



Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
Regione Autonoma Valle d'Aosta
Sezione Agenti Fisici – Area NIR

AOSTA: CITTA' SICURA ANCHE NEI 50 Hz

MISURE E VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTRICO E MAGNETICO A 50 Hz GENERATI DA ELETTRODOTTI AD ALTA TENSIONE TRANSITANTI SUL TERRITORIO DEL COMUNE DI AOSTA

L'amministrazione comunale di Aosta ha dato incarico all'A.R.P.A., con deliberazione di Giunta Comunale n. 310 del 25/08/06 e successiva determinazione dirigenziale n. 1393 del 21/09/06, di condurre una campagna di misure su tutto il territorio della città, dei livelli di campo elettrico e magnetico generati alla frequenza di rete di 50 Hz. Questi campi vengono generati dal mantenimento in tensione e dal passaggio della corrente degli impianti di distribuzione, trasporto e trasformazione dell'energia elettrica. L'attività illustrata nella presente relazione è relativa alle misure effettuate negli edifici siti sul territorio interessato dal passaggio degli elettrodotti ad alta tensione, $V > 35$ kV, e alla successiva valutazione dell'esposizione della popolazione residente nelle loro vicinanze.

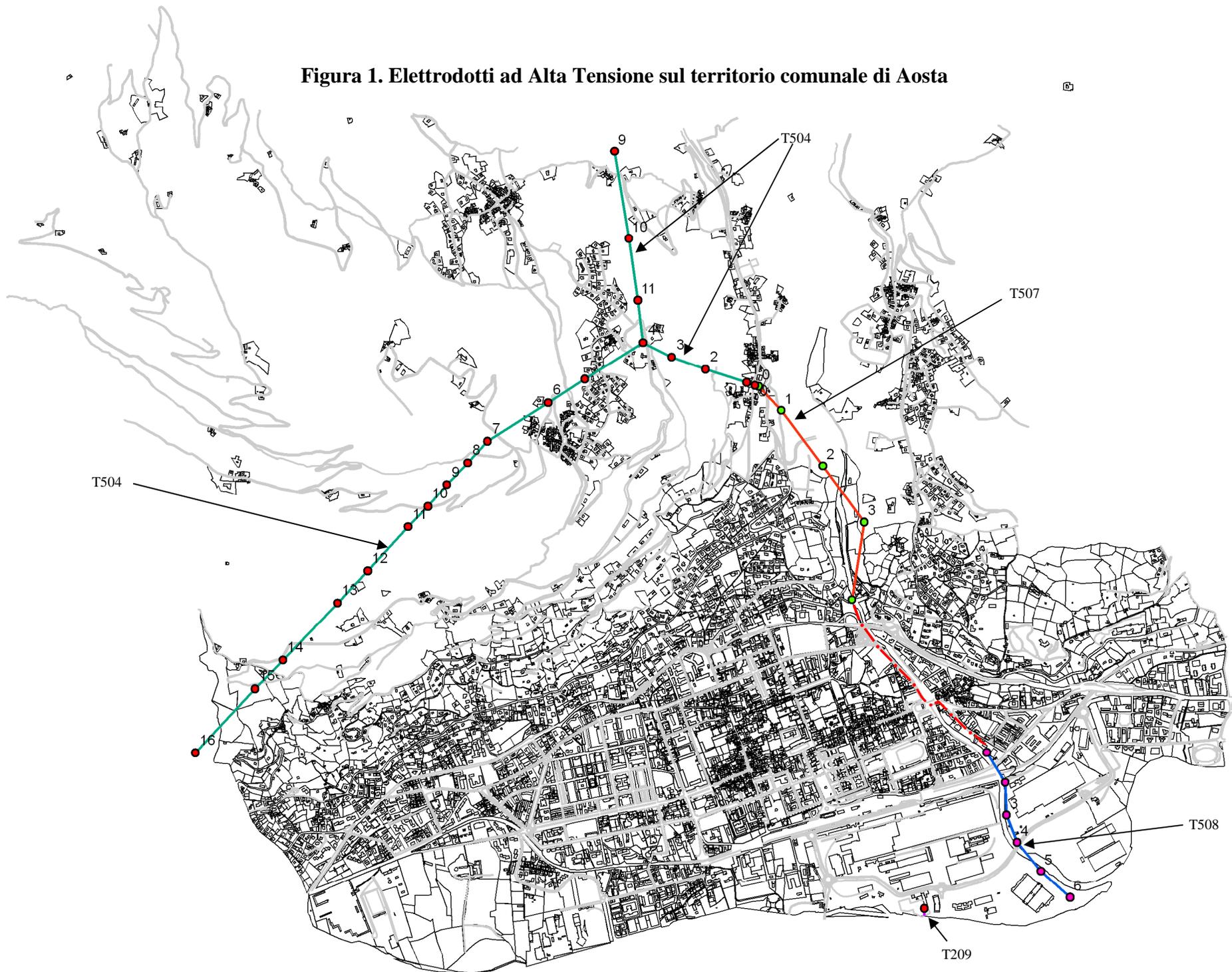
Elettrodotti ad Alta Tensione sul territorio comunale di Aosta

Sul territorio del comune di Aosta transitano quattro elettrodotti ad alta tensione, tre aventi tensione pari a 132 kV e uno con tensione 220 kV. Si riporta di seguito l'elenco di tali linee con indicato la denominazione assegnata dal gestore:

1. T504 Villeneuve – Signayes, 132 kV
2. T507 Signayes – Aosta, 132 kV
3. T508 Aosta – Châtillon, 132 kV
4. T209 Villeneuve – Châtillon, Der. Cogne, 220 kV

In Figura 1 si evidenziano i percorsi di tali elettrodotti con indicati i sostegni dei conduttori nei tratti aerei.

Figura 1. Elettrodotti ad Alta Tensione sul territorio comunale di Aosta



La linea T504 Villeneuve – Signayes è suddivisa in tre tronchi aventi come punto di diramazione il traliccio numero 4 sito in località Entrebin. Un tronco arriva dalla centrale idroelettrica di Signayes, un altro va in direzione Rhins, e il terzo tronco è in direzione Villeneuve. In un elettrodotto ramificato come questo, la tensione è uguale su tutti i tronchi mentre la corrente circolante varia a seconda delle esigenze della rete generale.

Il tratto che ha direzione Villeneuve attraversa una regione fortemente antropizzata, il breve tratto verso la centrale di Signayes non attraversa zone abitate, il tratto verso Rhins, infine, sfiora il centro abitato di Seyssinod al confine con il comune di Gignod.

La linea T507 Signayes – Aosta, parte dalla centrale idroelettrica di Signayes e arriva alla cabina primaria di Aosta in via Mont Emilius: nel primo tratto l'elettrodotto è aereo, poi in località Saumont si interra costeggiando la riva del Buthier, attraversa il ponte all'Arco di Augusto ed arriva alla cabina primaria di via Mont Emilius rimanendo per tutto il percorso al disotto della carreggiata in mezzo alla strada. La parte aerea transita quasi totalmente in una zona non edificata, è la parte interrata, tratteggiata in Figura 1, che transita nella zona più antropizzata.

