

# Misura dei livelli di induzione magnetica generati dalle linee elettriche a 380 kV nelle province di Udine e Pordenone

## INTRODUZIONE

In seguito all'emanazione del Decreto Direttivo 29.05.2008 "*Procedura di misura e di valutazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità*", ARPA FVG ha intrapreso una campagna di controllo sistematico delle linee elettriche ad altissima tensione della regione, per aggiornare le misure eseguite prima dell'entrata in vigore del decreto stesso con nuove misure prolungate per almeno 24 ore che rispondono ai criteri previsti dalla legge e per estendere il controllo ad un più ampio numero di recettori.

L'attività è iniziata sul territorio delle province di Udine e Pordenone ed è stata focalizzata sulle linee elettriche a 380 kV, trattandosi delle sorgenti di campo magnetico di maggiore impatto.

Grazie alla definizione di un indice, calcolato in base a parametri facilmente reperibili quali la lunghezza del tracciato degli elettrodotti e la presenza di edifici o luoghi a permanenza prolungata nelle vicinanze di essi, sono stati stabiliti dei criteri di priorità per determinare in quali comuni eseguire le misurazioni.

Non è stato possibile effettuare valutazioni predittive, basate sul calcolo dei valori di campo di induzione magnetica, perché nel catasto degli elettrodotti ad alta ed altissima tensione del Friuli Venezia Giulia non sono disponibili tutti i dati necessari (ad oggi i gestori non hanno fornito i dati per il popolamento del catasto).

I luoghi individuati grazie a questa valutazione preliminare sono stati in seguito verificati con sopralluoghi.

Una volta determinata la lista dei comuni da controllare e, all'interno di questi, scelte le aree di interesse per le misure, sono state coinvolte le Amministrazioni Comunali sia per un supporto di tipo organizzativo (al Comune è stato chiesto di fare da tramite tra cittadini e ARPA) che per le competenze di vigilanza e controllo loro attribuite dalla L. 36/2001.

Individuati fattivamente i punti di misura e verificata la disponibilità dei cittadini ad ospitare la centralina di monitoraggio, in ciascun punto è stato collocato lo strumento per circa una settimana. I dati sono quindi stati elaborati e riportati su schede di sintesi inviate sia ai cittadini che hanno collaborato all'iniziativa che ai Comuni.

Infine, nei casi in cui è stato possibile, si sono eseguite le elaborazioni dei dati previste dal Decreto Direttivo 29.05.2008 finalizzate a stimare il livello di esposizione in qualunque giorno dell'anno: in particolare l'elaborazione consente di estrapolare il valore della mediana massima dell'induzione magnetica nelle 24 ore nell'anno precedente la misura, o in altri intervalli temporali, a partire dalle misure di induzione magnetica eseguite e dai dati storici di corrente dell'elettrodotto.

## LINEE ELETTRICHE INTERESSATE DALLO STUDIO

Le linee elettriche a 380 kV nelle province di Udine e Pordenone sono le seguenti:



- cod.21-361 “Cordignano-Udine Ovest”,
- cod.21-356 “Planais-Redipuglia”,
- cod.21-347 “Planais-Salgareda”,
- cod.21-321 “Planais-Udine Ovest”.

La prima attraversa le province di Udine e Pordenone, la seconda le province di Udine e Gorizia, le ultime due attraversano il territorio del Friuli Venezia Giulia solo nella provincia di Udine. Tali linee si estendono per una lunghezza di circa 127 km, di cui 8 km in doppia terna. Tutte le linee sopra citate appartengono a Terna. Vi è inoltre un'altra linea a 380 kV di Edison, cod. 322 “Torviscosa-Planais”, che transita in area agricola e industriale per un tratto di circa 6 km.

Figura 1 – Tracciato delle linee a 380 kV

## INDIVIDUAZIONE DEI COMUNI PER L'EFFETTUAZIONE DEL MONITORAGGIO

Dopo aver identificato su supporto cartografico i tracciati delle linee elettriche a 380 kV, sono stati selezionati i comuni delle province di Udine e Pordenone interessati dall'attraversamento degli elettrodotti. In totale i comuni attraversati sono 36 di cui 24 in provincia di Udine e 12 in provincia di Pordenone.

Sono state quindi individuate delle aree entro 50 m dall'asse delle linee e selezionati gli edifici al loro interno. La distanza di 50 m corrisponde al valore della Distanza di prima approssimazione (Dpa)<sup>1</sup> valutata per alcune campate di linee a 380 kV in singola terna. Essa fornisce un semplice parametro per determinare, in prima istanza, gli edifici che possono essere esposti ad un livello significativo di induzione magnetica.

E' stato quindi creato l'indice di priorità  $I_{50}$  che è funzione della lunghezza in km,  $l_c$ , delle linee a 380 kV all'interno di ogni singolo comune e del numero  $n_c$  di edifici nel comune distanti meno di 50 m dall'asse delle linee. L'indice  $I_{50}$  è descritto dalla seguente formula:

$$I_{50} = \frac{l_c}{l_{tot}} 100 \frac{n_c}{n_{tot}} 100$$

dove  $l_{tot}$  e  $n_{tot}$  sono rispettivamente la lunghezza totale, espressa in km, delle linee e il numero totale di edifici individuati (circa 150).

<sup>1</sup> Decreto Direttivo 29.05.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti” (GU n. 156 del 05.07.2008 – Suppl. Ordinario n. 160)

L'indice  $I_{50}$ , in sintesi, stima la superficie di territorio comunale interessato dalla presenza di livelli significativi di induzione magnetica (più km di elettrodotto, maggiore superficie) e la presenza di potenziali recettori (più edifici nel buffer di 50 m, maggior numero di potenziali recettori). L'indice è nullo in assenza di edifici e, a parità di numero di edifici, è più alto per quei comuni in cui è maggiore la lunghezza delle linee che attraversano il territorio. In tal modo si sono volute privilegiare le situazioni in cui l'esposizione dei recettori è più varia, rispetto ai casi in cui gli edifici sono maggiormente concentrati in un'area limitata del territorio.

