

## **ESPOSIZIONE AL CAMPO MAGNETICO A 50 Hz GENERATO IN ABITAZIONE DA ELETTRODOTTI DI BASSA TENSIONE PER LA DISTRIBUZIONE ELETTRICA.**

Valeria Bottura, Noemi Carta, Leo Cerise, Erik Imperial, Marco Cappio Borlino  
ARPA Valle d'Aosta, località Grande Charriere 44, 11020 Saint Christophe (AO), arpa@arpa.vda.it

### **Riassunto**

*L'Arpa della Valle d'Aosta ha condotto, sul territorio comunale di Aosta, un'indagine di misure di induzione magnetica generata da elettrodotti di alta, media e bassa tensione per il trasporto e la distribuzione dell'energia. Non sono stati presi in considerazione gli impianti elettrici domestici. Il lavoro aveva l'obiettivo di valutare l'esposizione complessiva al campo magnetico generato dalla rete elettrica e non la semplice verifica del rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente.*

*Le attività svolte sono state le seguenti:*

- 1. Misure lungo il reticolo cittadino.*
- 2. Misure presso cabine di trasformazione secondarie MT/BT.*
- 3. Misure interne ad edifici nei pressi di elettrodotti a media e bassa tensione.*
- 4. Misure presso edifici rientranti nelle fasce di rispetto degli elettrodotti ad alta tensione.*

*Le misure lungo il reticolo cittadino e presso le cabine di trasformazione hanno permesso di individuare abitazioni in cui la presenza di elettrodotti di media o bassa tensione poteva generare significativi valori di induzione magnetica. Le misure in tali abitazioni hanno confermato la significatività di tali valori, risultati in alcuni casi dello stesso ordine di grandezza dell'obiettivo di qualità o del valore di attenzione. L'esposizione valutata presso gli edifici rientranti nelle fasce di rispetto degli elettrodotti ad alta tensione, al contrario, è risultata di entità modesta. Tali risultati evidenziano la necessità di prestare cura non solo nel controllo delle emissioni dovute alle grandi linee elettriche ma anche a quelle delle reti di distribuzione a media e bassa tensione in particolari configurazioni impiantistiche.*

### **INTRODUZIONE**

L'esperienza accumulata negli ultimi anni nei rilievi di campo magnetico in ambiente abitativo ha portato a constatare che le esposizioni al campo generato dagli elettrodotti di media e bassa tensione per la distribuzione dell'energia elettrica nel tessuto urbano risultano spesso dello stesso ordine di grandezza, se non superiori, a quelle dovute alle grandi linee di alta tensione.

Pur essendo vero che il numero di persone esposte al campo generato da una singola linea ad alta tensione è in genere maggiore rispetto al numero degli esposti al singolo elettrodotto, a bassa o media tensione sia linea che cabina, è altrettanto vero che queste ultime tipologie di sorgenti sono molto più numerose, articolate e interne al tessuto urbano. Inoltre l'impiantistica di tali elettrodotti ne nasconde spesso la vista rendendone difficile l'individuazione. È infine molto più complesso, spesso impossibile, avere a disposizione i dati di corrente o le geometrie di posa dei cavi o delle apparecchiature per effettuare simulazioni preventive o elaborazioni teoriche successive.

Durante una precedente campagna di misure presso tutti gli edifici scolastici della Valle d'Aosta condotta negli anni 2002-2004 [1], era già emersa chiaramente l'importanza, dal punto di vista dell'esposizione al campo magnetico a 50 Hz, della presenza degli impianti MT e BT, nonché dell'impianto elettrico interno, rispetto alle grosse linee ad alta tensione. Infatti nonostante solo tre edifici scolastici, sui 154 monitorati, fossero interessati dalla vicinanza a linee di alta tensione, in molti edifici furono rilevati valori di campo magnetico significativi, in alcuni casi anche dieci volte superiori a quelli generati dagli elettrodotti AT. Per tutti si cita il caso di una scuola elementare (figura 1) interessata dal passaggio di una linea a 132 kV che generava valori massimi nelle aule di circa 0.3  $\mu\text{T}$ , a fronte di una linea dell'impianto elettrico interno di illuminazione, interrata nell'atrio delle aule scolastiche, che generava livelli di campo magnetico tra 7 e 9  $\mu\text{T}$  a pochi cm dal pavimento e in ogni caso valori dell'ordine di qualche  $\mu\text{T}$  a 1 m di altezza.

