

Il calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti ad alta tensione

Maila Strappini

A tutela della salute della popolazione, per la costruzione di ambienti destinati a lunghe permanenze la legge prevede una distanza minima dagli elettrodotti, la cui modalità di calcolo, però, è rimasta per anni di difficile definizione

Nella progettazione di nuove aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere che si trovano in prossimità di linee elettriche, sottostazioni e cabine di trasformazione, si deve tener presente il rispetto dell'*obiettivo di qualità*, ovvero un valore di campo magnetico che, in virtù del principio di precauzione, dovrebbe garantire la progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici. A questo scopo la Legge quadro 36/01 definisce le *fasce di rispetto*,¹ cioè aree in cui non possono essere previsti insediamenti le cui destinazioni d'uso comportino una permanenza prolungata oltre le quattro ore giornaliere.

Sia la legge quadro, però, che il successivo decreto attuativo – DPCM 08/07/2003 – hanno mancato di indicare, nello specifico, le modalità di calcolo delle fasce di rispetto, alimentando per alcuni anni un grado di incertezza che ha riguardato le amministrazioni preposte al controllo del rispetto del vincolo, con notevoli difficoltà nell'interpretare le potenziali implicazioni che la sua applicazione inevitabilmente produce sulla edificabilità di alcune zone in prossimità di elettrodotti. In questo contesto, il sistema delle agenzie ambientali è stato coinvolto dall'ente ministeriale preposto, l'attuale Ispra, in un progetto nazionale di interconfronto che ha portato a diversi interessanti risultati. Arpa Umbria ha preso parte a numerose fasi del progetto testimoniando, con la propria esperienza, sia un accordo procedurale con le altre Agenzie sia la bontà nella scelta dei propri strumenti e programmi di calcolo nonché fornendo, successivamente, il proprio contributo scientifico nella definizione della procedura di valutazione delle fasce di rispetto. I frutti di tale lavoro sono stati sintetizzati in un documento predisposto da Ispra e successivamente adottato, quasi per intero, nella definizione della metodologia per il calcolo delle fasce di rispetto regolamentata nel DM 29 maggio 2008. La trasposizione normativa della metodologia per il calcolo delle fasce di rispetto ha chiarito molti aspetti analitici

primari nell'applicazione del principio di precauzione ma, nel contempo, ha complicato la rete delle responsabilità e delle competenze e ha aumentato la necessità di controlli tecnici specialistici. Allo scopo di chiarire numerosi aspetti pratici, snellire le procedure, definire le competenze e far fronte alle continue richieste particolari, Arpa Umbria ha redatto una Linea Guida² e ha organizzato alcune giornate di studio rivolte alle Amministrazioni comunali e ai professionisti nel tentativo, attraverso un'analisi interpretativa della normativa, di semplificare la comprensione e l'attribuzione dei ruoli nonché, con la realizzazione del Progetto Elf, fornire il proprio contributo tecnico nel calcolo delle fasce di rispetto, proponendo nuove soluzioni a chi, per mandato istituzionale, si trova a fronteggiare i quotidiani problemi connessi alla gestione del territorio e alla quotidiana evoluzione dei suoi assetti.

LA LINEA GUIDA PER GLI ELETTRODOTTI

Con la definizione della metodologia per le fasce di rispetto sono stati chiariti molti aspetti tecnici connessi al calcolo del campo magnetico in prossimità di elettrodotti, quali ad esempio il campo di applicazione, la corrente da considerare nel calcolo, la definizione rigorosa di fascia di rispetto e di *distanza di prima approssimazione*³ (DPA). La normativa, però, non affronta gli aspetti procedurali; la Linea Guida redatta da Arpa, nata sulla scorta di un confronto con il sistema agenziale e sentite le intenzioni dei gestori Terna, RFI e Enel Distribuzione, ha quindi avuto lo scopo di chiarire i contenuti normativi, le competenze e i ruoli di amministrazioni, gestori e professionisti, nonché di fornire agli enti competenti i primi strumenti per valutare l'eventuale esigenza di ulteriori approfondimenti.