Si è scelto di effettuare il monitoraggio in tutti i comuni per i quali l'Indice  $I_{50}$  è maggiore di 5, che comprende circa il 50% dei comuni interessati dallo studio.

In tabella 1 è riportato l'esito dell'analisi preliminare; in particolare i comuni con  $I_{50}$  maggiore di 5 sono elencati in tabella 1a, gli altri in tabella 1b.

	COMUNE	$I_{50}$
1	SAN GIORGIO DI NOGARO	41.93
2	BRUGNERA	40.65
3	AZZANO DECIMO	30.32
4	BASILIANO	26.95
5	SACILE	26.42
6	CASTIONS DI STRADA	18.45
7	TORVISCOSA	16.69
8	CERVIGNANO DEL FRIULI	7.86
9	LESTIZZA	7.70
10	POCENIA	7.38
11	SAN GIORGIO DELLA RICHINVELDA	7.06
12	COSEANO	7.06
13	MERETO DI TOMBA	6.26
14	CARLINO	6.10
15	PORPETTO	5.99
16	PRATA DI PORDENONE	5.99
17	FIUME VENETO	5.56

	COMUNE	$I_{50}$
18	ZOPPOLA	4.22
19	AIELLO DEL FRIULI	3.96
20	CAMPOLONGO AL TORRE	2.99
21	MORTEGLIANO	2.99
22	PORCIA	2.41
23	SAN MARTINO AL TAGLIAMENTO	1.98
24	MUZZANA DEL TURGNANO	1.60
25	BAGNARIA ARSA	1.39
26	PORDENONE	1.23
27	FLAIBANO	1.07
28	TAPOGLIANO	0,00
29	TEOR	0,00
30	RONCHIS	0,00
31	PALAZZOLO DELLO STELLA	0,00
32	TALMASSONS	0,00
33	CAMPOFORMIDO	0,00
34	ARZENE	0,00
35	MORSANO AL TAGLIAMENTO	0,00
36	SEDEGLIANO	0,00

Tabella 1a – Comuni con Indice 50 maggiore di 5

Tabella 1b – Comuni con Indice 50 minore di 5

Per verificare *in campo* la significatività dei criteri scelti sono stati effettuati dei sopralluoghi controllando la destinazione d'uso degli edifici individuati e l'eventuale presenza di fabbricati non riportati sulla cartografia regionale.

Sono quindi stati coinvolti i comuni: alle Amministrazioni Comunali sono state inviate le planimetrie con l'indicazione degli edifici selezionati ed è stato chiesto di contattare i cittadini ivi residenti. La maggior parte dei comuni ha risposto in modo collaborativo all'iniziativa fornendo liste di nominativi e mettendo in grado i tecnici di ARPA di pianificare in maniera ottimizzata le verifiche.

Nel caso di mancata risposta di alcuni comuni, ne sono stati contattati altri percorsi dalle medesime linee elettriche.

In figura 2 è riportata la distribuzione sul territorio delle linee a 380 kV sovrapposta alla mappa dei comuni attraversati, colorati in base al punteggio ottenuto dagli esiti dell'analisi di priorità, ovvero al valore dell'indice  $I_{50}$ .

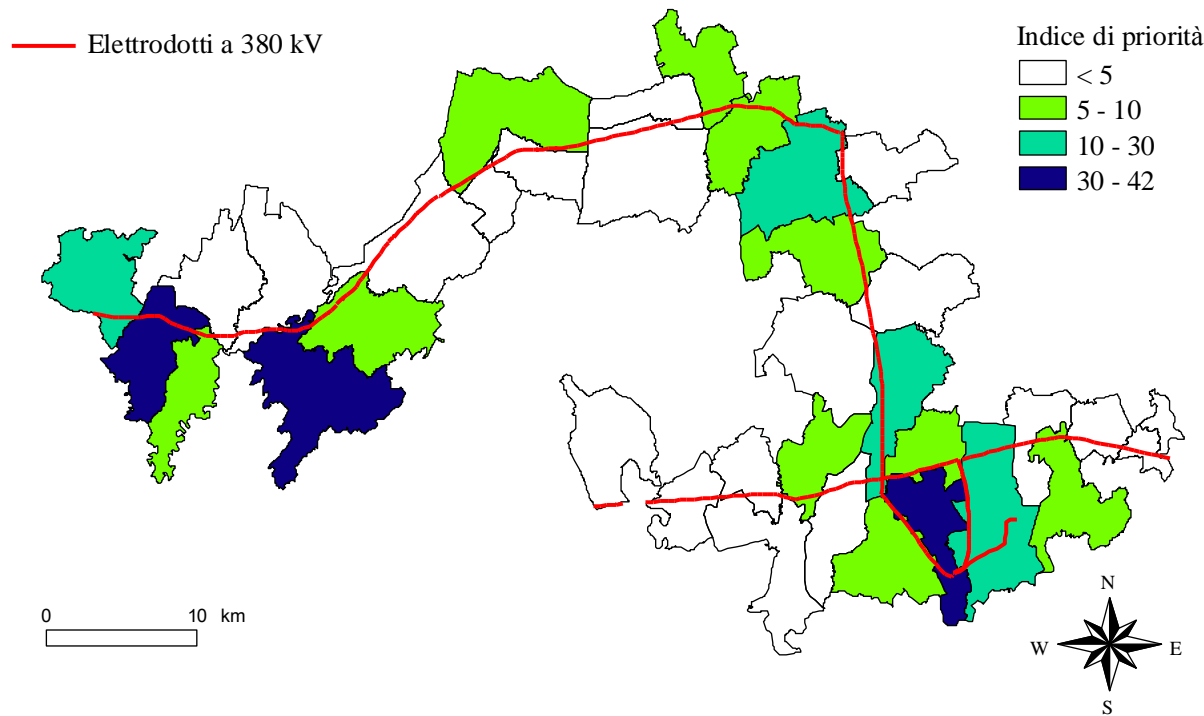


Figura 2 – Rappresentazione dei risultati dell'analisi di priorità sui Comuni da monitorare

## SCELTA DEI PUNTI DI MISURA

Sulla base degli elenchi forniti dai comuni è stato scelto, per ogni area, l'edificio con pertinenze esterne più vicine alle linee elettriche. La collocazione della centralina di monitoraggio è stata preceduta da un'indagine atta all'individuazione del punto esposto ai livelli più significativi di induzione magnetica: in tale occasione è stato misurato anche il valore di campo elettrico.

