

**PROTOCOLLO DI MISURA DEI CAMPI ELETTRICO E MAGNETICO A 50 Hz AI FINI  
DELL'APPLICAZIONE DELLA DGR 31/5/2002 N. 1432**

*1) Posizioni di misura*

- Il sensore deve essere posizionato ad un'altezza di 1,5 m dal suolo
- La misura deve essere eseguita 1 metro all'esterno del perimetro del costruendo edificio, nel punto più vicino ai cavi di ognuna delle linee elettriche.

*2) Parametri da misurare e dati di corrente istantanea che devono essere acquisiti.*

- *Campo elettrico:* si misura la media temporale dei valori RMS dell'intensità del vettore campo elettrico per un intervallo di tempo di almeno due minuti e periodicità di campionamento di almeno 10 secondi.
- *Induzione magnetica:* Si misura la media temporale dei valori RMS dell'intensità del vettore induzione magnetica, campionati con periodicità di almeno uno ogni 30 secondi. Per poter utilizzare il dato al fine della normalizzazione, l'intervallo di tempo in cui si esegue la media deve coincidere con l'intervallo di tempo cui si riferisce il valore di corrente fornito dal gestore, che dovrà essere anch'esso una media temporale. Nel caso il gestore fornisca esclusivamente valori di corrente istantanei, si considera il valore RMS istantaneo misurato in sincronia con il dato di corrente fornito dal gestore (lo scostamento temporale dei due dati non deve superare i 30 secondi). Per evitare errori di normalizzazione dovuti a possibili rapide variazioni della corrente, è opportuno che l'orologio dello strumento di misura del campo sia sincronizzato con l'ora ufficiale del meridiano centrale europeo.

*3) Banda di frequenza:*

- La misura deve essere eseguita impostando lo strumento su una banda di frequenza comprendente la frequenza di 50 Hz.

*4) Caratteristiche della strumentazione:*

- *Misure di campo elettrico:* il minimo valore misurabile deve essere uguale o inferiore a 25 V/m
- *Misure di induzione magnetica:* il minimo valore misurabile deve essere uguale o inferiore a 10 nT

La strumentazione deve essere provvista di certificato di taratura SIT o equivalente in corso di validità.

*5) Accorgimenti da osservarsi durante le misure*

Le misure devono essere eseguite:

- in assenza di precipitazioni atmosferiche
- in condizioni climatiche (temperatura, umidità) compatibili con il corretto funzionamento degli strumenti di misura.

Nel caso siano presenti, sul lotto oggetto della misura o su lotti confinanti, sorgenti interferenti di campo elettromagnetico a 50 Hz quali cabine di trasformazione o quadri elettrici, la misura dovrà essere eseguita posizionando il sensore ad una distanza di almeno 10 metri da tali strutture.

Nel caso siano presenti edifici o parti di essi a distanza inferiore a 5 metri dal punto di misura, o altre strutture dotate di impianto elettrico, prima di procedere alle misure si deve togliere tensione agli impianti elettrici dei suddetti edifici o strutture. Qualora ciò non sia possibile si deve fare la misura in un punto ad uguale distanza dai cavi rispetto al punto di interesse, ma a distanza superiore a 5 metri da tali edifici o strutture.

#### *Misure di campo elettrico*

- il sensore deve essere fissato su un cavalletto costituito di materiale non conduttore
- il sensore deve essere posizionato ad una distanza pari ad almeno due volte le dimensioni del sensore stesso da qualunque struttura conduttrice
- durante la misura l'operatore e altre persone devono posizionarsi a distanza non inferiore a 3 metri dal sensore
- il sensore deve essere posto a distanza da qualunque oggetto conduttore non permanente, superiore a 3 volte l'altezza dell'oggetto stesso
- erba e sterpi devono essere tagliati su un'area di raggio pari ad almeno 3 metri attorno al punto di misura

#### *Misure di induzione magnetica*

- il sensore deve essere posizionato ad una distanza pari ad almeno due volte le dimensioni del sensore stesso da qualunque struttura costituita di materiale ferromagnetico
- il sensore deve essere posto a distanza da qualunque oggetto ferromagnetico non permanente, superiore a 3 volte l'altezza dell'oggetto stesso.

### *6) Parametri da considerarsi per il confronto con i limiti*

Ai fini del confronto con i limiti di cui alla L.R. 27/93 si considerano i seguenti valori:

- *Campo elettrico*: il valore misurato
- *Induzione magnetica*:
  - a) per le Linee di Trasporto Primario: il valore normalizzato alla corrente nominale della linea in esame
  - b) per tutte le altre linee: il valore normalizzato a metà della corrente nominale della linea in esame.

