, Sergio Luzzi, Andrea Martinelli, Paolo Sacco, Andrea Spinazzè, Giovanna Tranfo

### Segreteria organizzativa AIDII ETS

Cristina Grignani, Stefania Fanni  
Via G.B. Morgagni, 32 – 20129 Milano  
Telefono 02. 20 24 09 56 – Fax 02. 20 24 17 84  
e-mail: congressi@aidii.it

### Sede e data del congresso

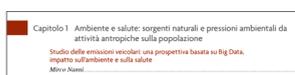
22 – 24 giugno 2022  
Hotel Regina Margherita  
Viale Regina Margherita, 44  
09124 Cagliari

### Note per la lettura degli ATTI

Per rendere agevole la lettura degli Atti e il reperimento dei singoli articoli, l'intero PDF è stato indicizzato. È dunque possibile visualizzare qualunque contributo nei seguenti modi:

- dal pannello **Segnalibri** cliccando sulla destinazione desiderata;

- dall'**indice**:

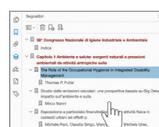


- dall'**indice degli autori**.

Indice degli Autori		
A	Francesca Baggio et al. (1, 16)	Paolo Sacco (1, 16)
	Anna Cenni (1, 16)	Andrea Cattaneo (1, 16)
	Andrea Martinelli (1, 16)	Andrea Spinazzè (1, 16)
	Mario Nanni (1, 16)	

In qualunque momento si può tornare all'indice;

- dal pannello **Segnalibri**;
- cliccando in alto a destra da ogni pagina;
- dalla pagina di apertura di ciascun capitolo.



Proprietà letteraria riservata 2022 AIDII ETS ISBN 978-88-86293-43-3

20129 Milano • Via G.B. Morgagni, 32 • Telefono 02 20 24 09 56 • fax 02 20 24 17 84

aidii@aidii.it www.aidii.it

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta senza la preventiva autorizzazione scritta dell'editore. Quanto espresso nei lavori è di esclusiva responsabilità degli autori, così come l'accuratezza delle citazioni.

**Coordinamento redazionale** Cristina Grignani, AIDII ETS **Realizzazione grafica** notorius\_pavia

Associazione Italiana Degli Igienisti Industriali per l'Igiene Industriale e per l'Ambiente -

**AIDII ETS** Ente del Terzo Settore con personalità giuridica - Decreto Dirigenziale prot. 1207 del 14/02/2022

### Si ringraziano

sponsor ufficiali



sponsor platinum



sponsor gold



# Interconfronto tra strumenti di misura utilizzati per la valutazione di segnali complessi di campi elettromagnetici mediante il metodo del picco ponderato

GIANCARLO BURRIESCI<sup>1</sup>, ANDREA BOGI<sup>2</sup>, MORENO COMELLI<sup>3</sup>, SIMONA D'AGOSTINO<sup>1</sup>, RICCARDO DI LIBERTO<sup>4</sup>, ROSARIA FALSAPERLA<sup>1</sup>, MARCO VALENTINI<sup>1</sup>, NICOLA ZOPPETTI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> INAIL-DiMEILA, Monte Porzio Catone (RM)

<sup>2</sup> Azienda USL Toscana Sud Est – Laboratorio di Sanità Pubblica Agenti Fisici, Siena

<sup>3</sup> IFAC-CNR, Sesto Fiorentino (FI)

<sup>4</sup> IRCCS Policlinico San Matteo, Pavia

## Introduzione

Nel presente lavoro vengono riportati i risultati di uno studio sperimentale finalizzato alla comparazione di tre strumenti portatili per la misura di campi elettromagnetici (CEM) che implementano il metodo del picco ponderato (WP). La valutazione dell'indice di picco ponderato ( $I_{wp}$ ) è stata effettuata sia sulla base dei limiti adottati dal D. Lgs. 81/08 s.m.i. pertinenti alla protezione dei lavoratori esposti per motivi professionali, sia rispetto ai valori di riferimento indicati dalla Raccomandazione 1999/519/CE, rilevanti ai fini della protezione dei soggetti sensibili, primi fra tutti i portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (DMIA). Gli strumenti esaminati ed i sistemi per la generazione dei segnali sono in dotazione al Laboratorio CEM del DiMEILA-INAIL presso il Centro di Ricerca di Monte Porzio Catone.