Come previsto dal Decreto Direttivo 29.05.2008, in ciascun punto scelto è stata collocata una centralina per la misura in continuo che ha registrato i dati del campo di induzione magnetica con frequenza di un dato al minuto. La durata del periodo di misura è stata di circa una settimana, in modo da poter monitorare, oltre alle variazioni del campo magnetico giornaliero, anche quelle che si verificano nel passaggio da giorni feriali a giorni festivi.

## STRUMENTI DI MISURA

La strumentazione per il monitoraggio in continuo (figura 3) è costituita da una sonda isotropica per la misura del campo di induzione magnetica alloggiata in un contenitore fissato ad un palo, dotato di un pannello solare per l'alimentazione.



Per garantire la stabilità il palo è ancorato con dei tiranti a dei punti di fissaggio e/o con sacchi di sabbia che vengono posti sulla base. All'interno del contenitore, oltre alla sonda, c'è un modem per l'invio dei dati misurati al centro di controllo sito nel Dipartimento ARPA di Udine. La strumentazione, al fine di garantire l'esposizione dei pannelli solari, viene posta preferibilmente all'esterno in un luogo recintato come ad esempio il giardino dell'abitazione oppure su una terrazza, e rimane in funzione per circa una settimana acquisendo i valori di induzione magnetica ogni 60 s.

I sistemi di monitoraggio (centraline) utilizzati sono i modelli 8055 e 8057 della ditta PMM. Le caratteristiche tecniche della strumentazione sono indicate nella seguente tabella 2.

Figura 3 – Fotografia della centralina

	SISTEMA DI MISURA 1	SISTEMA DI MISURA 2	SISTEMA DI MISURA 3
Centralina	AMB 8055 <i>s.n. 263WJ31005</i>	AMB 8057 <i>s.n. 330WK90339</i>	AMB 8057 <i>s.n. 361WK30131</i>
Sonda	HP051 <i>s.n. 000WJ40118</i>	HP-1B-01 <i>s.n. 110WJ80911</i>	HP-1B-01 <i>s.n. 220WX40401</i>
Campo di frequenza	10 -5000 Hz	10 -5000 Hz	10 -5000 Hz
Sensibilità	0.05 $\mu$ T	0.05 $\mu$ T	0.05 $\mu$ T

Tabella 2 – Elenco strumentazione utilizzata per il monitoraggio

Tutti gli strumenti utilizzati per le misure garantiscono la riferibilità metrologica tramite taratura effettuata presso un centro accreditato LAT.

## RISULTATI DELLE MISURE

In totale sono stati misurati i livelli di induzione magnetica e di campo elettrico in 30 siti distribuiti lungo il tracciato degli elettrodotti come riportato in figura 4.

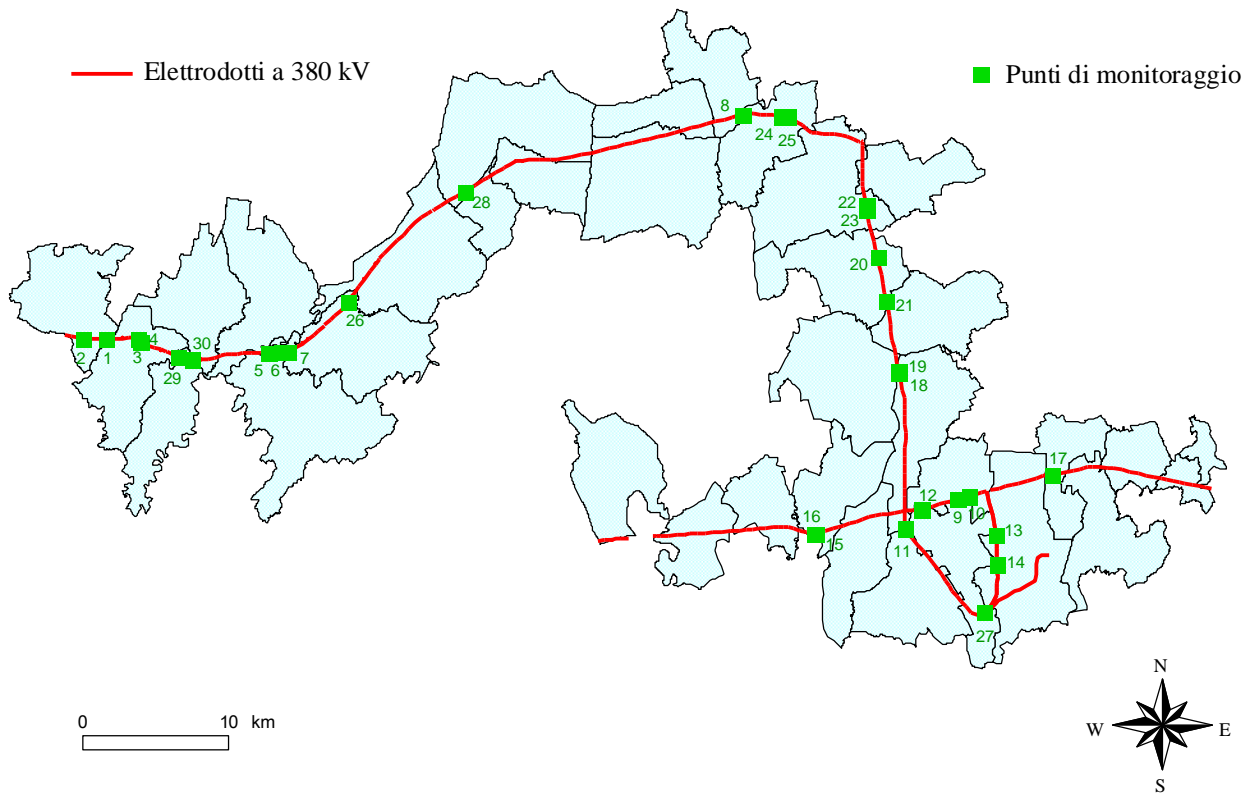


Figura 4 – Rappresentazione dei punti di monitoraggio lungo i tracciati degli elettrodotti a 380 kV