Il documento sintetizza i principali contenuti delle normative di interesse, cercando di darne una interpretazione quanto più possibile chiara e accessibile, descrivendo i ruoli e le competenze dei diversi enti coinvolti, i



dati necessari al calcolo, la modalità per ottenerli e, infine, proponendo modelli in grado di fornire un ausilio nella presentazione della domanda di permesso per costruire in prossimità di elettrodotti, anche senza richiedere il supporto dell'Arpa. La Linea Guida tiene conto di tutti gli aspetti connessi all'applicazione dell'*obiettivo di qualità* e, principalmente, di quelli relativi alla progettazione di nuovi insediamenti (come definiti all'art.4 DPCM 08/07/2003) in prossimità di elettrodotti esistenti e della realizzazione di cabine di trasformazione MT/BT; sono questi, infatti, i temi in materia che maggiormente coinvolgono le amministrazioni locali nella pianificazione del proprio territorio. In particolare, il documento specifica che il calcolo delle fasce di rispetto è compito del gestore, che l'autorità competente al controllo e alla vigilanza è il Comune e che la stessa Autorità comunale, al fine dello svolgimento dei propri compiti, si avvale dell'Arpa quale organo di supporto tecnico-scientifico. Pertanto, l'Amministrazione comunale potrebbe richiedere al gestore il calcolo della DPA e, nei casi più critici, della fascia di rispetto per tutti gli elettrodotti che ricadono nel territorio di competenza. In tale contesto, a seguito di esplicita richiesta del Comune, all'Arpa spetta il compito di verificare il valore della DPA o della fascia di rispetto calcolata dal gestore.

GLI ELETTRODOTTI IN UMBRIA

In Umbria sono presenti sia impianti per la produzione dell'energia elettrica che linee di distribuzione della corrente elettrica in alta tensione (AT). Le centrali di produzione dell'energia elettrica sono del tipo:

- **Idroelettrico:** Centrale Acea Orte (proprietario Acea Electrabel situata nel comune di Narni) Centrale Alviano (proprietario Eon), Centrale Baschi (proprietario Eon), Centrale Galleto nei pressi di Villavalle (proprietario Eon), Centrale Monteargento (proprietario Eon), Centrale di Narni (proprietario Eon), Centrale di Nera Montoro (proprietario Eon), Centrale di Preci (proprietario Eon), Centrale di Triponzo (proprietario Eon);

- **Termoelettrico:** Centrale di Bastardo (proprietario Enel), Centrale Edison Terni (proprietario Edison), Centrali (n.2) di Pietrafitta (proprietario Enel). La maggior parte delle linee elettriche è caratterizzata da una tensione di esercizio pari a 132 kV. Sono tuttavia presenti anche alcune linee ad altissima tensione: in particolare, due linee a 220 kV collegano la stazione Enel di Pietrafitta nel Comune di Piegara (Pg) con quelle di Villavalle (Tr) e Arezzo e altre due a 380 kV la stazione di Villavalle (Tr) con quelle di Montalto di Castro (Vt) e Villanova (Pe). Le linee elettriche gestite da Terna, raccordate da circa 34 Cabine Primarie, attraversano l'Umbria per 1500 km totali così suddivisi: linee a 380 kV per 160 km, linee a 220 kV per 290 km, linee a 150 kV per 200 km, linee a 132 kV per 850 km. La società RFI invece gestisce circa 440 km di linee tutte a 132 kV. I dati per la localizzazione dei tralicci forniti da questi gestori sono riportati nella cartografia in figura 1. I dati tecnologici invece, necessari al calcolo delle DPA e delle fasce di rispetto, sono stati reperiti solo per alcuni di essi ma, in base ad accordi intercorsi in ambito nazionale, le società stanno predisponendo l'invio massivo a tutti i Comuni e, nel frat-



Figura 1 - Posizione tralicci linee AT in Umbria
La mappa comprende tutti i tralicci Terna e solo alcuni RFI

tempo, si sono impegnate a rispondere tempestivamente a singole richieste specifiche.

