

# I DEFIBRILLATORI COME SORGENTI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO



Daniele Andreuccetti (1), Andrea Bogi (2), Iole Pinto (2), Nicola Stacchini (2), Nicola Zoppetti (1)

In questo poster si presentano i risultati di misure di CEM e delle successive valutazioni riguardanti un modello di defibrillatore preso in esame in una serie di campagne recentemente svolte dagli autori. La discussione mirerà principalmente a caratterizzare questa tipologia di sorgenti che, a dispetto della diffusione, risulta poco trattata dalla letteratura tecnico-scientifica, almeno per quanto riguarda l'aspetto della generazione di campi elettrici e magnetici.

## IL DISPOSITIVO ESAMINATO ED IL TEATRO ESPOSITIVO

Il dispositivo testato è il defibrillatore marca Schiller Medical, Modello Fred-Easy (vedi Figura 3), che è stato utilizzato in modalità bifasica con energia dell'impulso variabile tra 144 e 146 J. Questo apparecchio può essere utilizzato anche da personale non medico ed è della tipologia che si può trovare in luoghi pubblici quali società sportive o supermercati. Le misure sono state effettuate usando come carico un apposito 'tester' della Fluke Biomedical (modello Impulse 6000D) che, collegato fra le piastre, offre alla scarica un carico resistivo fisso di 50 ohm. Come si può notare in Figura 1 e Figura 2 le piastre sono state vincolate al tester ed al piano di appoggio cercando di disporre i cavi di alimentazione delle piastre nel modo più riproducibile possibile. I sensori di misura sono stati appoggiati e spostati a varie distanze dai cavi su un tavolo di legno.