Figura 1 – Edificio scolastico interessato dal passaggio di linea AT e da linea interna interrata

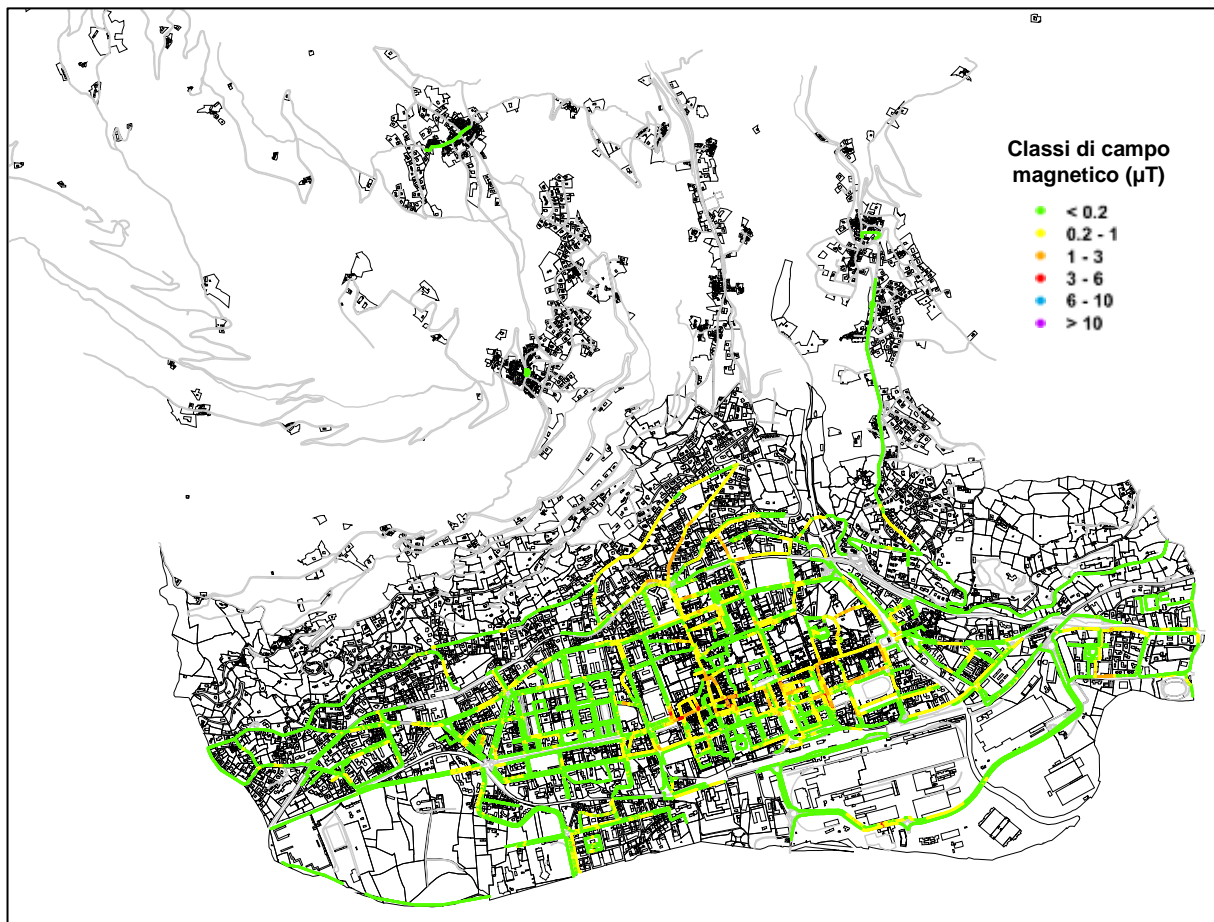


## MISURE NELLA CITTA' DI AOSTA

Negli anni 2006-2008 è stata condotta una campagna di misura del campo magnetico generato da elettrodotti di qualsiasi tensione su tutto il territorio comunale di Aosta. Visto che la maggior parte degli elettrodotti asserviti alla distribuzione in media e bassa tensione viene interrato o corre staffata sulle facciate dei fabbricati sono state eseguite misure in esterno lungo i marciapiedi e le aree pedonali del territorio comunale georeferenziando i percorsi. Poi sono state eseguite misure presso alcune cabine di trasformazione MT/BT site in contesti urbani differenti (zone industriali, zone residenziali, zone commerciali, ecc.) per verificare gli andamenti temporali giornalieri o settimanali della distribuzione dell'energia elettrica. Infine a seguito di tali interventi sono state individuate situazioni da approfondire con misure interne agli edifici. Inoltre sono state eseguite misure presso abitazioni prossime alle linee AT presenti sul territorio comunale di Aosta.

Le misure sul reticolo cittadino sono state eseguite in due stagioni differenti, autunno/inverno 2006/2007 e primavera/estate 2007, in modo da tener conto di eventuali variazioni di carico delle linee dovute al periodo stagionale. Nel secondo periodo le misure sono state effettuate nel 55% dei punti rispetto al primo rilievo escludendo le zone a scarsa frequentazione e nelle quali con le prime misure si erano rilevati livelli di campo magnetico non significativi. Inoltre tutte le misure sono state effettuate nella fascia oraria dalle 10 alle 13 perché generalmente è considerata di alto carico. I rilievi sono stati eseguiti con il sistema di misura LINDA, in cui si associa il misuratore di campo EMDEX II ad una ruota tarata in modo da acquisire i valori di campo magnetico in funzione del percorso seguito. Le misure sono eseguite ad un'altezza dal piano di calpestio di circa 90 cm e con una frequenza di campionamento di 1.5 sec. I risultati ottenuti si riportano nella planimetria di figura 2 suddivisi in classi di valori di campo magnetico associate a colori differenti, classi individuate in modo da descrivere in maniera chiara le variazioni dell'andamento del campo magnetico misurato.