IL SOFTWARE WINELF

Il software WinELF utilizzato da Arpa Umbria è un ambiente interattivo implementato per l'analisi e la verifica di campi magnetici a bassa frequenza generati dalle linee elettriche. Grazie all'ambiente di modellazione su cui è basato il software di calcolo, l'utente può navigare sul modello numerico dell'area oggetto di studio, aggiungere nuove informazioni, modificare quelle esistenti ed eseguire operazioni di analisi e verifica; a tale scopo ci si serve di un database sia grafico che alfanumerico. Tutte le informazioni che costituiscono il modello territoriale sono riferite al reale e quindi intrinsecamente tridimensionali: questo implica che le metriche non si riferiscono ad un ambiente piano e pertanto la minima distanza tra due punti non è costituita da un segmento di linea retta ma da un arco di geodetica. Per il calcolo dei valori di induzione magnetica prodotti dalle linee si è scelto di utilizzare la modalità "integrazione lungo la catenaria" mediante la quale viene eseguita una sommatoria dell'induzione magnetica generata dai segmenti lineari con cui si approssima la catenaria e che descrive i conduttori delle campate. Con questa opzione il modello è naturalmente

Un progetto pilota curato da Arpa ha consentito di sviluppare un metodo per individuare agevolmente le aree edificabili lontane da elettrodotti

più vicino alla situazione reale. Il software consente la realizzazione di diagrammi di induzione magnetica con le seguenti caratteristiche:

- *sezioni sul piano orizzontale (sopra il modello)*: il calcolo viene effettuato su un piano a distanza in quota costante rispetto alla superficie descritta dai valori desunti dal modello orografico;
- *sezioni sul piano verticale*: il calcolo viene effettuato in un piano verticale, la cui posizione è definita attraverso due punti che appartengono al piano stesso;
- *diagrammi spaziali*: il calcolo viene effettuato nel volume delimitato dall'area di interesse e dalle quote minima e massima definite dall'utente. La visualizzazione 3D

rappresenta la superficie di involuppo relativa al valore di soglia specificato come limite del volume di rispetto.

La proiezione al suolo della fascia di rispetto ottenuta mediante il diagramma spaziale rappresenta la DPA delle campate analizzate. Pur non essendo ancora stato definito uno standard, le valutazioni eseguite con il software WinELF – testato nel progetto di interconfronto Arpa/Appa – sono da ritenersi affidabili se si calcolano le isolinee a $3 \mu\text{T}$ (ovvero le proiezioni al suolo delle fasce di rispetto) e si effettua il calcolo impostando una integrazione della catenaria su 20 divisioni. In particolare, è stato mostrato che nei casi standard utilizzati per le simulazioni di interconfronto, i valori calcolati da Arpa Umbria sono risultati perfettamente in linea con le misure eseguite e con quelli delle altre Agenzie anche se ricavati con altri software.

IL PROGETTO ELF

L'Umbria è una regione prevalentemente collinare con una superficie di 8.456 km^2 ; la popolazione residente è di 894.222 persone (dato Istat al 31/12/2008) con una densità abitativa media di 105,75 abitanti per km^2 che si concentra nei principali centri abitati. Quanto appena descritto, considerando anche che la lunghezza totale delle linee elettriche in Umbria è di circa 1940 km (Terna e RFI), per lo più distribuite nelle vicinanze di centri abitati, induce ad osservare che gran parte del territorio è potenzialmente interessato dalla DPA di un elettrodotto. Ipotizzando infatti una DPA media di 40 m per elettrodotto a singola terna in AT, l'area data dalla lunghezza delle linee elettriche per la DPA media è pari a $77,6 \text{ km}^2$ ovvero circa lo 0,91 % dell'intera superficie regionale. Pertanto, sulla base della normativa vigente e della considerevole presenza di linee elettriche nel territorio umbro, risulta di fondamentale importanza possedere uno strumento previsionale immediato che sia d'ausilio alle autorità competenti (Comuni, Province, Arpa) ma anche al cittadino privato. Da quanto fin qui osservato discende infatti che, in prossimità di elettrodotti, le Autorità comunali nell'adozione di nuovi strumenti urbanistici (Piani Regolatori ecc.) e, in ogni caso, all'atto del rilascio delle singole concessioni edilizie, debbano tenere conto della presenza delle fasce di rispetto e delle DPA che ne vengono implicitamente determinate. In questo contesto Arpa Umbria, sulla base di accordi di programma specifici e in convenzione con le Amministrazioni comunali, ha realizzato il Progetto Elf con l'obiettivo di generare un sistema informativo territoriale che, mediante la co-



