



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente*  
*Regione Autonoma Valle d'Aosta*  
*Sezione Agenti fisici*

## **RILIEVO DEL FONDO ELETTROMAGNETICO A RADIOFREQUENZA SUL TERRITORIO DEL COMUNE DI AOSTA**

La presente relazione descrive l'attività definita con scrittura privata, sottoscritta in data 10 febbraio 2003 al n. 104/2003 Reg. S.P., tra il Comune di Aosta e l'ARPA della Valle d'Aosta, finalizzata al rilievo del fondo elettromagnetico a radiofrequenza sul territorio del comune di Aosta.

L'attività concordata prevedeva, in sintesi:

- Effettuazione di misure di campo elettrico a banda stretta in 6 punti a tre livelli dal suolo
- Effettuazione di misure continuative nel tempo per 2 settimane in 6 punti
- Effettuazione di misure brevi su un reticolo definito su un territorio, ripetute nel tempo per valutare le variazioni
- Relazione finale

Essa si è svolta tra il mese di febbraio 2003 e il dicembre 2004 ed ha impegnato il personale dell'ARPA che opera nella Sezione Agenti Fisici – Area Radiazioni Non Ionizzanti.

E' stata preziosa la collaborazione con i servizi comunali per poter prendere contatti con i cittadini nelle cui abitazioni sono stati svolti i rilievi e per la fornitura delle basi cartografiche su cui sono stati riportati i valori di campo elettrico rilevati.

**INDICE**

<b>1. RILIEVO DEL FONDO ELETTROMAGNETICO.....</b>	<b>3</b>
1.1 Che cos'è il fondo EM .....	3
1.2 Come si misura .....	4
<b>2 IL FONDO EM AD AOSTA: LE SORGENTI.....</b>	<b>5</b>
<b>3 IL FONDO EM AD AOSTA: I METODI DI MISURA.....</b>	<b>7</b>
3.1 Misure a banda larga sul territorio.....	7
3.2 Misure a banda larga prolungate nel tempo .....	8
3.3 Misure a banda stretta .....	10
<b>4 ANALISI DEI RISULTATI.....</b>	<b>13</b>
4.1 Misure a banda larga .....	13
<b>5 ANALISI MISURE IN BANDA STRETTA .....</b>	<b>27</b>
5.1 Segnali FM .....	29
5.2 Telefonia mobile a 900 e 1800 MHz .....	31
5.3 Telefonia UMTS .....	33
5.4 Sovrapposizione di tutti i contributi .....	35
5.5 Differenze di composizione del campo elettrico.....	40
5.6 Correlazione con simulazioni eseguite a partire dai dati dei gestori.....	42
<b>6 DEFINIZIONE SCENARI EVOLUTIVI PER SRB NUOVE .....</b>	<b>46</b>
<b>7 NOTE CONCLUSIVE .....</b>	<b>50</b>
<b>APPENDICE A: RIFERIMENTO NORMATIVO.....</b>	<b>53</b>
<b>APPENDICE B: STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....</b>	<b>56</b>
<b>ALLEGATI.....</b>	<b>57</b>

# 1. Rilievo del fondo elettromagnetico

## 1.1 Che cos'è il fondo EM

In ogni ambiente di vita, ma in modo particolare in quelli più densamente popolati, sono presenti campi elettromagnetici variabili nel tempo, principalmente di origine artificiale: la loro intensità è andata, in genere, aumentando negli ultimi decenni per l'introduzione di sistemi di telecomunicazione che sfruttano collegamenti tramite onde radio e per la necessità di trasportare l'energia elettrica a notevoli distanze dal luogo di generazione. Il livello di campo elettromagnetico presente ad un certo istante in un dato punto è il fondo elettromagnetico: la conoscenza di tale valore, oltre ad essere un'informazione in sé, consente di valutare l'impatto dell'introduzione di nuove sorgenti che alterano lo stato esistente.

In Tabella 1 sono indicate le principali sorgenti di campo elettromagnetico presenti negli ambienti di vita, come classificate in letteratura sulla materia.

Ambiente	Sorgente di campo EM
Pubblico	Linee elettriche, impianti di telecomunicazioni via radio, ...
Domestico	Linee elettriche, impianti di telecomunicazioni via radio, elettrodomestici, sistemi di radio allarme, forni a microonde, ...
Lavorativo	Linee elettriche, impianti di telecomunicazioni via radio, forni elettrici, apparecchi elettromedicali, apparati radar, ...
Personale	Apparecchiature portatili quali i cellulari

**Tabella 1 Le sorgenti di campi elettromagnetici più diffuse nei diversi ambienti**

Dall'elenco riportato si osserva che vi sono sorgenti per le quali l'emissione di campi elettromagnetici è un effetto secondario e indesiderato, come le linee elettriche e gli elettrodomestici: in questi casi è possibile cercare delle soluzioni che riducano l'emissione. Per altre apparecchiature, invece, la funzione specifica è proprio l'emissione di onde elettromagnetiche; per alcune di queste, l'obiettivo è l'irraggiamento in un volume contenuto e confinato: è il caso, questo, di forni a induzione e a microonde. Per altre, invece, l'obiettivo è la diffusione di onde elettromagnetiche in ampie aree dell'ambiente circostante: si tratta di tutti i sistemi di telecomunicazione e telecontrollo, che utilizzano delle antenne, cioè dispositivi progettati appositamente per irradiare in aree ben definite segnali di intensità desiderata.

Finora si è parlato genericamente di campo elettromagnetico variabile nel tempo senza specificare nulla relativamente alla frequenza di oscillazione: è necessario introdurre una importante ripartizione tra basse e alte frequenze. In letteratura si indicano come basse frequenze quelle comprese tra 0 e 10 kHz : tipiche sorgenti di campo elettromagnetico in questa gamma sono le linee elettriche, le cabine di trasformazione, i macchinari elettrici industriali e domestici. Sono, invece, indicate come alte frequenze quelle comprese tra 10 kHz e 300 GHz, indicate anche come radiofrequenze (RF): le sorgenti tipiche in questa gamma sono i ripetitori radio e televisivi, apparati radio-amatoriali, collegamenti in ponte radio, apparati per telefonia cellulare, ecc. La suddivisione tra campi a bassa frequenza o a radiofrequenza non risponde solo a necessità di classificazione: infatti le caratteristiche fisiche di propagazione delle onde elettromagnetiche e i meccanismi di interazione con l'ambiente circostante variano in modo sensibile nelle due gamme di frequenza.

La campagna di misure del fondo elettromagnetico ad Aosta è finalizzata, in questa fase, al rilievo dei campi a radiofrequenza.

## 1.2 Come si misura

Il fondo elettromagnetico a radio frequenza è il livello complessivo che il campo elettromagnetico raggiunge in un dato punto per effetto di tutte le sorgenti circostanti che emettono nella banda di frequenza tra 300 kHz e 3 GHz. In particolare, poiché a distanza dalle antenne la componente elettrica e quella magnetica del campo sono strettamente correlate, è sufficiente misurare una delle due: convenzionalmente si misura il campo elettrico. Esso può essere misurato tramite rilevatori che danno il valore totale, misura in banda larga, o tramite una catena strumentale che fornisce il valore di tutte le componenti che contribuiscono al totale, misure in banda stretta.

- Misure a banda larga: descrizione del metodo e finalità

Nell'ambito delle misure di campi a RF, si definiscono a banda larga misure che quantificano il campo elettrico o magnetico presente in una definita banda di frequenza, legata al tipo di sensore utilizzato, senza discriminare il peso dei diversi contributi compresi in quella banda. Un sensore tra i più diffusi per questo tipo di misure rileva istantaneamente il campo elettrico nella banda 100 kHz – 3GHz e fornisce un valore numerico dovuto alla sovrapposizione di tutti i segnali compresi in quella gamma di frequenza: stazioni radio-televisive, stazioni per telefonia cellulare ecc.ecc. Si tratta di rilievi relativamente semplici e veloci: un'acquisizione può essere eseguita in pochi minuti. Mediante questo tipo di rilievi è possibile eseguire un'indagine preliminare finalizzata all'individuazione di punti più critici di altri nei quali svolgere un'analisi più approfondita.

Nella categoria delle misure a banda larga rientrano i rilievi continuativi nel tempo: con strumentazione opportuna è possibile eseguire misure a banda larga a ripetizione e memorizzare tutti i valori in modo tale da ottenere l'evoluzione del livello di campo elettrico durante lunghi intervalli temporali. Sono disponibili centraline che non necessitano di collegamento alla rete elettrica o a quella telefonica, perché sfruttano pannelli solari e comunicazioni tramite GSM, e possono, quindi, essere collocate su balconi o terrazzi senza arrecare disturbo. Esse, quotidianamente, forniscono i dati rilevati in termini di campo elettrico massimo o medio e permettono, quindi, di valutare nell'arco della giornata, della settimana o più, l'andamento delle emissioni delle sorgenti presenti nell'area controllata.

- Misure a banda stretta: descrizione del metodo e finalità

Le misure a banda stretta permettono di conoscere il contributo al campo complessivo dovuto alle diverse sorgenti: singole stazioni radiofoniche o televisive, singoli canali telefonici ecc. Queste misure, che forniscono informazioni dettagliate su come è composto il campo EM in un punto, permettono ad esempio di estrapolare indicazioni sui livelli di campo dovuti alla telefonia in diverse condizioni di traffico. Esse sono, per contro, misure complesse che richiedono un tempo di esecuzione di alcune ore e un'attenta elaborazione dei dati acquisiti. E' richiesta strumentazione altamente sofisticata, possibilmente controllata via computer. Normalmente vengono eseguite misure di questo genere solo se l'informazione contenuta nel valore complessivo di campo misurato a banda larga non è considerata sufficiente: i casi tipici sono la valutazione del campo elettrico massimo che può essere generato da una SRB o l'individuazione dei contributi di diversi gestori qualora vi sia un superamento dei limiti previsti dalla normativa vigente.

Le informazioni fornite dalle due metodologie di misura non sono alternative: in alcune condizioni è importante avere in breve tempo il valore totale, mentre in altre è indispensabile conoscere nel dettaglio la composizione del campo elettromagnetico a scapito del tempo di misura e della complessità di elaborazione dei dati. I valori misurati, a meno dell'incertezza di misura, concordano.

## 2 Il fondo EM ad Aosta: le sorgenti.

Dopo aver elencato in linea generale quali sono le sorgenti di campi elettromagnetici a radiofrequenza ed aver introdotto le diverse tipologie di misura, è necessario inquadrare quanto detto nel contesto del territorio del comune di Aosta.

La città di Aosta è collocata in una conca circondata da alti rilievi: questa particolare posizione rende possibile collocare tutte le antenne per la diffusione del segnale radio televisivo al di fuori del territorio comunale, in postazioni a quote elevate dalle quali il segnale può essere diffuso agevolmente sulla città ma anche su tutti i comuni limitrofi: le maggiori stazioni di radio televisione sono collocate nell'area di Les Fleurs e nel sito di Barrier, entrambi nel comune di Gressan, a Pleod (Sarre), a Martinet (Doues) e a Blavy (Roisan).

Sul territorio del comune di trovano i ponti radio che trasmettono dagli studi televisivi agli impianti di diffusione citati i segnali che devono essere distribuiti capillarmente: i principali impianti di questo genere sono quelli installati sui tralicci di Via Chambéry e di Via Tourneuve/P.zza Roncas.

Un'altra tipologia di impianti presenti nel comune è costituita dai ponti radio delle compagnie di telecomunicazione e delle forze dell'ordine: si tratta in genere di sistemi di comunicazione che utilizzano perlopiù antenne a parabola, spesso piuttosto vistose per dimensioni e forma (il diametro può raggiungere i 3 m ). Sono ben presenti all'attenzione dei cittadini i due tralicci di Viale della Pace e Via Mont Emilius. Va precisato fin da ora che i collegamenti in ponte radio, e quelli che utilizzano antenne a parabola in particolare, non hanno lo scopo di diffondere il segnale sul territorio ma di convogliare le radiazioni in aree precise per realizzare connessioni dette punto-punto. Le antenne a parabola, così evidenti e, agli occhi di molti, inquietanti, emettono fasci di onde collimate, molto stretti che devono raggiungere antenne lontane: per tale collegamento le antenne riceventi devono essere in vista, cioè non ci devono essere ostacoli frapposti ad intercettare il segnale emesso, siano essi rilievi o costruzioni.

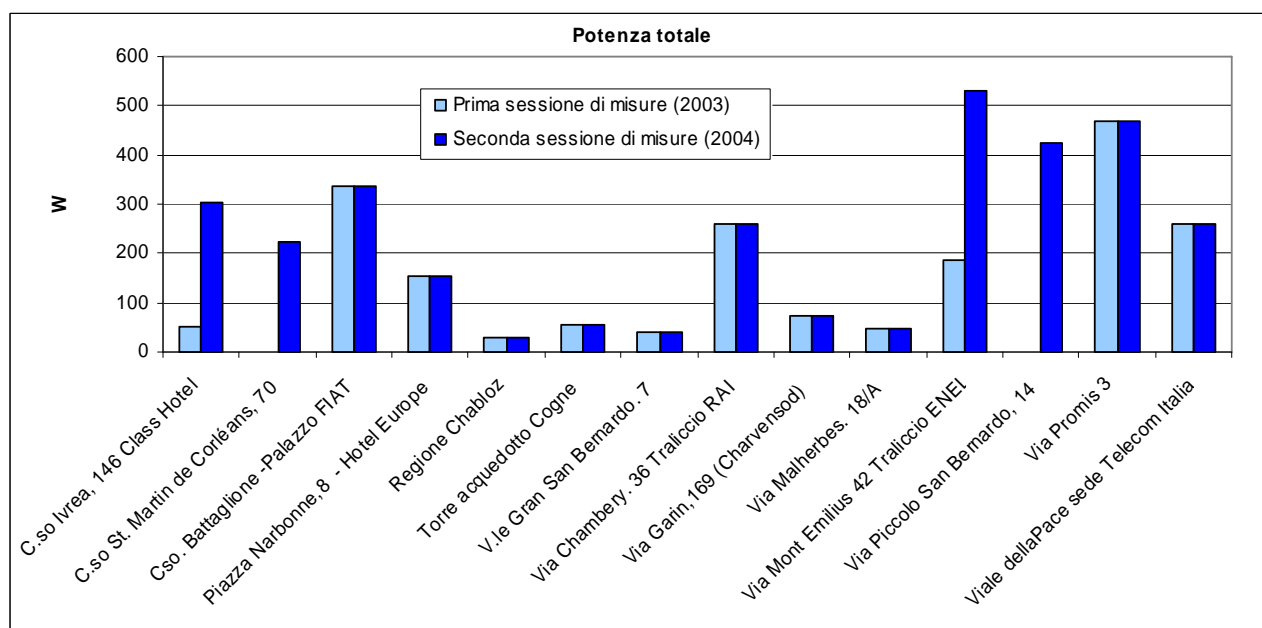
La famiglia di impianti radio più diffusa sul territorio del comune di Aosta è, dunque, costituita dalle stazioni radio base (SRB) per la telefonia mobile.

<b>Indirizzo SRB</b>	<b>n° gestori presenti</b>
C.so Ivrea, 146 Class Hotel	3
C.so St. Martin de Corléans, 70	1
Cso. Battaglione -Palazzo FIAT	3
Piazza Narbonne,8 - Hotel Europe	2
Regione Chabloz	1
Torre acquedotto Cogne	1
V.le Gran San Bernardo. 7	1
Via Chambéry. 36 Traliccio RAI	1
Via Garin,169 (Charvensod)	1
Via Malherbes. 18/A	1
Via Mont Emilius 42 Traliccio ENEL	3
Via Piccolo San Bernardo, 14	3
Via Promis 3 – Palazzo Valbruna	2
Viale della Pace sede Telecom Italia	1

**Tabella 2 - Collocazione delle SRB attive al 30/09/04**

Negli ultimi due anni, alle SRB 'storiche' di Viale della Pace, Cso. Battaglione Aosta/Palazzo Fiat, Via Chambéry/sede RAI e area di Piazza Narbonne, che negli anni sono state potenziate, si sono aggiunte postazioni nuove, alcune di entità modesta altre più importanti. Alla data di fine settembre 2004 erano presenti impianti in 13 siti sul territorio comunale a cui va aggiunta una SRB in regione Tsambarlet che amministrativamente si trova in comune di Charvensod, ma garantisce la copertura di parte del territorio di Aosta. Nella Tabella 2 sono elencati i siti in cui erano attive SRB al 30/09/04.

Come accennato, sia per l'introduzione di nuovi servizi resi disponibili dall'evoluzione tecnologica, ultimo l'UMTS, sia per l'aumento della diffusione di quelli già consolidati, GSM a 900 e 1800 MHz, la configurazione delle SRB è in continua evoluzione. Nell'arco temporale durante il quale si è svolta la campagna di rilievi, il quadro relativo alle SRB è mutato ed è tuttora in evoluzione. Al fine di fornire un'indicazione delle evoluzioni delle SRB nella Figura 1 sono riportate le variazioni delle potenze per le quali i gestori hanno richiesto al Comune autorizzazione.



**Figura 1** Variazione delle potenze installate nelle SRB di AOSTA nel periodo 2003-2004

Nella Mappa 1 allegata sono indicati i punti di installazione delle sorgenti presenti sul comune di Aosta. Per le SRB, è indicato il numero di gestori: in blu quelli già presenti prima del 2004, in rosa quelli aggiuntisi nell'ultimo anno. Sono indicate anche le classi di potenza installata: in blu è indicata la potenza prima delle modifiche del 2004, in rosa quella delle SRB nuove, in verde quella complessiva (storico + nuovi impianti).

### 3 Il fondo EM ad Aosta: i metodi di misura.

L'attività di rilievo si è articolata in tre fasi condotte in parallelo:

- misure a banda stretta su un fitto reticolo di punti al livello stradale sull'intero comune
- acquisizioni prolungate nel tempo in alcuni punti presso sorgenti
- misure in banda stretta in prossimità di sorgenti a più livelli dal suolo

#### 3.1 Misure a banda larga sul territorio

Al fine di avere un quadro dettagliato dell'intensità del campo elettrico presente al livello stradale sul tutto il territorio del comune, sia, cioè, in aree più vicine a sorgenti sia in aree più remote e, anche, poco antropizzate, sono stati eseguiti rilievi del campo elettrico con la metodologia a banda larga in un gran numero di punti.