Figura 2 - Misure di campo magnetico lungo reticolo cittadino: periodo autunno/inverno 2006/2007



Le cabine di trasformazione secondaria sono impianti complessi della rete di distribuzione e difficilmente modellizzabili con simulazioni numeriche. D'altro canto, localmente, esse possono generare forti campi magnetici disuniformi. La variabilità della corrente transitante negli elettrodotti di media e bassa tensione è molto pronunciata perché è legata alla richiesta di energia elettrica delle utenze. Di conseguenza anche l'andamento del campo magnetico da essi generato varia fortemente. Durante la giornata o la settimana, però, gli andamenti della corrente presentano una certa ripetibilità. A seconda che la zona di interesse sia

una via commerciale, un quartiere residenziale o una zona industriale, sono chiaramente visibili momenti della giornata o giorni della settimana con una maggior richiesta di energia rispetto ad altri. Le misure presso tali impianti sono quindi state eseguite continuative nel tempo per almeno due settimane: per alcune cabine nei due diversi periodi stagionali come prima per le misure sul reticolo cittadino e per altre a diversa distanza dalla cabina stessa per valutare la variabilità spaziale del campo magnetico generato. A titolo di esempio si riporta il risultato presso una cabina adiacente ad un'abitazione in costruzione (vedi figura 3a) per la quale, in una zona molto ristretta di spazio, i valori medi e le mediane giornaliere di campo magnetico misurato si attestavano intorno a 40  $\mu\text{T}$ , con valori istantanei di circa 80  $\mu\text{T}$ . Pur senza raggiungere valori così alti, anche presso altre due cabine le mediane giornaliere si avvicinavano al valore di attenzione di 10  $\mu\text{T}$ .

A seguito delle misure lungo il reticolo cittadino e presso le cabine sono stati individuati degli edifici, la maggior parte nel centro storico, in cui eseguire delle misure interne per approfondire l'esposizione dei residenti (vedi figura 3b). In primo luogo si sono eseguite misure istantanee in modo da capire l'influenza della linea all'interno dell'edificio e successivamente nel punto in cui tali misure avevano fornito il valore massimo si è proceduto ad un rilievo continuativo nel tempo per almeno due settimane con intervallo di misura di 1 o 2 minuti.