La linea T 508 Aosta Châtillon parte dalla cabina primaria di via Mont Emilius ed esce dal territorio comunale attraversando una zona industriale. Tranne che nella parte iniziale, vicino alla cabina primaria, non transita in zone densamente abitate. Questa linea è costruita in doppia terna, cioè è formata da sei conduttori.

Della linea T209 Villeneuve – Châtillon transita sul territorio comunale di Aosta solo la parte finale della derivazione che porta l'energia elettrica direttamente allo stabilimento Cogne Acciai Speciali.

Considerato che le centrali di produzione di corrente elettrica in Valle d'Aosta sono idroelettriche, si può ipotizzare che l'andamento delle correnti negli elettrodotti elencati risenta notevolmente di questo tipo di produzione, con massimi nei mesi estivi di maggior ricchezza idrica e minimi nei mesi invernali con minor disponibilità di acqua.

Grandezze fisiche misurate

Le grandezze fisiche implicate nello studio in oggetto sono il **campo elettrico** generato dalle parti in tensione ed il **campo magnetico** generato dal passaggio della corrente elettrica nei conduttori. Tali grandezze fisiche dipendono da parametri diversi ed interagiscono in modo diverso con l'ambiente circostante.

Il **campo elettrico**, misurato in volt al metro (V/m), dipende, per quanto riguarda le linee elettriche aeree, dalla tensione dei conduttori, parametro che rimane pressoché costante lungo tutto il percorso dell'elettrodotto, e dalla distanza tra questi ed il terreno sottostante. Il campo elettrico generato dagli elettrodotti viene schermato molto facilmente dalla struttura stessa degli edifici.

Il **campo magnetico** (in letterature scientifica indicato più propriamente come "**campo di induzione magnetica**"), misurato in microtesla (μT), dipende invece dall'intensità della corrente che transita lungo le linee, dalla geometria dei sostegni e dalla distanza dai conduttori. Quest'ultimo parametro è variabile con la temperatura del conduttore che dipende dal flusso di corrente e dalle condizioni climatiche. Esso non risente in modo significativo della presenza di strutture (pareti, oggetti, ecc.) presenti nell'ambiente circostante e non è quindi possibile schermarlo. Nel caso delle linee elettriche l'intensità della corrente è fluttuante nel tempo, di conseguenza anche i livelli di campo magnetico generati rispecchiano l'andamento temporale della corrente.

Normativa vigente e valori di riferimento

La normativa vigente riferita alla protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici generati da elettrodotti, è la seguente:

- Legge n. 36 del 22/02/01: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.” (Gazzetta Ufficiale n. 55 del 7 marzo 2001), con relativo decreto applicativo, previsto dall’art. 4,;
- DPCM 08/07/03 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.” (Gazzetta Ufficiale n. 200 del 29 agosto 2003)

I livelli di riferimento previsti dal suddetto decreto applicativo sono descritti in Tabella 1:

Tabella 1. Riferimenti normativi

Tipo di campo	Limiti di esposizione	Valori di attenzione	Obiettivi di qualità
Elettrico	5000 V/m	Non previsto	Non previsto
Magnetico	100 μT	10 μT	3 μT

- **Limiti di esposizione:** sono i valori che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione della popolazione.
- **Valori di attenzione:** non devono mai essere superati nelle aree gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza di persone non inferiore a quattro ore giornaliere.
- **Obiettivi di qualità:** da rispettare nella progettazione di nuovi elettrodotti e nella progettazione di nuovi insediamenti abitativi, di nuove aree gioco per l’infanzia, di nuovi ambienti scolastici e in generale di luoghi adibiti a permanenza di persone non inferiore a quattro ore giornaliere in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti sul territorio.

Il valore di attenzione e l’obiettivo di qualità sono da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio della rete.

I limiti di esposizione sono stati introdotti a tutela della salute umana contro l’insorgenza degli effetti acuti, immediatamente conseguenti all’esposizione, mentre i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità hanno l’intento di tutelare la popolazione da eventuali effetti sulla salute a lungo termine.

La legge quadro n. 36/01 introduce, inoltre, il concetto di **fasce di rispetto per gli elettrodotti**, all’interno delle quali “non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore”. Nel DPCM 08/07/03, vengono definiti i parametri per la determinazione delle fasce di rispetto: esse sono le fasce circostanti l’elettrodotto soggette al superamento dell’obiettivo di qualità, calcolato tenendo conto di una portata in corrente dell’elettrodotto pari a quella in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60. La metodologia con cui si devono calcolare tali fasce è tuttora in fase di definizione, ma è provvisoriamente in vigore una nota del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio del 15 novembre 2004, prot. DSA/2004/25291 che indica la procedura da seguire.

Strumentazione utilizzata per l'effettuazione dei rilievi

La strumentazione utilizzata per effettuare le misure è la seguente:

Misuratore di campo elettrico e magnetico ENERTECH Consultants. mod. EMDEXII

Risposta in frequenza: 40 – 800 Hz

Intervallo misura: Campo elettrico 10 – 15 000 V/m ; Induzione magnetica 0,01 – 300 μ T

Indeterminazione associata alla singola misura: ± 1 %.

Misuratore di campo elettrico e magnetico ENERTECH Consultants. mod. EMDEX LITE

Risposta in frequenza: 40 – 800 Hz

Intervallo misura: Induzione magnetica 0,01 – 70 μ T

Indeterminazione associata alla singola misura: ± 2 %.

Sistema E-PROBE

Sonda di misura del campo elettrico completa di fioretto isolante telescopico di lunghezza fino a 1.5 m - da accoppiare al misuratore EMDEXII

Campo di misura 10V/m – 18kV/m

Risoluzione 1 V/m conforme alle norme IEEE Standards

Indeterminazione associata alla singola misura: ± 2 %.

Metodologia di lavoro

La metodologia di lavoro che A.R.P.A. ha deciso di adottare per la realizzazione della campagna di misure si è articolata come segue:

- Effettuazione di misure sistematiche di campo magnetico negli ambienti interni degli edifici prossimi agli elettrodotti, in tutti i locali accessibili.
- Effettuazione di misure esterne di campo magnetico e di campo elettrico lungo il perimetro dell'edificio e nell'eventuale giardino di pertinenza.
- Effettuazione di misure prolungate nel tempo di campo magnetico in un punto interno di alcuni edifici, rappresentativo delle condizioni di maggiore esposizione, al fine di valutare l'andamento temporale dei livelli di campo.

La misura di entrambi i campi, elettrico e magnetico, è dovuta al fatto che alla frequenza di rete di 50 Hz non è possibile risalire dalla misura di uno al valore dell'altro.

Tutte le misure effettuate nella presente indagine sono state eseguite secondo quanto consigliato dalla norma CEI 211-6, data di pubblicazione 2001-01.

Protocollo base per misure interne

Per le misure interne di campo magnetico si è deciso di effettuare una misura puntuale al centro stanza e una misura nei quattro angoli in ogni locale in cui vi sia accesso e permanenza di persone, ad un'altezza dal suolo compresa tra 1 e 1.5 m.

