

## Progetto BRIC INAIL ID 36 Presentazione Risultati Finali

*Definizione di procedure operative per la valutazione del rischio dei lavoratori portatori di dispositivi medici attivi, impiantabili e indossabili*

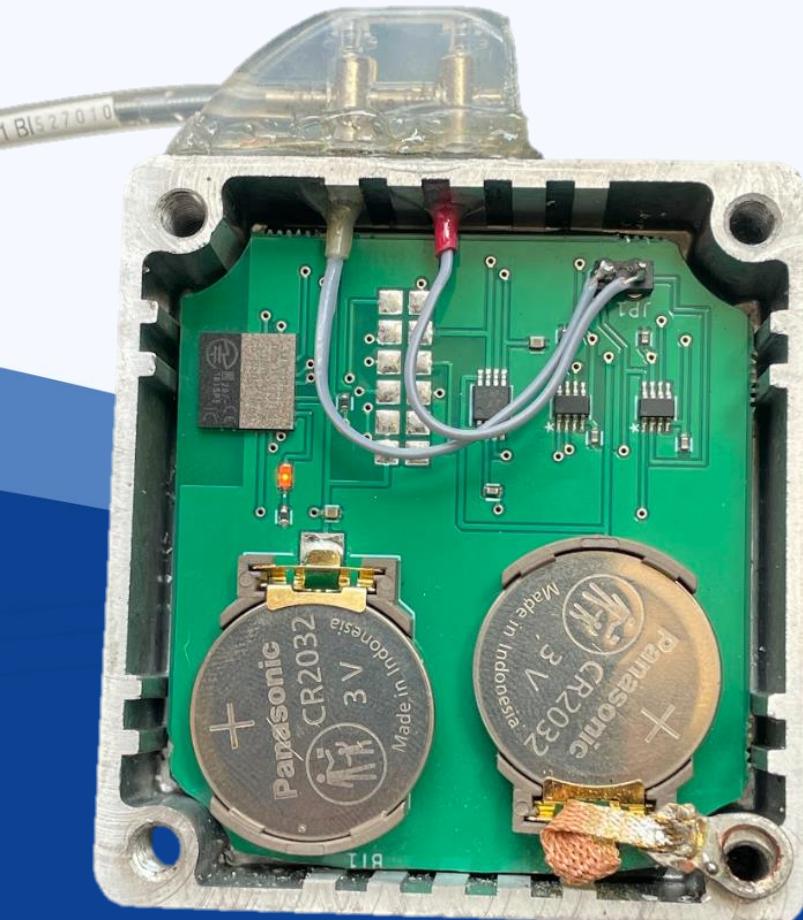
*L'utilizzo del “Physical Twin” per la valutazione dei rischi per lavoratori con PM/ICD esposti ai CEM*



26 novembre 2025

Palazzo Europa - Sala Gorrieri  
Modena

## Il physical twin del portatore di PM/ICD



**"Physical twin"** dell' dispositivo impiantabile: un gemello fisico di un impianto reale, opportunamente sensorizzato per misurare le differenze di potenziale indotte sul suo stadio di ingresso dall'interazione con i CEM

# Il Physical Twin nei valutazione dei rischi da EMI

Il physical twin del PM/ICD è stato sviluppato nell'ambito di un progetto BIRC INAIL e, nell'ambito delle attività dello stesso progetto, è stato utilizzato in due campagne di misure, mirata alla valutazione dei rischi del lavoratore con PM/ICD in due scenari espositivi:

## 1. Ambiente clinico



Macchina per  
stimolazione  
muscolare  
attraverso campo  
magnetici

## 2. Ambiente professionale



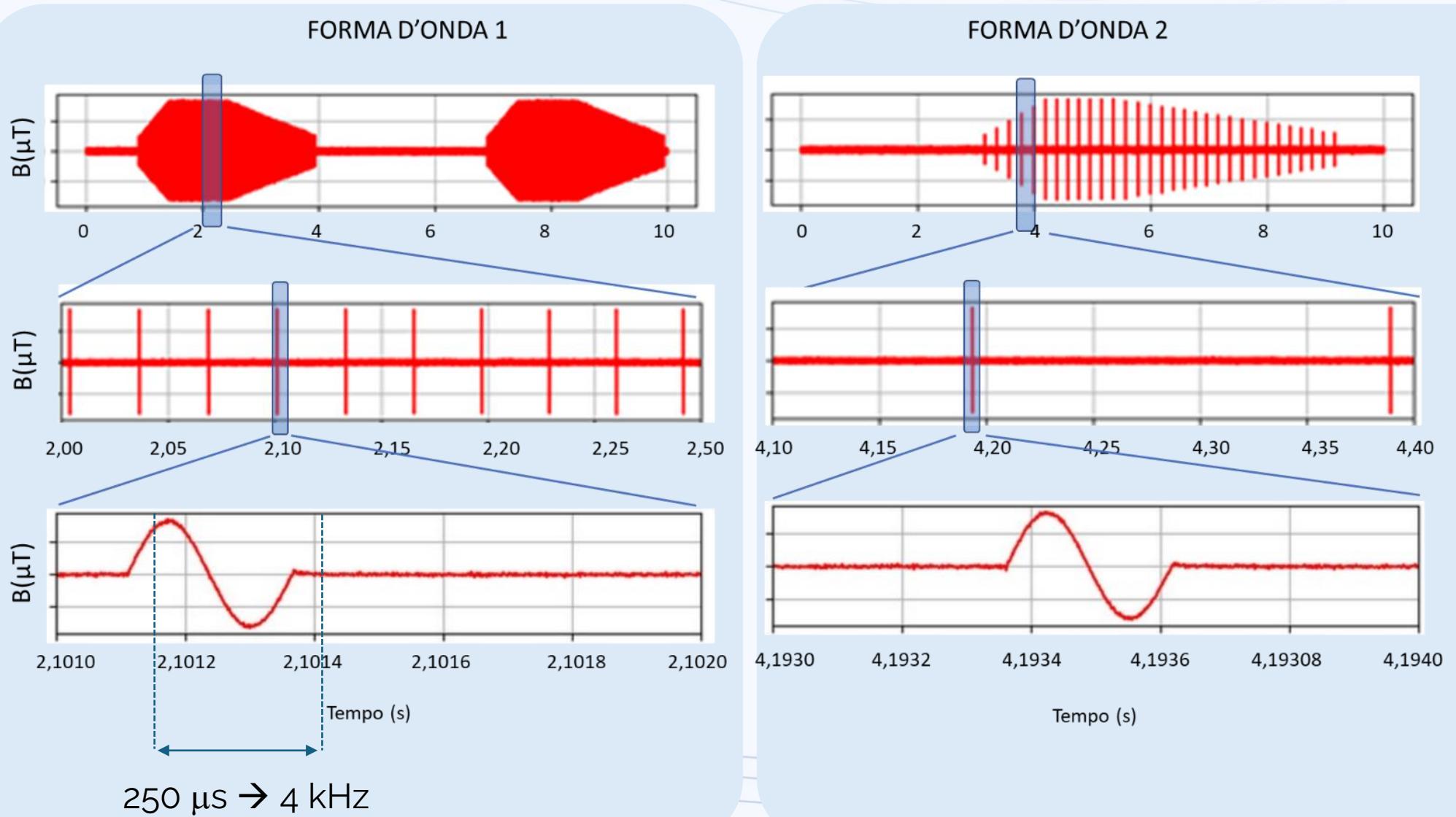
Centrale  
termoelettrica

## 3. Ambiente quotidiano

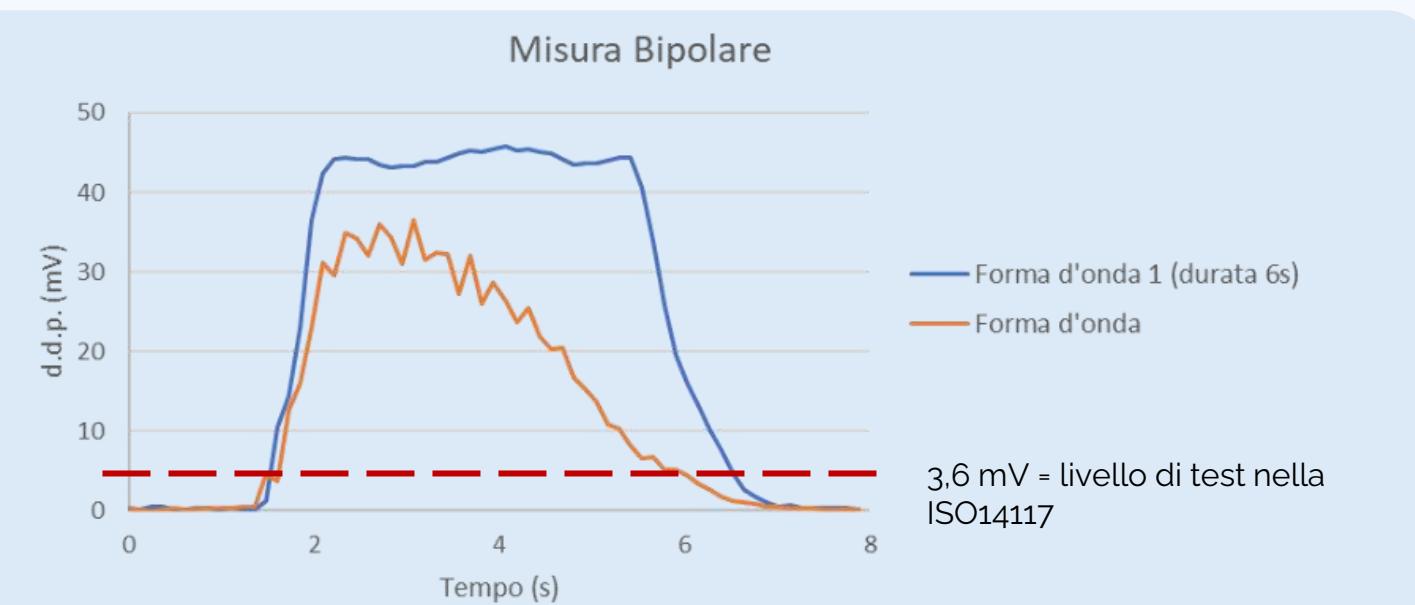
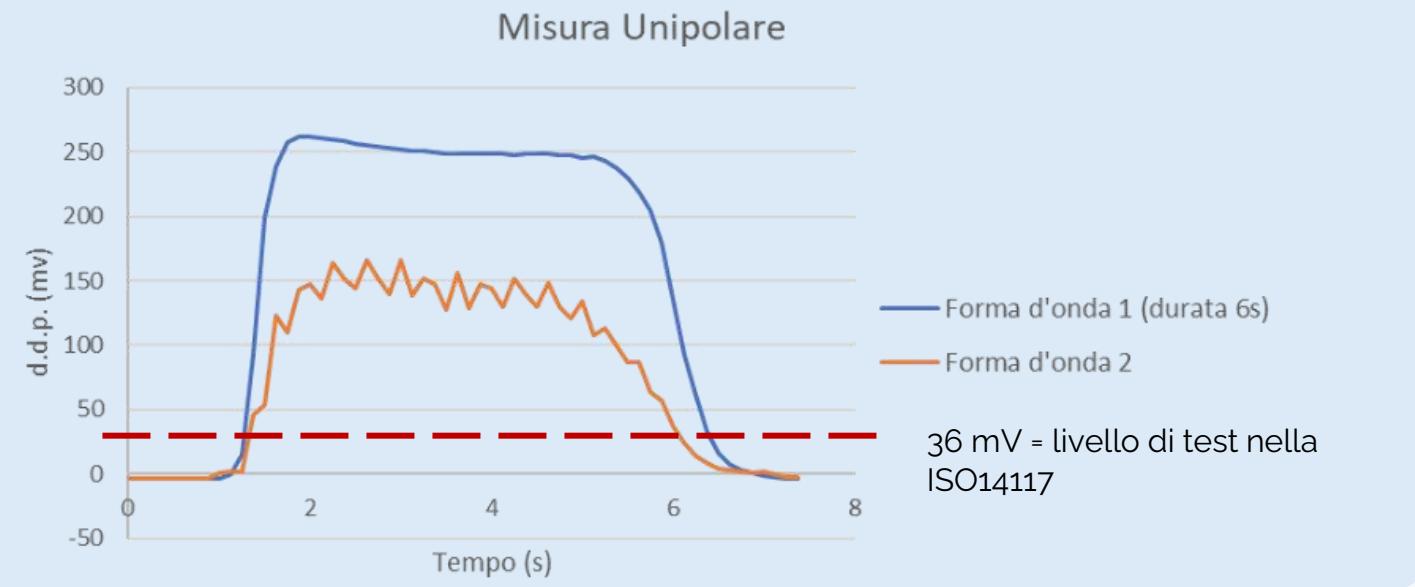