- **Criterio per l'individuazione dei punti di misura:** è stato eseguito un campionamento più fitto nelle aree pedonali e del centro storico (all'incirca il quadrilatero romano esteso fino all'Arco di Augusto a Est e a C.so XXVI febbraio a Nord) e meno fitto nelle altre aree cittadine. Per quanto riguarda la collina e l'area di Porossan sono stati eseguiti rilievi nei villaggi e non nelle aree agricole. Questa scelta è motivata dal fatto che le misure eseguite all'aperto lungo le strade forniscono informazioni sull'esposizione delle persone che transitano ai piedi nell'area e non di quelle all'interno degli edifici circostanti.
- **Punti e tempi di misura:** complessivamente sono state eseguite misure in 606 punti disposti non su un reticolo a geometria regolare, ma su un reticolo che seguiva l'urbanistica della città: si sono individuati i punti in corrispondenza degli incroci stradali.  
Un altro parametro importante per rendere confrontabili i valori acquisiti è l'ora del campionamento: infatti, poiché le principali sorgenti, soprattutto nell'area più densamente popolata/frequentata, sono le stazioni per la telefonia cellulare, l'entità del traffico telefonico influisce in modo significativo sul valore rilevato. Per questo tutte le misure sono state eseguite tra le ore 10:00 e le 12:30.
- **Procedura di misura:** le misure sono state ovunque eseguite posizionando il rilevatore su un cavalletto a 150 cm dal suolo.  
Il valore di campo elettrico non veniva registrato finché l'indicazione del valor medio non si stabilizzava: laddove il valore fornito risultava anomalo rispetto a quello dei punti adiacenti la misura era ripetuta per escludere valori più alti o più bassi dovuti a cause occasionali.  
Inoltre, per evitare di eseguire rilievi in un momento in cui la sorgente più vicina era spenta, le misure a banda stretta in una definita area del territorio sono state eseguite nei giorni in cui in un punto di quell'area era collocata una centralina per il monitoraggio in continuo: dall'esame dei tracciati temporali si è verificata l'effettiva operatività delle sorgenti.



Foto 1 a,b Esempi di rilievo di campo elettrico con metodo a banda larga

- **Misure successive:** a valle dei rilievi eseguiti nei 606 punti sono state eseguite altre due sessioni di misura nell'arco di un anno in 78 punti scelti a campione tra i precedenti. Lo scopo evidente era quello di valutare l'evoluzione temporale su un lungo periodo e al variare delle stagioni. La procedura di misura eseguita è stata la stessa adottata nel primo passaggio: particolare attenzione è stata dedicata alla verifica dei valori quando questi si discostavano significativamente da quelli già registrati nello stesso punto.

Nella Mappa 2 allegata, sono indicati tutti i punti di misura in banda larga (colore rosso) e sono evidenziati quelli in cui il rilievo è stato ripetuto nel tempo (colore blu).

### 3.2 Misure a banda larga prolungate nel tempo

Mediante centraline automatiche per l'acquisizione dei valori di campo elettrico sono stati eseguiti monitoraggi prolungati nel tempo. L'obiettivo era duplice: il primo e principale era la registrazione dell'andamento del livello del campo elettrico nelle 24 ore e nell'arco della settimana per valutarne le variazioni. Il secondo era il monitoraggio delle sorgenti durante la mappatura a banda larga dell'area circostante per evitare di eseguire rilievi in condizioni di emissione anomala.

- **Criterio adottato per l'individuazione dei punti di installazione:** a partire da un modello numerico delle emissioni delle sorgenti presenti sul territorio sono state tracciate delle mappe che riportano le curve isolivello di campo elettrico ed evidenziano le aree, e le quote sul suolo, di massima esposizione: all'interno di queste aree sono stati individuati edifici in cui fosse possibile installare le centraline di monitoraggio in posizione che fosse esposta alle radiazioni. Questa operazione è delicata perché richiede, generalmente, la disponibilità dei cittadini ad ospitare per parecchi giorni uno strumento. In altri casi i rilievi sono stati eseguiti presso siti che per loro natura sono percepiti dalla popolazione come sensibili, cioè scuole e ospedali.



- **Monitoraggi eseguiti.** Le centraline sono state utilizzate per eseguire 11 monitoraggi nei seguenti siti, indicati anche nella mappa 3:

Indirizzo	Collocazione centralina	Periodo del monitoraggio
Av. Conseil des Commis 5	Balcone ultimo piano	10-30 giugno 2003
Av. Conseil des Commis 5	Balcone ultimo piano	18 settembre – 10 ottobre 2004
Reg. Chabloz 9	Balcone 3° piano	20 agosto – 20 settembre 2003
Piazza Roncas 7	Tetto	3-22 luglio 2003
Via Chambéry pal. Fiat	Tetto	5 agosto -7 ottobre 2003
C.so Battaglione Aosta 13	Terrazzo ultimo piano	24-18 luglio 2003
Via Mont Emilius 33	Balcone ultimo piano	21 settembre – 7 ottobre 2003
Scuola Einaudi Viale della Pace	Giardino	10 luglio – 12 agosto 2004
Scuola Elementare del quartiere Dora	Giardino	9 luglio – 7 agosto 2004
Istituto Don Bosco	Giardino	2 agosto – 5 settembre
Ospedale regionale	Tetto	16 agosto – 25 ottobre 2004
Municipio	Tetto	4 novembre – 5 dicembre 2004
Scuola materna Allende	Giardino	23 -30 novembre 2004

**Tabella 3 Punti di monitoraggio prolungato del campo elettrico**

In ognuna delle collocazioni il rilievo è durato alcune settimane durante le quali sono stati acquisiti i valori efficaci del campo elettrico mediato su 6 minuti come richiesto dalla norma CEI 211-7. Nella Foto 2 sono riportati due esempi di collocazioni della centralina automatica.



**Foto 2 a e b – Esempi di collocazioni di centraline di monitoraggio prolungato del campo E**

### 3.3 Misure a banda stretta

Le misure in banda larga al suolo e quelle prolungate ai livelli alti forniscono informazioni sull'esposizione istantanea di chi si trova in strada o sull'esposizione media di chi vive ai piani superiori degli edifici. In quest'ultimo caso va, comunque, tenuto conto che le misure vengono sempre eseguite all'aperto su balconi o terrazzi: il livello di campo elettrico all'interno è inferiore perché seppur in maniera diversa pareti, tetti, soffitti e infissi schermano dalle radiazioni.

Mediante misure in banda stretta, richiedendo gli opportuni dati tecnici ai gestori dei servizi di telefonia mobile, è possibile calcolare l'esposizione in condizioni di massima potenza irradiata: ci si pone, in questo caso, nell'ipotesi che tutti i canali di tutte le SRB presenti nelle vicinanze del punto di misura siano attivi alla massima potenza, quella necessaria per fornire il servizio ad apparecchi portatili distanti dalle antenne. Questa è la condizione nella quale, per convenzione, vengono eseguite le verifiche di rispetto dei limiti di esposizione previsti dalla normativa: si tratta, come è facile intuire, di una condizione abbastanza improbabile. In questa condizione, infatti, si avrebbe una congestione della rete.

- **Criterio adottato per l'individuazione dei punti di misura:** analogamente a quanto fatto per il monitoraggio prolungato, i punti in cui eseguire misure in banda stretta sono stati scelti in base alle simulazioni numeriche delle emissioni delle sorgenti. Sono stati selezionati gli edifici posti in corrispondenza delle aree che il modello numerico indicava come più esposte. In questi edifici, quando possibile, è stata eseguita una caratterizzazione completa del campo elettrico all'ultimo piano, ad un piano intermedio e al livello stradale: è così disponibile l'informazione sulla variazione dei livelli di campo in funzione della quota dal suolo. E' stata, inoltre, eseguita una misura in banda stretta in un punto della collina presso il villaggio di Vignoles lontano da SRB per confrontare i dati con quelli rilevati presso le SRB nel centro abitato.



Foto 3 a e b Esempi di misure a banda stretta in un cortile e su un terrazzo



Foto 4 Misura a banda stretta in ambiente non urbano (Loc. Vignoles)

- **Misure eseguite.** I rilievi in banda stretta sono stati eseguiti nei seguenti siti, indicati anche nella mappa 3:

Indirizzo punti misura a banda stretta	Sorgenti in prossimità	Piano alto	Piano intermedio	Piano terreno	Anno intervento
Av. Conseil des Commis, 5 (Lato Cortile interno)	SRB su hotel Europe e su Pal. Valbruna	●	●	●	2003
Via Porte Pretoriane,4 (Lato p.zza Narbonne)	SRB su hotel Europe e su Pal. Valbruna	●	●	●	2003
Piazza Narbonne, 16	SRB su hotel Europe e su Pal. Valbruna	●			2004
Piazza Roncas (Museo archeologico)	Antenne per ponti radio in via Tourneuve 6		●	●	2003
Via Chambéry, 89	SRB su Palazzo Fiat	●	●	●	2003
Corso Battaglione Aosta, 13 (Lato cortile interno)	SRB su sede RAI VdA	●	●	●	2003
Via Mont Emilius, 15	SRB su traliccio ENEL	●	●	●	2004
Via Mont Emilius, 25	SRB su traliccio ENEL	●			2004
Viale Gran San Bernardo, 5	SRB su Hotel Mignon	●		●	2004
Viale della Pace, 46	SRB su traliccio Telecom Italia	●	●	●	2004
Loc. Vignoles	nessuna			●	2004

Tabella 4 Siti in cui sono state eseguite misure in banda stretta

In 6 casi è stato possibile acquisire i valori a tre livelli dal suolo: l'ultimo piano, un piano intermedio e il livello stradale. In due casi, in piazza Narbonne 16 e in Via Mont Emilius 25, la misura è stata eseguita solo all'ultimo piano in quanto l'analisi su più livelli era stata già eseguita in edifici vicini.

Nel caso del Museo Archeologico le misure sono state eseguite in piazza Roncas e al secondo piano dell'edificio del museo, indicato come piano intermedio.

Infine, in Via Gran San Bernardo 5 le misure sono state eseguite all'ultimo piano e al piano terreno perché non era facilmente accessibile un punto opportuno ad un livello intermedio.

L'antenna di misura è stata collocata sempre all'esterno con l'eccezione dei siti del Museo Archeologico- piano intermedio e dell'ultimo piano di via Porte Pretoriane - lato cortile: in questi due casi l'antenna era collocata presso una finestra.

Al termine della campagna, è stato effettuato un rilievo lungo la strada che porta al villaggio di Vignoles in un'area rurale lontana da sorgenti, al fine di disporre di uno spettro rappresentativo della distribuzione delle componenti in frequenza in un'area in cui il livello complessivo di campo è basso.

Le misure sono state eseguite all'altezza convenzionale di 150 cm dal suolo, come indicato dalla guida CEI 211-7.

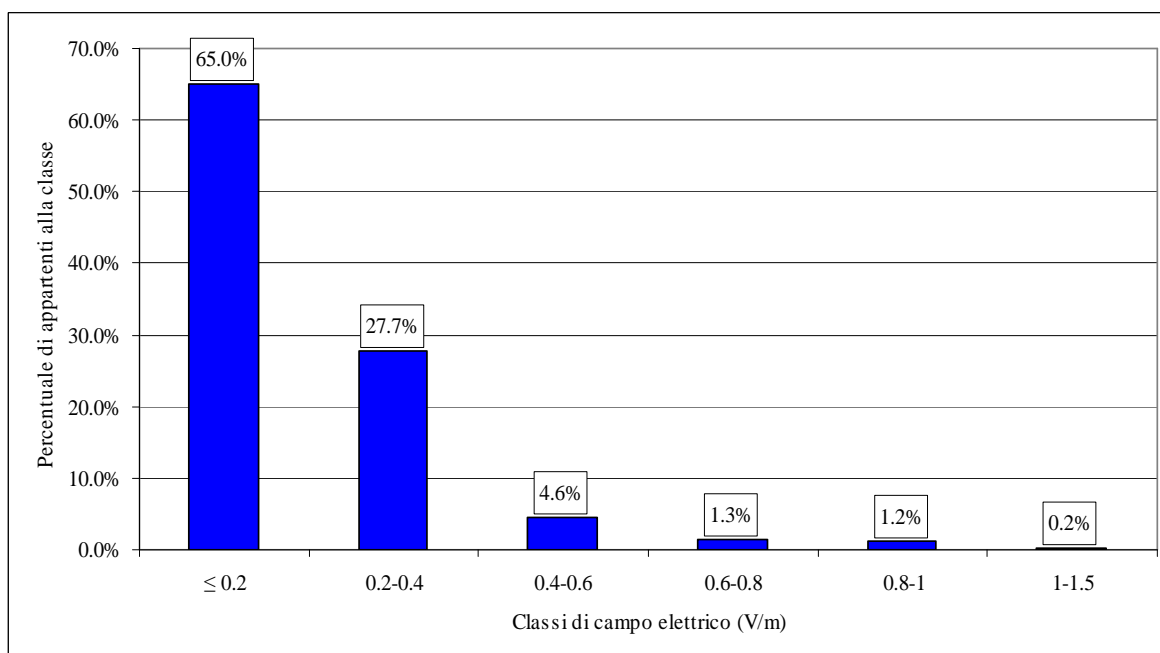
## 4 Analisi dei risultati

Si riportano nel seguito i risultati di sintesi delle misure eseguite. Le schede di dettaglio sono allegate al presente documento.

### 4.1 Misure a banda larga

I valori di campo elettrico misurati al suolo sono riportati per classi di livello nella mappa 4 allegata. Il rilevatore utilizzato ha una sensibilità di 0,2 V/m: valori inferiori vengono indicati dallo strumento ma non sono garantiti dal costruttore. Per questo, sebbene siano stati acquisiti tutti i valori forniti dalle letture, in sede di analisi dei dati quelli inferiori a 0,2 V/m sono raggruppati nella classe " $\leq 0,2$  V/m" che costituisce, quindi, il valore minimo. Il valore massimo misurato al livello stradale è stato di 1,1 V/m all'angolo Nord- Ovest dell'incrocio tra Via Festaz e viale dei Partigiani: da quest'area infatti si ha piena visibilità della SRB presente sulla sede RAI di Via Chambèry, di parte degli impianti collocati sul Palazzo Fiat e delle antenne di diffusione del segnale radiotelevisivo dell'area di Barrier – Gerdaz.

Per avere un'indicazione d'insieme dei livelli misurati essi sono stati raggruppati in classi rappresentate nell'istogramma di Figura 2.

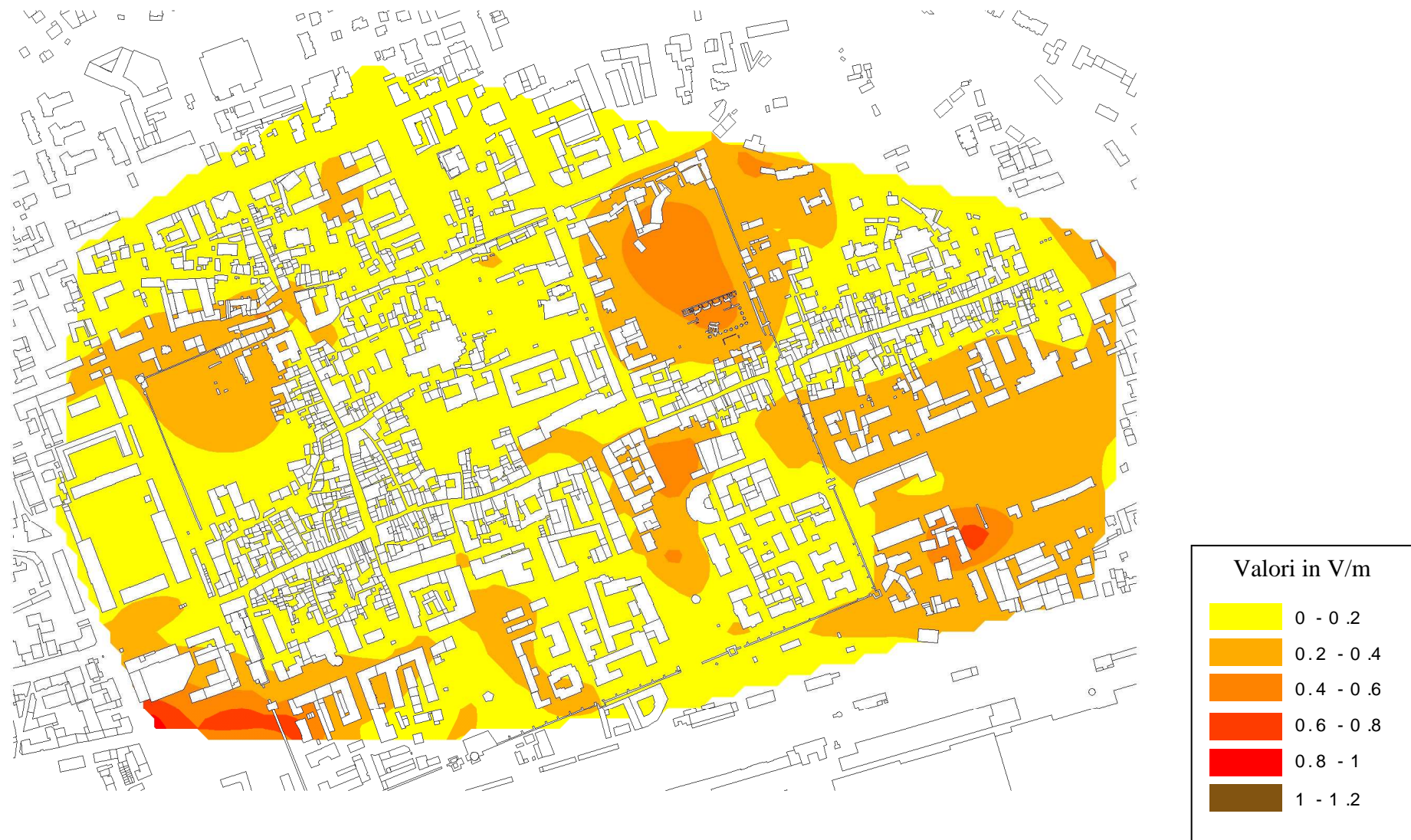


**Figura 2** distribuzione dei valori acquisiti nei 606 punti in cui sono state eseguite misure a banda larga

Come si vede dall'istogramma il 65 % dei livelli misurati al suolo è inferiore a 0.2 V/m, poco più dello 1 % è tra 0,8 e 1 V/m e lo 0,2 % (pari a 1 campione) è tra 1 e 1,5 V/m.

Per l'area del centro storico in cui sono state eseguite misure più fitte è stato possibile eseguire una interpolazione dei valori per ottenere una rappresentazione grafica più leggibile, riportata in Figura 3. Nella lettura della mappa occorre tenere conto che i livelli di campo si riferiscono allo spazio esterno degli edifici, mentre non vengono fornite informazioni sui livelli interni ai medesimi, schermati variamente dalle pareti.