Protocollo base per misure esterne

Nel caso di presenza di balconi, terrazzi o pertinenze esterne (giardini, cortili, ecc.) di un edificio si sono effettuate misure sia di campo magnetico che di campo elettrico in punti definiti al momento dell'intervento a seconda della disposizione dell'elettrodotto rispetto all'edificio.

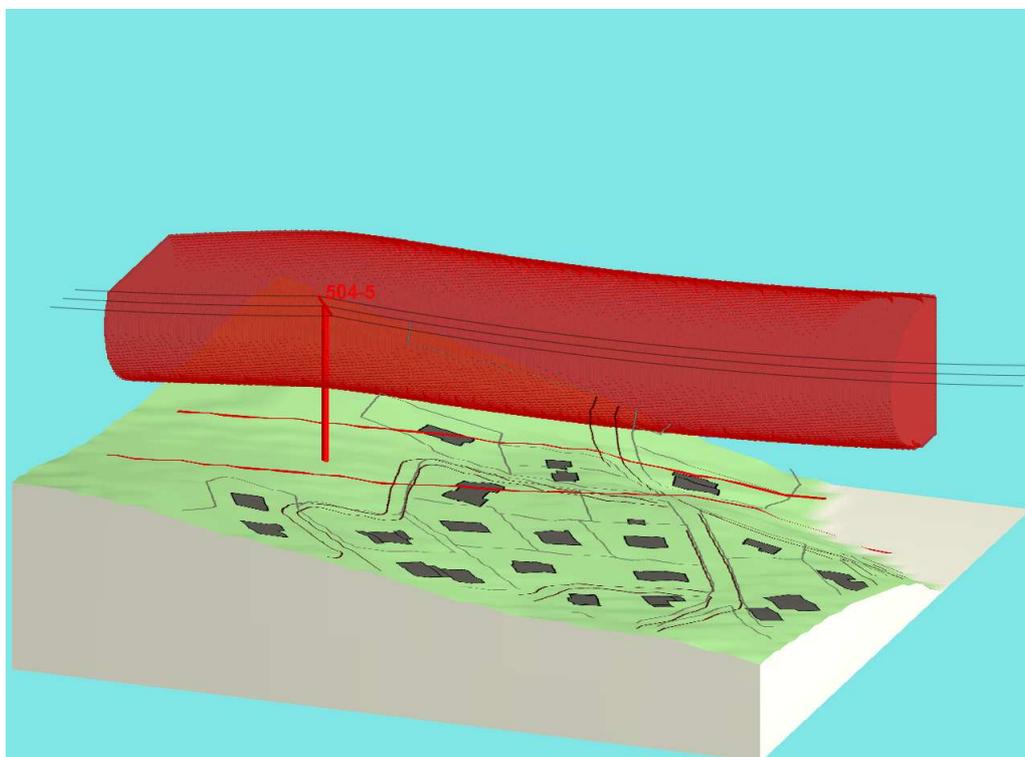
Misure prolungate nel tempo

In alcune abitazioni si sono eseguite misure di campo magnetico prolungate nel tempo, per un minimo di due settimane, ad intervalli di 2 minuti tra un rilievo e quello successivo, nel punto dell'abitazione in cui le misure puntuali hanno fornito il valore massimo.

Interventi di misura

Il criterio utilizzato per selezionare le abitazioni in cui effettuare le misure è stato quello di scegliere tutte le abitazioni rientranti nelle fasce di rispetto, sia come edifici sia come pertinenze esterne, degli elettrodotti. Il calcolo della fascia di rispetto degli elettrodotti è stato eseguito secondo la metodologia indicata nella nota del Ministero dell'Ambiente: proiezione al suolo dell'isolinesa dei $3 \mu\text{T}$, ricavata dalle equazioni del campo magnetico descritte nella norma CEI 211-4, impostando una corrente di calcolo pari alla portata in corrente in servizio normale come definita nella norma CEI 11-60. Si riporta di seguito in Figura 2 un esempio tridimensionale del calcolo del volume delimitato dall'isosuperficie di $3 \mu\text{T}$ in relazione ad una linea elettrica esterna e della relativa fascia di rispetto determinata secondo la procedura descritta.

Figura 2. Analisi tridimensionale dei livelli di campo magnetico e della fascia di rispetto nella zona di Entrebin vicino al traliccio n° 5 dell'elettrodotto T504



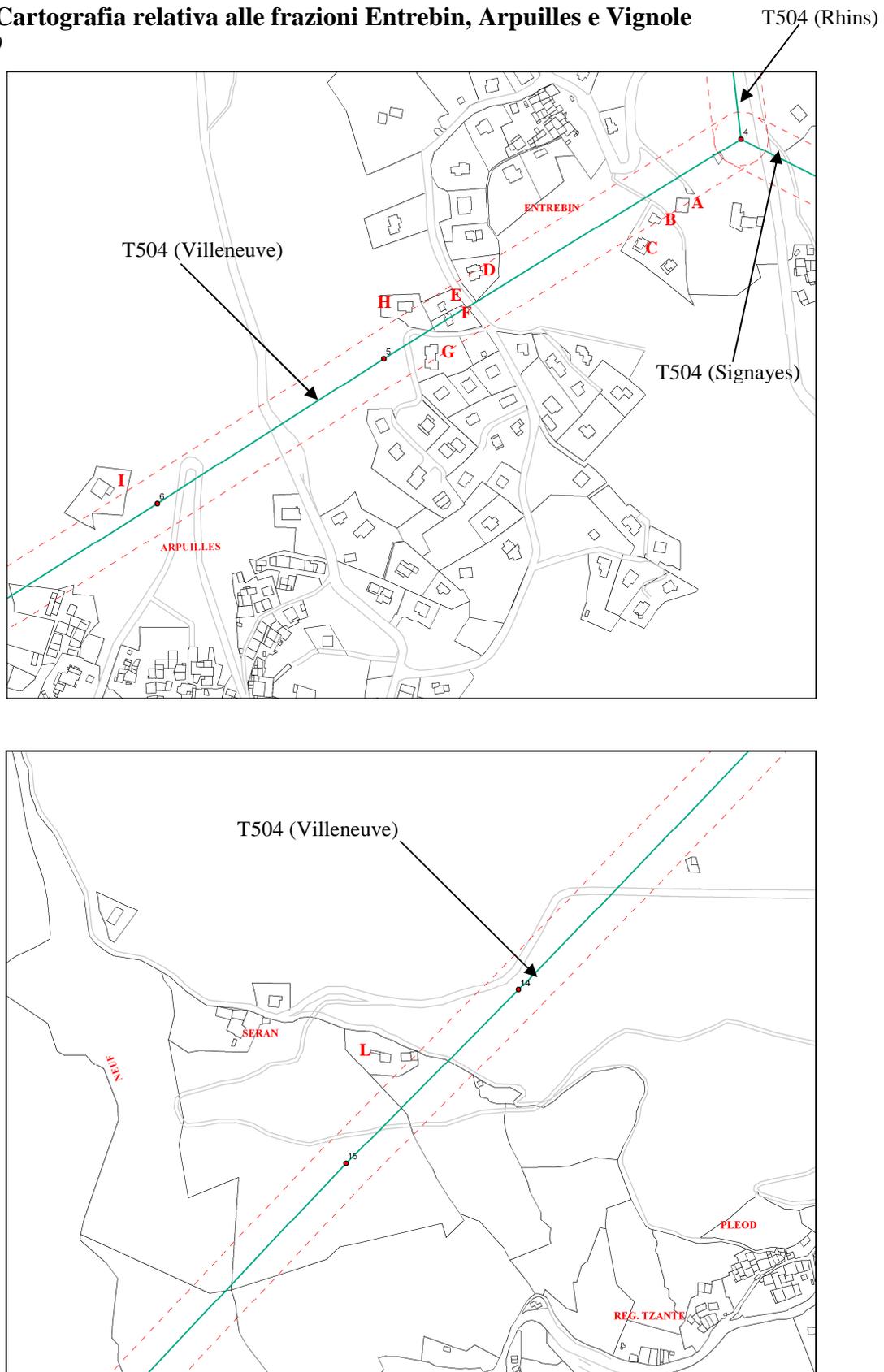
Per ogni elettrodotto si riportano di seguito le cartografie con indicato il centro linea, la relativa fascia di rispetto e le abitazioni nelle quali sono state eseguite le misure, contraddistinte da lettere in stampatello maiuscolo di colore rosso.