Figura 1 il defibrillatore testato

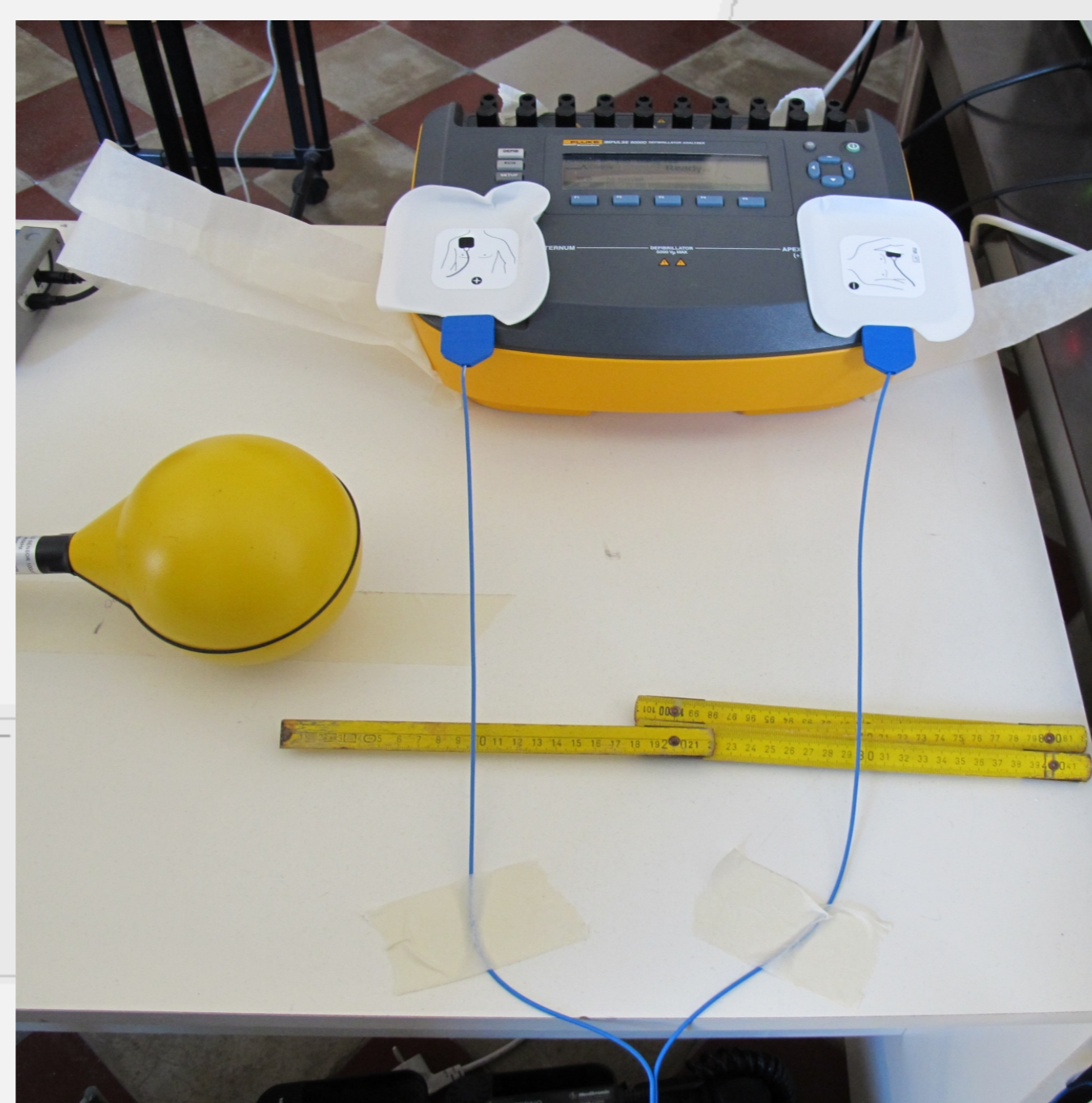


Figura 2: il teatro espositivo

## LA FORMA D'ONDA DELL'INDUZIONE MAGNETICA

In Figura 3 sono rappresentate le forme d'onda delle componenti cartesiane dell'induzione magnetica, acquisite mediante le uscite analogiche della sonda Narda ELT-400 (set BN2304/103) con sensore da 100 cm<sup>2</sup> a circa 20 cm da uno dei cavi di alimentazione delle piastre. È stata effettuata un'acquisizione di 1 s in modo da essere sicuri di registrare l'evento che ha una durata dell'ordine della decina di ms. In particolare in Figura 3, che rappresenta un 'ritaglio' di 20 ms intorno al massimo, si può notare che l'induzione magnetica ha carattere impulsivo e non ripetitivo e che la durata dell'evento è pari a circa 8 ms.