Figura 2 - Linee elettriche nel Comune di Gualdo Tadino

noscenza della localizzazione e dei dati tecnologici delle linee elettriche, è in grado anzitutto di fornire la valutazione delle DPA e successivamente mappe vettoriali in formato elettronico direttamente sovrapponibili alle carte tecniche regionali (CTR) o alle ortofoto; in questo modo, è possibile ottenere una visualizzazione immediata delle edificazioni o aree che sicuramente si trovano all'esterno delle fasce di rispetto ed è possibile identificare i nuovi insediamenti che non saranno soggetti al vincolo sui valori di campo magnetico. Gli insediamenti che invece si trovano all'interno delle DPA, dovranno essere sottoposti ad una valutazione più complessa mediante uno studio tridimensionale degli isovolumi di campo magnetico e delle possibili intersezioni con essi. Grazie alla sovrapposizione del tematismo delle DPA totali e delle sezioni di censimento Istat, sarà poi possibile costruire indicatori dell'esposizione della popolazione ai campi magnetici generati da elettrodotti. Ad ulteriore supporto di questo sistema informativo sono previste attività di misura in continuo in prossimità degli insediamenti che già si trovano in prossimità di linee elettriche. Il primo Comune umbro ad aver aderito al progetto Elf è stato quello di Gualdo Tadino che, grazie anche all'estensione del suo territorio e alle differenti tipologie di elettrodotti AT che lo attraversano, si è rivelato essere un buon candidato per la sperimentazione. In primo luogo, mediante il gestore e analisi diretta, sono stati reperiti i dati tecnologici e di localizzazione delle sorgenti AT nel territorio, ovvero:

1. linee RFI 132 kV Fossato di Vico - Foligno 1 e Fossato di Vico - Foligno 2 (che attraversa il Comune di Gualdo Tadino per circa 10.5 km): Si tratta di un elettrodotto a doppia terna su palificazione separata, la cui distanza fra gli assi di linea è di 18 m. Le linee sono entrambe di trasmissione secondaria con tensione di esercizio di 132 kV e valore della portata⁴ in corrente in servizio normale di 462.97 A. La doppia terna in esame è ottimizzata.
2. linea Terna Gualdo Tadino - Sez. AT Colacem (per circa 7 km): si tratta di un elettrodotto a singola terna con due conduttori a destra dell'asse linea ed uno a sinistra. È caratterizzato da una tensione di esercizio di 132 kV e un valore della portata in corrente in servizio normale pari a 570 A.
3. linea Terna Gualdo Tadino - Fabriano (per circa 5.5 km): si tratta di un elettrodotto a singola terna

con due conduttori a destra dell'asse linea ed uno a sinistra. È caratterizzato da una tensione di esercizio di 132 kV e un valore della portata in corrente in servizio normale pari a 570 A.

4. linea Terna Gualdo Tadino - Nocera Umbra (circa 1.5 km): Si tratta di un elettrodotto a doppia terna su palificazione unica, realizzata in pratica come combinazione delle due linee a singola terna Fossato - Gualdo Tadino e Gualdo Tadino - Nocera. Le due linee sono caratterizzate da una tensione di esercizio di 132 kV e da una portata in corrente in servizio normale pari a 455 A. La doppia terna è ottimizzata.

