

Esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici emessi da macchine agricole elettriche

Giancarlo Burriesci¹ · Angelo Tirabasso¹ · Simona D'Agostino¹ · Diego Annesi¹ · Raoul Di Giovanni¹ · Floriana Sacco¹ · Stefano Monti¹
Vincenzo Laurendi² · Filippo Betti³ · Andrea Pigolotti³ · Antonio Moschetto¹



INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

¹ INAIL – Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale, Laboratorio Rischio Agenti Fisici - Monte Porzio Catone (RM)

² INAIL - Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici - Monte Porzio Catone (RM)

³ Del Morino S.r.l., Caprese Michelangelo (AR)

Foto Credits: Sveva Grande

INTRODUZIONE

La progressiva elettrificazione delle macchine agricole contribuisce alla riduzione delle emissioni e al miglioramento dell'efficienza energetica. L'introduzione di motori elettrici, pacchi batterie, convertitori di potenza e dispositivi di ricarica determina tuttavia la presenza di nuove sorgenti di campi elettromagnetici (CEM)

La loro caratterizzazione è necessaria nell'ambito della valutazione dei rischi da agenti fisici prevista dal D.Lgs. 81/08. I dati sperimentali disponibili in condizioni operative realistiche sono ancora limitati, soprattutto per le macchine agricole elettriche di recente introduzione



La tecnologia a supporto della transizione ecologica in agricoltura

OBIETTIVO

Valutare l'esposizione occupazionale ai CEM degli addetti all'utilizzo e alla manutenzione di tre trattori elettrici, considerando la postazione di guida, le aree prossime ai principali componenti elettrici e le operazioni di ricarica

MACCHINE E STUMENTAZIONE

Sono stati esaminati i modelli RINO, To.RINO e Ca.RINO. Le grandezze di campo elettrico e magnetico sono state acquisite con un misuratore triassiale Microrad NHT 3DL. Poiché le tre macchine agricole, per l'alimentazione dei motori elettrici, utilizzano pacchi batterie in grado di erogare correnti elevate, l'analisi si è concentrata in particolare sul campo magnetico statico B

Strumento di misura Microrad NHT 3DL utilizzato nei punti di misura:

- postazione di guida
- pacco batterie
- caricabatterie
- motori di trazione

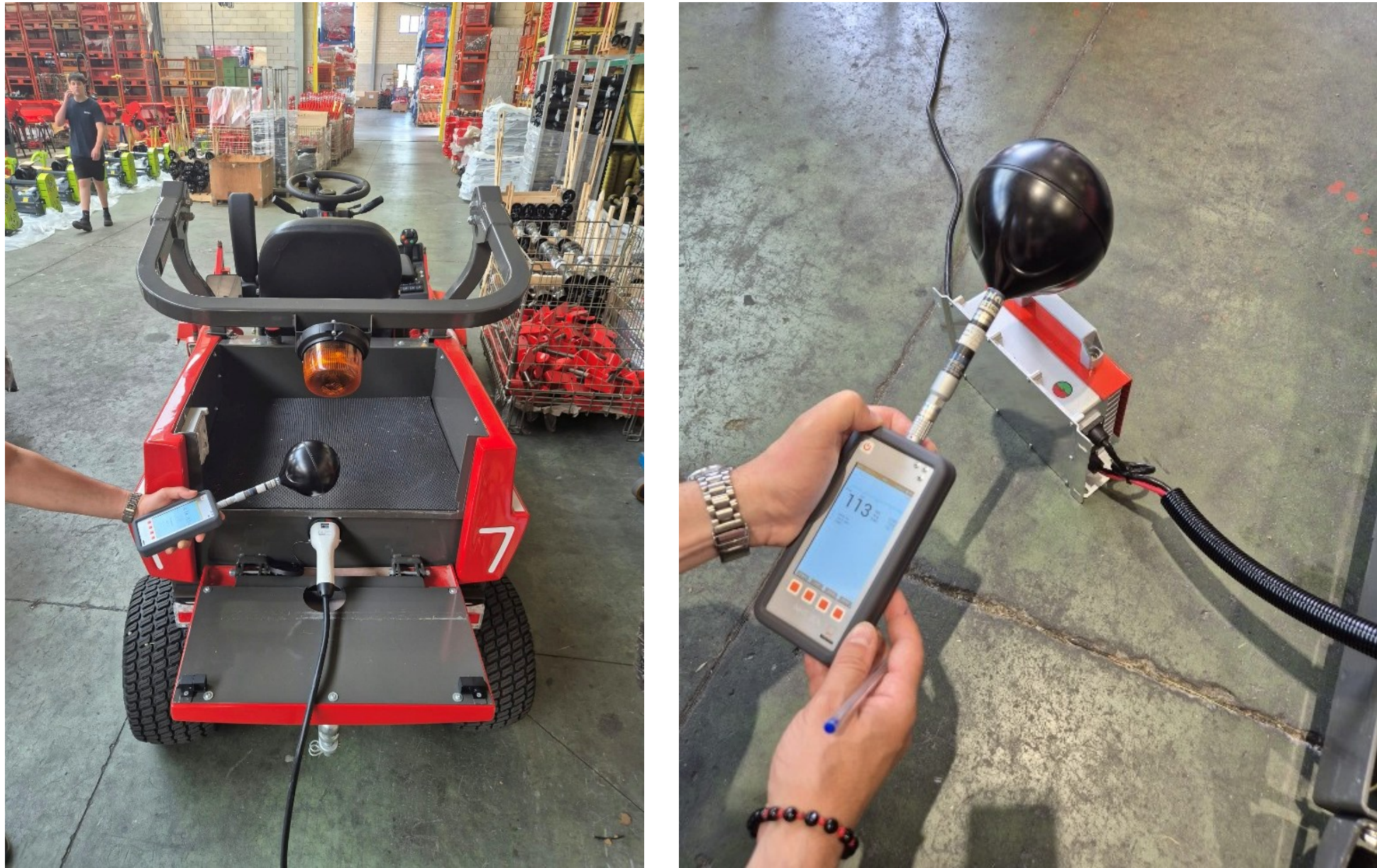


MATERIALI E METODO

I mezzi sono stati sollevati dal suolo per consentire la libera rotazione delle ruote motrici. L'operatore ha così potuto azionare i comandi e richiedere ai motori la massima potenza, consentendo di valutare anche i transitori associati ad accelerazione, decelerazione, accensione e spegnimento del mezzo e degli utensili

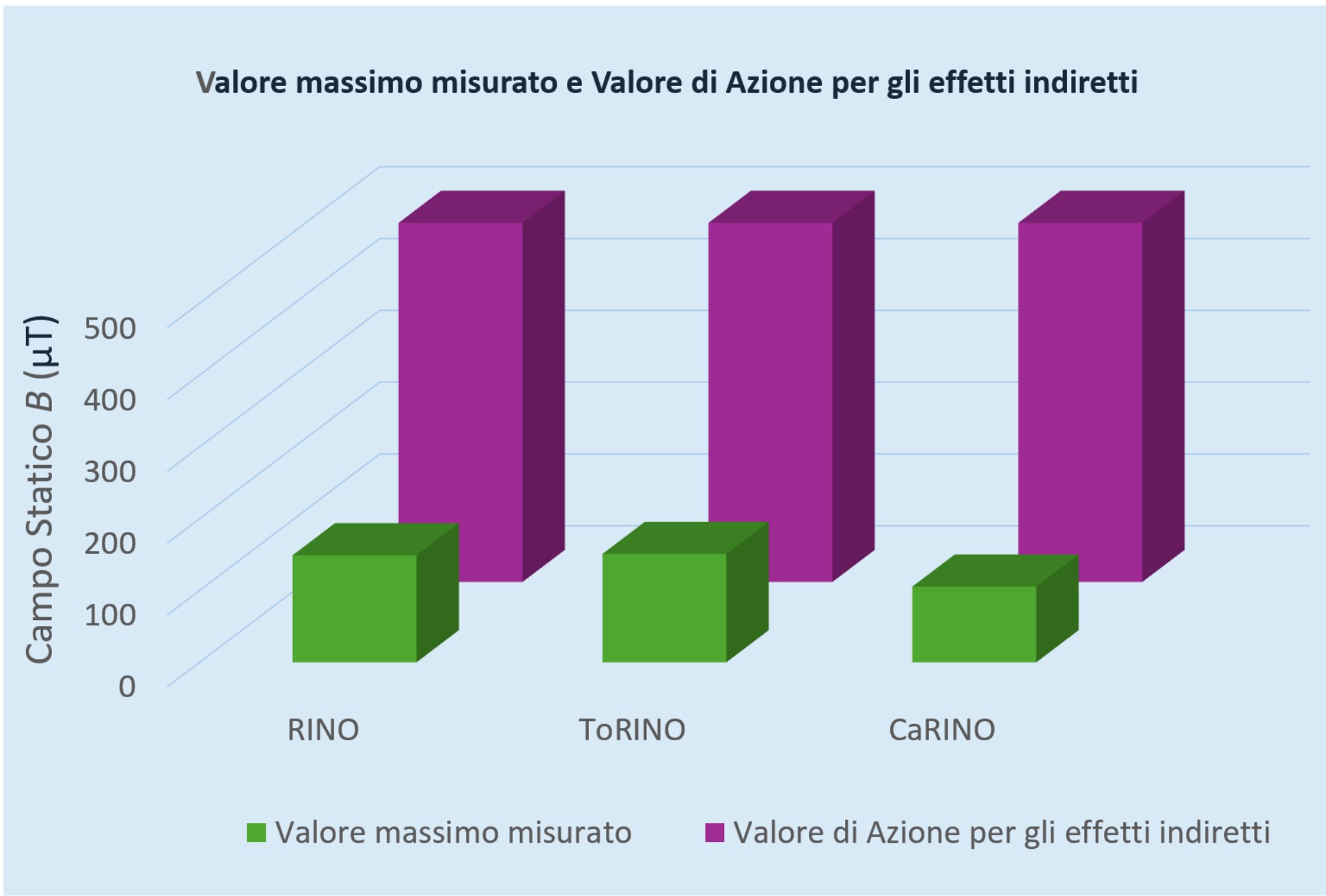
Le misure sono state eseguite nella postazione occupata dall'operatore e in prossimità del pacco batterie, generalmente collocato posteriormente o sotto il sedile. Con batterie parzialmente scariche, sono state effettuate anche misure durante la ricarica. Lo stato di carica delle batterie era prossimo al 100% nelle prove ordinarie e inferiore al 30% durante la ricarica