Occorre anche tenere presente che le interpolazioni sugli spazi esterni sono effettuate con algoritmi di calcolo che non tengono conto dell'effetto di schermatura/riflessione degli edifici. Peraltro, le misure sperimentali su cui è basata l'interpolazione rilevano valori sul campo che sono il risultato di tutti questi effetti.



**Figura 3** Andamento del campo elettrico al suolo nel centro storico di Aosta

Le aree dove sono stati registrati i livelli più alti al suolo sono quelle aperte, in cui le sorgenti sono in vista e si possono ricevere segnali senza che essi vengano attenuati dalla presenza di costruzioni: nel centro storico queste sono l'area del teatro romano, dell'Arco d'Augusto, dello stadio, Piazza Plouves, il vasto prato alle spalle della torre del Lebbroso e l'area degli orti nella zona della Tour Neuve. Al contrario, nelle aree in cui le costruzioni sono molto vicine tra loro, le radiazioni vengono schermate dagli edifici e il livello al suolo è più basso: si notino a questo proposito i valori misurati nell'intrico di vie del quadrilatero romano. A questo proposito è interessante osservare i livelli rilevati lungo l'asse Via Porta Praetoria – Via Sant Anselmo e confrontarli con quelli misurati nell'area della Torre dei Balivi: non ostante le vie siano più vicine alle SRB collocate in via Promis e in piazza Narbonne, le antenne non sono visibili e il segnale viene attenuato. Nell'area della Torre dei Balivi, invece, le sorgenti benché più lontane sono in vista per l'assenza di edifici e per la pendenza del terreno: i livelli registrati qui sono, di conseguenza, più elevati.

Al di là delle considerazioni di dettaglio sulle distribuzioni dei livelli al suolo, il dato che emerge con più risalto è che il valore massimo misurato è inferiore a 1,5 V/m e che il 65% dei valori è inferiore a 0,2 V/m: questi valori vanno letti in rapporto con il valore di riferimento normativo di 6 V/m valido per le aree intensamente frequentate, come sono le piazze e le vie del centro storico (Vedi Appendice A: Riferimenti normativi).

Un altro confronto interessante è quello tra i valori di campo elettrico rilevati nel centro storico, in collina nell'area di Excenex e nell'area di Vignoles. Nella parte più densamente edificata del centro storico e nella zona di Excenex il campo si mantiene al di sotto di 0,2 V/m (i valori letti sono spesso di 0,07 – 0,09 V/m, ricondotti a 0,2 per quanto detto sulle caratteristiche dello strumento di misura); lungo la strada per Arpuilles nella parte ovest della collina (nei dintorni di Vignoles), i valori sono compresi tra 0,2 e 0,3 V/m, quindi, sensibilmente più elevati. L'interpretazione che pare più attendibile di questi dati potrebbe essere la considerazione che nel centro storico la presenza fitta di edifici scherma le strade dalle onde elettromagnetiche; l'area di Vignoles, pur essendo lontana da SRB, si trova ad una quota ed in una posizione tali da risentire pienamente dei campi emessi dagli impianti di diffusione radio televisiva presenti nella zona di Barrier e Gerdaz; Excenex, al contrario, pur essendo all'incirca alla stessa quota di Vignoles è in una posizione più a Est e già rivolta verso la valle del Gran San Bernardo dalla quale le antenne di Barrier/Gerdaz sono defilate. Questa ipotesi è confermata dall'analisi in banda stretta: la componente dovuta alle sole trasmissioni radiofoniche in FM misurata a Vignoles è tra le più alte tra tutte quelle rilevate sul territorio comunale, come indicato in Figura 14.

#### 4.1.1 Correlazione con i dati sulla popolazione residente

Nella mappa 5 è riportata l'indicazione della densità di popolazione del territorio comunale. Ad essa sono sovrapposti i valori di campo elettrico misurati: la correlazione tra i due dati, però, non deve essere diretta. Infatti i valori di campo elettrico sono stati rilevati all'aperto al suolo: l'informazione che se ne ricava è relativa, quindi, non all'esposizione di chi si trova all'interno degli edifici, ma di chi transita lungo le strade. E' evidente che, a parte la zona pedonale del centro storico in cui avviene il passeggio di residenti e turisti, nei quartieri più popolosi si avrà un maggior transito lungo le strade: in questa ottica va letto il legame tra valori di campo rilevati e densità di popolazione.

Come detto, le misure a banda larga sul reticolo cittadino sono state eseguite a 150 cm dal suolo. Nei 9 casi, però, in cui sono state condotte analisi in frequenza mediante misure in banda stretta, sono stati eseguiti anche rilievi a banda larga a diversi livelli dal suolo: si ha un dato, quindi, a livello stradale e altri ad un piano intermedio e all'ultimo piano.

Nella Figura 4 sono riportati i valori registrati. Come già indicato in precedenza i punti scelti per eseguire analisi spettrali erano tutti, ad esclusione della strada per Vignoles, in stretta vicinanza di SRB: questo giustifica i livelli di campo elettrico abbastanza intensi misurati in alcuni casi ai piani alti rispetto a quelli del piano terreno. Essi non sono, quindi, rappresentativi dell'andamento generale dell'intensità del campo elettrico nel passare dal livello stradale ai piani alti. Tale andamento è determinato da una grande varietà di elementi che possono modificare l'esposizione alle sorgenti: presenza di ostacoli, riflessioni, inclinazione delle antenne ecc.

Questa variabilità è già evidente nei 9 casi riportati: se, infatti, in 4 casi il livello registrato al piano più alto è molto più intenso del livello al suolo, vi sono dei casi in cui esso è confrontabile o addirittura minore, come in via Chambery 89. Il caso dell'edificio di via Porte Pretoriane 4 è particolare, perché mentre ai piani terreno e intermedio è stato possibile eseguire i rilievi all'aperto su terrazzi, il rilievo all'ultimo piano è stato eseguito in corrispondenza di una finestra aperta dell'abitazione perché non vi era alcun balcone accessibile.



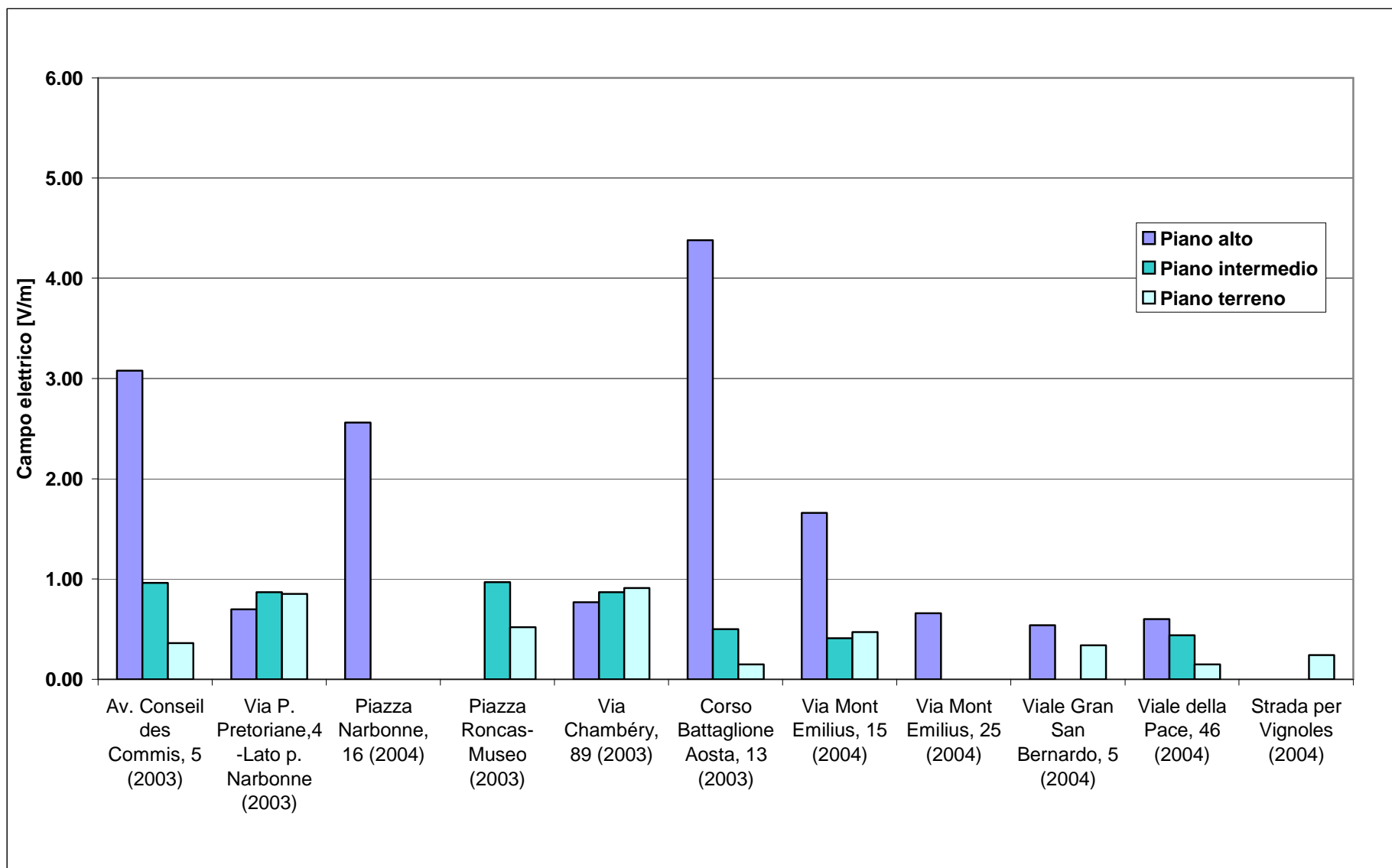


Figura 4 Valori del campo elettrico misurato con metodo a banda larga in 10 punti del territorio del comune di Aosta

#### 4.1.2 Variazioni temporali

L'analisi delle variazioni temporali dei livelli di campo è avvenuta mediante due tipi di monitoraggi: la ripetizione per tre volte nell'arco di un anno dei rilievi di campo elettrico in 78 dei circa 600 punti nei quali sono state eseguite misure a banda larga e il monitoraggio prolungato nel tempo in 12 punti.

##### Ripetizione delle misure istantanee al suolo

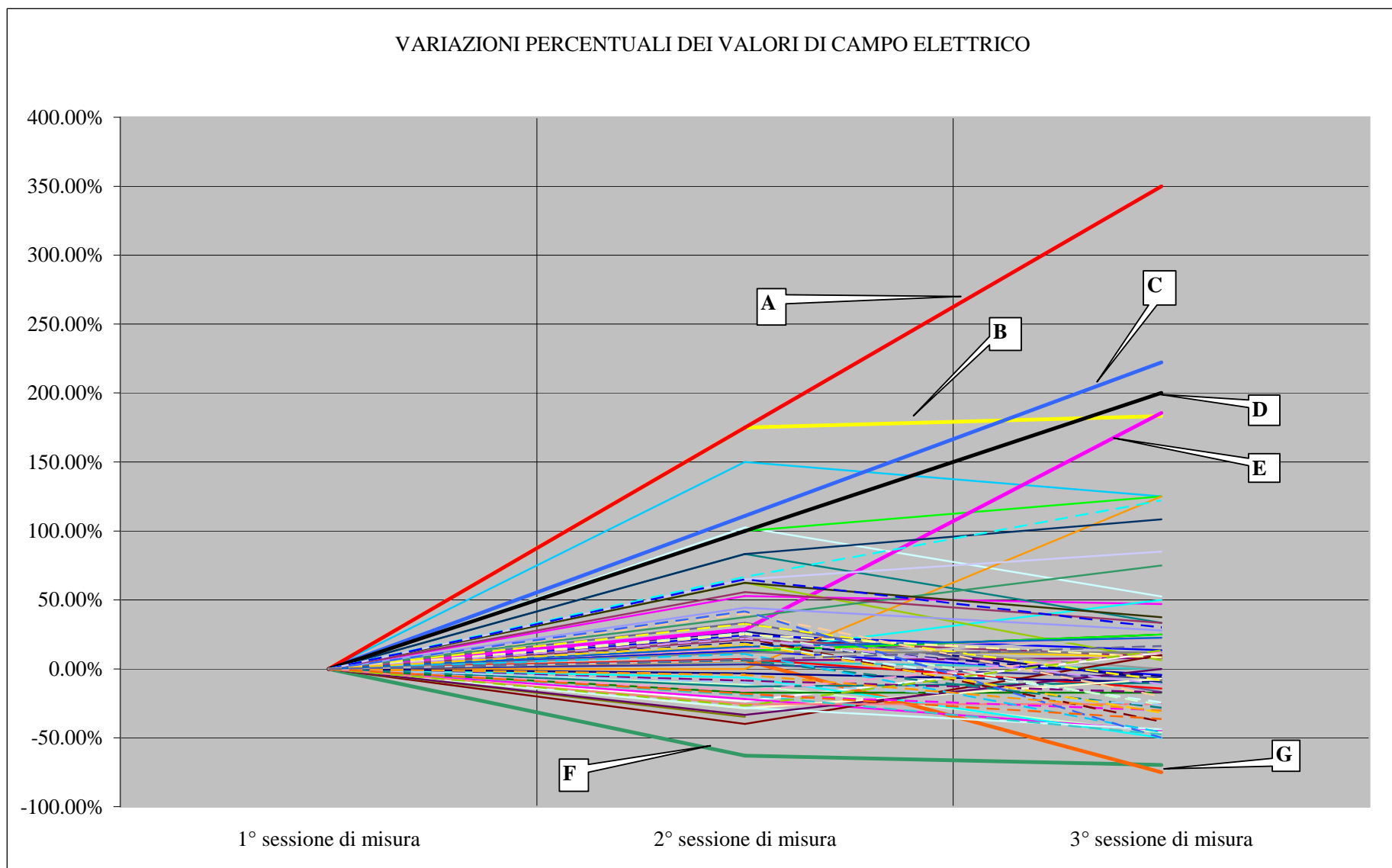
Quando l'attività era stata progettata, l'obiettivo della ripetizione delle misure lungo il reticolo stradale era la valutazione del fondo elettromagnetico legato al diverso traffico telefonico stagionale: forte affluenza turistica estiva, passaggio di sciatori in inverno e popolazione residente nelle stagioni intermedie parevano essere gli elementi caratterizzanti dell'utilizzo della rete di telefonia mobile. Nel corso dell'attività, però, è emerso che la correlazione con la stagionalità non era possibile per la continua evoluzione della rete di telefonia che comporta la modifica degli impianti esistenti e l'aggiunta di impianti nuovi per la diffusione del segnale UMTS.

I dati raccolti nelle sessioni di rilievo successive alla prima hanno, comunque, fornito interessanti informazioni legate alle variazioni delle SRB e agli andamenti temporali a lungo termine. Nella Figura 5, sono riportate le variazioni temporali percentuali riferite al primo valore acquisito per tutti i 78 punti in cui sono state ripetute le misure. Si individuano 3 gruppi distinti di punti: le curve più esterne al fascio in cui si sono registrate le variazioni massime, le curve comprese nella fascia all'interno dei valori +50% e -50% e quelle che indicano una sostanziale stabilità dei valori misurati attestandosi intorno al valore nullo.

Al primo gruppo appartengono le curve indicate nella Figura 5 con le lettere da A a G, descritte nella tabella seguente:

Rif.	Localizzazione	Note
A	Incrocio tra C.so St. Martin de Corleans e Via Monte Vodice, angolo Sud-Est	Installazione nuova SRB in via St. Martin
B	P.zza Chanoux, angolo Sud-Ovest	
C	Incrocio tra C.so St. Martin de Corleans e Via Monte Solarolo, angolo Sud-Ovest	Installazione nuova SRB in via St. Martin
D	Rotonda tra C.so Battaglione e Via Chambéry	Installazione nuova SRB in Viale Piccolo San Bernardo
E	Incrocio tra C.so St. Martin de Corleans e Via Monte Solarolo, angolo Sud-Est	Installazione nuova SRB in via St. Martin
F	Via Tourneuve	Sensibile diminuzione del valore misurato
G	Giardinetti di Via Festaz	Calo sensibile ma su valori inferiori alla soglia di sensibilità del rilevatore

**Tabella 5** Punti in cui si sono registrate le maggiori variazioni del campo elettrico durante le 3 sessioni di misura



**Figura 5** Andamento delle variazioni del campo elettrico nei 78 punti in cui la misura a banda larga è stata ripetuta 3 volte

Al secondo gruppo appartengono i punti in cui le variazioni legate all'intensità del traffico telefonico hanno maggiore influenza sul campo elettrico complessivo: si tratta delle aree del territorio del comune non incassate tra edifici alti e non troppo distanti da SRB . Qui le variazioni dei valori misurati possono avere fluttuazioni temporali anche dell'ordine del 50% o più.

Infine, vi sono le curve contenute in una stretta fascia di circa  $\pm 20\%$ : si tratta dei punti di misura siti nel centro storico nelle vie più strette e dei punti nelle frazioni sulla collina di Porossan e di Excenex. Nei primi, i livelli misurati sono per lo più inferiori al valore di soglia del rilevatore in quanto il campo elettrico viene fortemente attenuato dagli edifici circostanti: anche le variazioni dovute al traffico telefonico diventano poco sensibili. Nel secondo caso, il contributo prevalente al valore complessivo del campo elettrico è dovuto a stazioni radiofoniche e televisive e non alle SRB (questa analisi è descritta nel paragrafo dedicato alle misure in banda stretta): per questo le fluttuazioni dovute alle chiamate di telefonia mobile hanno un effetto ridotto sul valore complessivo.

### 4.1.3 Misure prolungate nel tempo

Altre informazioni sulle variazioni temporali del campo elettrico si ricavano dai monitoraggi prolungati nel tempo.

In Figura 6 sono riportati i valori medi e massimi delle letture effettuate dalle centraline di monitoraggio prolungato in tutto le postazioni in cui sono state collocate. Come già detto tali strumenti acquisiscono il valore efficace del campo elettrico mediato su 6 minuti come richiesto dalle guide tecniche CEI.

È necessario precisare che sono state utilizzate due tipologie centraline che hanno un comportamento diverso nella gestione dei valori inferiori alla soglia di minimo, pari a 0,5 V/m per entrambe. Una fornisce comunque un valore, al limite anche il valore 0, l'altra non fornisce un valore ma l'indicazione "LOW". Nei casi, come nella postazione di regione Chabloz o della scuola del Quartiere Dora, in cui era disponibile un valore minore di 0,5 V/m esso è stato registrato e riportato nell'istogramma: l'incertezza ad esso associata, però, non è nota. Nella postazione presso la scuola media Einaudi, in Viale della Pace, è stata utilizzata la centralina che dà l'indicazione "LOW" per le letture sotto la soglia di sensibilità: in questo caso si è ipotizzato di misurare sempre 0,5 V/m.