Per ognuno dei siti di misura è stata redatta una scheda riassuntiva del monitoraggio, inviata al comune ed ai cittadini che hanno ospitato le centraline. In ogni scheda è indicata, su un estratto della carta tecnica regionale, la collocazione geografica del punto di misura rispetto alla linea elettrica; sono inoltre indicati la strumentazione utilizzata, il periodo di monitoraggio, il valore di induzione magnetica inteso come mediana nelle 24 ore, nonché il valore di campo elettrico misurato durante l'ispezione preliminare del sito. Le grandezze misurate sono state confrontate con i rispettivi valori di riferimento.

La normativa vigente prevede che *“nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu\text{T}$ , da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”* (art. 3, comma 2, del DPCM 08.07.2003). Nella progettazione di *“nuovi insediamenti e nuove aree di cui sopra in prossimità di linee e installazioni elettriche già presenti nel territorio [...] è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$  per il valore di induzione magnetica da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”*. In tutti gli altri luoghi accessibili, con destinazioni d'uso diverse da quanto sopra indicato, devono essere rispettati i limiti di esposizione di 100  $\mu\text{T}$  per l'induzione magnetica. Per il campo elettrico il limite previsto è di 5000 V/m per ogni punto accessibile alla popolazione e per qualunque durata dell'esposizione (art. 3, comma 1, del DPCM 08.07.2003).

Gli esiti dei monitoraggi sono sintetizzati in tabella 3 e rappresentati nel grafico di figura 5. Nella tabella ogni punto di misura è identificato dal numero corrispondente al sito di misura di figura 4 e dal comune; per ogni punto sono riportati il valore massimo del campo di induzione

magnetica, il valore del campo di induzione magnetica inteso come mediana nelle 24 ore (questo valore corrisponde alla massima tra tutte le mediane giornaliere della settimana di monitoraggio ed è noto con un' incertezza del 10%) e il valore del campo elettrico. In tabella sono inoltre riportati i codici delle linee elettriche a 380 kV prossime al punto di misura ed è evidenziata la presenza di altri elettrodotti.

Punto di misura	Comune	Linee elettriche	Massima mediana 24h B ( $\mu$ T)	Valore massimo B ( $\mu$ T)	Campo elettrico E (V/m)
1	SACILE	21-361	1.3	1.9	120
2	SACILE	21-361	3.7	5.7	520
3	BRUGNERA	21-361	5.4	9.5	1060
4	BRUGNERA	21-361	0.7	1.0	1020
5	AZZANO DECIMO	21-361	1.4	1.9	100
6	AZZANO DECIMO	21-361 + ALTRI	0.3	1.4	13
7	AZZANO DECIMO	21-361	4.6	6.5	3840
8	COSEANO	21-361	0.9	1.1	940
9	PORPETTO	21-347	1.2	1.8	640
10	PORPETTO	21-347	7.2	11.7	2005
11	CARLINO	21-321	3.2	4.7	460
12	SAN GIORGIO DI NOGARO	21-347	1.6	2.6	300
13	TORVISCOSA	21-347 e 21-356	4.2	6.3	340
14	SAN GIORGIO DI NOGARO	21-347 e 21-356	1.4	2.2	45
15	POCENIA	21-347	0.7	1.6	365
16	POCENIA	21-347	0.6	1.4	290
17	BAGNARIA ARSA	21-356	9.0	17.6	2340
18	CASTIONS DI STRADA	21-321	5.4	9.0	1920
19	CASTIONS DI STRADA	21-321	4.0	5.3	1150
20	LESTIZZA	21-321	1.8	2.6	720
21	LESTIZZA	21-321	0.7	1.3	740
22	BASILIANO	21-321	2.0	2.7	730
23	BASILIANO	21-321	3.5	5.5	215
24	MERETO DI TOMBA	21-361 + ALTRI	0.7	1.4	275
25	MERETO DI TOMBA	21-361 + ALTRI	1.6	2.8	540
26	FIUME VENETO	21-361	0.9	1.4	310
27	SAN GIORGIO DI NOGARO	322 + ALTRI	1.5	2.9	520
28	SAN GIORGIO DELLA RICH.	21-361	0.6	0.8	30
29	PRATA DI PORDENONE	21-361	1.0	1.3	220
30	PRATA DI PORDENONE	21-361	3.6	5.5	2700

Tabella 3 – Esiti dei monitoraggi presso linee a 380 kV

Come si evince sia dalla tabella che dal grafico, in tutti i punti è stato verificato che la massima mediana dell'induzione magnetica nelle 24 ore non supera il valore di attenzione di 10  $\mu$ T. I valori di campo elettrico, che vanno confrontati con il limite di esposizione, sono tutti inferiori al limite di 5000 V/m. I valori massimi di induzione magnetica, che non possono essere confrontati

con i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, ma devono essere confrontati con i limiti di esposizione, sono tutti inferiori a 100  $\mu\text{T}$ .