Per “corrente nominale” si intende il valore della “Portata in corrente in servizio normale” come definito nella norma CEI 11-60 – Seconda Edizione (06/2002) “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV”, riferito alla stagione calda (Periodo C), determinato senza tener conto dei fattori relativi alle condizioni di progetto di cui al punto 3.3 della norma stessa. Tale valore è determinato in base alla tipologia dei conduttori impiegati nella specifica linea elettrica, quale si ricava dall'Atlante della Rete Elettrica 380-220-132 kV del Triveneto.

NOTA: Il ricorso ad un valore di corrente di riferimento, associato alle caratteristiche fisiche dei conduttori, piuttosto che ai valori di esercizio (corrente media dell'anno precedente, ...) trae origine dall'esigenza di produrre stime per il lungo periodo, laddove le correnti effettive variano sensibilmente nel tempo. L'opzione della metà della corrente nominale di linea, escluse le linee di trasporto primario, riflette le condizioni reali d'uso della rete (pressoché il 100 % delle linee venete, secondo le statistiche degli ultimi anni, presenta correnti medie annue inferiori alla metà della corrente nominale), salvaguardando i presupposti cautelativi della stima

7) *Normalizzazione in caso di singola linea in terna semplice o di linea in doppia terna ottimizzata*

Il valore normalizzato di induzione magnetica  $B_N$  si ottiene nel modo seguente

$$B_N = B_M (I_N/I_M)$$

Dove:

$B_M$  = valore di induzione magnetica misurato

$I_N$  = valore della corrente nominale della linea o della metà della corrente nominale, secondo i casi

$I_M$  = valore di corrente media o istantanea misurata sulla linea in sincronia con la misura dell'induzione magnetica

Questo metodo di normalizzazione è applicabile quando non vi siano altre linee elettriche o la posizione di misura disti dalla proiezione al suolo dell'asse di ogni eventuale altra linea presente più di due volte l'ampiezza della fascia di rispetto della linea stessa.

In caso di presenza, a distanza inferiore a 50 metri dal punto di misura, di linee elettriche ad alta tensione con tensione inferiore a 132 kV, o a media tensione, il metodo non è applicabile e si deve ricorrere al metodo indicato al punto 8

8) *Normalizzazione in caso di doppie terne non ottimizzate, incroci o percorsi ravvicinati*

8.1) Nel caso di incroci fra linee elettriche, o di linee in doppia terna non ottimizzate, che in altra zona si dividono, o di due linee distinte che presentano nella zona di interesse percorsi ravvicinati, e in altre zone si allontanano, compreso il caso di posizioni di misura a distanza inferiore a 50 metri da linee ad alta tensione con tensione inferiore a 132 kV o a media tensione, si sceglie, per ognuna delle linee, una posizione di misura "omologa" sulla stessa linea, alla stessa distanza dai cavi del punto in cui si deve valutare il campo, e tale che le caratteristiche geometriche dell'elettrodotto siano analoghe, ma in un tratto sufficientemente lontano dalle altre linee da poter escludere che le stesse influiscano sul risultato della misura. Per ognuno dei due punti così individuati si misura il valore di induzione magnetica, si acquisisce in sincronia il valore di corrente sulla linea e si determina il valore normalizzato con il metodo valido per linee singole in terna semplice. Il valore normalizzato  $B_N$  per il campo complessivo nel punto di interesse si ottiene con la seguente formula:

$$B_N = ( B_{1N}^2 + B_{2N}^2 + 2B_{1N}B_{2N} \cos \theta )^{1/2}$$

Dove:

$B_{1N}, B_{2N}$  = valori dell'induzione magnetica normalizzati per le singole linee

$\theta \leq \pi/2$  = angolo formato dalle proiezioni al suolo dei due elettrodotti

Eccezionalmente, nel caso di impossibilità documentata a reperire una posizione "omologa" in cui eseguire la misura, si potrà procedere ad un monitoraggio continuativo dell'induzione magnetica della durata di almeno 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio delle linee. Ai

fini del confronto con il limite di cui alla Legge Regionale 27/93, potrà essere utilizzato il valore di induzione magnetica massimo rilevato nel periodo di monitoraggio.