Figura 3. Edifici prossimi a elettrodotti MT o BT, sia linee che cabine, città di Aosta



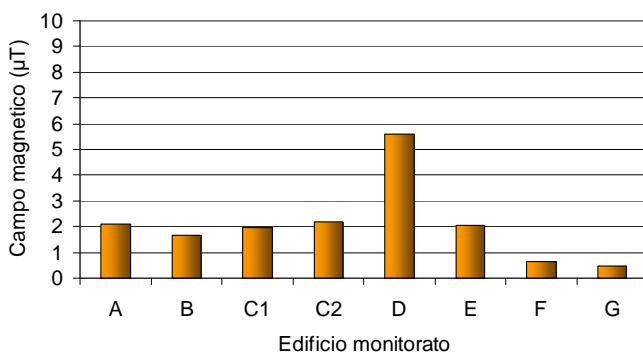
a) edificio vicino a cabina MT/BT



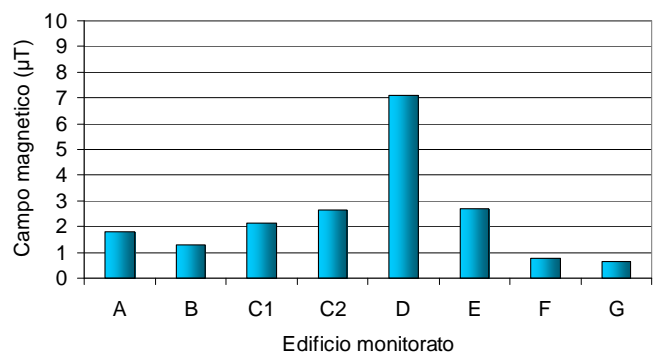
b) linee BT su facciata edificio

Per ogni edificio monitorato internamente sono riassunti in figura 4a i valori delle medie ricavate nel periodo dei rilievi continuativi e in figura 4b i valori delle massime mediane di ogni giorno completo di misura.

Figura 4. Valori medi e massime mediane giornaliere, monitoraggi prolungati all'interno di edifici prossimi a linee MT/BT



a) valori medi

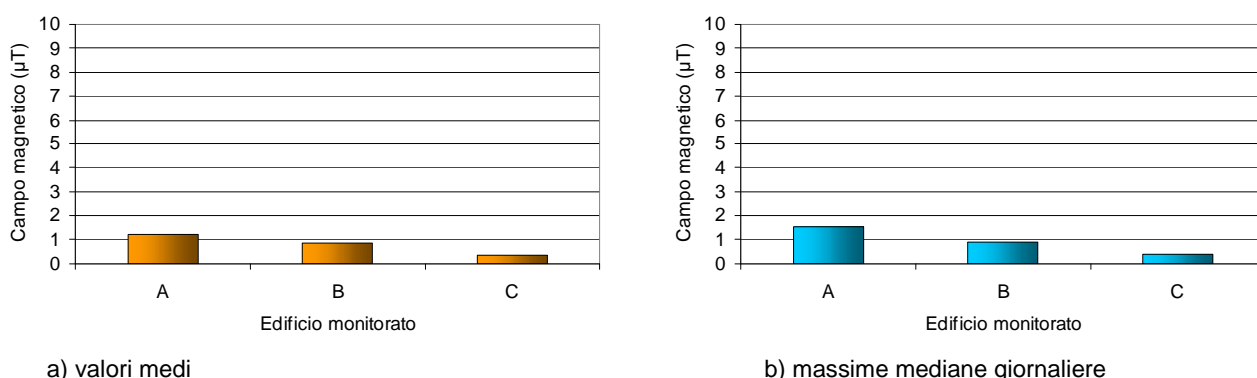


b) massime mediane giornaliere

I dati riportati in figura 4 mostrano che nella maggior parte degli edifici monitorati sia i valori medi di campo magnetico nel periodo di misura prolungata che la massima mediana giornaliera rilevata variano tra 1 e 3  $\mu\text{T}$ : in un edificio questi valori sono invece dell'ordine di grandezza di ben 7  $\mu\text{T}$ .