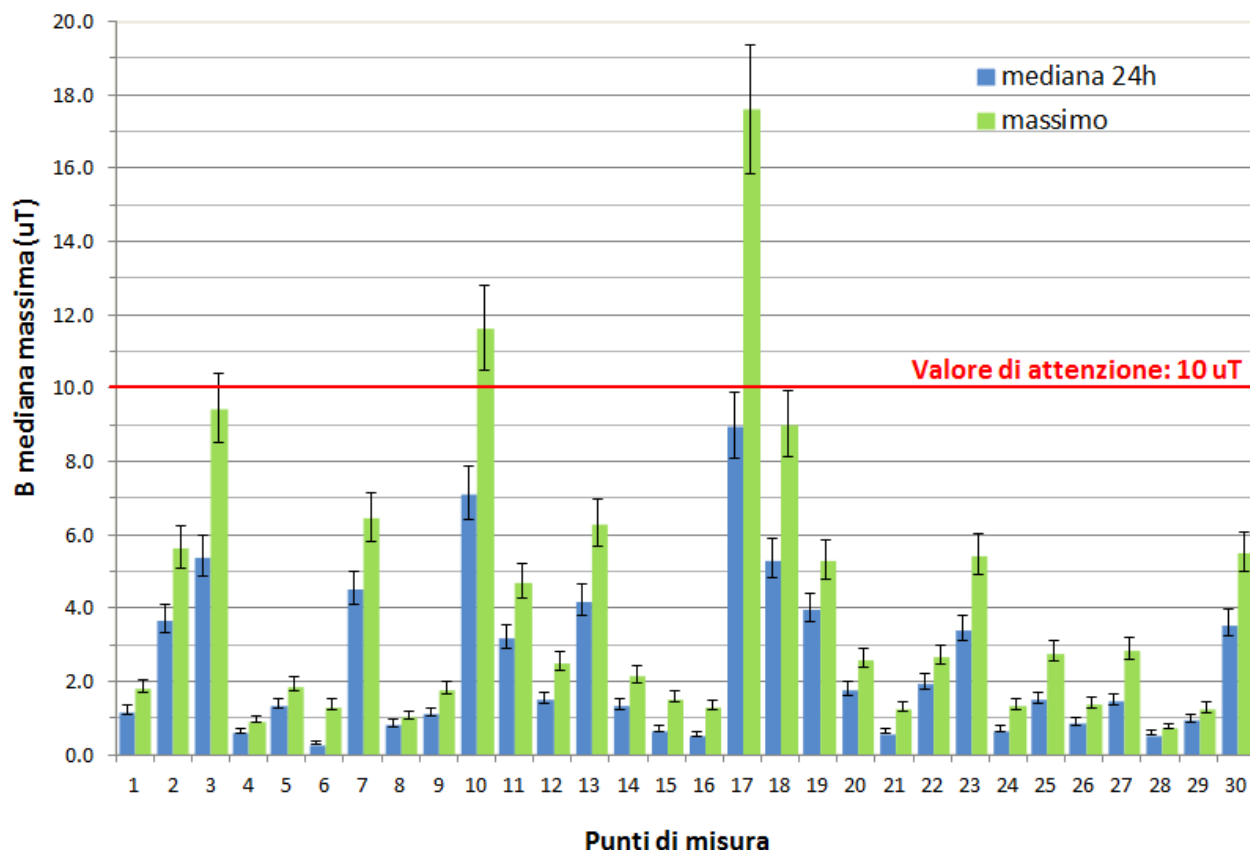


Figura 5 – Grafico degli esiti dei monitoraggi del campo di induzione magnetica presso linee a 380 kV

Nell’ottica della verifica del rispetto del valore di attenzione, è opportuno accertare, a partire dalle informazioni storiche disponibili sull’andamento dei carichi, che le condizioni di esercizio dell’elettrodotto nel periodo di misura non determinino un’eccessiva sottostima del valore di induzione magnetica generato dalla linea elettrica. Infatti, se all’atto della misura la linea trasporta poca corrente, il valore di campo di induzione magnetica potrebbe risultare sottostimato rispetto ad altri periodi in cui il carico di corrente della linea aumenta; ciò riveste particolare importanza per i punti 3, 10, 17 e 18, nei quali il valore della mediana di induzione magnetica è superiore al 50% del valore di attenzione. Il campo elettrico, invece, è una grandezza che rimane stabile nel tempo.

## VALUTAZIONE INDIRETTA DELL’INDUZIONE MAGNETICA

Al fine di stimare il livello di esposizione in qualunque giorno dell’anno, anche diverso da quello di misura, è possibile, in determinate condizioni, ricorrere ad un metodo indiretto estrapolando il valore dell’induzione magnetica a partire dalle misure di induzione eseguite e dai dati di corrente storici dell’elettrodotto.

Come chiarito nel Decreto Direttivo 29.05.2008, le condizioni che permettono l’extrapolazione sono quelle che garantiscono la dipendenza di causa-effetto tra la corrente



nell'elettrodotto presso il quale si svolge l'intervento e l'induzione magnetica nel punto di misura. In particolare si assume per valida la relazione se il coefficiente di correlazione  $r(B,I)$  tra serie di dati di induzione e di corrente vale almeno 0,9. Tali condizioni potrebbero non essere soddisfatte in presenza di più elettrodotti o di altre sorgenti di campo magnetico a 50 Hz.

Per effettuare l'estrapolazione sopra descritta sono stati chiesti al gestore i dati di corrente delle linee elettriche nei periodi di monitoraggio che sono stati forniti ad intervalli di 15 minuti, e il valore massimo della mediana di corrente nelle 24 ore dei 365 giorni precedenti la campagna di misure. La normativa prevede che i gestori forniscano i dati con un'incertezza inferiore al 10% per valori di corrente superiori a 100 A. Quindi, per i valori di corrente, si assume questo valore di incertezza anche se non è stata espressamente dichiarata.

La prima verifica, mirata a escludere disallineamenti tra gli orari di registrazione dei dati di corrente e quelli della centralina, consiste nel riportare i grafici sovrapposti dell'andamento delle due grandezze (corrente e campo di induzione magnetica).

Poiché i valori sono di ordini di grandezza diversi, i dati del campo di induzione magnetica sono preventivamente normalizzati ai valori di corrente. Come si vede dal grafico di figura 6, che rappresenta uno dei punti di misura, l'andamento dei due insiemi di dati risulta sovrapponibile. Dal grafico si può inoltre notare come i monitoraggi siano caratterizzati da un'ampia variabilità di corrente che dipende sia dal passaggio giorno/notte che dal passaggio giorni feriali/giorni festivi.