Linea T504 tratto Entrebin - Villeneuve

Il tratto di linea T504 che parte dal traliccio n° 4 di Entrebin e ha direzione Villeneuve, è il tratto aereo che attraversa le zone più abitate, precisamente le frazioni interessate sono Entrebin stesso, Arpuilles e Vignole. Si riportano di seguito in Figura 3 le cartografie:

Figura 3. Cartografia relativa alle frazioni Entrebin, Arpuilles e Vignole

Scala 1:5000

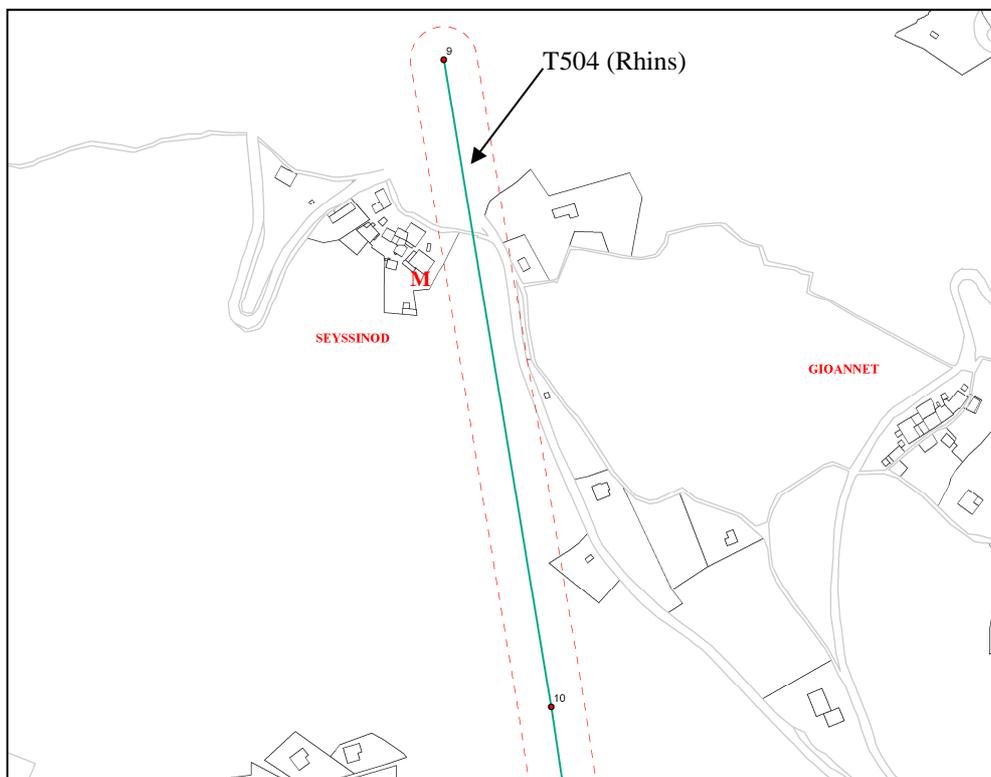


Linea T504 tratto Entrebin – Rhins

Il tratto di linea T504 che parte dal traliccio n° 4 di Entrebin e ha direzione Rhins incontra delle abitazioni solo alla frazione Seyssinod al confine con il comune di Gignod. Si riporta di seguito in Figura 4 la cartografia:

Figura 4. Cartografia relativa alla frazione Seyssinod

Scala 1:5000



Tale tratto di linea è secondario e quasi sempre scarico o percorso da livelli bassi di corrente, i dati di corrente non vengono registrati dal gestore della rete.

Linea T504 tratto Entrebin – Signayes

Il tratto di linea T504 che parte dal traliccio n° 4 di Entrebin e ha direzione Signayes non incontra zone abitate.

Linea T507 Signayes - Aosta

La linea T507 Signayes – Aosta è formata da un tratto aereo che parte dalla centrale di Signayes e arriva in località Saumont dove la linea si interra fino alla cabina primaria di via Mont Emilius. Nel tratto aereo viene interessato dalla presenza dell'elettrodotto solo un edificio che si trova in prossimità della centrale di Signayes. In Figura 5 si mostra la cartografia con indicata l'abitazione in cui sono state eseguite le misure.

La parte interrata dell'elettrodotto, la cui cartografia è indicata in Figura 6, corre parallelamente al lato destro del fiume Buthier lungo via Federico Chabod scendendo dal quartiere Consolata, poi attraversa il ponte all'Arco di Augusto e arriva alla cabina primaria di via Mont Emilius rimanendo a centro strada. Essa quindi non interessa edifici abitati.

Figura 5. Cartografia relativa alla frazione Signayes, nei pressi della centrale idroelettrica