Sul territorio del comune di Aosta transitano, inoltre, quattro elettrodotti ad alta tensione, tre aventi tensione pari a 132 kV e uno con tensione 220 kV, quest'ultimo, però, non in zone abitate. Sono state monitorate alcune abitazioni in prossimità di tali elettrodotti per valutare l'esposizione dei residenti. Il criterio utilizzato per selezionare le abitazioni in cui effettuare le misure è stato quello di scegliere tutte le abitazioni rientranti nella Dpa dell'elettrodotto relativo, come definita nel DM Decreto del 29 maggio 2008 [2]. Le abitazioni monitorate sono state 13 per un totale di 50 residenti. A differenza delle linee MT e BT per le linee AT si è in possesso di maggiori dati relativi agli andamenti temporali delle correnti transitanti e delle geometrie dei conduttori e risulta quindi possibile effettuare delle simulazioni preventive o delle elaborazioni dei dati misurati. Sono state quindi effettuate misure istantanee in tutte le abitazioni, nei quattro angoli e nel centro stanza di ogni locale adibito a permanenza prolungata di persone, e misure continuative nel tempo solo in un punto significativo dell'abitazione maggiormente esposta per ogni linea. I risultati delle medie del periodo di misura prolungato e le massime mediane giornaliere sono riportate nelle figure 5a e 5b:

Figura 5. Valori medi e massime mediane giornaliere, monitoraggi prolungati all'interno di edifici prossimi a linee AT



Avendo a disposizione le correnti transitate nei tre elettrodotti negli anni 2005 e 2006 è stato possibile effettuare delle elaborazioni per ricavare dai valori di corrente i valori di campo magnetico generati in quegli anni nelle abitazioni oggetto di studio. Si sono valutate l'esposizione media per ogni anno e la relativa massima mediana giornaliera. Queste ultime elaborazioni hanno fornito risultati in linea con quanto ottenuto negli interventi di misura, anche perchè questi ultimi sono stati effettuati nel periodo annuale di massimo carico della linea. Essendo i tre edifici presi in considerazione i maggiormente esposti rispetto al totale degli edifici monitorati è ragionevole concludere che l'esposizione media degli edifici rientranti nella Dpa dei tre elettrodotti transitanti sul territorio comunale di Aosta è al massimo dell'ordine di grandezza di 1 µT.

## CONCLUSIONI

I risultati di questa lunga e articolata campagna di monitoraggio del campo magnetico generato da elettrodotti di qualunque tensione transitanti sul territorio comunale di Aosta, hanno confermato il problema dell'esposizione al campo magnetico generato dagli elettrodotti di media e bassa tensione come evidenziato nella precedente campagna di misure presso gli edifici scolastici.

Per quanto sia evidente la difficoltà di individuare normative specifiche, legate ad esempio al concetto di fascia di rispetto dell'elettrodotto come pensato per le linee AT e le principali dorsali MT, è comunque necessario prestare molta cura alle emissioni dovute alle reti di distribuzione a media e bassa tensione soprattutto in particolari configurazioni impiantistiche.

Un passo che le amministrazioni e gli organi di indirizzo tecnico dovranno senz'altro fare è quello di formare e informare i progettisti e gli esecutori di impianti elettrici di distribuzione pubblica e domestici sulla necessità di predisporre appropriate soluzioni impiantistiche atte a minimizzare le fonti di possibile locale esposizione al campo magnetico generato dalle linee elettriche a media e bassa tensione che penetrano nel tessuto urbano.

## Bibliografia

[1] V. Bottura; M. Cappio Borlino; L. Cerise; E. Imperial; C. Operti; G. Agnesod, *Livelli di campo elettrico e magnetico a 50 Hz e valutazione dell'esposizione nelle scuole materne, elementari, medie e asili nido della Valle d'Aosta*, Terzo convegno nazionale: "Controllo ambientale degli agenti fisici: dal monitoraggio alle azioni di risanamento e bonifica", Biella 7-8-9 giugno 2006.

[2] Decreto del 29 maggio 2008 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" pubblicato sulla G.U. n. 156 supplemento ordinario n. 160, in data 05-07-2008.