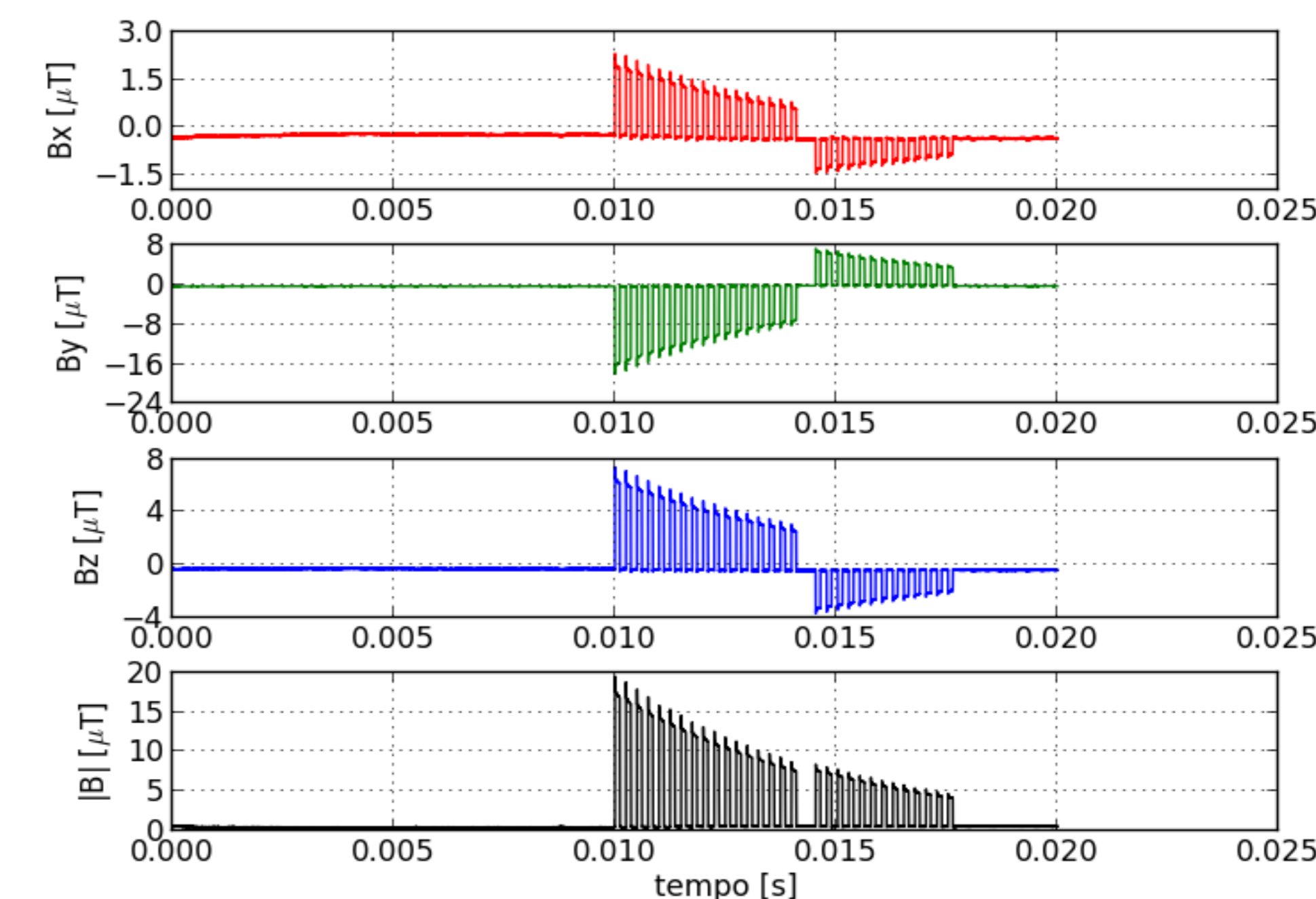


Figura 3: forme d'onda dell'induzione magnetica a 20 cm da un cavo, dettaglio di 20 ms centrato sul massimo.

## INDICI DI ESPOSIZIONE WP

Ai fini della valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici, si utilizzano spesso degli **indici di esposizione**. Questi sono dei numeri che, per ogni punto di interesse, integrano in sé sia le caratteristiche del campo presente, sia quelle dei limiti normativi che si intendono applicare. In particolare, in questo contesto, un indice superiore ad 1 (o a 100% se espresso in termini percentuali) indica un campo non conforme ai limiti e viceversa un indice inferiore ad 1 indica il rispetto della normativa in quel punto.

Gli indici di esposizione di riferimento per campi con forma d'onda di tipo impulsivo sono quelli determinati secondo il **metodo del picco ponderato (WP)** nel seguito). Il metodo del picco ponderato è stato implementato a bordo di entrambi gli strumenti utilizzati nell'ambito di questo lavoro. In particolare la sonda Narda EHP 50E permette la selezione dei filtri relativi alle linee guida ICNIRP del 2010, per induzione magnetica e campo elettrico, per la popolazione e per i lavoratori. In Tabella 1 sono riportate le misure di indice (espresso in scala percentuale) eseguite con questo strumento.