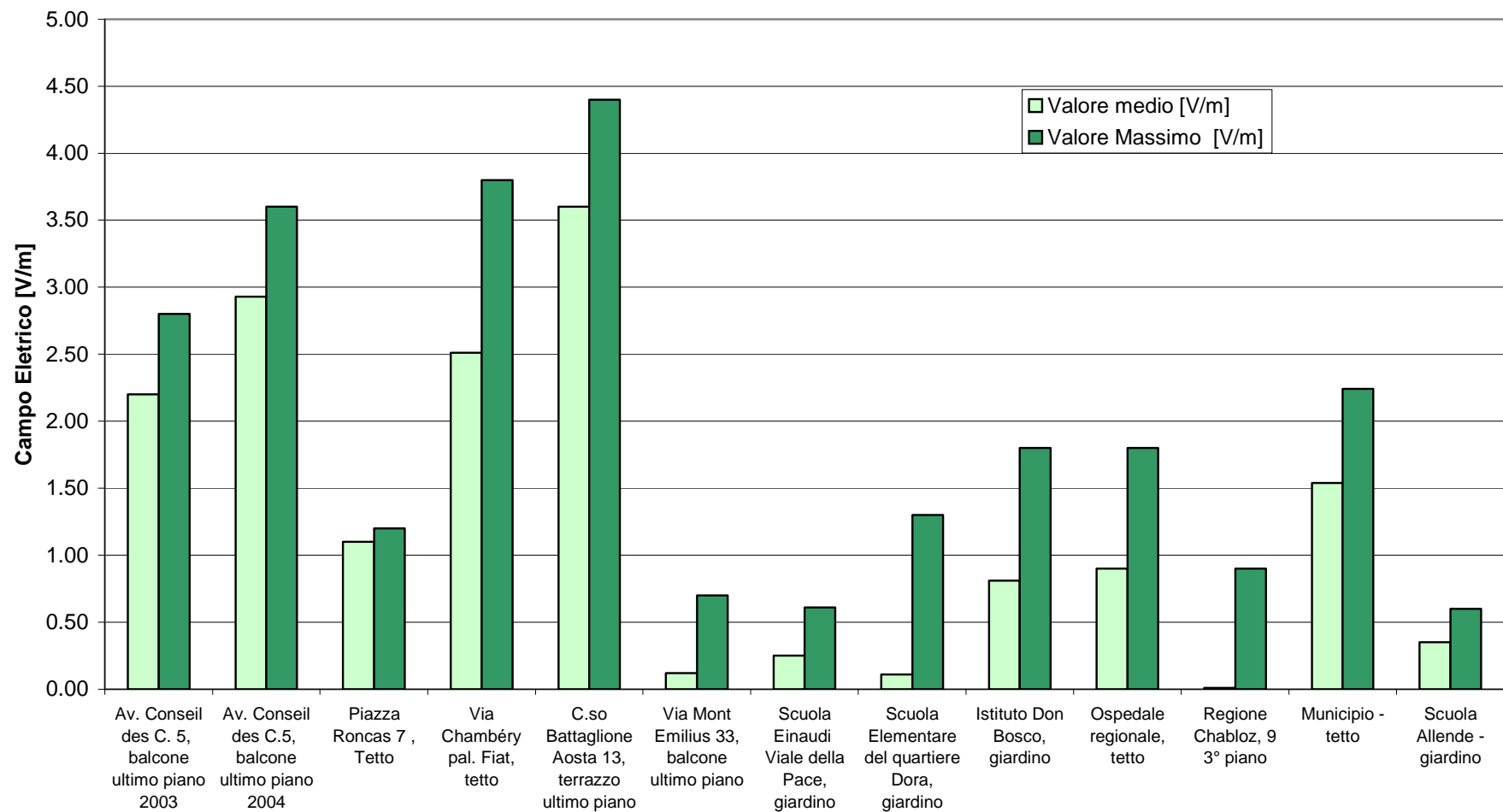
I rilievi in Via Mont Emilius sono stati eseguiti nel 2003 prima che iniziasse l'attivazione sul traliccio degli impianti nuovi autorizzati dal Comune, tuttora non completata.

In aggiunta al dato relativo ai valori medi e massimi del campo elettrico è interessante valutare anche la distribuzione intorno alla media di tutti i campioni acquisiti nelle diverse postazioni. In Figura 7 sono riportate tali distribuzioni: in ascissa è indicato in V/m lo scostamento rispetto alla media, in ordinata la percentuale di campioni cui corrisponde un dato scostamento.

Si notano due tipologie di curve, quelle con andamento simile ad una campana più o meno larga e quelle asimmetriche con valore di picco superiore al 50% e fronte di discesa molto ripido verso valori inferiori al 5%. Se si analizza dove si trovano i punti in cui sono stati eseguiti i rilievi relativi alle due famiglie di curve si nota che quelle a campana corrispondono a punti in stretta vicinanza di SRB (Av. Conseil des Commis 5, C.so Battaglione 13, ecc), le altre a punti distanti da SRB (Scuola Quartiere Dora) o in vicinanza di SRB di bassa potenza (Reg. Chabloz).

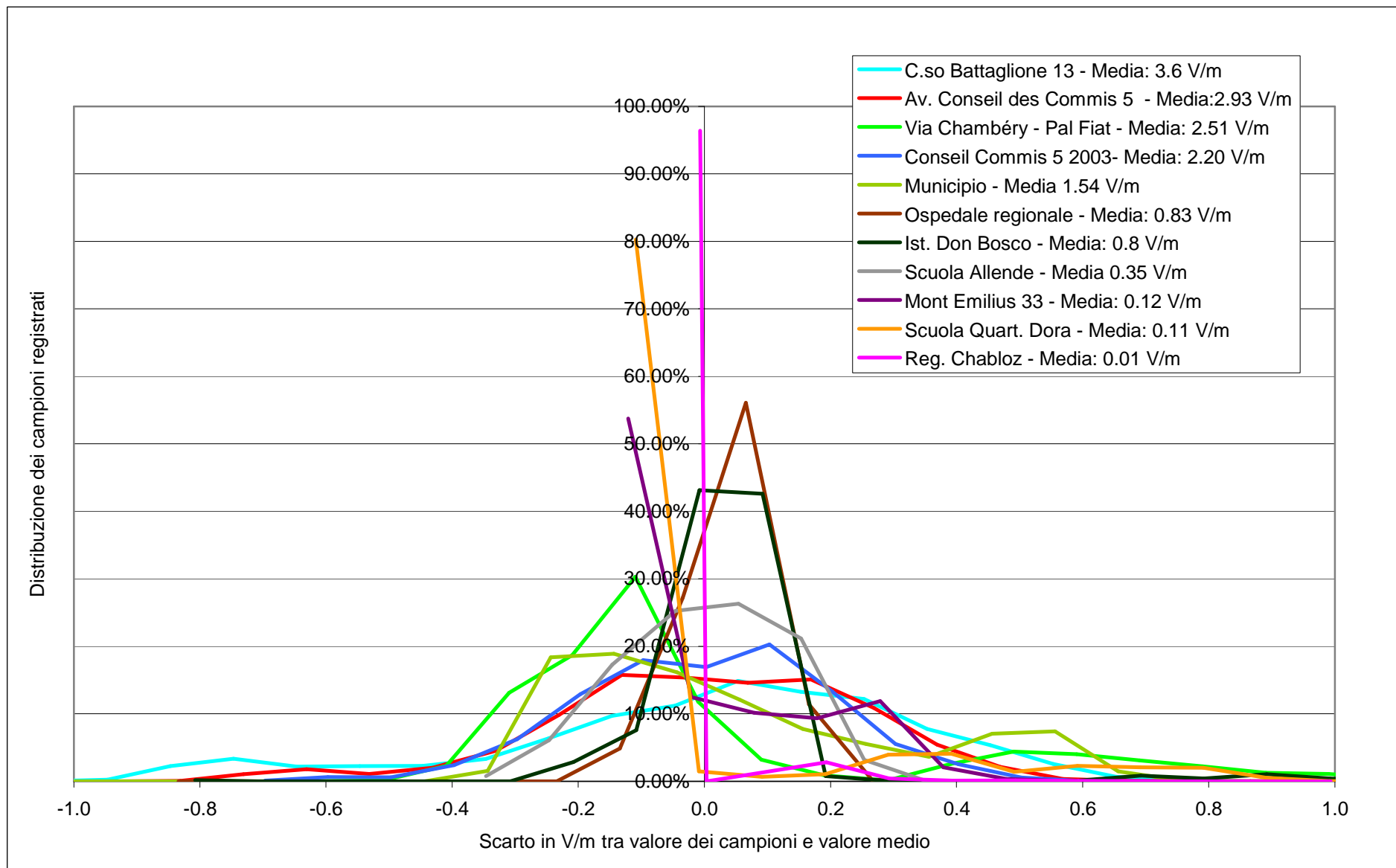
Se si considera il valore medio del campo elettrico misurato dalle centraline cui corrispondono le diverse curve si vede che a medie maggiori (vicinanza di SRB) corrispondono curve a campana più larghe e a medie basse, addirittura tendenti a 0, corrispondono curve strette tendenti a linee verticali. La larghezza della curva è indice di valori altamente variabili intorno alla media fenomeno che si registra abitualmente in vicinanza delle SRB a causa della variabilità del traffico telefonico.

### Valori medio e massimo del campo elettrico rilevati durante l'acquisizione prolungata per almeno tre settimane



**Figura 6 Valori medi e massimi del campo elettrico rilevato dalle centraline per il monitoraggio continuo nelle 12 postazioni**

(Il valore medio presso la Scuola Einaudi è stato stabilito in 0,25 V/m in quanto la maggior parte delle letture forniva un'indicazione inferiore alla soglia di rilevabilità della centralina utilizzata in quel caso che è pari a 0,5 V/m)



**Figura 7 distribuzioni intorno al valor medio dei campioni di campo elettrico acquisiti durante i monitoraggi prolungati.**

### Periodicità delle variazioni del campo elettrico

Un'ultima interessante valutazione che emerge dall'analisi dei dati acquisiti da centraline che si trovano in prossimità di SRB riguarda le variazioni cicliche. Una analisi dettagliata è stata condotta sui dati acquisiti in Av. Du Conseil des Commis 5 dove le stazioni poste sul tetto dell'Hotel Europe distano poche decine di metri e poco di più quelle sul Palazzo Valbruna.

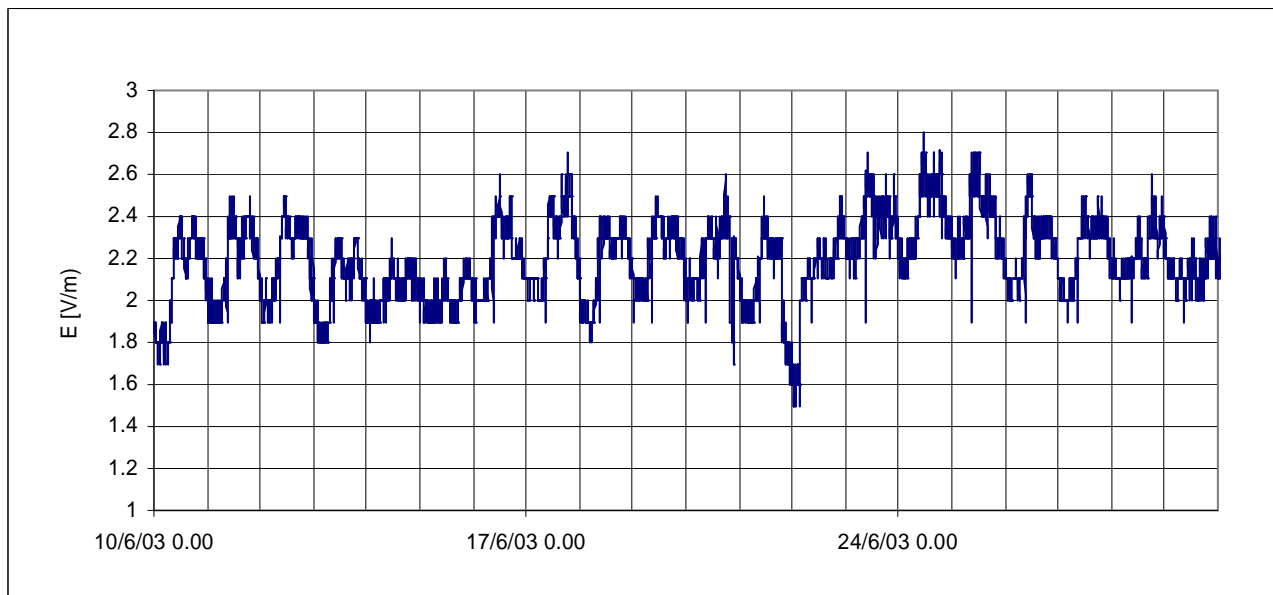


Figura 8 Andamento del livello di campo elettrico registrato all'ultimo piano di Av. Conseil des Commis 5

Mediante strumenti di elaborazione numerica dei segnali è stata eseguita un'analisi in frequenza della sequenza di dati dalla quale è emersa una spiccata periodicità settimanale, una periodicità giornaliera forte nelle 24 ore e, anche, una componente ciclica nelle 12 ore, rappresentate in Figura 9.

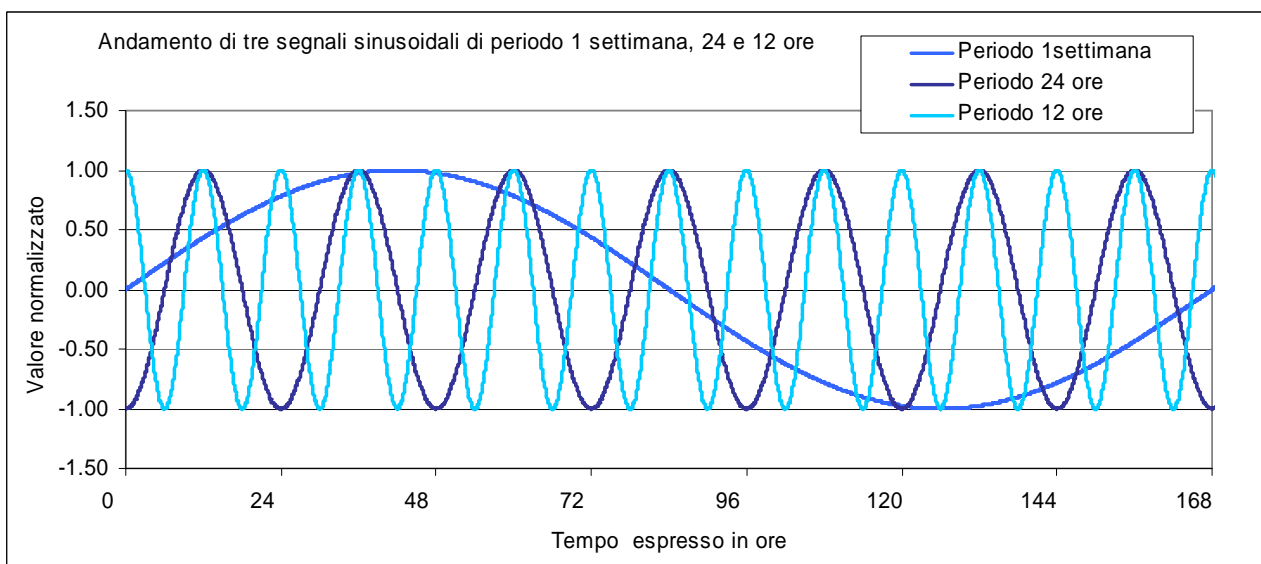
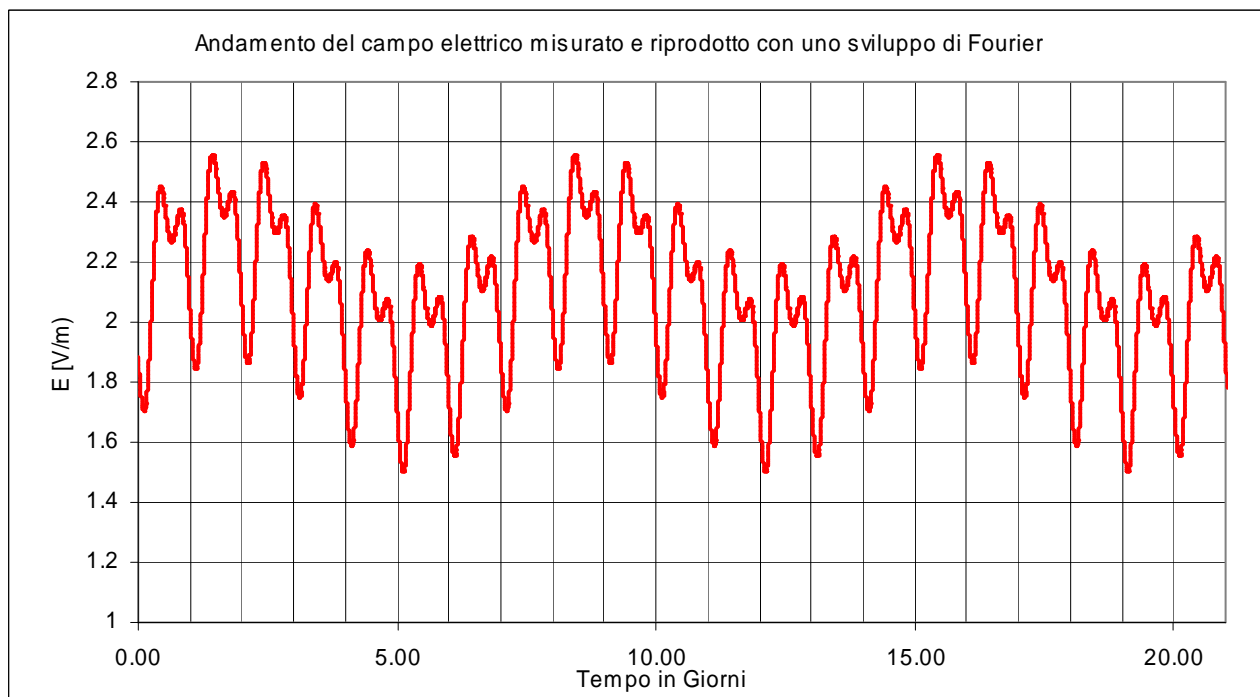


Figura 9 Andamento di segnali sinusoidali con periodicità di 1 settimana, 24 e 12 ore

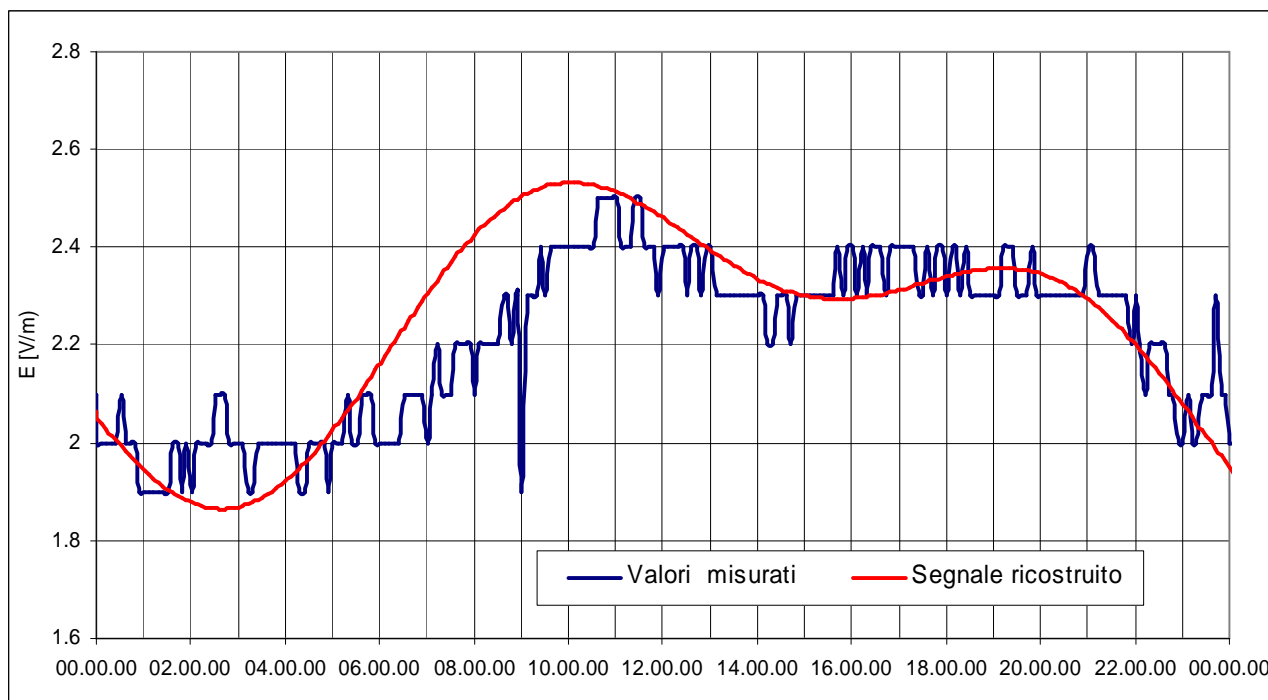
Componendo questi segnali con opportuni fattori di scala e di fase e aggiungendo il valor medio della serie si ottiene l'andamento complessivo indicato in Figura 10.