Colonnine di  
ricarica auto  
elettriche

# Il Physical Twin nei test di EMI: ambiente clinico



# Il Physical Twin nei test di EMI: ambiente clinico



# Il Physical Twin nei test di EMI: ambiente clinico

1



2



3



## Scenario

## Forma d'onda 1

## Forma d'onda 2

d.d.p unipolare  
(mV)

d.d.p bipolare  
(mV)

d.d.p unipolare  
(mV)

d.d.p bipolare  
(mV)

1 – distanza 0 cm

265,6

45,8

170,4

36,6

1 – distanza 50 cm

4,2

<0,1

0,9

<0,1

2

18,0

1,4

3,6

<0,1

3

<0,1

<0,1

<0,1

<0,1



# Il Physical Twin nei test di EMI: ambiente professionale

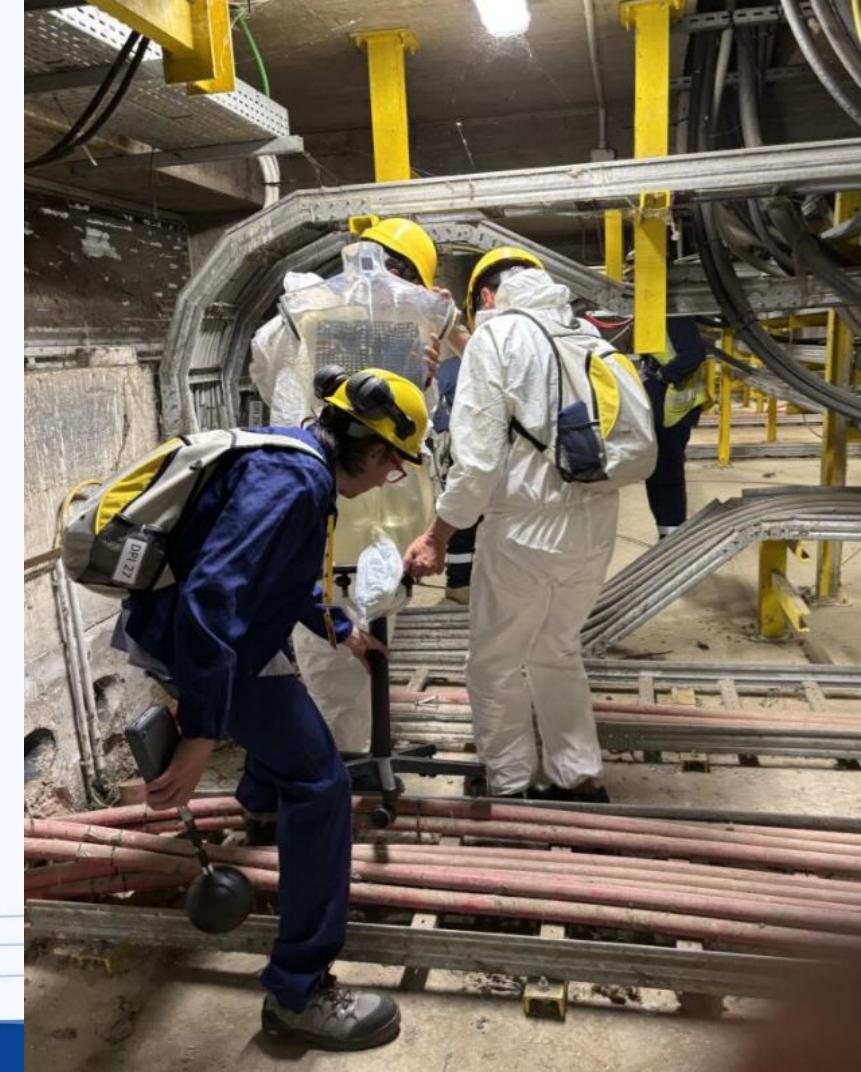
Giunto di uscita del  
turbomotore



Locale spazzole  
turbomotore



Sottocabina di  
trasformazione

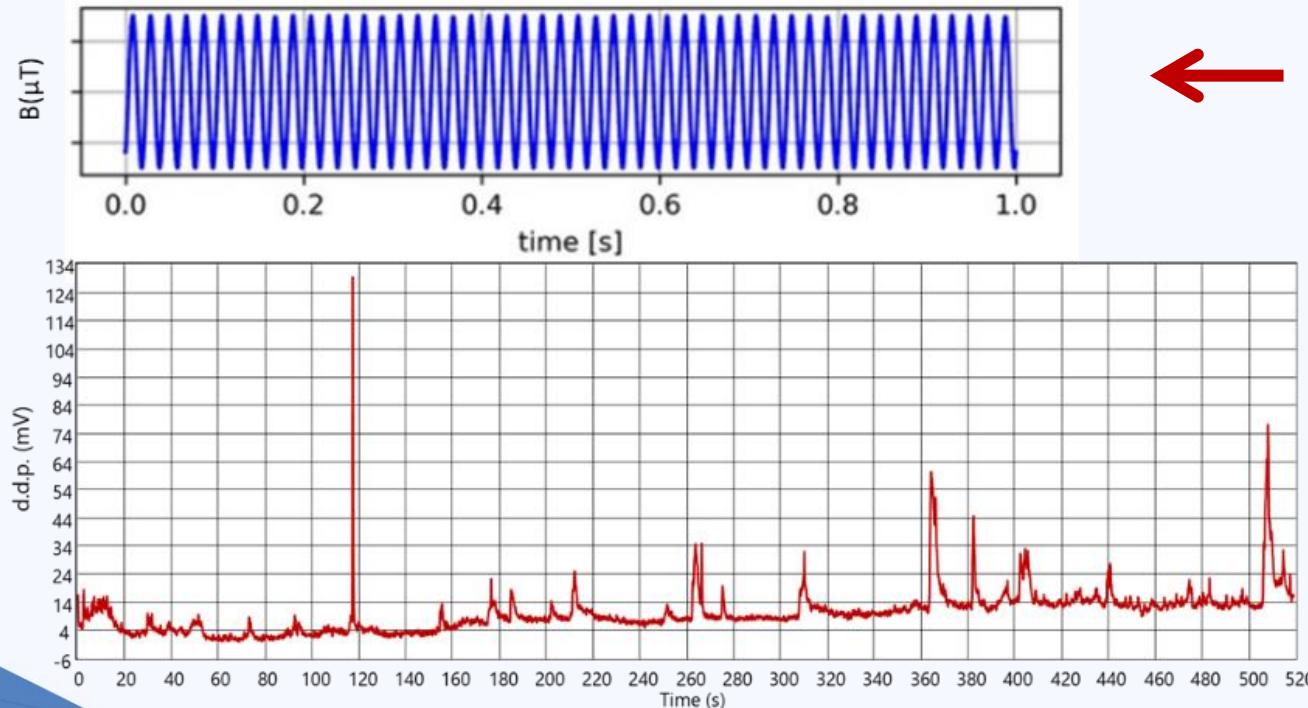


# Il Physical Twin nei test di EMI: ambiente professionale

a)



Giunto di uscita turbomotore: B-picco = 504.45 µT



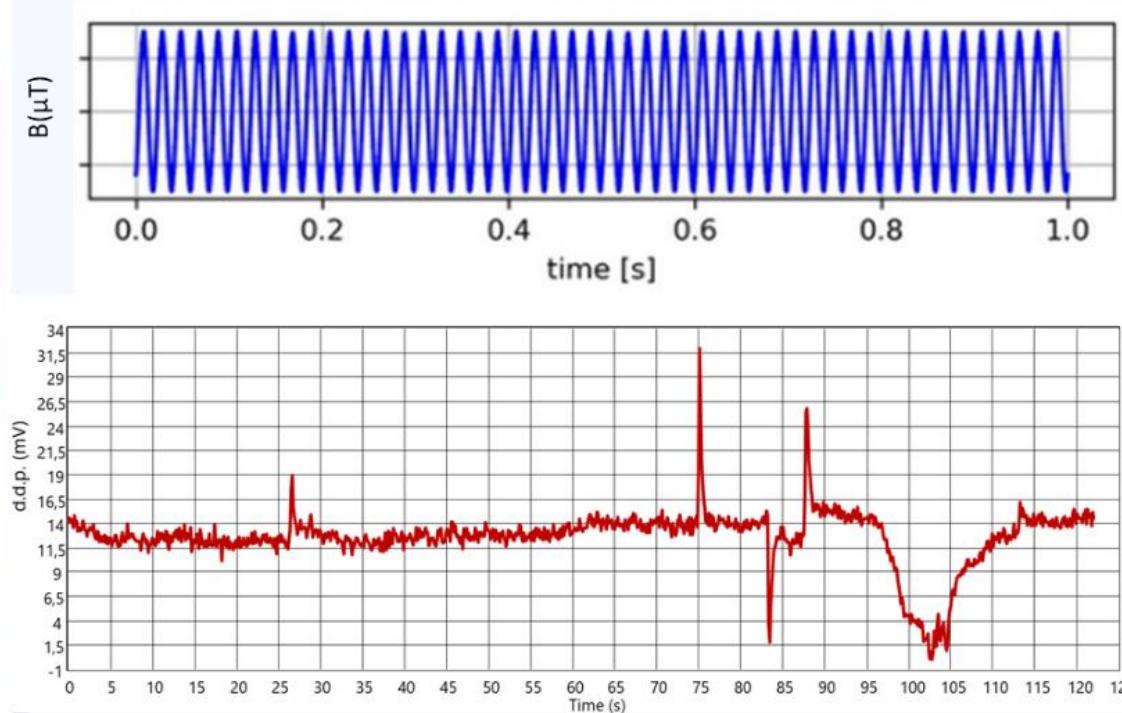
A 50 Hz il livello di test indicato nella ISO14117 è 2 mV (configurazione unipolare)