Scala 1:5000

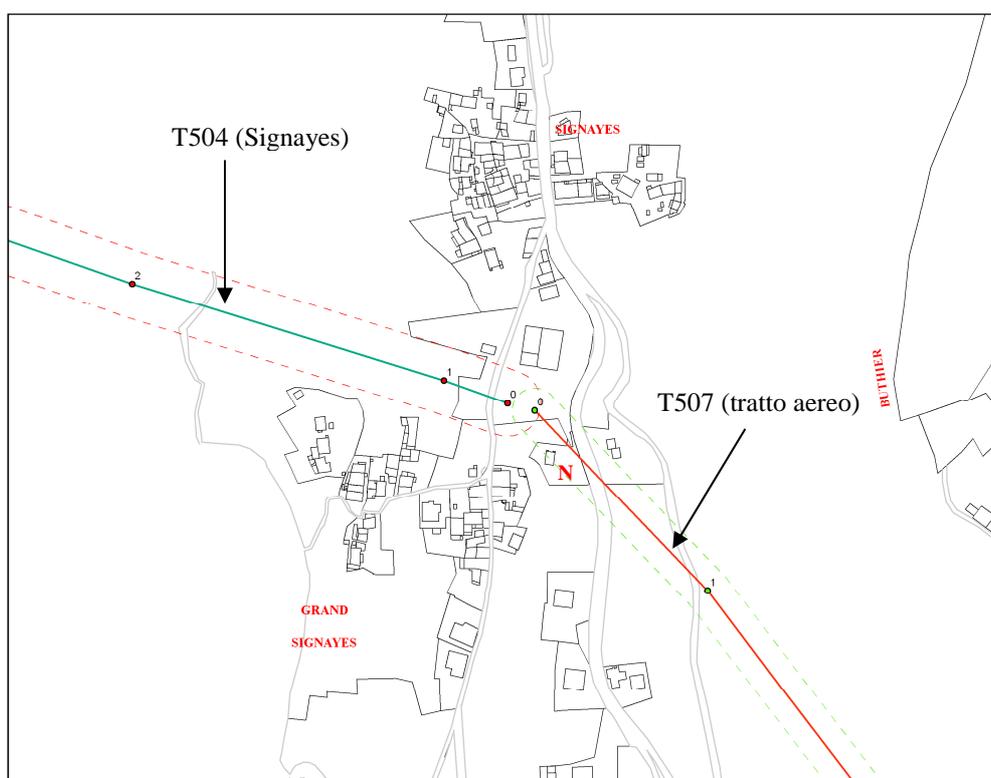
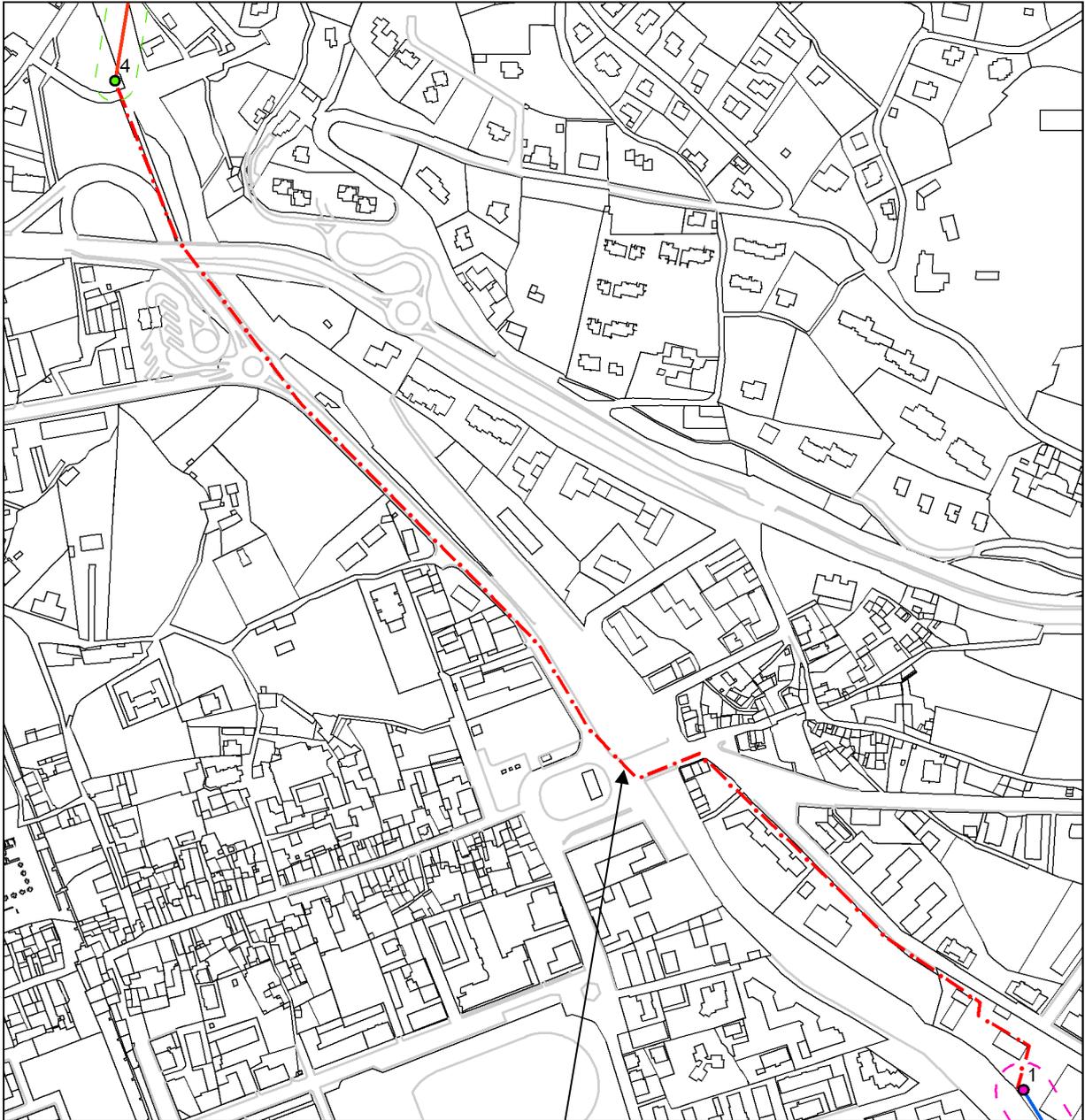


Figura 6. Cartografia relativa al tratto interrato dalla località Saumont alla cabina primaria di via Mont Emilius

Scala 1:5000



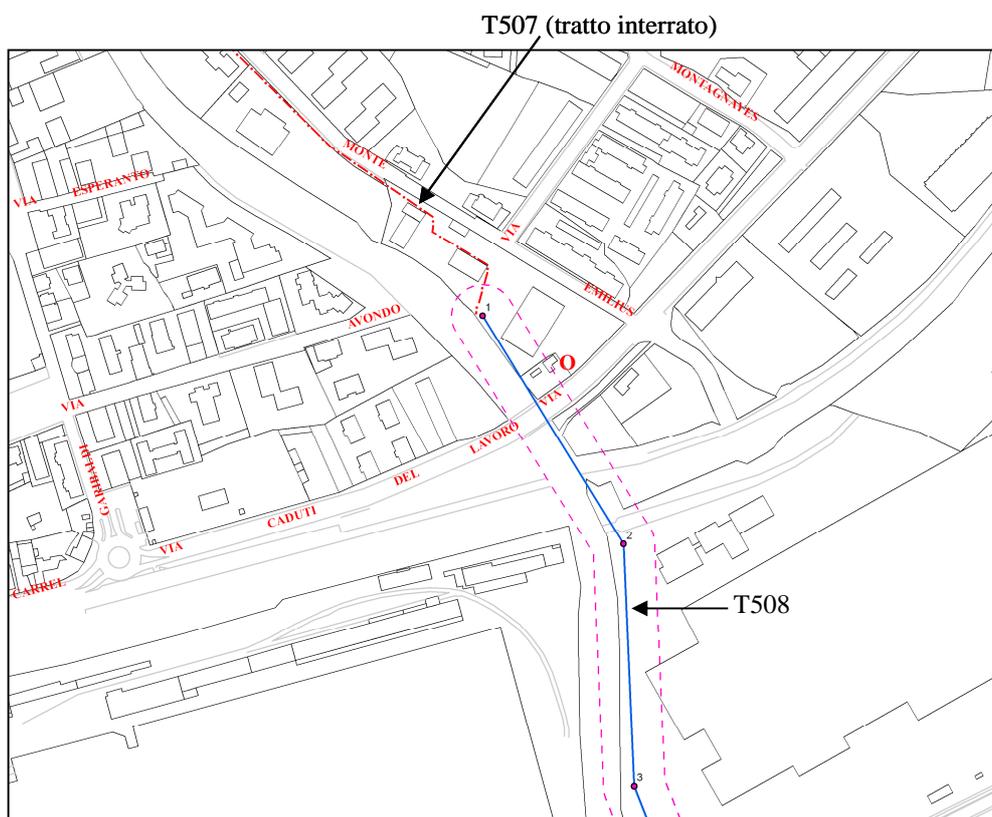
T507 (tratto interrato)