## Materiali e Metodi

Per la generazione di segnali impulsivi sono stati utilizzati i seguenti sistemi espositivi:

- spira mono-assiale Teseo PTG-8A (Fig.1 a) alimentata con generatore settato a 100 V e durata dell'impulso pari a 0.5 s;
- sistema in grado di riprodurre i segnali di gradiente di campo magnetico (GF) di risonanza magnetica (MRI) registrati nel corso di campagne di misure effettuate dagli scriventi (Fig.1 b). Il sistema è costituito da: due bobine, scheda *Agilent U2531A*, amplificatore *RCF- HPS2500*. I segnali riprodotti sono due sequenze EPI generate rispettivamente da due apparati: Philips Achieva 1.5 T e Siemens Magnetom Skyra 3 T.

Per le misure sono stati impiegati gli strumenti:

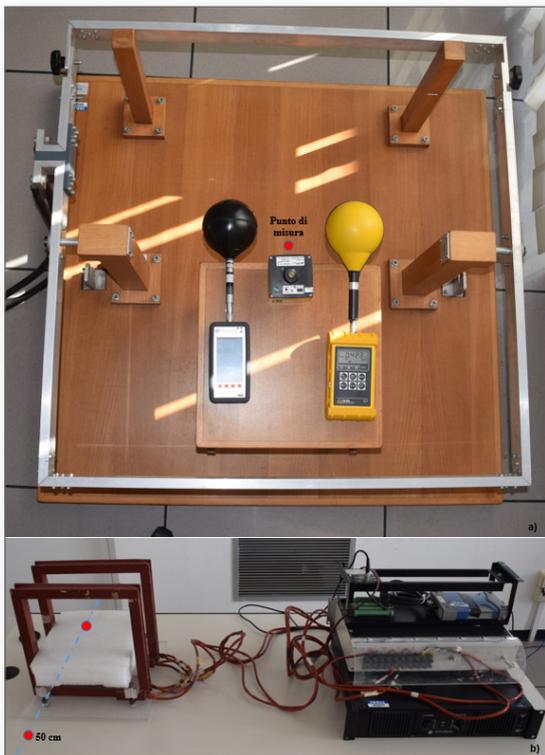
- Narda ELT 400 (1 Hz – 400 kHz) con sonda isotropa da 100 cm<sup>2</sup>;
- Microrad NHT3DL (1 Hz – 1 MHz) con sonda isotropa 33S;
- Narda EHP-50F (1 Hz – 400kHz) (compatto, con sonda isotropa interna).

Sono state eseguite misure di campo magnetico ponendo alternativamente gli strumenti esaminati nei punti di misura evidenziati in rosso in Fig. 1 a) e 1 b), ovvero al centro della bobina Teseo PTG-8A, al centro e a 50 cm di distanza lungo l'asse centrale delle bobine MRI.

I valori  $I_{wp}$  sono stati valutati sulla base sia dei livelli di riferimento indicati nella Raccomandazione 1999/519/CE per la protezione della popolazione sia in riferimento ai Valori di Azione (VA) inferiori e superiori stabiliti dal Capo IV – Titolo VIII del D. Lgs. 81/08 s.m.i..

L'utilizzo del metodo WP è richiesto dal D. Lgs. 81/08 nel caso della valutazione di segnali complessi, caratterizzati da un elevato numero di componenti spettrali. L'indice  $I_{wp}$  può essere definito come il massimo della forma d'onda che si ottiene pesando le ampiezze delle varie componenti spettrali in rapporto ai pertinenti limiti (lavoratori/popolazione) alle frequenze corrispondenti, tenendo conto anche delle fasi delle componenti stesse. Il valore massimo assoluto della forma d'onda così pesata rappresenta l'indice e avrà un valore inferiore a 1 (o al 100% in funzione del criterio di normalizzazione scelto) per garantire la conformità della condizione espositiva.

Nelle varie sessioni di misura la valutazione dell' $I_{wp}$  (nel caso in esame normalizzato al 100%) è stata ripetuta tre volte nella stessa posizione dello strumento e configurazione del segnale (Tabelle I e II).



**Figura 1.** Spira Teseo PTG-8A (a) con al centro i tre strumenti esaminati (Narda ELT 400; Microrad NHT3DL, Narda EHP50F). Sistema progettato e realizzato per la simulazione dei GF di RM (b)

## Risultati e discussione

I risultati delle misure riportati nelle Tabelle I e II risultano coerenti come ordine di grandezza, evidenziando una buona affidabilità degli strumenti nella valutazione dell' $I_{wp}$ .