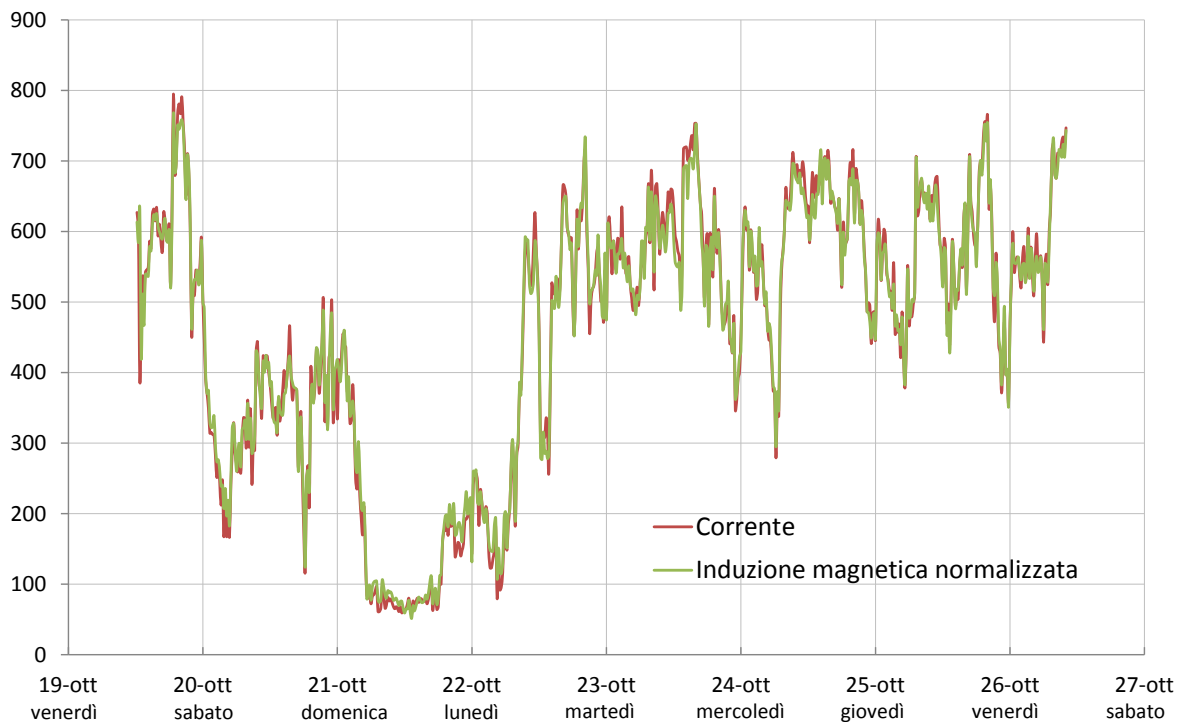


Figura 6 – Andamento della corrente e del campo di induzione magnetica normalizzato per un sito di misura

Verificata la sincronia dei dati di corrente ed induzione magnetica, prima di calcolare il coefficiente di correlazione, vengono eliminati i valori inferiori o uguali a  $0.1 \mu\text{T}$ , perché non significativi. Sull'insieme di coppie di misure restanti viene calcolato il coefficiente di correlazione che, per poter procedere alla successiva elaborazione, deve essere maggiore di 0.9. Tra tutti i casi esaminati, solo in uno il coefficiente di correlazione è risultato inferiore a tale valore: si tratta del

punto 6 in cui i livelli di induzione magnetica misurati sono bassi e probabilmente influenzati dalla presenza di una linea elettrica a media tensione che transita nelle vicinanze. Per gli altri casi di vicinanza ad altre linee elettriche si evidenzia che le misure nei punti 24 e 25 non risentono della presenza degli altri elettrodotti; invece, nel caso delle misure presso la doppia linea 347-356, nei comuni di San Giorgio di Nogaro e Torviscosa (punti 13 e 14), non è stato possibile eseguire l'estrapolazione dato che si tratta di sorgenti complesse. L'analisi dei dati è ancora in corso per i punti dal 26 al 30.

Un esempio di correlazione tra corrente ed induzione magnetica è rappresentato dal grafico in figura 7. I dati si riferiscono al monitoraggio effettuato nel punto 1 a Sacile. Nella figura sono evidenziate la retta di regressione lineare, cui è stato imposto il passaggio per l'origine, e la rispettiva equazione. Per questo insieme di dati il coefficiente di correlazione è pari a 0.98.