IL CALCOLO DELLE DPA E DELLE FASCE DI RISPETTO

Su richiesta dell'Amministrazione comunale i gestori (RFI, Terna) hanno comunicato i dati rappresentativi degli elettrodotti in oggetto, in particolare: denominazione e informazioni necessarie per l'individuazione della linea; tensione nominale; coordinate georeferenziate assolute dei singoli tralicci; portata in corrente in servizio normale; tipologia dei sostegni; posizione relativa delle coordinate dei punti di sospensione; disegno della testa dei soste-

il lavoro svolto dall'Agenzia ha fornito un notevole contributo anche nella definizione delle procedure per la valutazione delle fasce di rispetto

gni; disposizione delle fasi; caratteristiche dei conduttori (tipo materiale, diametro, parametro 5 di tesatura meccanica della catenaria alla temperatura massima). Tutti i dati sono stati verificati e corretti mediante sopralluogo o tramite confronto con la cartografia regionale e inseriti nella banca dati del programma di calcolo. Successivamente, attraverso il software di calcolo WinEDT/WINELF, per ciascuna campata di elettrodotto è stato simulato l'andamento del campo magnetico prodotto, in modo da determinare sia la fascia di rispetto sia la DPA. Si è osservato che l'ampiezza della DPA dipende principalmente dal valore della portata in corrente

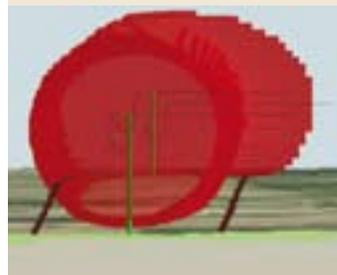


Figura 3 - Nel disegno in alto è riportato il risultato del calcolo della fascia di rispetto di una campata di elettrodotto, mentre in quello in basso la sua proiezione al suolo ovvero la DPA corrispondente

in servizio normale della linea e dalla configurazione geometrica dei conduttori; pertanto, questa può variare in base alla tipologia e alle dimensioni dei sostegni che caratterizzano ogni singola campata. Anche il gestore ha fornito il calcolo delle DPA, effettuato però in corrispondenza del traliccio e basato su un modello di calcolo bidimensionale senza considerare l'effettivo andamento della catenaria; ciò comporta che, nel caso di campate composte da tralicci diversi, si ottiene una condizione più cautelativa ma eccessivamente limitativa. In tabella 5 sono confrontati alcuni valori di DPA calcolati con quelli corrispondenti forniti dal gestore per alcuni casi specifici delle linee analizzate; si osserva che in ogni caso la DPA calcolata con il software WinELF è inferiore a quella fornita dai gestori. Dalle valutazioni eseguite sono emersi diversi casi complessi, ovvero situazioni in cui le linee elettriche subiscono deviazioni, incroci o interferenze da altre linee ad esse parallele; in tutti questi casi il DM fornisce un suggerimento per il calcolo semplificato. Il gestore Terna ha fornito le DPA recependo tali suggerimenti, in particolare per quanto riguarda i cambi di direzione delle linee aeree. Per i casi di incrocio con le linee dell'altro gestore, invece, non ha applicato alcun fattore correttivo per tenere conto della mutua interferenza; tali situazioni sono state analizzate in modo più approfondito per poter caratterizzare in modo corretto l'effettiva estensione della DPA.

MAPPA GLOBALE DELLE DPA E OVERLAY TOPOLOGICO

Al fine di inserire le DPA calcolate in un sistema informativo territoriale, è stato creato un tematismo mediante sistema GIS. Sono stati così determinati i corridoi che delimitano le DPA nell'intero territorio comunale: le figure che seguono illustrano, a titolo di esempio, porzioni delle DPA calcolate per le linee elettriche in prossimità del centro abitato e come sia possibile sovrapporre lo *shapefile*⁶ generato sia alle ortofoto sia alle carte tecniche regionali (CTR) e combinare queste informazioni per la costruzione di un indicatore di esposizione della popolazione residente ai campi magnetici.