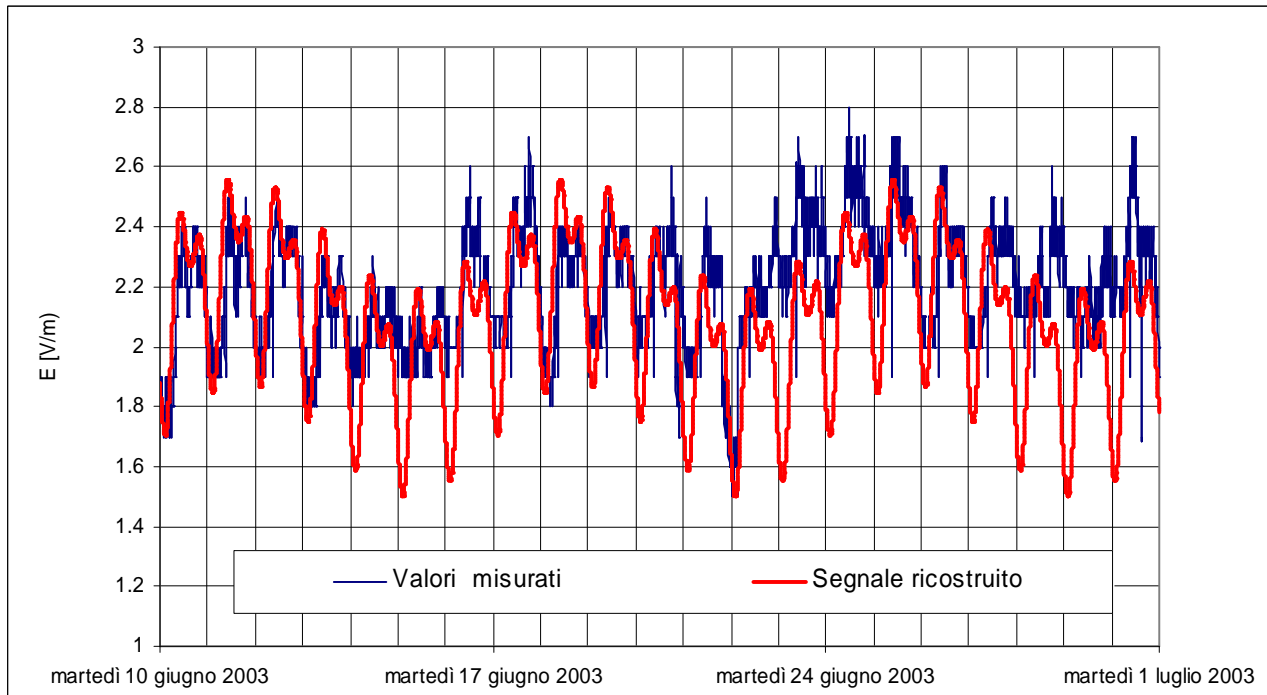


**Figura 10** Segnale composto ottenuto come somma pesata di segnali a periodicità di 1 settimana, 24 e 12 ore

Se si sovrappone il segnale così costruito con quello rilevato si può verificare che vi è una buona corrispondenza, in Figura 12 è riportato l'andamento in un solo giorno, in Figura 12 l'andamento sulle 3 settimane del rilievo.



**Figura 11** Segnale ricostruito sovrapposto a quello rilevato: andamento giornaliero



**Figura 12 Segnale ricostruito sovrapposto a quello rilevato: andamento su tre settimane**

L'interpretazione dei motivi delle tre ciclicità individuate all'interno di un segnale dovuto al traffico telefonico non è difficile:

- La periodicità settimanale è legata ad un calo dell'utilizzo del telefono cellulare nel weekend rispetto ai giorni lavorativi
- Il ciclo diurno è, ovviamente, quello dovuto all'alternarsi di giorno e notte che comporta diversi usi dei telefoni cellulari.
- Il ciclo all'interno delle 12 ore è legato a traffico più intenso al mattino, tra le 8 e le 14, rispetto al pomeriggio.

## 5 Analisi misure in banda stretta

I rilievi in banda stretta correlati con dati forniti dai gestori degli impianti trasmettenti, forniscono informazioni molto dettagliate sulle componenti spettrali: è possibile discriminare i singoli canali radiofonici o televisivi, i collegamenti in ponte-radio, il traffico telefonico: in particolare, nell'ambito della telefonia mobile, si possono individuare i canali telefonici non solo di ogni gestore ma anche di ogni SRB. In Figura 13 è riportato l'andamento spettrale nella banda di frequenza in cui opera il servizio telefonico GSM misurato in Viale Gran San Bernardo 5 all'ultimo piano: sono evidenziati i contributi dovuti a SRB diverse, a volte anche abbastanza distanti dal punto di misura come quella di via Mont Emilius. Questa analisi di dettaglio ha significato per la comprensione del metodo e della sua portata più che per la valutazione effettiva del livello di esposizione ai campi: infatti i contributi di SRB distanti sono bassi e nel calcolo del valore complessivo diventano trascurabili rispetto ai contributi prevalenti degli impianti vicini. Nel caso in esame non vi è nessuna SRB di servizi GSM in vicinanza del punto di misura, quindi, non vi sono contributi molto intensi che prevalgono su quelli deboli rendendoli trascurabili nel calcolo del valore totale.

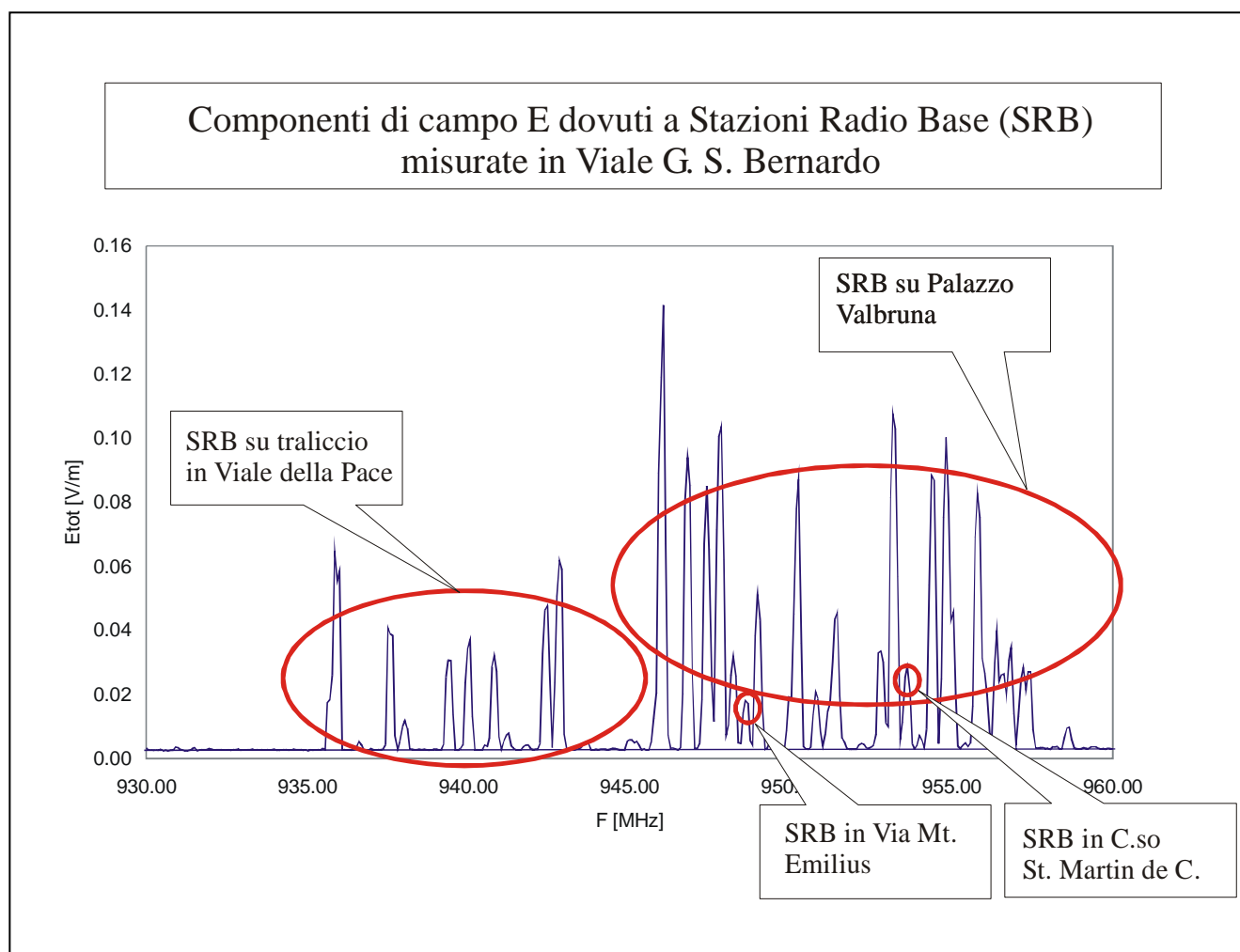


Figura 13 Esempio di misure a banda stretta nella banda di frequenze in cui opera il sistema telefonico GSM

Da quanto detto finora si deduce che ai fini della valutazione del fondo elettromagnetico è necessario poter classificare i tipi di segnali rilevati e raggrupparli in diverse tipologie in modo da elaborare opportunamente i risultati. Le tipologie individuate e le modalità di elaborazione sono riportate nella Tabella 6.

<b>Denominazione</b>	<b>Classe di segnale</b>	<b>Modalità di elaborazione</b>
FM	Stazioni radiofoniche nella banda 87-108 MHz	Somma della potenza di tutti i canali rilevati
TV	Canali di trasmissione televisiva	Somma della potenza di tutti i canali rilevati
PONTI	Collegamenti in ponte radio	Somma della potenza di tutti i canali rilevati
TELEFONIA (GSM – DCS)	Servizi di telefonia mobile nelle bande 900 e 1800 MHz	Individuazione del contributo della portante e calcolo valore in caso di traffico massimo
TELEFONIA (UMTS)	Servizio di telefonia di terza generazione – UMTS	Misura della potenza irradiata nel canale assegnato ai diversi gestori e calcolo valore in caso di traffico massimo

**Tabella 6 Tipologia dei segnale rilevati in banda stretta e modalità di elaborazione**

I contributi dovuti al servizio UMTS sono presenti soltanto nei rilievi eseguiti nel 2004 in quanto al momento in cui sono state eseguite le prime misure nel 2003 il servizio era ancora sperimentale e il metodo di misura non era ancora definito.

Come indicato in tabella i segnali dovuti al traffico telefonico devono essere elaborati in modo specifico: durante la misura si rilevano solo i segnali presenti in quel momento, in base a questa informazione è possibile calcolare il valore di campo elettrico massimo che si potrebbe avere in condizioni di traffico telefonico massimo.

Il metodo per eseguire questa valutazione è ben definito e codificato nella guida CEI 211-7 per la telefonia GSM a 900 e 1800 MHz: esso prevede che il valore di campo generato dalla portante di servizio venga moltiplicato per un fattore legato al numero di canali attivi sulla SRB.

Per quanto riguarda la telefonia UMTS, un metodo per valutare il valore in condizioni di traffico massimo è indicato nella guida CEI 211-10;V1. Esso presenta, però, ancora alcuni punti da definire a livello internazionale, al momento superati con l'introduzione di approssimazioni che dovrebbero porre chi esegue le misure in una condizione cautelativa.

I dati raccolti sono riportati in dettaglio nelle schede allegate.

Nel seguito vengono confrontati i risultati di sintesi di tutti i siti in cui sono state eseguite le misure: si fa ricorso ad istogrammi in cui per ogni punto di misura sono riportate di volta in volta contributi diversi al campo elettrico complessivo misurati al piano terreno, al piano intermedio e all'ultimo piano. Quando manca il dato ad una delle tre quote significa che non è stata eseguita la misura a quella quota e non che il valore rilevato era nullo.

I valori a banda larga sono già stati presentati in Figura 4.

La prima informazione che si ricava dall'analisi dei dati in banda stretta è che le componenti predominanti sono i segnali FM e quelli dovuti al traffico telefonico: le componenti relative ai segnali televisivi e ai ponti radio sono generalmente trascurabili nel conteggio del valore complessivo del campo elettrico, come evidenziato nelle schede analitiche riportate in allegato.

## 5.1 Segnali FM

Nella Figura 14 sono riportati i valori di campo dovuti ai segnali radiofonici nella banda FM nei 10 punti in cui è stata eseguita la misura in banda stretta: essi raggiungono un massimo di poco inferiore a 0,4 V/m.

Poiché, come già detto, le sorgenti in questa banda di frequenze si trovano tutte sulle alture che circondano la città e, più in particolare, la maggior parte di esse è dislocata nell'area di Barrier-Gerdaz nel comune di Gressan, si può considerare che la sorgente sia unica per tutti i punti di misura: quindi, i diversi andamenti rilevati non sono dovuti a differenze nelle sorgenti ma alle condizioni di esposizione. I punti in cui il contributo è maggiore sono tutti in vista rispetto agli impianti di Gerdaz, mentre, negli altri, tali impianti non risultavano visibili perché schermati dall'edificio stesso in cui sono stati eseguiti i rilievi o da costruzioni circostanti.

L'andamento del campo dovuto alle sorgenti FM in funzione della quota dal suolo è irregolare: la presenza di ostacoli alla propagazione e di riflessioni fa sì che non sempre il campo elettrico cresca nel passaggio dai piani bassi a quelli alti. Anzi se si valutano i valori medi dei campi misurati nelle 10 analisi in banda stretta, Figura 20, si nota che ai piani intermedi si ha un valore pari a 0,25 V/m, leggermente maggiore di quello del piano alto, 0,23 V/m.

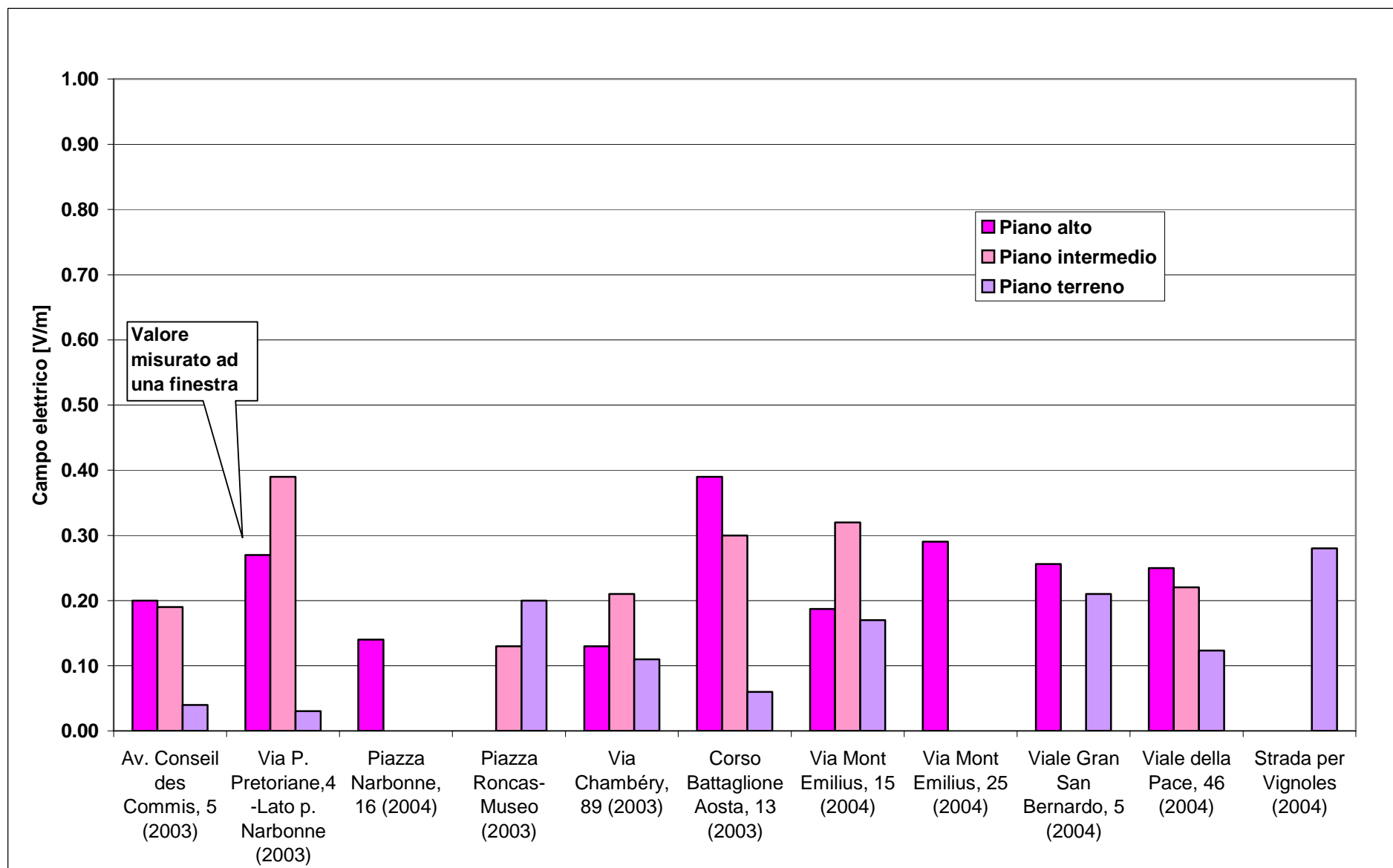


Figura 14 Andamento della componente del campo elettrico dovuta ai canali radiofonici nella banda FM

## 5.2 Telefonia mobile a 900 e 1800 MHz

I punti in cui eseguire misure in banda stretta sono stati scelti perché vicini a sorgenti presenti sul territorio del comune, ad eccezione del punto sulla strada per Vignoles, utilizzato per eseguire confronti. Contrariamente a quanto detto per i segnali FM, quindi, i valori misurati in ogni punto sono dovuti, sostanzialmente, alle emissioni della sorgente vicina.