USO ORDINARIO → MASSIMA TRAZIONE → TRANSITORI → RICARICA



RISULTATI QUANTITATIVI

Tutti i valori di campo magneto statico sono risultati inferiori al Valore di Azione di 500 μT per gli effetti indiretti e ampiamente inferiori al valore di 2T previsti per gli effetti diretti indicati dal D.Lgs. 81/08



Metodo del picco ponderato

Le valutazioni eseguite per campo elettrico e magnetico hanno fornito valori inferiori alla soglia del 100%, confermando la conformità nelle configurazioni di prova considerate

RISULTATI

RINO

I valori di campo magnetico sono compresi tra 93,60 e 149,00 μT . Il massimo è stato osservato durante la ricarica con sonda posta posteriormente. Nella postazione di guida sono stati rilevati circa 112–115 μT

To.RINO

I valori di campo magnetico sono compresi tra 104,90 e 150,90 μT . Il massimo è stato rilevato nella postazione di guida senza operatore. Presso il caricabatterie durante la ricarica sono stati misurati 121,50 μT

Ca.RINO

I valori di campo magnetico sono compresi tra 86,10 e 105,40 μT , con livelli alla guida pari a circa 99,50–105,40 μT . La misura presso il caricabatterie non è stata ripetuta perché la configurazione è analoga a quella di To.RINO

150,90 μT
massimo osservato: circa il 30%
del livello di riferimento di 500 μT *
*limite massimo consentito per gli effetti indiretti



DISCUSSIONE

I livelli più elevati di campo magnetico sono stati riscontrati vicino ai componenti elettrici principali — pacchi batterie, sistemi di ricarica e motori di trazione — ma conservano margini significativi rispetto ai riferimenti normativi. La postazione di guida, di maggiore interesse per l'esposizione dell'operatore, presenta valori compatibili con condizioni conformi

CONCLUSIONI

Nelle condizioni esaminate non sono emerse criticità espositive né superamenti delle soglie assunte. La campagna costituisce un primo contributo alla caratterizzazione dei CEM nelle macchine agricole elettriche. Ulteriori indagini su un numero più ampio di modelli e scenari potranno rafforzare la base dati e supportare indicazioni operative per aziende, fabbricanti e figure della prevenzione

BIBLIOGRAFIA

1. D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., Titolo VIII, Capo IV, Allegato XXXVI.
2. Direttiva 2013/35/UE del Parlamento europeo e del Consiglio.
3. ICNIRP. Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. Health Physics, 2009.
4. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields. Health Physics, 2020.

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE MISURE PIÙ SIGNIFICATIVE

Punto di misura	Campo statico B (μT)			Rif. effetti indiretti (μT)	Rif. effetti diretti (T)
	RINO	ToRINO	CaRINO		
Postazione guida con operatore	112,00	104,90	99,50	500	2
Postazione guida senza operatore	115,00	150,90	105,40	500	2
Posteriore, tra i due motori elettrici di trazione	93,60	119,00	86,10	500	2
Macchina in carica, sonda posta posteriormente	149,00	121,50	—	500	2