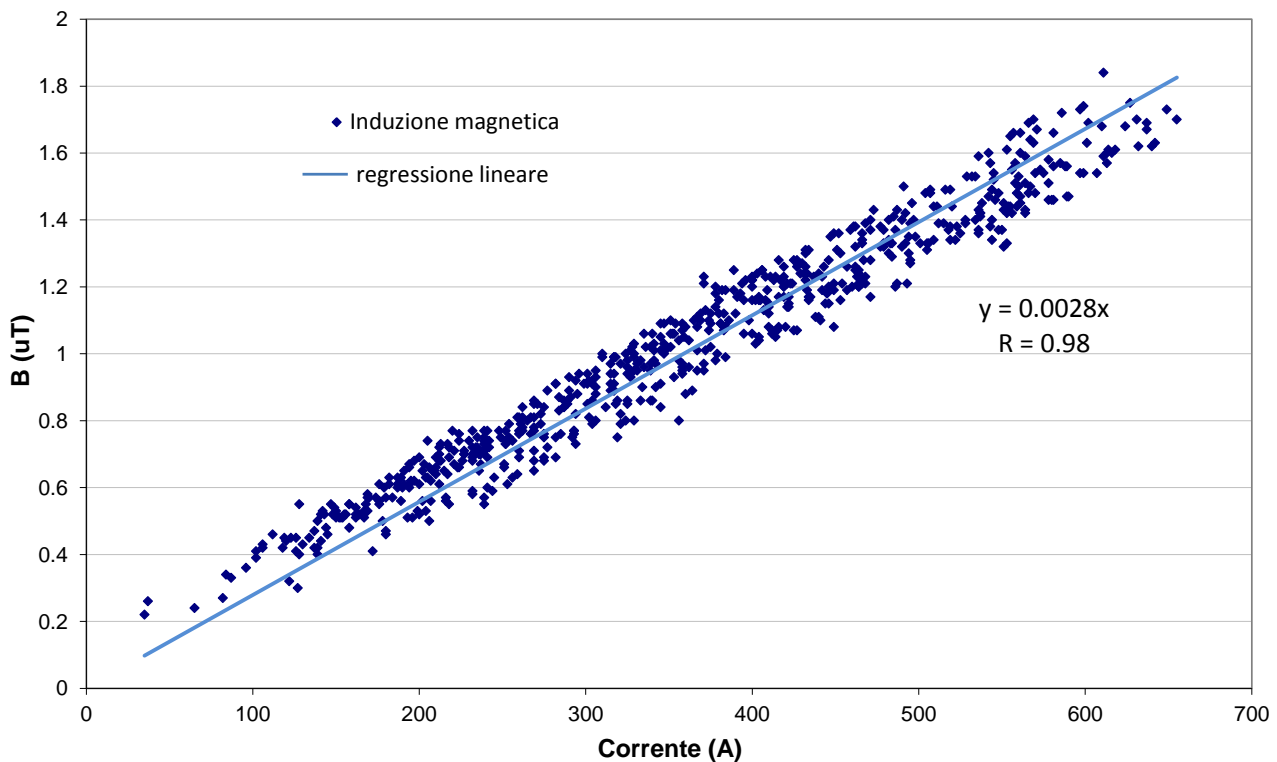


Figura 7 – Andamento del campo di induzione magnetica in funzione della corrente.

Come previsto dalla procedura di legge, per ogni  $i$ -esima coppia di campioni di induzione magnetica e corrente è stato calcolato il rapporto  $R_i = B_i/I_i$  e la media aritmetica  $R_m$  di tutti gli  $R_i$ . I valori di induzione magnetica estrapolati ( $B_{max}$ ) sono stati calcolati facendo riferimento alla corrente mediana massima nei 365 giorni precedenti la campagna di misura ( $I_{max}$ ) utilizzando la relazione  $B_{max} = R_m \cdot I_{max}$ . Il valore di induzione magnetica estrapolato rappresenta il valore massimo dell'induzione magnetica, intesa come mediana nelle 24 ore, nell'anno precedente la misura ed è confrontabile con il valore di attenzione. L'affidabilità del dato ottenuto dipende dall'incertezza associata,  $u(B_{max})$ , che è stata valutata pari al 20%. Nei casi in cui  $B_{max} + u(B_{max})$  è inferiore al valore di riferimento si può concludere che non c'è superamento. Se, come nei casi in esame,  $u(B_{max})/B_{max}$  è minore o uguale a 20%, il valore estrapolato va confrontato direttamente con i valori di riferimento prescritti dalla normativa. I risultati delle estrapolazioni sono rappresentati nel grafico di figura 8.

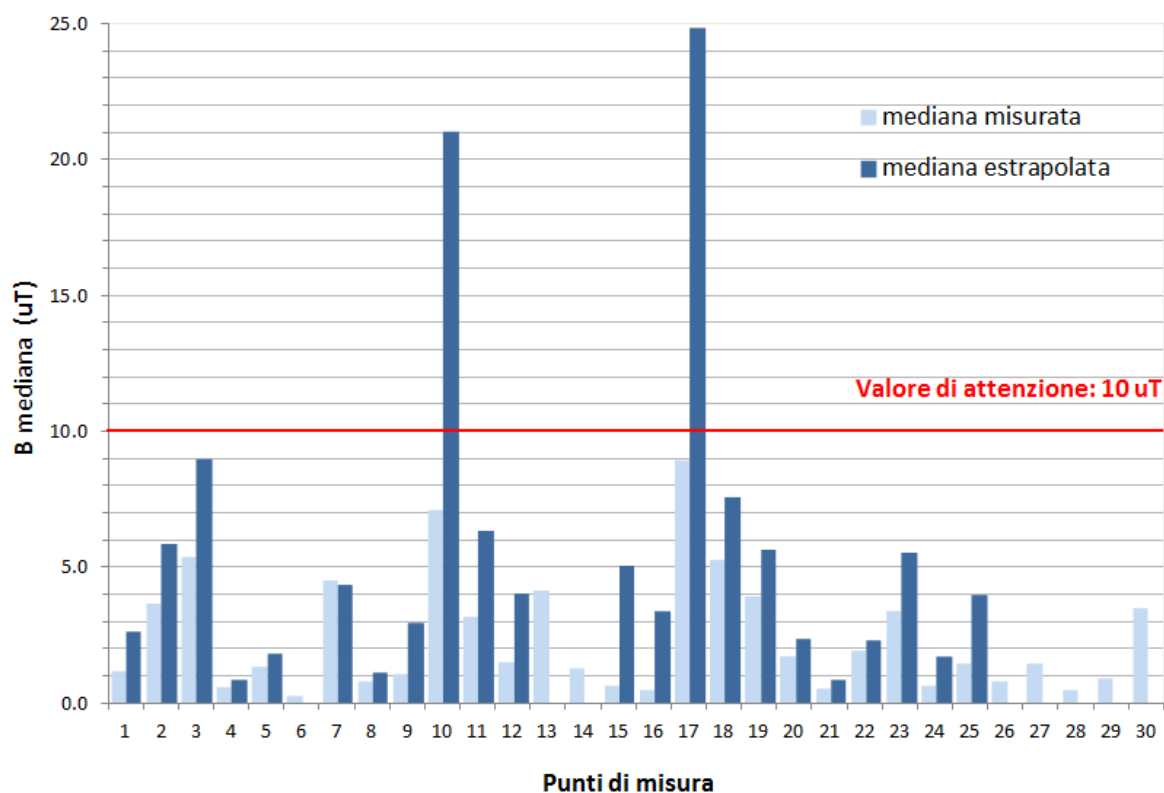


Figura 8 – Grafico degli esiti delle estrapolazioni su coppie di dati di induzione magnetica e corrente

Si osserva che nel punto 10, in comune di Porpetto presso la linea 21-347, e nel punto 17, in comune di Bagnaria Arsa presso la linea 21-356, il valore estrapolato dell'induzione magnetica è superiore al valore di attenzione dei 10 µT. Per questi due casi particolari è necessario sottolineare che la centralina di monitoraggio è stata collocata in un luogo la cui destinazione d'uso potrebbe non prevedere permanenze superiori alle 4 ore giornaliere. In tutti gli altri casi il valore di induzione magnetica estrapolato dai dati storici di corrente (colore blu nel grafico in figura 8) è inferiore al valore di attenzione di 10 µT. I valori numerici dei dati rappresentati nel grafico di figura 8 sono riportati in tabella 4.