Per caratterizzare il campo generato da SRB, oltre a valutare il campo istantaneo rilevato al momento della misura si calcola il valore massimo.

Le sorgenti cittadine sono per lo più SRB di telefonia cellulare: in questi casi oltre al dato istantaneo rilevato al momento della misura si calcola il valore massimo del campo elettrico. In Figura 15 sono riportati per ogni punto di misura i valori di campo elettrico calcolati in condizione di massimo traffico telefonico nelle bande 900 e 1800 MHz.

Il maggiore dei valori calcolati ipotizzando questa condizione è quello relativo al punto di misura in Avenue du Conseil del Commis: il balcone sul lato cortile all'ultimo piano è a poche decine di metri dalle SRB installate sul tetto dell'Hotel Europe ed è anche esposto alle radiazioni emesse dalle SRB presenti sul Palazzo Valbruna. Il valore calcolato è di 4,83 V/m.

L'andamento con la quota risente notevolmente della forma del fascio di irradiazione, largo in orizzontale ma piuttosto schiacciato in verticale (in Figura 26 è riportato un esempio di lobo di irradiazione). In prossimità dell'antenna e ai piani alti il livello di campo elettrico misurato è, generalmente, alto e diminuisce rapidamente. Vi sono alcuni casi in cui questo andamento non è rispettato, in particolare in Via Chambéry, 89 il valore si mantiene circa costante a tutti i livelli: questo potrebbe essere dovuto alla forma del lobo di irradiazione, alla sua inclinazione o a fenomeni di riflessione o assorbimento. In Figura 20 è indicato l'andamento medio del contributo dovuto alla sola telefonia in condizioni di massimo traffico (escluso UMTS) in funzione della quota dal suolo.

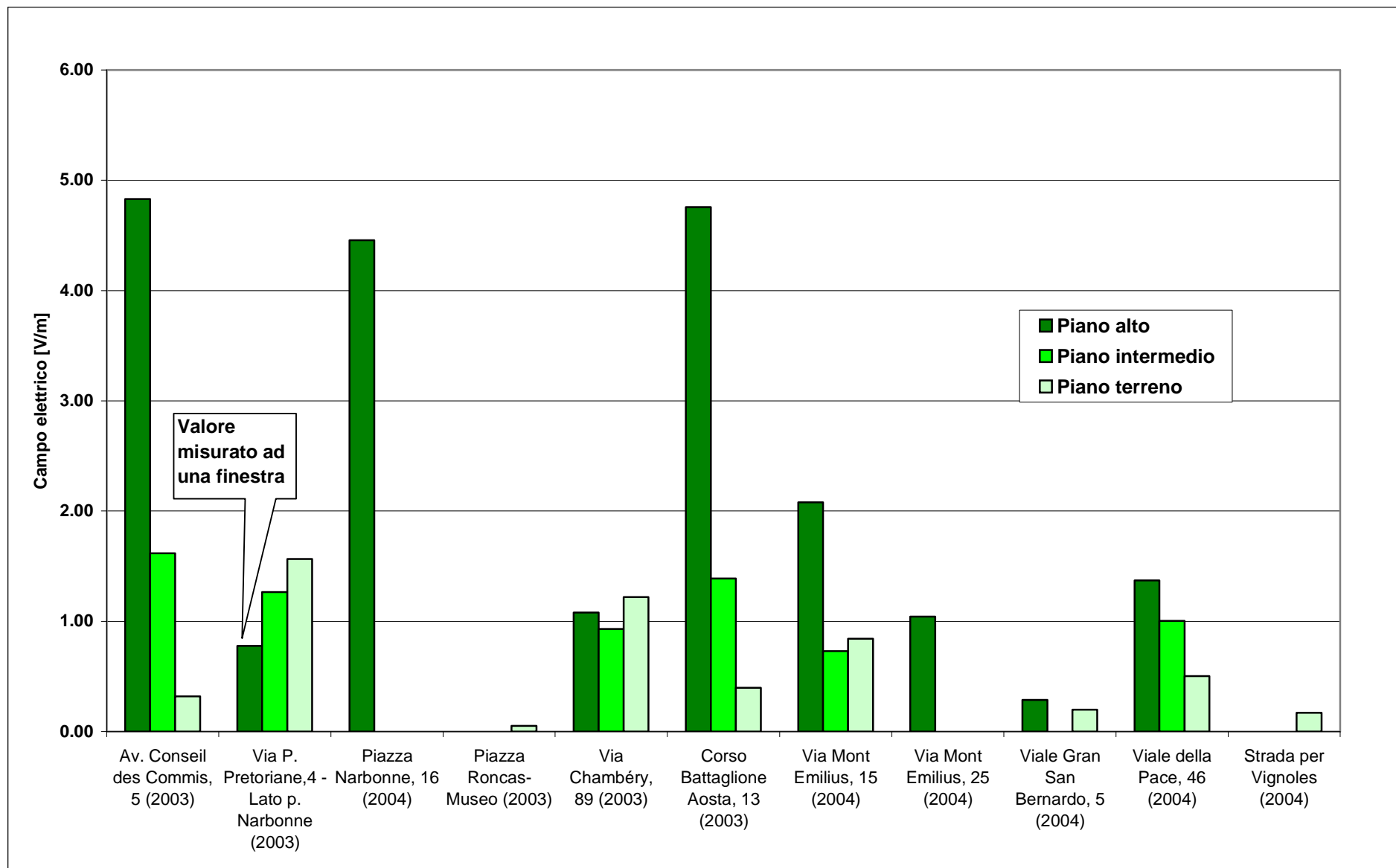


Figura 15 Andamento della componente del campo elettrico dovuta al traffico telefonico GSM a 900 e 1800 MHz in condizioni di traffico massimo



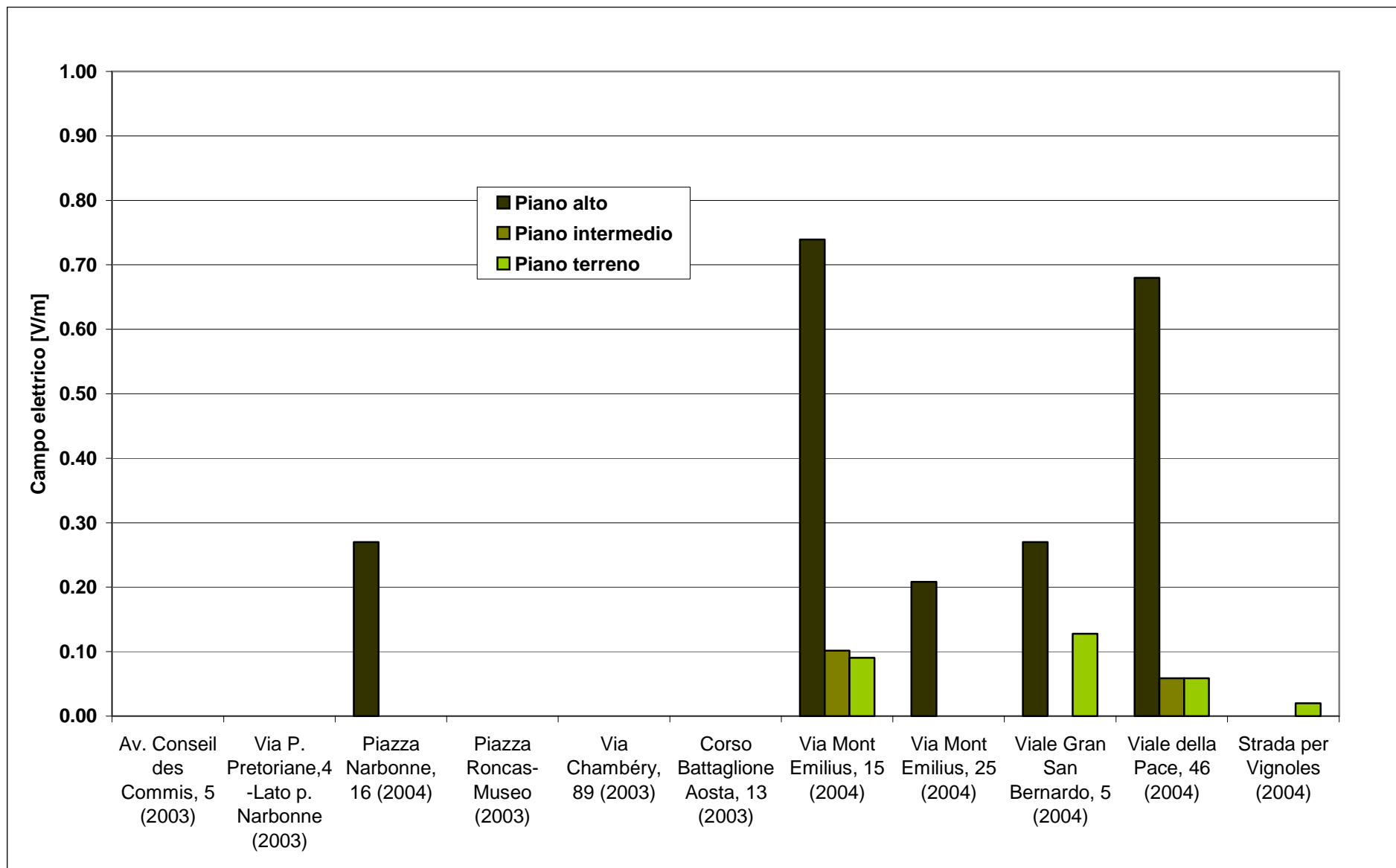
### 5.3 Telefonia UMTS

Per quanto riguarda la telefonia UMTS, come già detto, tale servizio si è aggiunto nel corso del 2003. Il metodo di misura stesso è stato definito nella guida CEI 211-10 V1 pubblicata soltanto nel gennaio 2004: pertanto misure di segnali UMTS sono state eseguite solo nei rilievi del 2004. Quando tutte le SRB su cui è prevista l'installazione di questo nuovo servizio di telefonia saranno state modificate, si renderà necessario eseguire misure di verifica del rispetto dei limiti di legge.

I punti presso i quali sono state eseguite misure nella banda UMTS sono i seguenti:

<b>Indirizzo punti misura a banda stretta</b>	<b>Sorgenti in prossimità</b>	<b>Piano alto</b>	<b>Piano intermedio</b>	<b>Piano terreno</b>	<b>Anno intervento</b>
Piazza Narbonne, 16	SRB su hotel Europe e su Pal. Valbruna	●			2004
Via Mont Emilius, 15	SRB su traliccio ENEL	●	●	●	2004
Via Mont Emilius, 25	SRB su traliccio ENEL	●			2004
Viale Gran San Bernardo, 5	SRB su Hotel Mignon	●		●	2004
Viale della Pace, 46	SRB su traliccio Telecom Italia	●	●	●	2004
Loc. Vignoles	nessuna			●	2004

I valori rilevati sono stati elaborati al fine di valutare anche in questo caso il campo elettrico nel momento di massimo traffico. In Figura 16 sono riportati tali livelli: il valore massimo è di 0,74 V/m su un terrazzo all'ultimo piano di via Mont Emilius 15.



**Figura 16 Andamento della componente del campo elettrico dovuta al traffico telefonico UMTS in condizioni di traffico massimo**

#### **5.4 Sovrapposizione di tutti i contributi**

La somma delle potenze dei contributi delle stazioni radio FM e delle SRB (GSM 900 e 1800 MHz e UMTS dove disponibile) permette di calcolare il valore complessivo di campo elettrico: anche in questo caso sono presentati in Figura 17 i valori di campo raggiungibili nelle condizioni di massimo traffico telefonico. Questi valori non si scostano molto da quelli dovuti alla sola telefonia, considerato la vicinanza delle SRB.

Il valori maggiori, di poco inferiori a 5 V/m, sono quelli ottenuti in Avenue Conseil des Commis 5 e in C.so Battaglione Aosta 13.

Come detto questi valori sono ottenuti ipotizzando che tutti i canali telefonici stiano trasmettendo alla potenza massima, evento piuttosto raro perché indice di saturazione della rete. Esso rappresenta, quindi, un tetto. E' interessante confrontare i valori acquisiti a banda larga con questi tetti per valutare il margine rispetto al massimo. In Figura 18 sono riportati i valori massimi teorici e i valori a banda larga misurati nel momento in cui sono state eseguite le misure a banda stretta: come previsto i valori a banda larga sono inferiori.

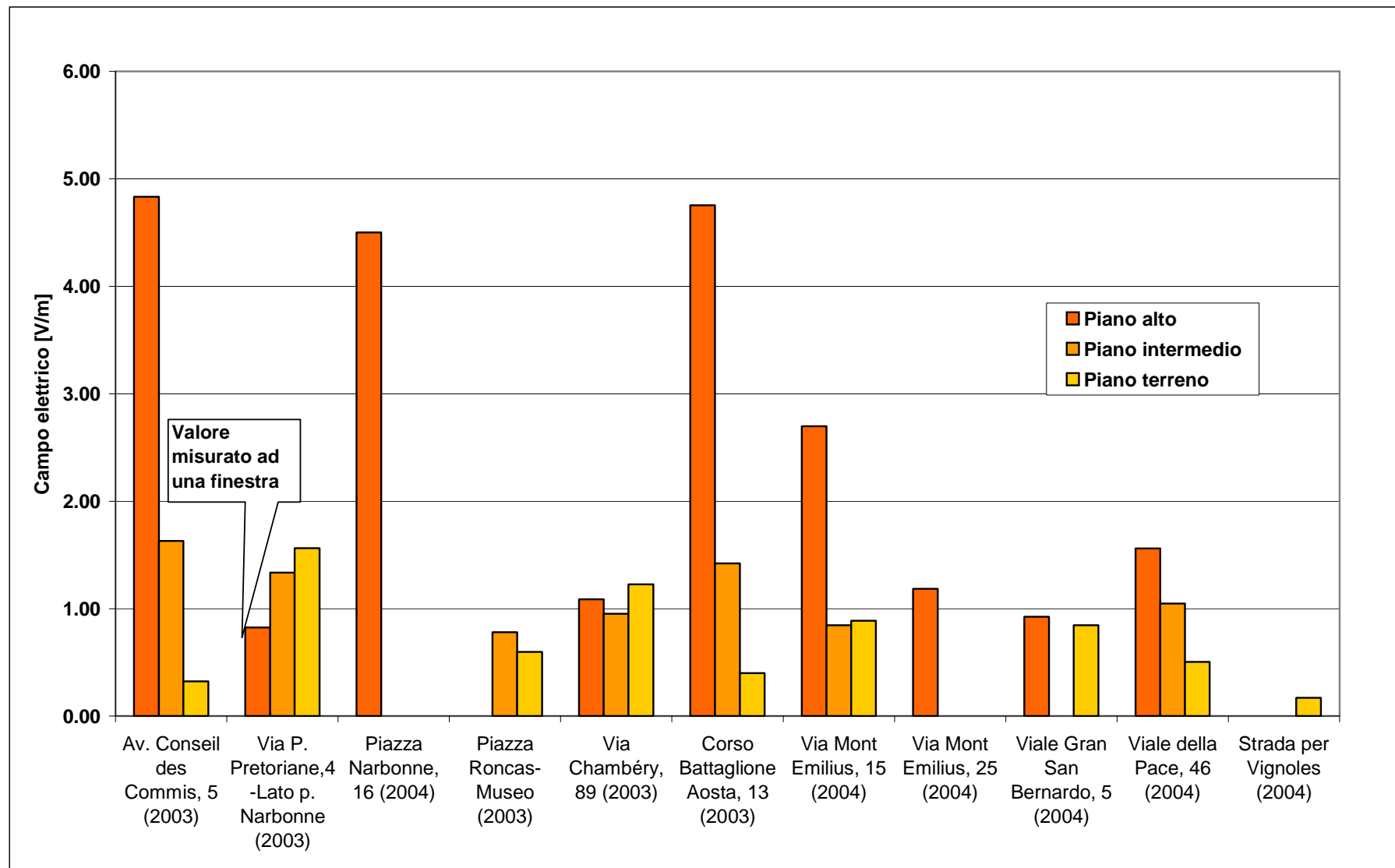


Figura 17 Andamento del campo elettrico totale in condizioni di traffico telefonico massimo