# Il Physical Twin nei test di EMI: ambiente professionale

b)



Locale spazzole turbomotore: B-picco = 178,94 μT



Campo sinusoidale a 50 Hz

$\text{d.d.p.} = \mathbf{1 \div 14 mV}$



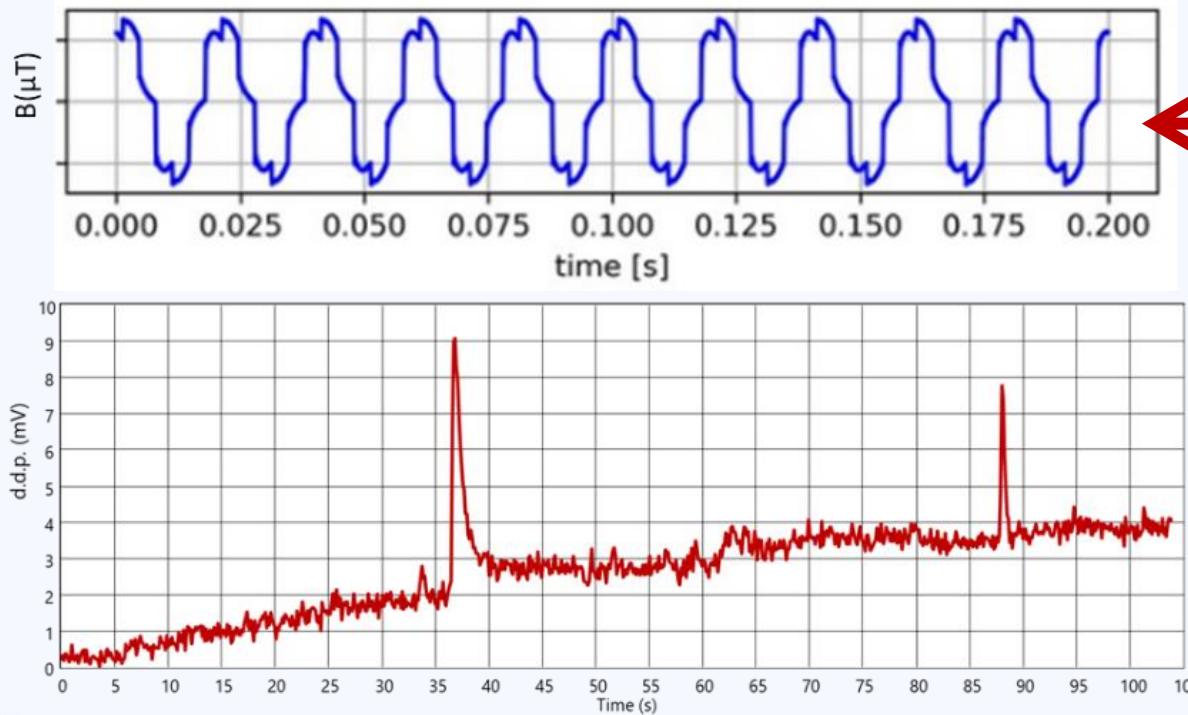
A 50 Hz il livello di test indicato nella ISO14117 è 2 mV (configurazione unipolare)

# Il Physical Twin nei test di EMI: ambiente professionale

c)



Sottocabina di trasformazione: B-picco = 45.99µT



Armonica principale a 50 Hz

d.d.p.  $\approx$  4 mV

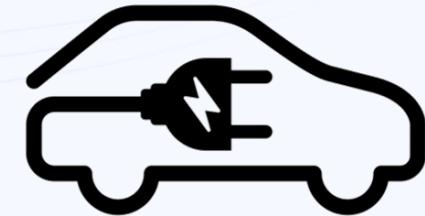
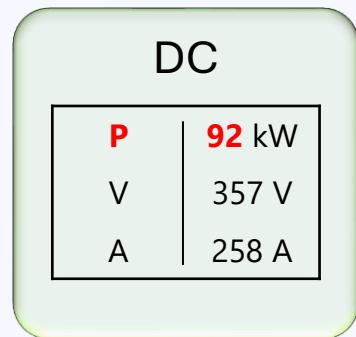
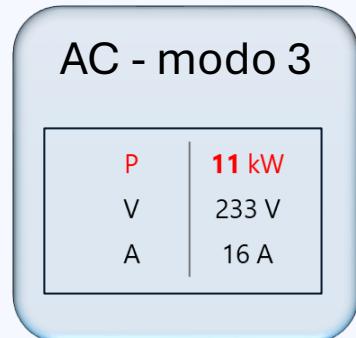


A 50 Hz il livello di test indicato nella ISO14117 è 2 mV (configurazione unipolare)