Linea T508 Aosta - Châtillon

La linea T508 parte dalla centrale di via Mont Emilius e si dirige verso Châtillon attraversando un breve tratto del territorio comunale e per la maggior parte in zona industriale. Solo all'inizio del suo tragitto transita vicino ad una abitazione situata proprio dietro alla centrale stessa. Si riporta in Figura 7 la cartografia relativa alla zona della cabina primaria di via Mont Emilius, in cui si nota anche il tratto di elettrodotto interrato T507 che raggiunge la cabina stessa.

Figura 7. Cartografia relativa alla centrale di via Mont Emilius

Scala 1:5000

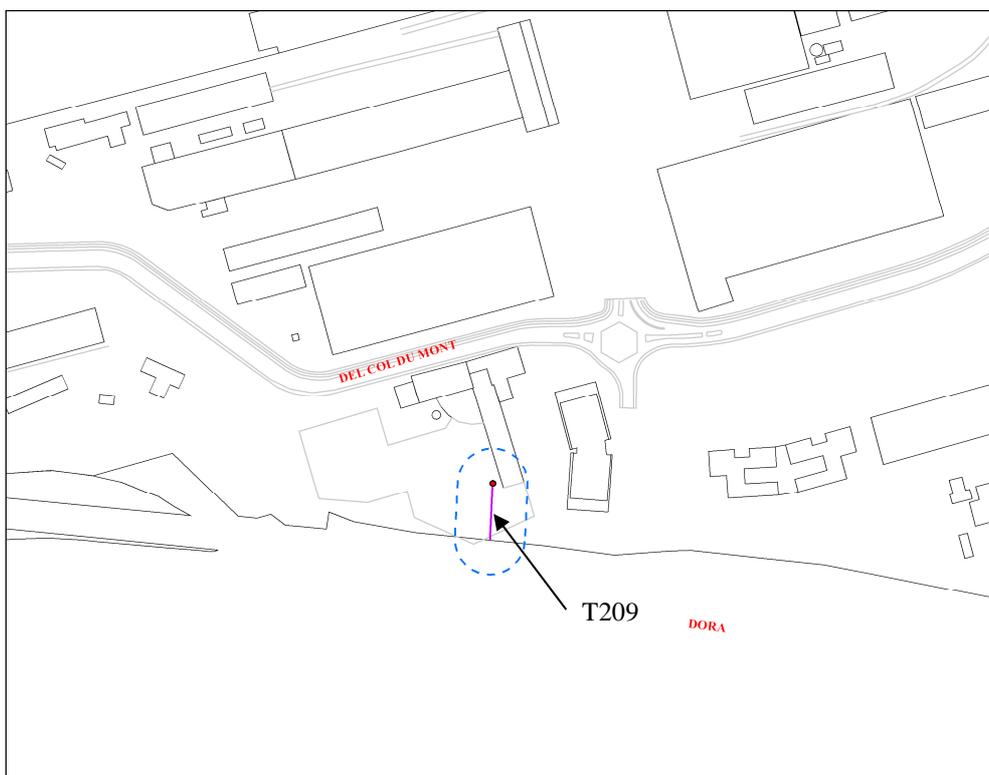


Linea T209 Villeneuve - Châtillon

La linea T209 Villeneuve – Châtillon transita sul comune di Aosta solo per un tratto molto breve che alimenta lo stabilimento della Cogne Acciai Speciali, Figura 8. L'unico edificio nelle vicinanze, e che comunque si trova al di fuori della fascia di rispetto, è la Pépinière d'Entreprise Espace Aoste, dove nel 2006 questa Agenzia ha già eseguito delle misure e dei monitoraggi del campo magnetico su richiesta della struttura stessa. I valori misurati all'interno dell'edificio sono inferiori ai limiti normativi e non risentono della presenza dell'elettrodotto ma dipendono dal funzionamento dell'impianto di rifasamento della centrale elettrica dello stabilimento Cogne Acciai Speciali.

Figura 8. Cartografia relativa all'elettrodotto T209

Scala 1:5000



Le schede relative alle misure e valutazioni di esposizione per ogni abitazione controllata sono riportate in dettaglio nel documento **Allegato A: Schede di Misura**

Valutazione complessiva dell'esposizione

Per la valutazione dell'esposizione a lungo termine della popolazione ai campi generati alla frequenza di rete di 50 Hz, la grandezza fisica che viene presa in considerazione è il solo campo magnetico (*induzione magnetica*). Ciò è dovuto al fatto che il campo elettrico viene facilmente schermato dai materiali di costruzione e più in generale da ostacoli (alberi, gazebo, ombrelloni, ecc.) non raggiungendo all'interno degli edifici valori significativi. Inoltre l'interazione del campo elettrico con il corpo umano è di tipo superficiale: al di sotto della soglia di esposizione indicata nella normativa (5000 V/m) non si verificano interazioni. Al contrario, il campo magnetico, che non può essere schermato, penetra negli edifici ed agisce in profondità sull'organismo intero.

Misure di campo elettrico

Le misure di campo elettrico effettuate nelle pertinenze esterne delle abitazioni controllate forniscono già un'indicazione dell'esposizione puntuale al campo elettrico delle persone residenti, senza richiedere ulteriori elaborazioni. Infatti il campo elettrico, come già precedentemente sottolineato, dipende dalla tensione applicata alla linea che è soggetta a limitate variazioni nel tempo. Esso varia fortemente nello spazio libero, diminuisce allontanandosi dai conduttori ed è massimo sotto di essi, ma risulta nullo all'interno degli edifici. Non è quindi significativo definire un'esposizione media o complessiva, ma è significativa la sola esposizione puntuale.

Esposizione al campo magnetico

Il campo magnetico generato dalle linee elettriche ad alta tensione, essendo strettamente correlato alla corrente transitante in linea, varia fortemente nella giornata e più in generale nel corso dell'anno. Per fornire una corretta e adeguata valutazione dell'esposizione a cui sono soggetti i residenti in abitazioni prossime alle linee è necessario esprimere i valori elaborati come medie annuali sull'intera abitazione e definire delle classi di esposizione entro le quali collocare la popolazione. In questa campagna di misure sono state scelte sei classi di esposizione utilizzando come criteri di suddivisione i limiti normativi, i limiti di taratura della strumentazione ed i risultati ottenuti dalla elaborazione dei dati di tutti gli interventi effettuati.