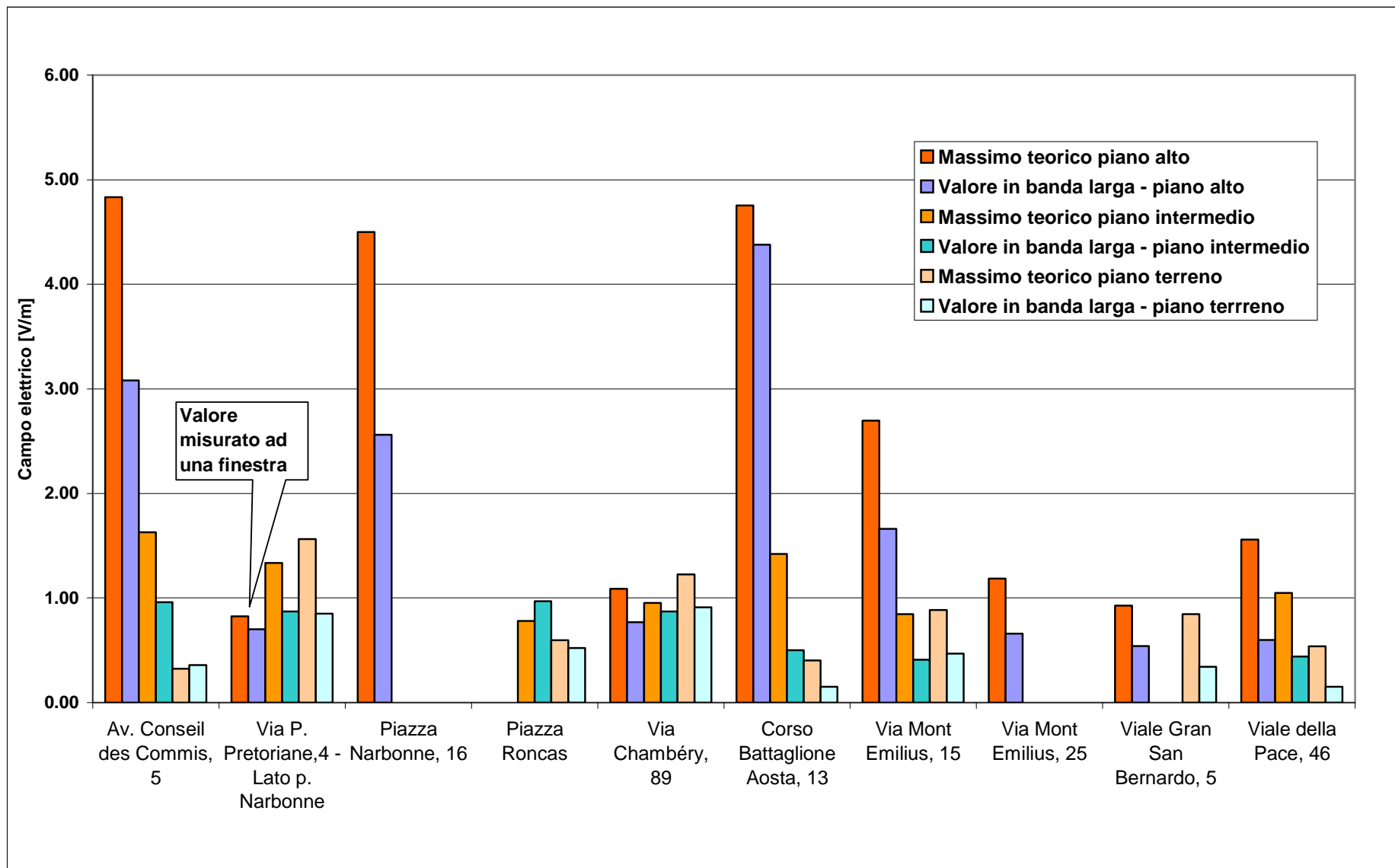
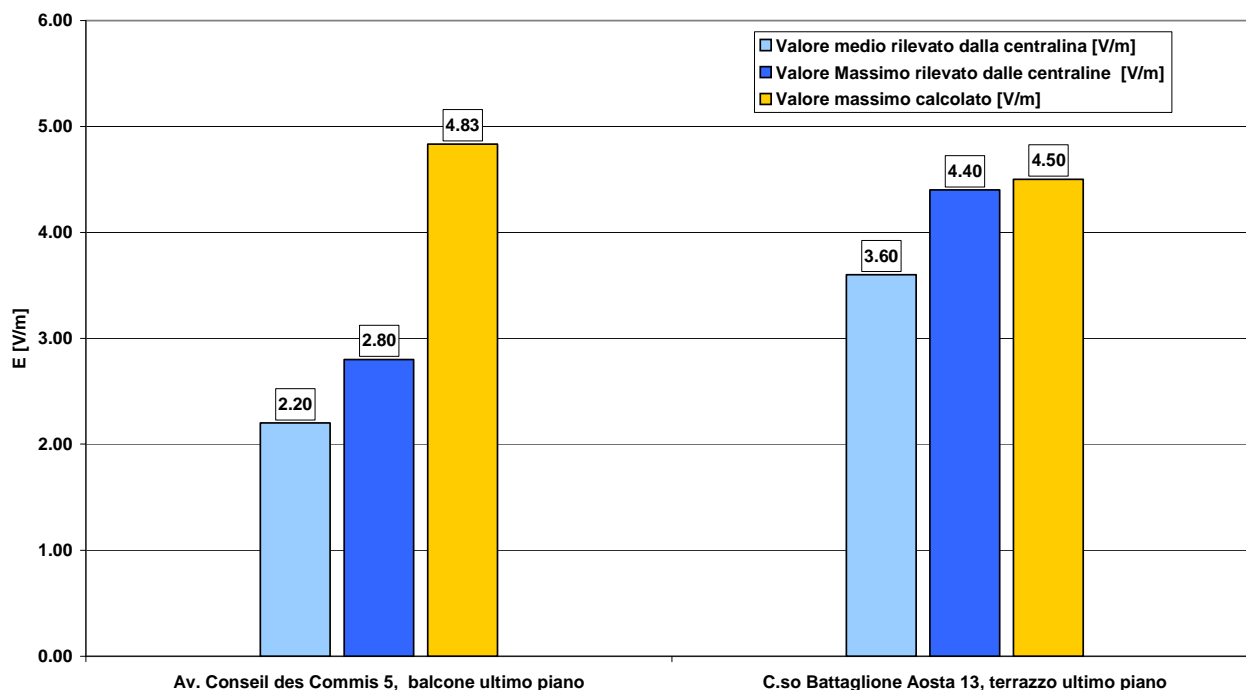


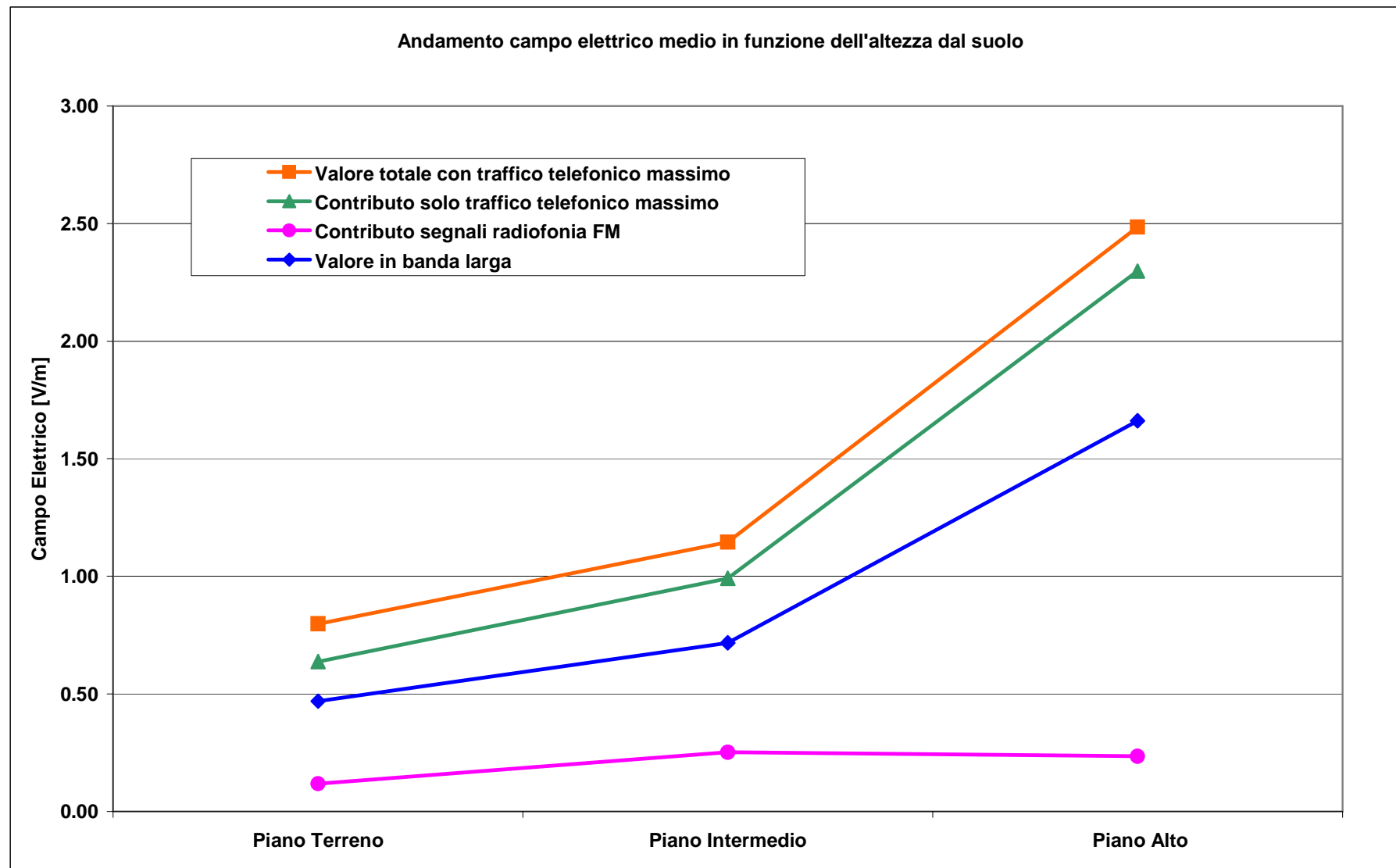
Figura 18 Confronto tra valori calcolati in condizione di massimo traffico telefonico e valori rilevati in banda larga al momento della misura

Nei due siti in cui sono stati ottenuti i livelli più elevati di campo elettrico può essere eseguito un ulteriore confronto, tra i valori massimi e medi rilevati dalle centraline per il monitoraggio prolungato e il valore calcolato in condizione di massimo traffico telefonico: i dati sono indicati in Figura 19. Mentre per sul balcone di Av. Conseil des Commis il valore massimo acquisito nelle misure prolungate è di circa 2 V/m inferiore al massimo teorico, sul terrazzo di C.so Battaglione Aosta si sono misurati valori di poco inferiori al massimo teorico: addirittura il valore medio, che nel periodo 23 luglio – 22 agosto 2003 è stato calcolato di 3.6 V/m, è inferiore al massimo teorico soltanto del 20%.



**Figura 19** Confronto tra i dati rilevati dalle centraline per il monitoraggio prolungato e valore teorico del campo elettrico nel caso di massimo traffico telefonico

Poiché nella maggior parte dei punti in cui è stata eseguita l'analisi in frequenza il campo elettrico totale è dovuto in modo predominante ai segnali per la telefonia cellulare, l'andamento del valore medio del campo totale in funzione della quota, indicato in Figura 20, ha un andamento che ricalca quello della sola componente di telefonia.



**Figura 20** Andamento del campo elettrico medio delle 10 postazioni rilevate a banda stretta riportato in funzione della quota dal suolo: valore totale con massimo traffico telefonico, solo componente dovuta a traffico telefonico massimo, solo contributo FM, valore in banda larga,

## 5.5 Differenze di composizione del campo elettrico

Nelle Figura 21, Figura 22 e Figura 23 sono indicate rispettivamente per il livello stradale, per i piani intermedi e per i piani alti i valori della componente dovuta ai segnali radiofonici in FM e di quella dovuta alla telefonia in condizioni di massimo traffico.

Come già evidenziato dall'andamento dei valori medi riportati Figura 20, la componente dovuta alla telefonia mobile risente fortemente della quota, sia per la forma del fascio di irradiazione sia per l'effetto schermante degli edifici circostanti. La componente dovuta alla radiofonia, eccetto i casi in cui le antenne di diffusione sono in vista, è dovuta a radiazioni riflesse e diffratte tra gli edifici e, quindi, risente meno della quota.

Dai dati di Figura 21 si vede che in punti di misura incassati tra le abitazioni del centro storico, come quello in Piazza Roncas, o collinari, come quello di Vignoles, dove il segnale della telefonia è debole perché le SRB sono distanti o schermate dagli edifici, prevale la componente dovuta ai segnali radiofonici: questa considerazione si riallaccia a quanto affermato sulla variabilità temporale del valore di campo indicata in Figura 5.

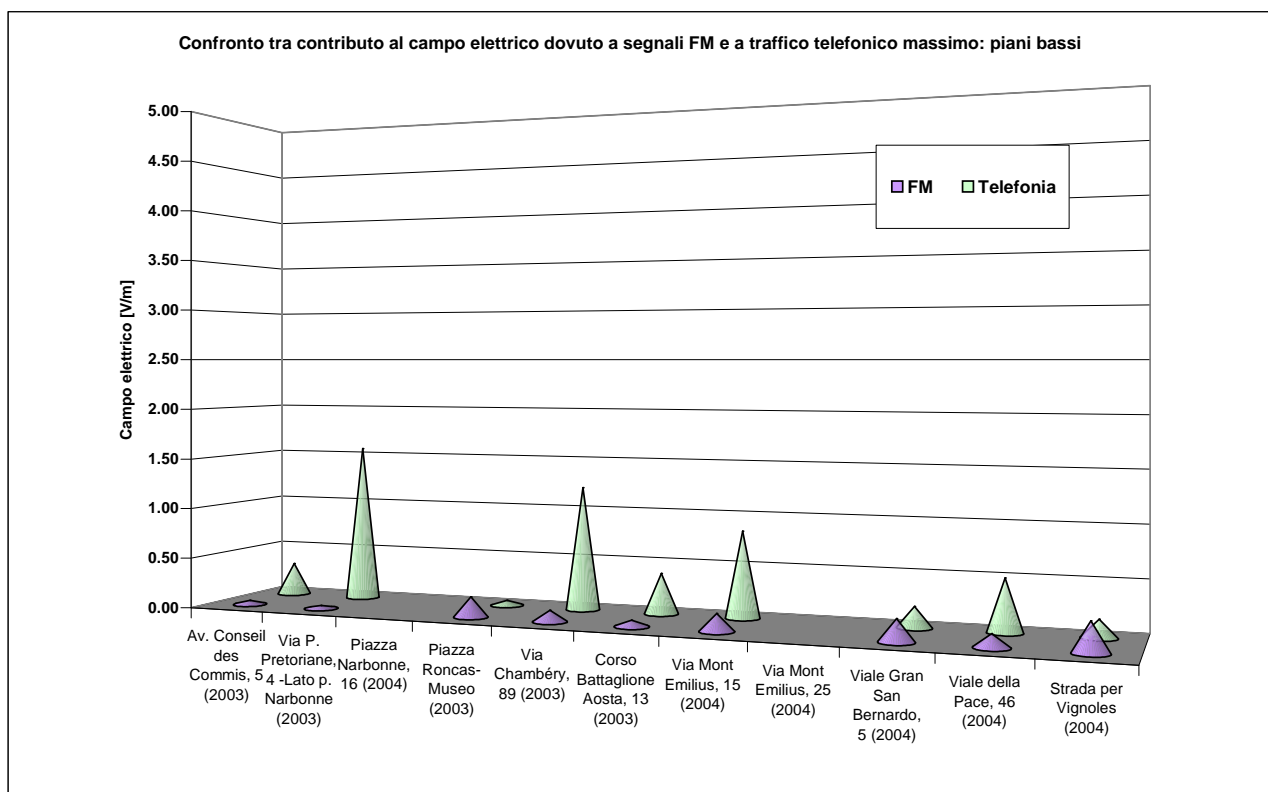
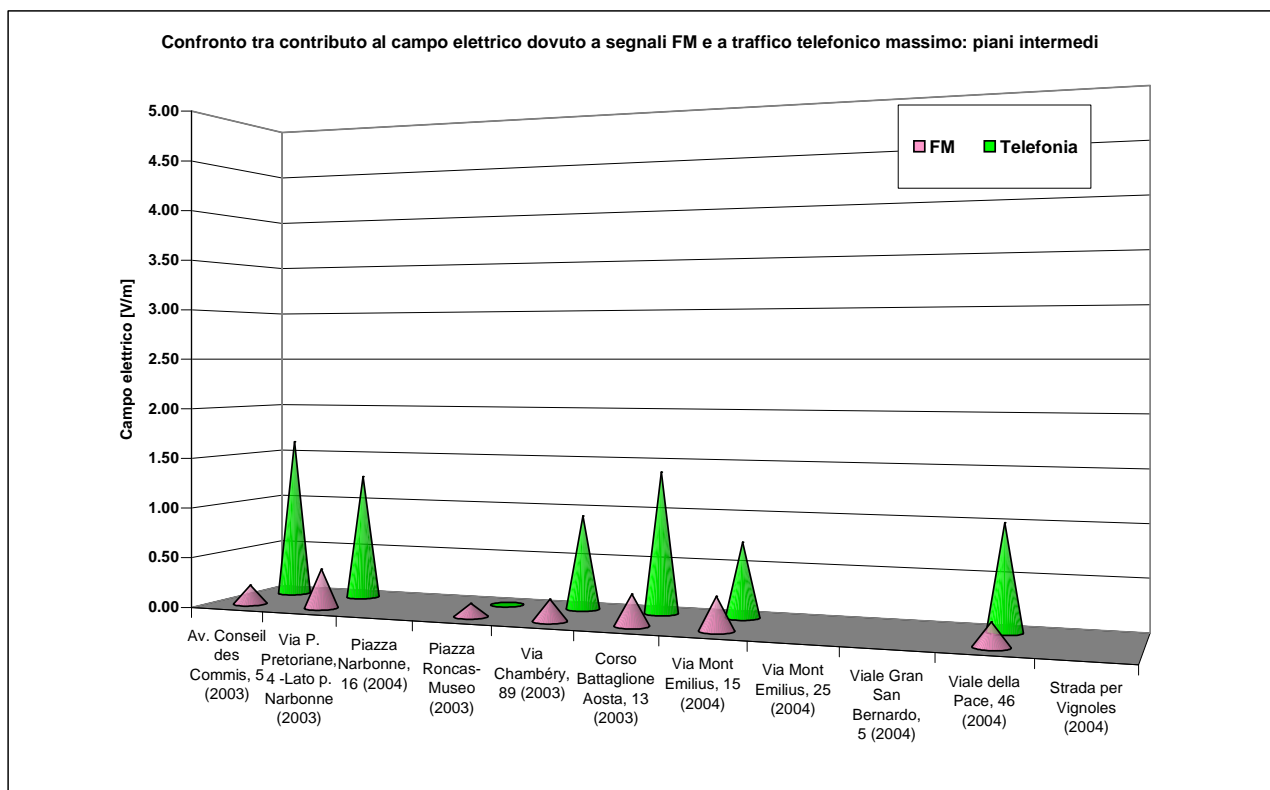
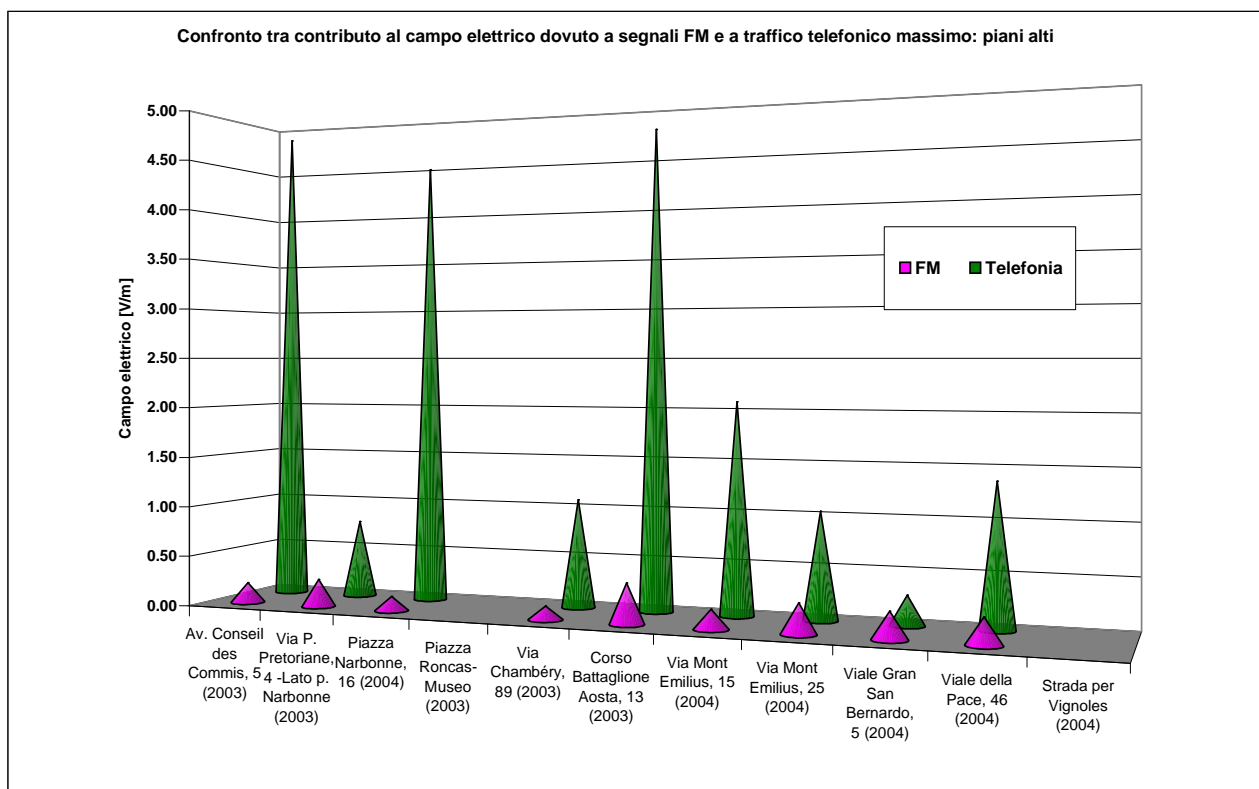