8.2) Nel caso di doppia terna non ottimizzata, che non si divide e per la quale di conseguenza non è possibile individuare punti “omologhi” con presenza di singola linea, una stima cautelativa del valore di induzione magnetica normalizzato  $B_N$  si ottiene nel modo seguente:

$$B_N = B_M ( I_{1N} + I_{2N} ) / | I_{1M} - I_{2M} |$$

Dove :

$B_M$  = valore di induzione magnetica misurato

$I_{1N}$ ,  $I_{2N}$  = valore della corrente nominale o della metà della corrente nominale di ciascuna delle due linee, secondo i casi

$I_{1M}$ ,  $I_{2M}$  = valore di corrente media o istantanea misurata in sincronia con la misura dell'induzione magnetica

Questo metodo è applicabile solo se i valori di corrente sulle due linee, misurati in sincronia con la misura dell'induzione magnetica, sono diversi. Eccezionalmente, nel caso di impossibilità documentata a soddisfare questa condizione, si potrà procedere ad un monitoraggio continuativo dell'induzione magnetica della durata di almeno 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio delle linee. Ai fini del confronto con il limite di cui alla Legge Regionale 27/93, potrà essere utilizzato il valore di induzione magnetica massimo rilevato nel periodo di monitoraggio.

8.3) Situazioni complesse (incroci di terna singola e doppia terna, incroci di tre linee, diramazioni o altro) devono essere trattate in modo da ricondursi ad una combinazione dei casi descritti ai punti precedenti. Il metodo seguito deve essere documentato.

In alternativa ai metodi qui descritti, possono essere impiegati metodi di estrapolazione e normalizzazione delle misure basati su appositi modelli di calcolo, purché il procedimento seguito sia documentato. In tal caso deve essere allegato un parere di conformità rilasciato dall'ARPAV.

9) *Determinazione dell'induzione magnetica nel caso non sia possibile acquisire i dati di corrente dai gestori delle linee elettriche.* Eccezionalmente, nel caso, documentato, in cui non siano disponibili misurazioni né stime indirette dei valori istantanei di corrente sulle linee elettriche, si potrà procedere ad un monitoraggio continuativo dell'induzione magnetica della durata di almeno 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio delle linee. Ai fini del confronto con il limite di cui alla Legge Regionale 27/93, potrà essere utilizzato il valore di induzione magnetica massimo rilevato nel periodo di monitoraggio.

10) *Determinazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica in caso di linee elettriche fuori servizio.* Nel caso di linee elettriche inattive, nell'impossibilità di eseguire misurazioni, il valore del campo elettrico ed il valore dell'induzione magnetica, normalizzato secondo i criteri stabiliti nel presente documento, possono essere stimati mediante l'applicazione di opportuni modelli di calcolo. Il procedimento seguito deve essere documentato e deve essere allegato un parere di conformità rilasciato dall'ARPAV.

11) *Elementi da riportare nel Rapporto di Prova*

Il rapporto di prova deve contenere almeno i seguenti elementi

Identificazione precisa del sito e del lotto

Identificazione delle linee elettriche e indicazione della relativa corrente nominale

Identificazione di eventuali sorgenti interferenti come cabine elettriche o linee a tensione inferiore a 132 kV

Identificazione precisa dei punti in cui sono state effettuate le misure (allegando planimetria)

Indicazione della metodologia di misura impiegata (riferimento al protocollo regionale e alla norma CEI 211/6)

Data e ora delle misure

Condizioni meteorologiche

Dichiarazione che la temperatura e l'umidità al momento delle misure sono compatibili con il corretto funzionamento degli strumenti

Tipo, modello e numero di serie della strumentazione impiegata

Range di misura dello strumento

Estremi della taratura della strumentazione

Nominativo e qualifica del tecnico rilevatore

Banda di frequenza misurata

Valori di campo elettrico misurato espressi in V/m

Valori di induzione magnetica misurati e corrispondenti valori di corrente forniti dai gestori delle linee

Valori di induzione magnetica normalizzati espressi in  $\mu\text{T}$

Metodo di normalizzazione impiegato

Incertezza di misura

In caso di impiego di modelli di calcolo per la normalizzazione, deve essere indicato il modello (software) utilizzato.

*12) Requisiti dei Laboratori di Prova.* Le misure possono essere eseguite dall'ARPAV, da laboratori accreditati per la specifica prova (misura di campi elettrici e magnetici a bassa frequenza) o da professionisti e tecnici in possesso di attestato ARPAV.

L'accreditamento deve essere rilasciato dal SINAL o da altro ente di certificazione dallo stesso riconosciuto mediante accordo di mutuo riconoscimento, e deve attestare la conformità del laboratorio e della specifica prova in riferimento alla norma UNI EN ISO 17025.

L'attestato ARPAV viene rilasciato a professionisti e tecnici, esperti nel settore, che abbiano ricevuto adeguata formazione presso un laboratorio dell'ARPAV.