MISURE DI CAMPO MAGNETICO

A completamento dell'analisi effettuata si è ritenuto

Linea elettrica (132 kV)	Tipologia linea	DPA calcolata (m)	DPA fornita dal gestore (m)
Fossato - Foligno	doppia terna ottimizzata su palificazione separata	50.4 (min) 54.6	53.0 (min) 56.0 (max)
Gualdo - Nocera	doppia terna ottimizzata su unica palificazione	41.9 58.5	44.6 (min) 92.4 (max)
Gualdo - Fabriano	singola terna	31.90 32.80	34.8 (min) 76.20 (max)
Gualdo - Colacem	singola terna	30.7 (min) 32.85 (max)	34.8 34.8
Gualdo - Colacem Gualdo - Fabriano	tratto in doppia terna	48.2 48.2	50.2 (min) 82.8 (max)

Tabella 5 - Esempio di confronto fra valori di DPA calcolati e alcuni forniti dal gestore



Figura 4 - DPA di un caso complesso



Figura 5 - Esempio di overlay topologico tra il tematismo DPA globale e ortofoto di una porzione di territorio di Gualdo Tadino

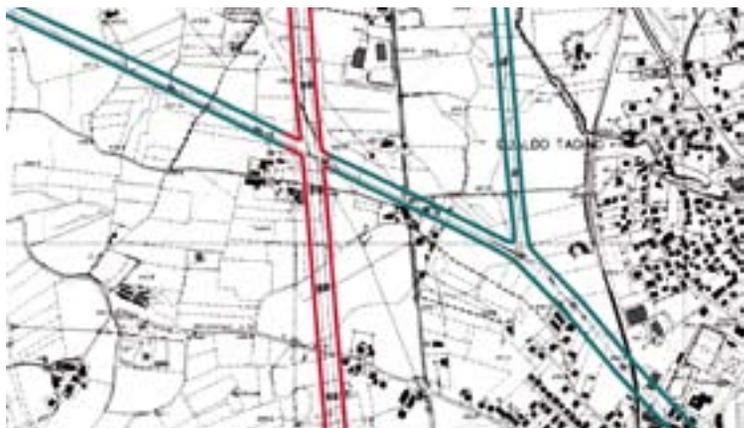


Figura 6 - Esempio di overlay topologico tra il tematismo DPA globale e CTR di una porzione di territorio di Gualdo Tadino



Figura 7 - Esempio di overlay topologico tra il tematismo DPA globale e Sezioni Censuarie (con indicata in blu la popolazione residente al 2001) di una porzione di territorio di Gualdo Tadino

to opportuno studiare non solo le aree destinate alle future edificazioni oggetto dell'art. 4 del DPCM 08/07/2003, ma anche quelle in cui sono già presenti degli insediamenti. Per propria natura, infatti, la fascia di rispetto non è caratterizzabile mediante misure di campo magnetico poiché, dovendo fare riferimento all'obiettivo di qualità, la corrente in servizio normale da utilizzare per il calcolo è un valore di cautela. L'emanazione del DM 29 maggio 2008 ha introdotto restrizioni anche rispetto alla metodologia di misura del campo magnetico; si è scelto pertanto di effettuare monitoraggi in continuo della durata di una settimana per ciascun punto di misura e con intervallo di campionamento conforme a quanto stabilito dal decreto. Tale scelta consente di tenere in considerazione le variazioni di carico sulla linea e, contestualmente, della corrente circolante, che molto spesso generano oscillazioni del campo di induzione magnetica prodotto nell'arco della giornata e nel fine settimana, quando generalmente l'attività della linea è ridotta.