Sonda	Narda-PMM EHP-50E			
	Induzione magnetica		Campo elettrico	
Limiti	ICNIRP-2010			
Distanza [cm]	Lavoratori	Popolazione	Lavoratori	Popolazione
	10	36%	170%	702%
20				
30		23%	180%	
40				
50			57%	127%
80				46%

Tabella 1: indici di esposizione WP (percentuali) misurati in prossimità dell'apparato.

A partire dalle forme d'onda misurate in un punto di riferimento fissato (Figura 3), è possibile determinare la distribuzione spaziale di un generico indice di esposizione prescindendo dalla sua implementazione a bordo di strumenti di misura. Per ottenere questo risultato si determinano gli indici di esposizione desiderati, nel punto di riferimento, con procedure software applicate alle forme d'onda acquisite. Supponendo che le condizioni di funzionamento della sorgente non varino nel tempo (ed in particolare che non vari la forma d'onda) e che la sorgente possa essere considerata 'monofase' (vale a dire costituita da un singolo circuito), i rapporti tra l'intensità del campo e gli indici di esposizione WP rimangono costanti nel tempo e nello spazio. Pertanto, per ottenere il valore di un generico indice di esposizione WP in un generico punto P, è sufficiente misurare in P l'intensità di picco del campo (o l'indice WP implementato nella strumentazione utilizzata) e di applicare l'opportuno fattore di scala determinato nel punto di riferimento. I risultati illustrati in Figura 4 e Figura 5 sono ottenuti applicando questa procedura ai risultati delle misure di tabella 1. Le figure si riferiscono rispettivamente agli indici per l'induzione magnetica e a quelli per il campo elettrico. In legenda si evidenzia quali tra gli indici sono calcolati (scalato) e quale è quello di riferimento (misurato). Come si può osservare, questa procedura ha permesso di determinare (a posteriori) anche i profili relativi alla nuova Direttiva Europea emanata a giugno 2013.

## DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEGLI INDICI WP

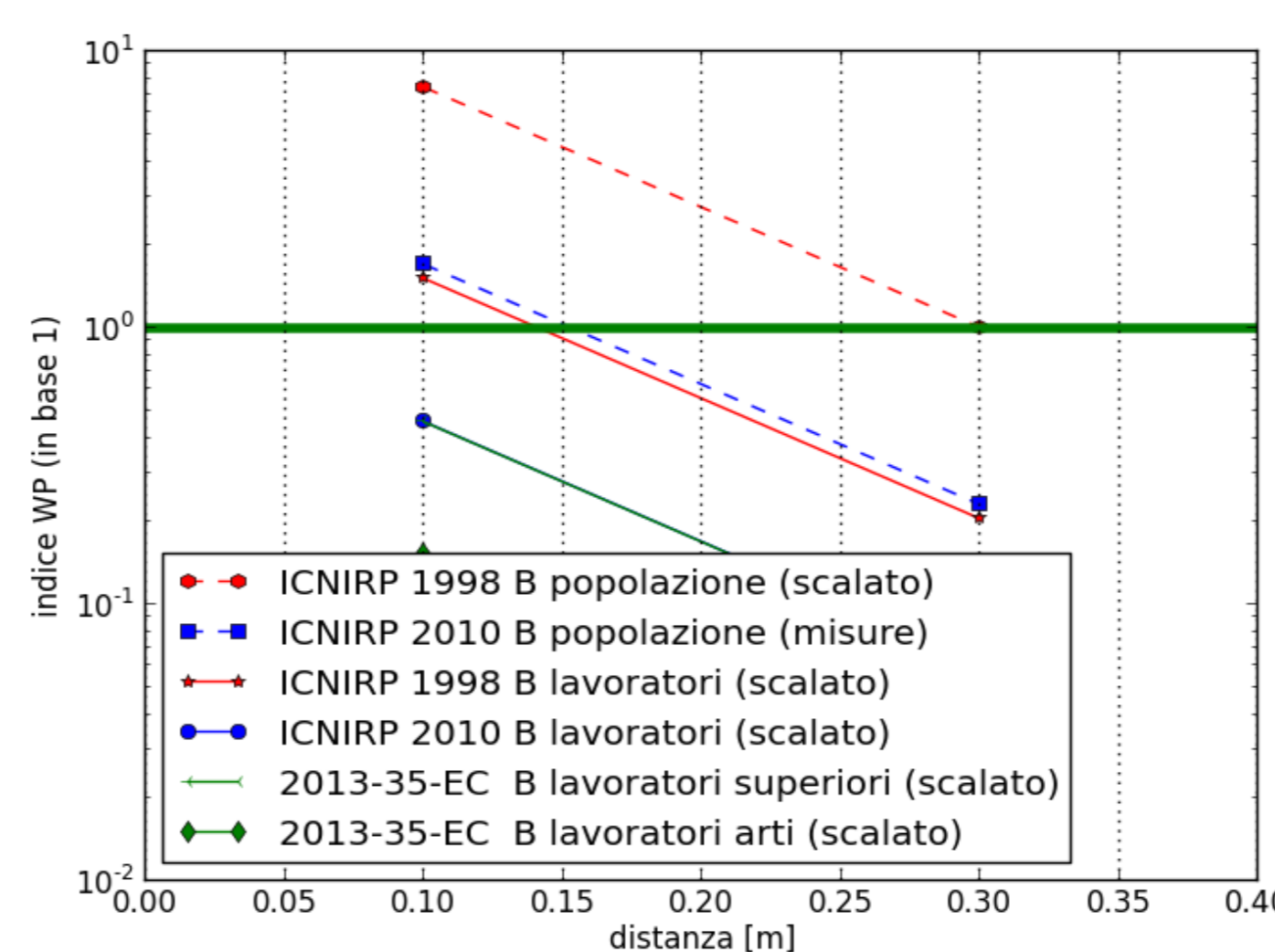


Figura 4: andamento degli indici di esposizione WP per l'induzione magnetica in funzione della distanza da uno dei cavi di alimentazione delle piastre.