**Tabella I.** Indici WP riferiti ai diversi limiti indicati, calcolati nel punto di misura all'interno della spira Teseo PTG-8A (Fig.1 a). N.A: indica la coincidenza delle tre letture effettuate in successione sullo stesso strumento

	$I_{wp}$ popolazione (%)	$I_{wp}$ VA inferiori (%)	$I_{wp}$ VA superiori (%)
Narda ELT 400	647 ( $\pm 8$ )	31 ( $\pm 0.5$ )	12 ( $\pm 0.5$ )
Microrad NHT3DL	561 ( $\pm 2$ )	29 $\pm$ N.A.	10 ( $\pm 0.5$ )
Narda EHP 50F	450 ( $\pm 8$ )	23 $\pm$ N.A.	9 $\pm$ N.A.

**Tabella II.** Indici WP riferiti ai diversi limiti indicati, calcolati nei punti di misura delle bobine MRI (Fig.1 b)

	$I_{wp}$ popolazione (%)		$I_{wp}$ VA inferiori (%)		$I_{wp}$ VA superiori (%)		
	0 cm	50 cm	0 cm	50 cm	0 cm	50 cm	
Distanza sonda/ centro bobine	0 cm	50 cm	0 cm	50 cm	0 cm	50 cm	
Narda ELT 400	OFL	173 ( $\pm 1$ )	142 ( $\pm 2$ )	6 ( $\pm 1$ )	122 ( $\pm 2$ )	5.4 ( $\pm 0.2$ )	Philips 1.5 T
	OFL	173,3 ( $\pm 0,5$ )	142 ( $\pm 2$ )	6,1 ( $\pm 0,1$ )	122,1 ( $\pm 0,8$ )	5,4 ( $\pm 0,2$ )	Siemens 3 T
Microrad NHT3DL	3201 ( $\pm 4$ )	148,3 ( $\pm 0,1$ )	112,4 N.A.	5,3 ( $\pm 0,1$ )	95,9 N.A.	4,6 N.A.	Philips 1.5 T
	3198,1 ( $\pm 0,5$ )	148,2 ( $\pm 0,2$ )	112 ( $\pm 1$ )	5,4 N.A.	95,9 N.A.	4,6 N.A.	Siemens 3 T
Narda EHP-50F	2990 ( $\pm 4$ )	169 ( $\pm 2$ )	107 ( $\pm 1$ )	6,3 ( $\pm 0,3$ )	107,2 N.A.	5,5 N.A.	Philips 1.5 T
	2290,6 ( $\pm 0,3$ )	169 ( $\pm 2$ )	107 ( $\pm 1$ )	6,2 ( $\pm 0,2$ )	107,2 N.A.	5,5 N.A.	Siemens 3 T

N.A: indica la coincidenza delle tre letture effettuate in successione sullo stesso strumento

## Conclusioni

Il presente contributo riporta i risultati preliminari di uno studio finalizzato a valutare le potenzialità e i limiti della strumentazione disponibile per la valutazione di segnali complessi tramite la metrica del picco ponderato.

L'interconfronto ha evidenziato una risposta piuttosto uniforme come ordine di grandezza tra i tre strumenti esaminati, mostrando una buona affidabilità nella valutazione dell' $I_{wp}$  ai fini della verifica di conformità ai limiti protezionistici e di Legge. Si nota una risposta abbastanza coerente tra i due strumenti Narda e una leggera sottostima dello strumento Microrad, questo

probabilmente è dovuto a diverse caratteristiche costruttive che vedono gli elementi sensibili delle sonde posti geometricamente in posizioni differenti e non sempre desumibili dalla documentazione fornita dal fabbricante.

Si prevedono ulteriori studi per approfondire l'argomento e comparare altri strumenti di misura, disponibili sul mercato, sviluppati per il calcolo dell' $I_{wp}$ .

---

## BIBLIOGRAFIA

1. Consiglio Europeo, 1999. Raccomandazione 1999/519/CE del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz. G.U. Comunità europee L 199/59-70, 30.7.1999
2. Decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro". Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, N.101, 30-4-2008, supplemento ordinario N.108 aggiornato con il D.Lgs. 159/2016.