È stata quindi eseguita una campagna di monitoraggio del campo magnetico prodotto dagli elettrodotti, effettuando sia misure in continuo all'interno degli edifici maggiormente esposti, sia misure istantanee in corrispondenza del franco minimo di ogni campata di elettodotto. Complessivamente, l'attività di monitoraggio in continuo ha avuto una durata di 45 giorni, facendo registrare un valore massimo della mediana del campo magnetico nelle 24 ore pari a $1.51 \mu\text{T}$; tale valore è notevolmente inferiore sia al limite di esposizione che al valore di attenzione e all'obiettivo di qualità. La tabella 8 riporta i risultati del monitoraggio eseguito nel punto più esposto. L'introduzione della normativa sulle fasce di rispetto in prossimità di elettrodotti produce inevitabilmente effetti nell'ambito urbanistico oltre che ambientale; Arpa Umbria, come ente di supporto tecnico scientifico, ha realizzato una Linea Guida interpretativa allo scopo di coadiuvare le autorità competenti nella definizione dei compiti e dei ruoli propri e dei gestori degli elettrodotti. Arpa ha inoltre attivato il Progetto ELF con la finalità di accrescere e migliorare le informazioni e i vantaggi di un sistema informativo territoriale. Il progetto è stato applicato al Comune di Gualdo Tadino: su questo territorio è stato realizzato un nuovo tematismo da sovrapporre a ortofoto, CTR o piani regolatori in cui sono rappresentate le DPA degli elettrodotti. ed è stata analizzata la situazione attuale mediante misurazioni di campo magnetico nei punti più vicini alle linee elettriche. L'implementazione del tematismo sulle DPA consente di avere una visualizzazione immediata dell'edificabilità o meno di un'area ma permetterebbe, se integrata opportunamente utilizzando ad esempio le sezioni censuarie e la popolazione residente, anche di eseguire valutazioni statistiche mediante indicatori di esposizione. I risultati ottenuti mostrano l'utilità di quanto realizzato sia dal punto di vista dell'Amministrazione comunale nell'esercizio dei propri compiti di controllo e vigilanza, sia da quello dell'Arpa per la comunicazione ai cittadini potenzialmente esposti, sia ai progettisti o imprese che intendono



DATA	MEDIANA VALORI MISURATI NELLE 24 ORE: B (μ T)
28/01/2009 MERCOLEDI (*)	0.63
29/01/2009 GIOVEDI	1.26
30/01/2009 VENERDI	1.20
31/01/2009 SABATO	1.51
01/02/2009 DOMENICA	1.24
02/02/2009 LUNEDI	1.05

(*) Il valore della mediana non si riferisce all'arco di tutte le 24 ore della giornata di mercoledì in quanto il monitoraggio ha avuto inizio alle ore 08:00

Tabella 6 - Mediana dei valori di campo magnetico nel punto di misura

edificare in prossimità di un elettrodotto. La buona riuscita di quanto realizzato rende auspicabile estendere il Progetto a tutti i Comuni in quanto consentirebbe di arricchire la conoscenza dello stato dell'ambiente della nostra regione, di snellire le procedure burocratiche e di valutare correttamente l'impatto che le fasce di rispetto degli elettrodotti hanno sul territorio.

Riferimenti bibliografici

¹ Spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità pari a 3μ T

² "Linea Guida per elettrodotti" www.arpa.umbria.it
proiezione a terra del volume individuato dalla fascia di rispetto

³ La portata in corrente in servizio normale è un parametro definito nella norma CEI 11-60: "la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento".

⁴ Il rapporto tra il tiro ed il peso per unità di lunghezza dei conduttori ed indica il grado di tensione dei conduttori stessi: $t_{satura} = \frac{t_{tiro}}{P_m}$ dove P_m è il peso del conduttore per unità di lunghezza [kg/m].

⁵ Insieme di file che caratterizzano spazialmente punti, poligoni, polilinee con cui si possono rappresentare elementi cartografici. A ciascun elemento possono essere associati ulteriori attributi.

⁶ Insieme di file che caratterizzano spazialmente punti, poligoni, polilinee con cui si possono rappresentare elementi cartografici. a ciascun elemento possono essere associati ulteriori attributi.