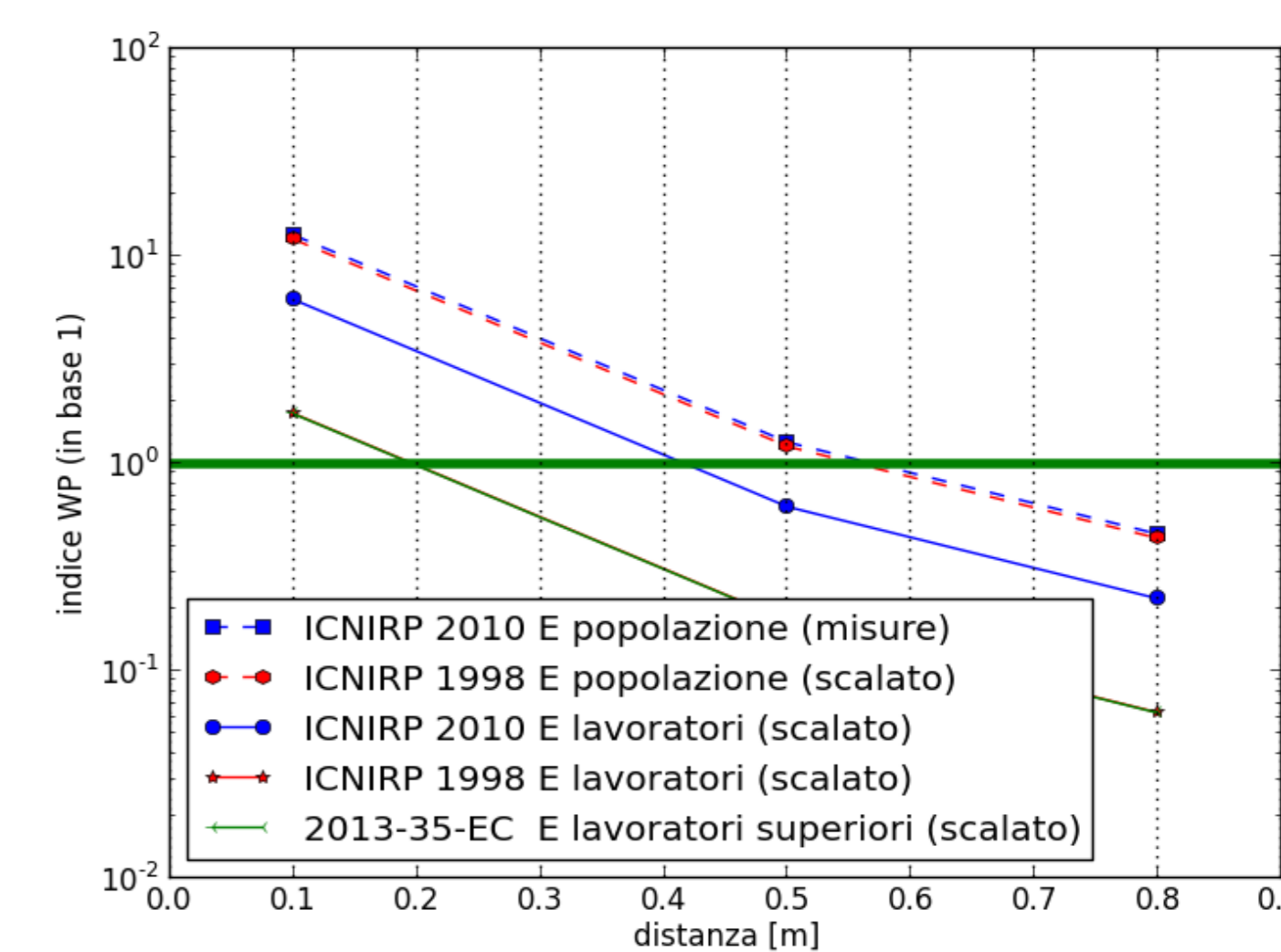


Figura 5: andamento degli indici di esposizione WP per il campo elettrico in funzione della distanza da uno dei cavi di alimentazione delle piastre.

## DISTANZE DI RISPETTO

Dai profili di Figura 4 e Figura 5 è possibile ricavare anche la cosiddetta **distanza di rispetto**, cioè la distanza oltre la quale un determinato indice è inferiore ad 1. Le distanze di rispetto sono riportate in Tabella 2 e sono state ricavate cercando l'intersezione tra la spezzata ottenuta mediante interpolazione lineare degli indici (noti nei punti di misura) e la linea orizzontale corrispondente all'unità.

	Distanze di rispetto [m]					
	Induzione magnetica				Campo elettrico	
	ICNIRP 1998	ICNIRP 2010	EU 2013 sup	ICNIRP arti	ICNIRP 1998	ICNIRP 2010 EU 2013 sup
popolazione	0.28	0.14		0.58	0.60	
lavoratori	0.13	<0.1	<0.1	<0.1	0.29	0.47 0.29

Tabella 2: distanze di rispetto in metri.

**CONCLUSIONI** Le distanze di rispetto per i livelli di esposizione a campi elettromagnetici della popolazione e dei lavoratori per il defibrillatore marca Shiller Medical, Modello Fred-Easy sono stimate rispettivamente pari a 0,6 metri e 0,5 metri. Risultati del tutto analoghi si sono ottenuti analizzando 3 defibrillatori di marche differenti, rappresentativi della dotazione delle aziende sanitarie toscane (vedi report negli atti del convegno). Ci aspettiamo dunque che questi livelli di esposizione siano caratteristici dei defibrillatori in generale.