# Il Physical Twin nei test di EMI: colonnine di ricarica

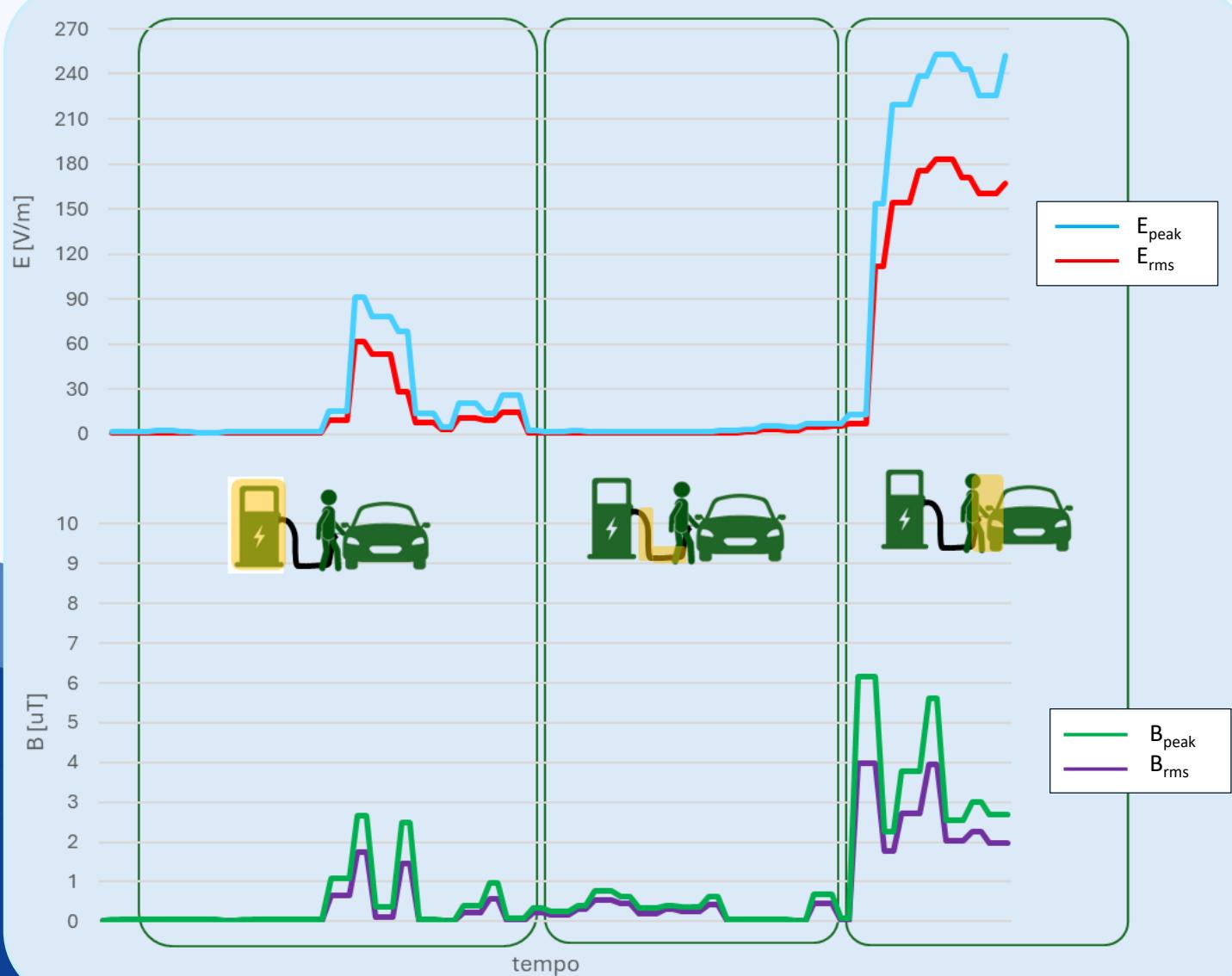


Colonnina HYPERCHARGE,  
modello HYC150\_2\_21\_21\_41

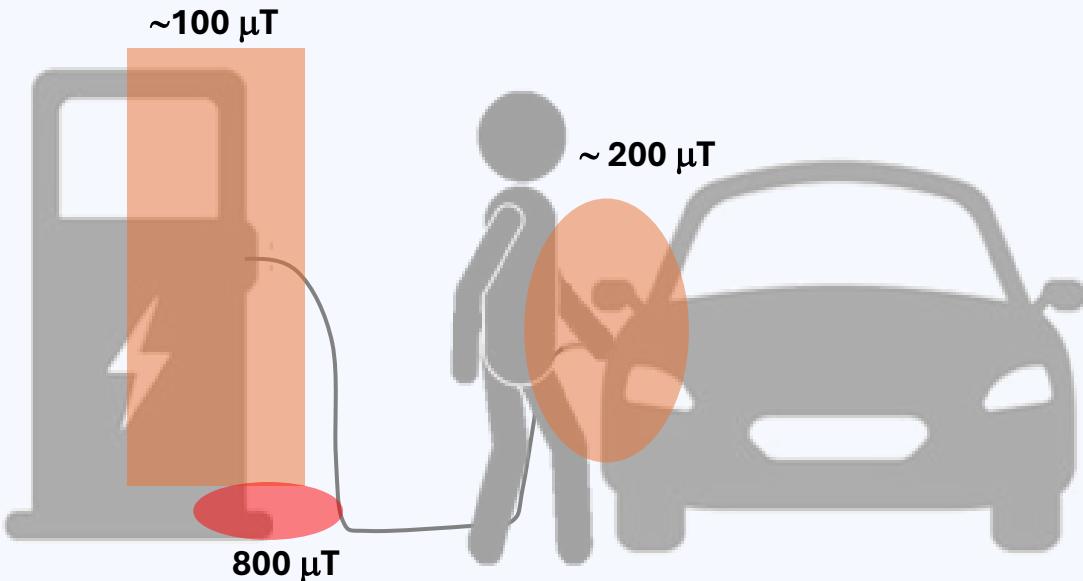


Volvo XC40

# Il Physical Twin nei test di EMI: colonnine di ricarica



# Il Physical Twin nei test di EMI: colonnine di ricarica



DC

P	<b>92 kW</b>
V	357 V
A	258 A

B_max autovettura	B_max colonnina	B_max colonnina (alimentazione)
222 µT	107 µT	800 µT

Limiti:

- 0,5 mT (Direttiva 2013/35 per portatori DMIA)
- 1 mT (ISO 14117 limite di malfunzionamento transitorio)

d.d.p misurata dal physical twin  
< 0,04 mV ( $\pm 0,2$  mV)



RISCHIO  
BASSO

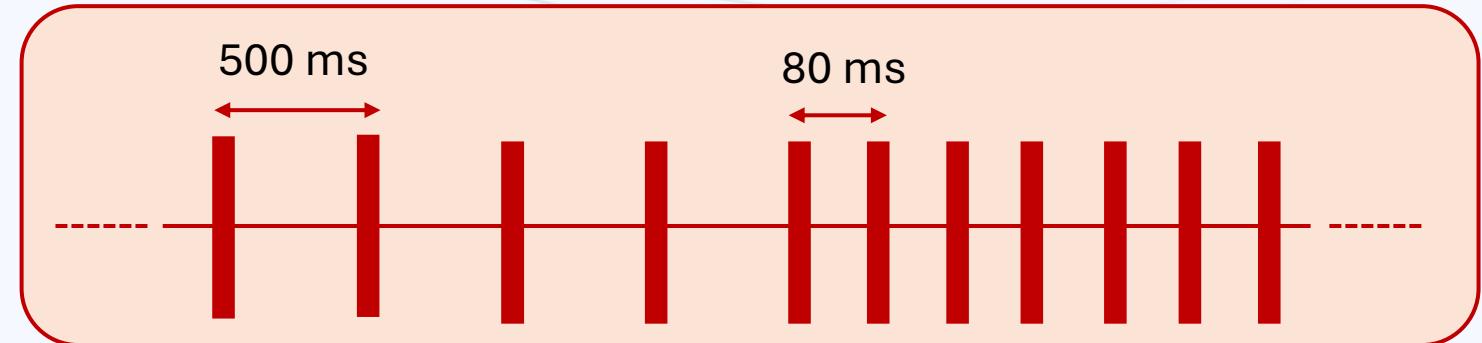
# Conclusioni

- ✓ Il physical twin dell'impianto di PM/ICD rappresenta un approccio innovativo ed efficace che può essere utilizzato quando è necessario effettuare una valutazione dei rischi specifici per una particolare sorgente d campo elettromagnetico.
- ✓ L'utilizzo del physical twin ha permesso di individuare situazioni che possono essere considerate immediatamente sicure per i pazienti portatori di PM/ICD, come l'impiego da parte dell'operatore dello stimolatore muscolare magnetico e l'esposizione al campo generato dalle colonne di ricarica per autovetture elettriche.
- ✓ Ha inoltre confermato, senza necessità di ulteriori accertamenti, l'opportunità di considerare controindicato l'uso della stessa macchina direttamente sui pazienti con PM/ICD e di mantenere le attuali restrizioni di accesso per tali soggetti all'interno della centrale termoelettrica.
- ✓ È importante sottolineare che il superamento dei valori di ddp indotta definiti dalla norma tecnica ISO 14117 non implica necessariamente la comparsa di fenomeni di EMI. I dispositivi in commercio possono infatti presentare livelli di immunità superiori a quelli richiesti, continuando a funzionare correttamente anche in presenza di tensioni indotte più elevate rispetto ai valori di test.
- ✓ Per evidenziare un reale malfunzionamento e l'effetto clinico provocato è necessario integrare le misure ottenute con il physical twin con quelle fatte su dispositivi reali.