Le classi individuate sono di seguito elencate:

- < 0.20 μT estremo inferiore di taratura della strumentazione
- 0.20-0.50 μT
- 0.50-1.00 μT
- 1.00-3.00 μT 3 μT è l'obiettivo di qualità per nuovi elettrodotti o nuove abitazioni
- 3.00-10.00 μT
- > 10.00 μT 10 μT è il valore di attenzione per il risanamento dell'esistente

Successivamente si sono elaborati i dati storici di corrente per l'anno 2005 e 2006 forniti dal proprietario delle linee, TERNA, calcolando:

- la media annuale, per una stima di esposizione generale;
- la media delle sole ore notturne, dalle 22 alle 6, per una stima di esposizione specifica notturna nei locali adibiti a camera da letto nei quali presumibilmente si risiede in modo regolare;
- la media stagionale, cioè la media di inverno primavera estate ed autunno, per verificare la dipendenza della corrente transitante nelle linee dall'energia prodotta nelle centrali idroelettriche.

Si riportano di seguito in Tabella 2 i dati medi annui di corrente, nella Tabella 3 e nella Tabella 4 le medie stagionali:

Tabella 2. Dati medi annui di corrente

LINEA	Denominazione	Corrente media annua 2005 (A)	Corrente media annua 2006 (A)	Corrente media annua notturna 2005 (A)	Corrente media annua notturna 2006 (A)
T504	Villeneuve - Signayes	68	79	71	77
T507	Signayes – Aosta	130	130	111	115
T508	Aosta – Châtillon	66	68	60	71

Tabella 3. Dati medi stagionali di corrente, anno 2005

LINEA	Denominazione	Corrente media inverno 2005 (A)	Corrente media primavera 2005 (A)	Corrente media estate 2005 (A)	Corrente media autunno 2005 (A)
T504	Villeneuve - Signayes	50	76	83	61
T507	Signayes – Aosta	*	*	*	*
T508	Aosta – Châtillon	36	79	89	58

Tabella 4. Dati medi stagionali di corrente, anno 2006

LINEA	Denominazione	Corrente media inverno 2006 (A)	Corrente media primavera 2006 (A)	Corrente media estate 2006 (A)	Corrente media autunno 2006 (A)
T504	Villeneuve - Signayes	51	82	111	69
T507	Signayes – Aosta	*	*	*	*
T508	Aosta – Châtillon	52	71	85	62

*) Il formato con cui sono stati forniti i dati di corrente dell'elettrodotto T507 Signayes – Aosta, non consente di elaborare i dati ricavando le medie stagionali.

I valori delle misure eseguite nelle varie abitazioni, riportate in dettaglio nelle schede dell'allegato A, sono stati elaborati mediante un opportuno algoritmo. Precisamente sono stati correlati i valori medi di campo misurati in ogni abitazione con i valori medi di corrente sulle linee, per ottenere i valori di campo magnetico presenti nell'abitazione mediamente nell'anno, di notte nelle camere da letto e nelle diverse stagioni. A partire da questi dati si sono potuti inserire i residenti nelle opportune classi di esposizione.

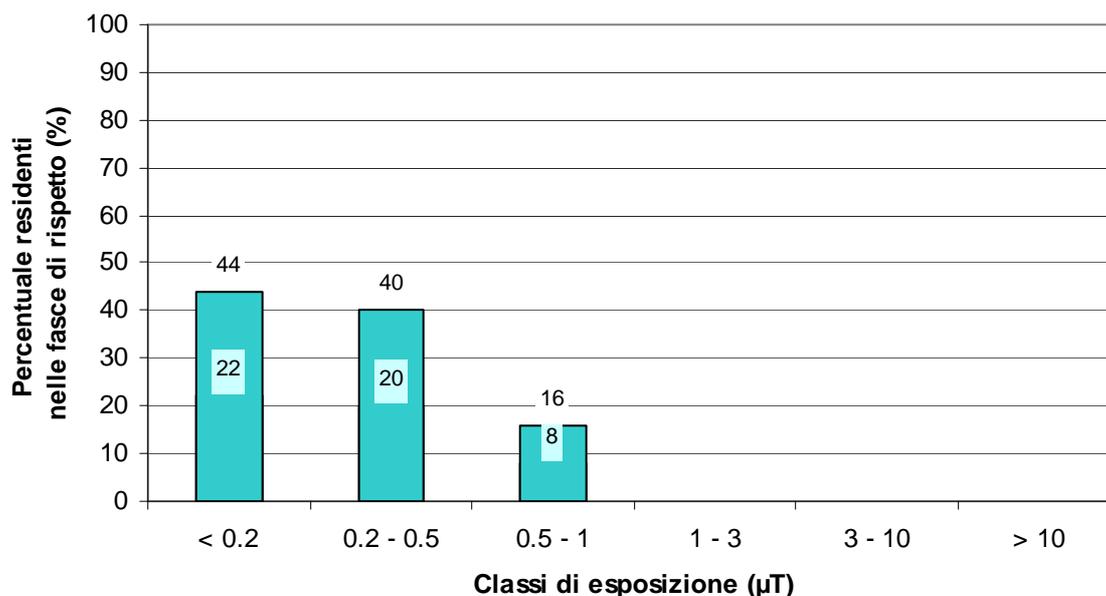
Per l'abitazione nei pressi del tratto di linea T504 in direzione Rhins è stata eseguita un'elaborazione specifica descritta nell'apposita scheda.

Risultati

Il numero totale di residenti nelle 13 abitazioni oggetto di misure è di 50 unità. Questo numero è troppo esiguo per essere confrontato con il totale della popolazione residente nel comune di Aosta, quindi si è ricavata la percentuale degli esposti riferita al solo numero dei residenti delle abitazioni oggetto di indagine.

Si riporta di seguito il Grafico 1 relativo ai risultati ottenuti per i valori medi annuali, nel quale i numeri scritti nel riquadro interno alle colonne rappresentano il numero assoluto degli esposti, mentre i numeri sopra alle colonne rappresentano la percentuale rispetto al totale dei residenti nelle fasce di rispetto:

Grafico 1. Esposizione percentuale media annuale, anni 2005 e 2006



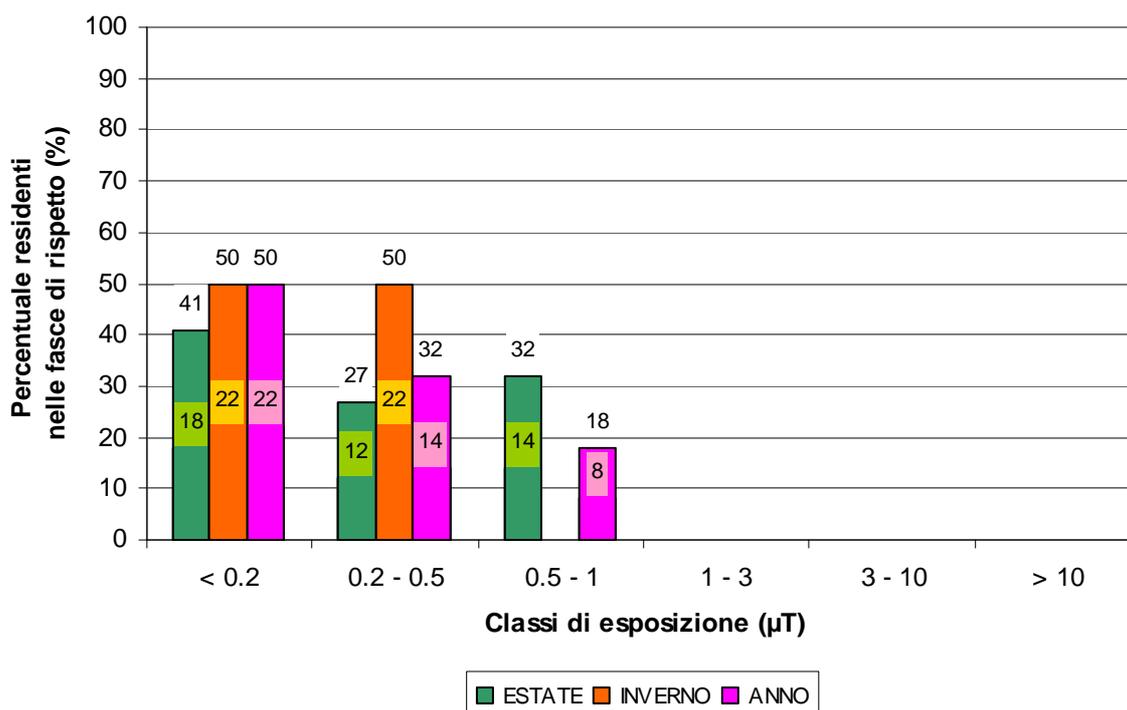
Il 44% dei residenti in prossimità delle linee elettriche ad alta tensione del comune di Aosta è stato esposto, all'interno della propria abitazione, mediamente negli anni 2005 e 2006 ad un valore di campo magnetico, generato dalle linee stesse, inferiore a 0.2 µT. Il restante 56% è stato esposto mediamente negli stessi anni, ad un valore di campo magnetico compreso tra 0.2 e 1 µT, di cui solo il 16% a valori superiori a 0.5 µT.

Gli stessi risultati sono stati ottenuti per l'esposizione media annuale notturna nelle camere da letto, in quanto le correnti medie annue notturne non si discostano sensibilmente da quelle dell'intera giornata ed anche i valori medi di campo magnetico misurati nelle camere da letto non risultano molto differenti dalla media misurata in tutta la casa. Anche se in molte delle abitazioni controllate le camere da letto si trovano ai piani superiori degli edifici, e quindi più vicino ai conduttori delle linee, la differenza di altezza tra i piani dell'edificio è minima rispetto alla distanza dai conduttori.

Per quanto riguarda le considerazioni di esposizione stagionale, come già spiegato in precedenza, il periodo di massimo transito di corrente è quello estivo, mentre i valori più bassi si registrano in inverno. Sono quindi stati ricavati i dati medi di campo magnetico in tali periodi. Ciò non è stato possibile per l'abitazione interessata dalla linea T507 per il formato dei dati di corrente, i residenti in tale abitazione sono stati esclusi dal conteggio per cui il numero di esposti su cui effettuare le considerazioni è sceso a 44 unità.

Si riportano di seguito nel Grafico 2 i risultati ottenuti nelle due diverse stagioni e sull'intero anno escludendo l'abitazione per la quale non vi sono i dati stagionali, l'estate è indicata con colore verde, l'inverno con colore arancio, l'anno intero con colore viola.

Grafico 2. Esposizione percentuale media estiva, invernale ed annuale, anni 2005 e 2006



I risultati descritti nel Grafico 2 evidenziano che l'aumento di corrente nel periodo estivo genera un aumento di valori di campo magnetico prodotti nelle diverse abitazioni tale da far passare alcuni residenti nella classe di esposizione successiva. Viceversa nel periodo invernale i bassi valori di corrente transitante generano valori di campo magnetico tali da ridurre la classe di esposizione di alcuni residenti: in inverno, mediamente, non vi sono residenti esposti a valori di campo magnetico superiori a 0.5 µT. In media su tutto l'arco dell'anno la variazione di distribuzione si risente solo tra le due classi superiori.

Considerazioni conclusive

Le linee elettriche ad alta tensione che transitano vicino ad abitazioni sul territorio comunale di Aosta sono tre: linea T504 Villeneuve-Signeyes, linea T507 Signayes-Aosta e linea T508 Aosta-Châtillon. Il numero di abitazioni interessate dalla presenza di tali linee elettriche è stata stimata in 13 unità, di cui 10 interessate dalla linea aerea T504 direzione Signayes, una interessata dalla linea aerea T504 direzione Rhins, una interessata dal tratto aereo della linea T507 e una interessata dalla linea aerea T508. Il numero totale di residenti in tali abitazioni è di 50 persone.

I risultati delle elaborazioni dei dati ricavati dalle misure eseguite in ogni abitazione e dai dati di corrente transitante nelle linee, sia al momento delle misure stesse che durante gli anni precedenti, 2005 e 2006, evidenziano che i residenti vicino a tali linee sono esposti a valori di campo magnetico medio inferiori a $1 \mu\text{T}$: il 44% è stato esposto a meno di $0.2 \mu\text{T}$ negli anni presi in considerazione.

Anche considerando in modo specifico l'esposizione media annuale notturna nelle camere da letto, a seguito della poca variabilità giornaliera della corrente transitante nelle linee, i risultati sono i medesimi.

L'esposizione media annuale fornisce un'indicazione di esposizione che pesa allo stesso modo i diversi periodi stagionali. Le linee elettriche oggetto dell'indagine presentano flussi di corrente maggiori nella stagione estiva perchè sono principalmente alimentate da centrali idroelettriche le cui produzioni sono strettamente legate alla quantità di acqua a disposizione. L'aumento di corrente si ripercuote sull'esposizione: nonostante ciò l'elaborazione dei dati ha evidenziato che, anche in tale periodo di massimo carico, tutti i residenti sono esposti a valori medi di campo magnetico inferiori a $1 \mu\text{T}$.

A seguito del lavoro descritto in questa relazione, sarà possibile stimare i valori di esposizione nelle abitazioni oggetto di questa indagine in relazione ad eventuali variazioni dei valori di corrente transitante nei periodi di riferimento. Questo al fine di prevenire significativi aumenti di esposizione, visto la diretta vicinanza di alcune abitazioni ai conduttori, in relazione ad aumenti di carico sulle linee.

Dott.ssa Bottura Valeria
P.I. Noemi Carta
Dip. Ing. Leo Cerise
Assistente Tecnico Erik Imperial

VISTO
Ing. Marco Cappio Borlino
Responsabile Area NIR – Sezione Agenti Fisici

Dott. Giovanni Agnesod
Direttore Tecnico