Misura	B <sub>max</sub> (µT)	Misura	B <sub>max</sub> (µT)	Misura	B <sub>max</sub> (µT)
1	2.7	10	21.0	20	2.5
2	5.9	11	6.4	21	0.9
3	9.0	12	4.1	22	2.4
4	1.0	15	5.1	23	5.6
5	1.9	16	3.5	24	1.8
7	4.5	17	24.8	25	4.1
8	1.2	18	7.7		
9	3.0	19	5.7		

Tabella 4 – Esiti delle estrapolazioni sui dati di monitoraggio

Per questi punti, ad esclusione del 10 e del 17, si può anche affermare che in nessun giorno dell'anno precedente alla misura è stato superato il valore di attenzione. Come esempio, in figura 9 è rappresentato l'andamento dell'induzione magnetica, intesa come mediana giornaliera B<sub>med,day</sub>, nei 365 giorni precedenti la misura, ottenuta dall'elaborazione dei valori misurati di induzione

magnetica e dei dati storici di corrente forniti dal gestore tramite la relazione  $B_{med,day} = R_m \cdot I_{med,day}$ , dove  $I_{med,day}$  è la mediana giornaliera di corrente. Il grafico si riferisce alla misura effettuata nel punto 12 in comune di San Giorgio di Nogaro presso la linea elettrica 21-347.

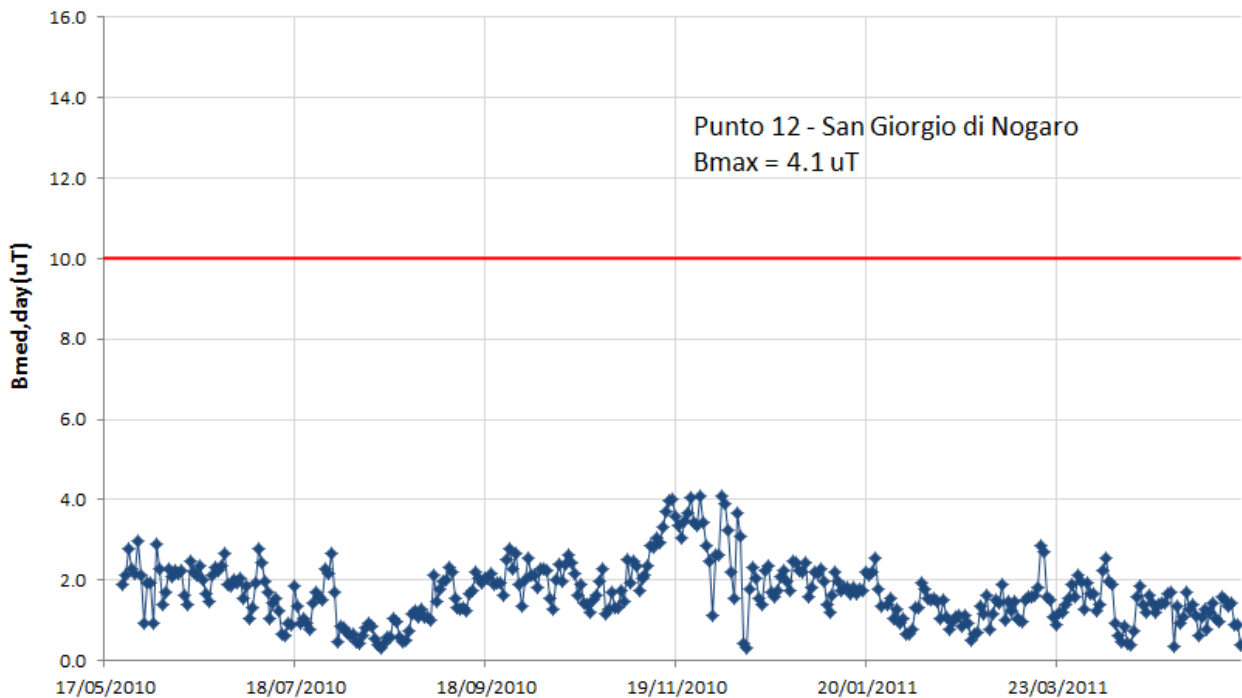


Figura 9 – Andamento dell'induzione magnetica,  $B_{med,day}$ , calcolata dai valori delle mediane giornaliere di corrente, nei 365 giorni precedenti la misura.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In tutti i punti di monitoraggio, scelti secondo criteri di rappresentatività, è stato verificato che la massima mediana dell'induzione magnetica misurata nelle 24 ore non supera il valore di attenzione di 10  $\mu$ T. I valori massimi di induzione magnetica e i valori di campo elettrico sono tutti inferiori ai limiti di esposizione pari rispettivamente a 100  $\mu$ T e a 5000 V/m.

La valutazione indiretta dell'induzione magnetica a partire dalle misure eseguite e dai dati storici di corrente, ha messo in evidenza due situazioni potenzialmente critiche in cui il valore di induzione magnetica estrapolato supera il valore di attenzione di 10  $\mu$ T. In entrambi i casi la misura è stata eseguita in un punto in cui non è prevista permanenza superiore alle 4 ore giornaliere.

Per tutti gli altri casi, il campo di induzione magnetica estrapolato al valore massimo di corrente nell'anno precedente è inferiore al valore di attenzione.

L'indagine è in fase di completamento con l'elaborazione delle misure effettuate nei comuni di Fiume Veneto, San Giorgio di Nogaro, Prata di Pordenone e San Giorgio della Richinvelda e con l'estensione del monitoraggio alla provincia di Gorizia (in provincia di Trieste non risultano linee elettriche a 380 kV).