# Misure con PM reale



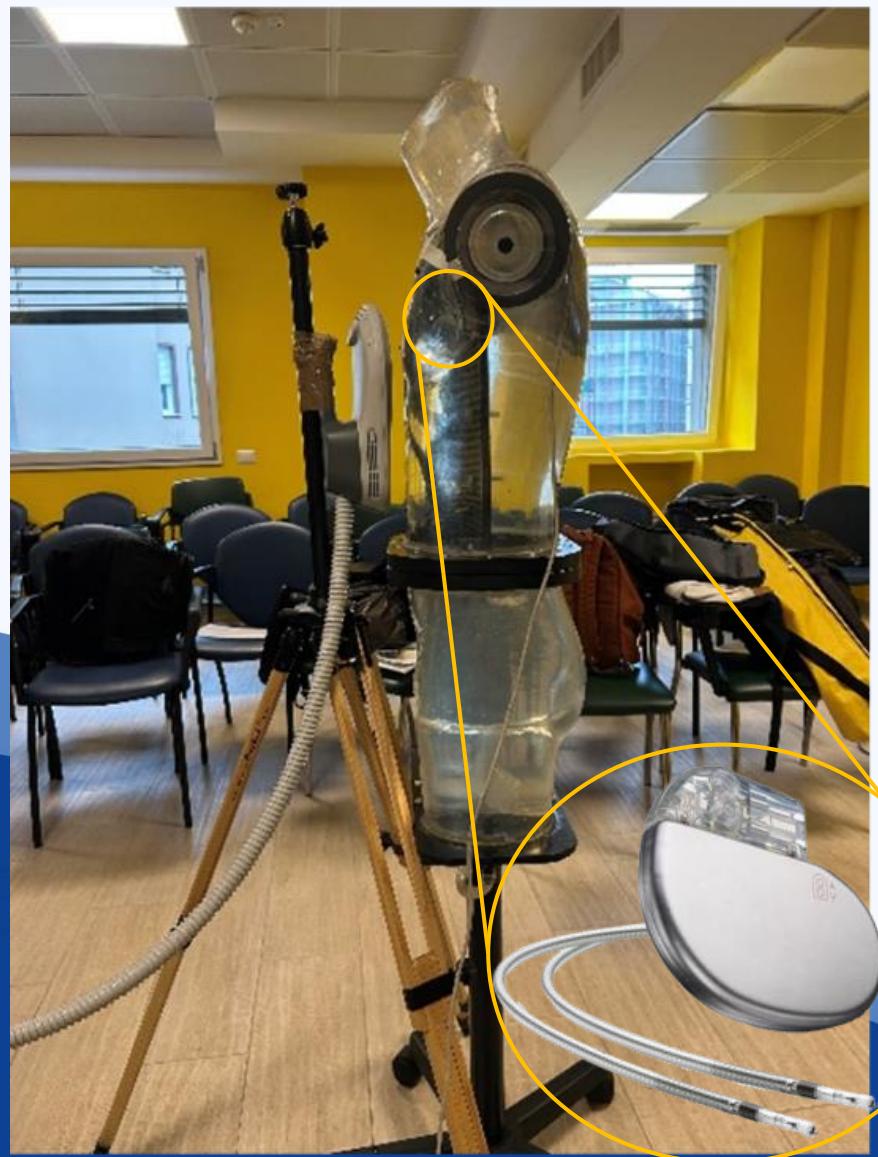
Campo magnetico B



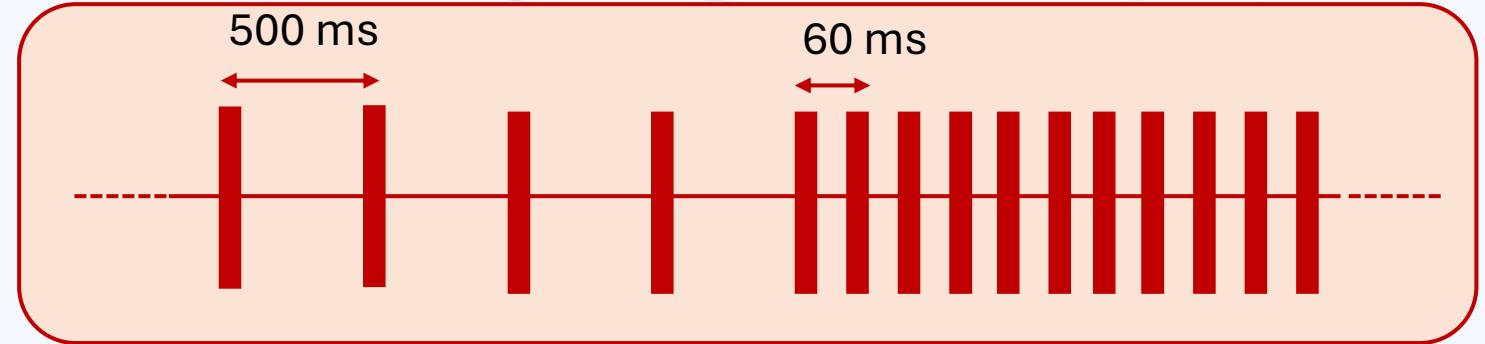
Attività PM



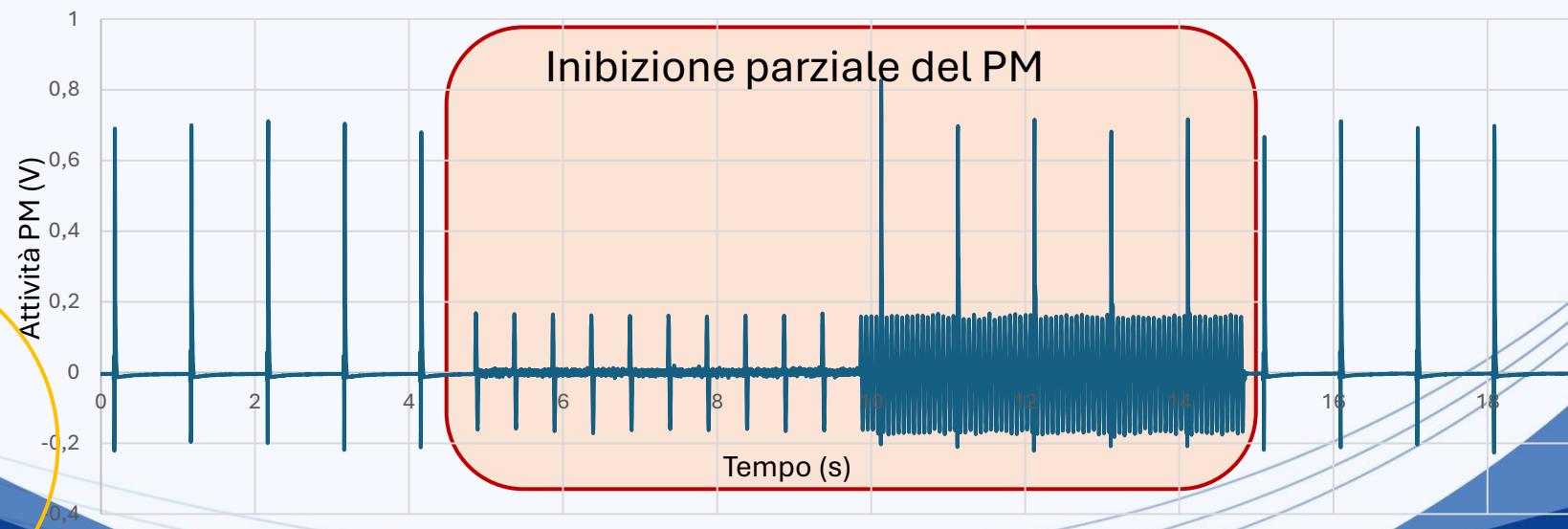
# Misure con PM reale



Campo magnetico B



Attività PM



# Grazie per l'attenzione