Figura 21 Confronto tra componente dovuta a FM e a telefonia (traffico massimo): piano stradale





**Figura 22 Confronto tra componente dovuta a FM e a telefonia (traffico massimo): piani intermedi**



**Figura 23 Confronto tra componente dovuta a FM e a telefonia (traffico massimo): piani alti**

## 5.6 Correlazione con simulazioni eseguite a partire dai dati dei gestori

Come detto in precedenza i punti in cui eseguire misure in banda stretta sono stati selezionati eseguendo simulazioni numeriche del campo elettrico irradiato dalle sorgenti presenti sul territorio. Tali simulazione sono basate sui dati che i gestori sono tenuti a fornire all'ARPA in ottemperanza alla legge regionale 31/00, relativi a punto di installazione, altezza dal suolo, azimut e inclinazione delle antenne, diagramma di irradiazione e guadagno, potenza fornita in condizioni di massimo traffico. Con appositi software di simulazione viene calcolato il campo irradiato formulando due importanti condizioni: quella di essere in 'campo lontano' cioè, per i sistemi in esame, di essere ad alcuni metri di distanza, e quella di considerare propagazione in spazio libero. Quest'ultima condizione esclude che siano tenuti in considerazione nel calcolo effetti di schermatura e riflessione da parte di ostacoli. Esistono metodi di calcolo che valutano anche l'effetto della presenza di ostacoli ma richiedono una conoscenza dei dettagli degli edifici presenti (forma e materiale) da rendere la simulazione poco praticabile. La via comunemente seguita consiste nell'accettare l'utilizzo di modelli semplificati ed attribuire un'elevata incertezza al risultato della simulazione.

I dati calcolati possono essere rappresentati in immagini in due dimensioni (piante o sezioni verticali) o tridimensionali: in entrambi i casi viene valutato il livello di campo elettrico sulle aree aperte e sugli edifici circostanti le antenne.

Nel seguito si riportano due esempi di simulazione relative a postazioni in cui sono stati eseguiti anche rilievi strumentali.

### Piazza Narbonne

Su questa area insistono numerosi impianti dei 4 gestori attualmente operanti in Italia, collocati sul tetto del palazzo Valbruna e dell'Hotel Europe, che diffondono i segnali relativi ai servizi indicati in Tabella 7.

	<b>GSM 900</b>	<b>Gsm 1800</b>	<b>UMTS</b>
<b>Gestore 1</b>			•
<b>Gestore 2</b>		•	•
<b>Gestore 3</b>	•	•	•
<b>Gestore 4</b>	•	•	

**Tabella 7** Tabella dei servizi di telefonia mobile attualmente attivi nell'area di P.zza Narbonne

Tutti i sistemi radianti elencati sono stati inseriti nella simulazione, per un totale di 24 antenne. Analogamente sono stati valutati i dati relativi agli edifici presenti nell'area al fine di individuare quelli maggiormente interessati dalle emissioni.

Nella Figura 24 sono indicati, in 3 dimensioni, soltanto gli edifici sui quali i livelli simulati sono maggiori e quelli su cui sono installate le antenne: sulle loro superfici sono riportati con colori diversi i livelli di campo elettrico ottenuti con il sistema numerico di simulazione. Analogamente a quanto detto per le misure, anche in questo caso i livelli sono da considerare esterni agli edifici, cioè su balconi e terrazzi.

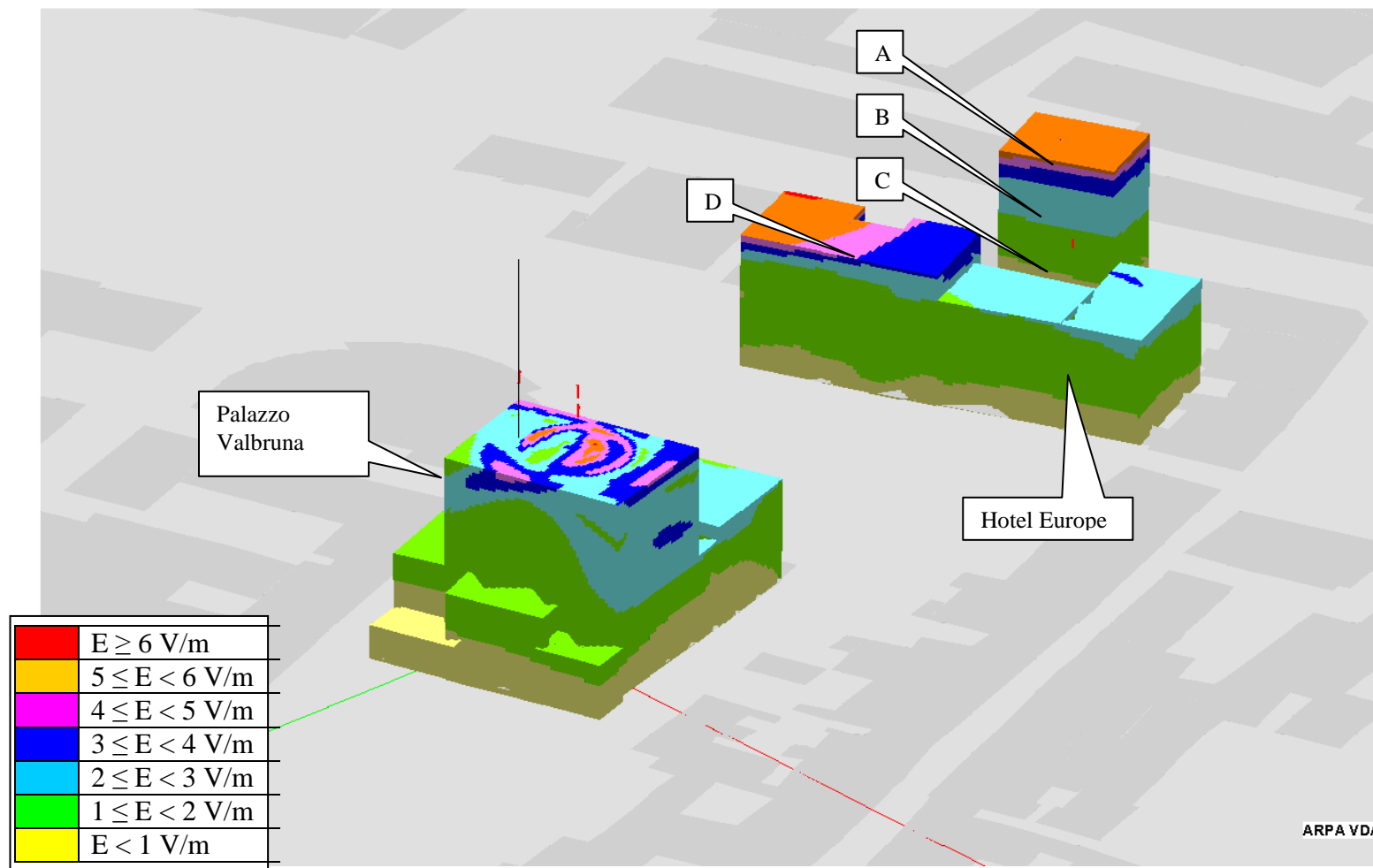


Figura 24 Immagine tridimensionale degli edifici maggiormente interessati dalle emissioni dei livelli di campo E dovute agli impianti dell'area di P.zza Narbonne

Le lettere da A a D indicano i punti in cui sono state eseguite misure in banda stretta. Nella Tabella 8 sono confrontati i valori ottenuti mediante la simulazione e quelli che risultano dall'estrapolazione in condizione di traffico telefonico massimo dei risultati delle misure in banda stretta: si nota una notevole corrispondenza tra i due valori.

Rif	Indirizzo	Valore simulato	Valore misurato
A	Av. Conseil des Commis 5, ultimo piano	$5 \leq E < 6$ V/m	4.83 V/m
B	Av. Conseil des Commis 5, piano intermedio	$2 \leq E < 3$ V/m	1.63 V/m
C	Av. Conseil des Commis 5, livello stradale	$< 1$ V/m	0.32 V/m
D	P.zza Narbonne 16, ultimo piano	$4 \leq E < 5$ V/m	4.46 V/m

**Tabella 8 Confronto tra valori calcolati mediante simulazione numerica e misurati con rilievi estrapolati in condizione di massimo traffico telefonico**

### Viale della Pace

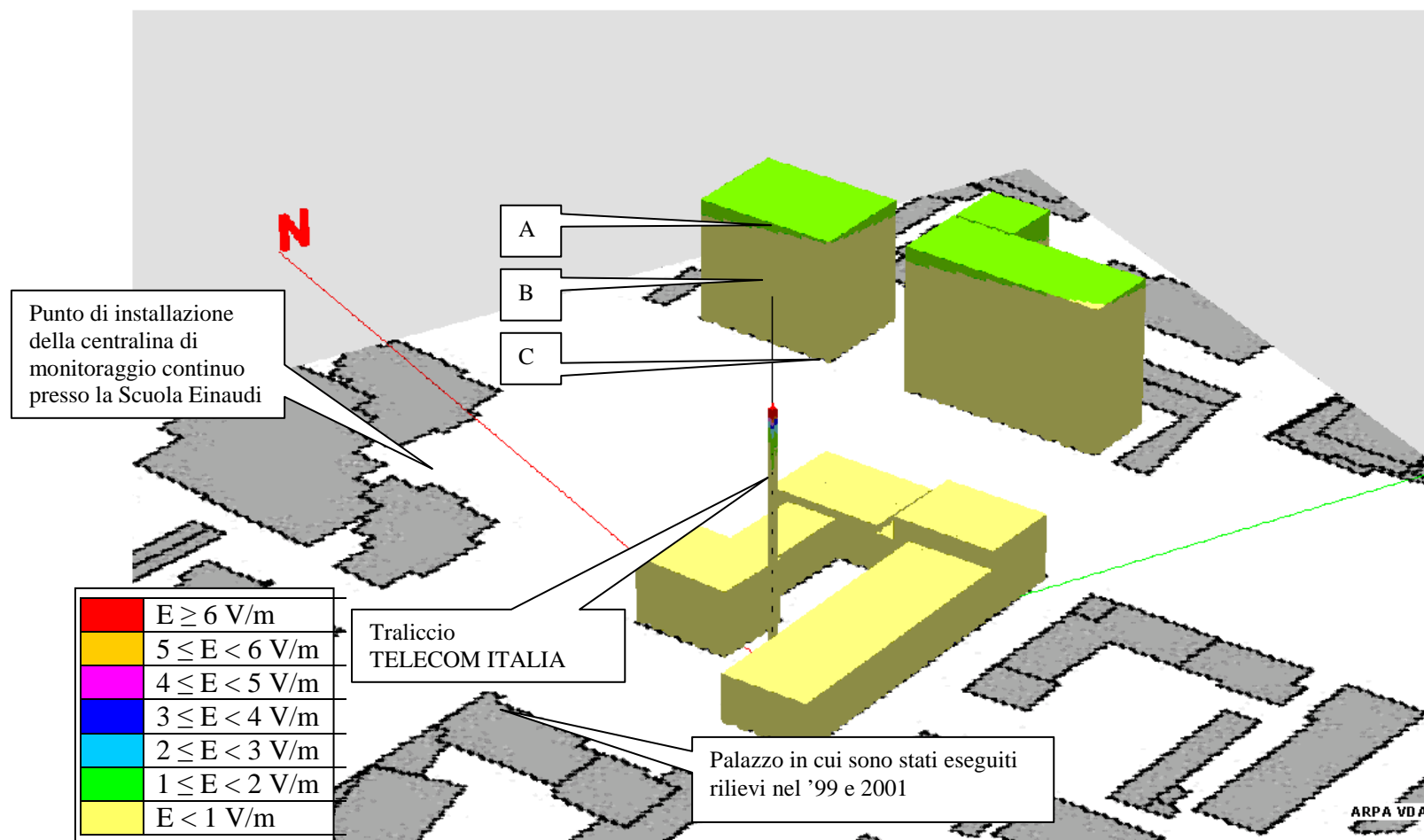
In modo analogo a quanto fatto per l'area di P.zza Narbonne si riporta in Figura 25 la simulazione del livello di campo sull'edificio di Viale della Pace presso il quale sono state eseguite le misure, scelto perché risultava tra quelli maggiormente esposti.

Le lettere da A, B e C indicano i punti in cui sono state eseguite misure in banda stretta. Nella sono confrontati i valori ottenuti mediante la simulazione e quelli che risultano dall'estrapolazione in condizione di traffico telefonico massimo dei risultati delle misure in banda stretta: si nota una notevole corrispondenza tra i due valori.

Rif	Indirizzo	Valore simulato	Valore misurato
A	Viale della Pace, 46 - ultimo piano	$1 \leq E < 2$ V/m	1.43 V/m
B	Viale della Pace, 46 - piano intermedio	$E < 1$ V/m	1.04 V/m
C	Viale della Pace, 46 - livello stradale	$E < 1$ V/m	0.52 V/m

**Tabella 9 Confronto tra valori calcolati mediante simulazione numerica e misurati con rilievi estrapolati in condizione di massimo traffico telefonico**

Nella figura è indicato anche il palazzo in cui sono state eseguite misure di campo elettrico nel 1999 e 2001: i valori misurati ed estrapolati in condizioni di massimo traffico telefonico in quelle occasioni erano compresi tra 0,6 e 0,7 V/m.



**Figura 25 Immagine tridimensionale degli edifici maggiormente interessati dalle emissioni dei livelli di campo E dovute agli impianti dell'area Viale della Pace**

N.B. Il programma di simulazione rende l'effetto tridimensionale degli edifici con parti in ombra dello stesso colore ma con tonalità più scure.

## 6 Definizione scenari evolutivi per SRB nuove

Come già sottolineato dal 2003 si è avviata una fase di profonda evoluzione della rete di telefonia mobile: l'introduzione dei sistemi UMTS richiede l'installazione di nuove SRB sul territorio, in quanto il nuovo servizio necessita di operare su celle più piccole, e comporta una modifica delle SRB già esistenti.

In base alla legge della Regione Valle d'Aosta n°31 del 21 Agosto 2000 "Disciplina per l'installazione e l'esercizio di impianti di radiotelecomunicazioni" (vedi appendice A), i gestori di reti di comunicazioni che sfruttino la radio propagazione sono tenuti a presentare al comune di Aosta, o alle comunità montane, il progetto della loro rete e a chiedere l'autorizzazione all'installazione di nuovi impianti: il comune rilascia l'autorizzazione previo parere positivo dell'ARPA. In altre parole i progetti di tutti gli impianti nuovi o di tutte le modifiche all'esistente devono essere esaminati dall'ARPA che esprime un parere tecnico-sanitario.

A tal fine l'Agenzia esegue una simulazione numerica dell'intensità delle radiazioni emesse, considerando l'impianto non isolato ma inserito in un contesto su cui insistono altre sorgenti, e verifica il rispetto dei seguenti valori di riferimento previsti dalla normativa nazionale:

- Limite di esposizione di 20 V/m nelle aree accessibili
- Valore di attenzione di 6 V/m in corrispondenza di edifici in cui è prevista permanenza per più di 4 ore
- Obiettivo di qualità di 6 V/m per tutte le aree anche aperte intensamente frequentate

Il risultato della simulazione sono dei volumi ideali all'esterno dei quali non è superato un certo valore di campo elettrico: essi possono o no interessare edifici o aree al suolo.

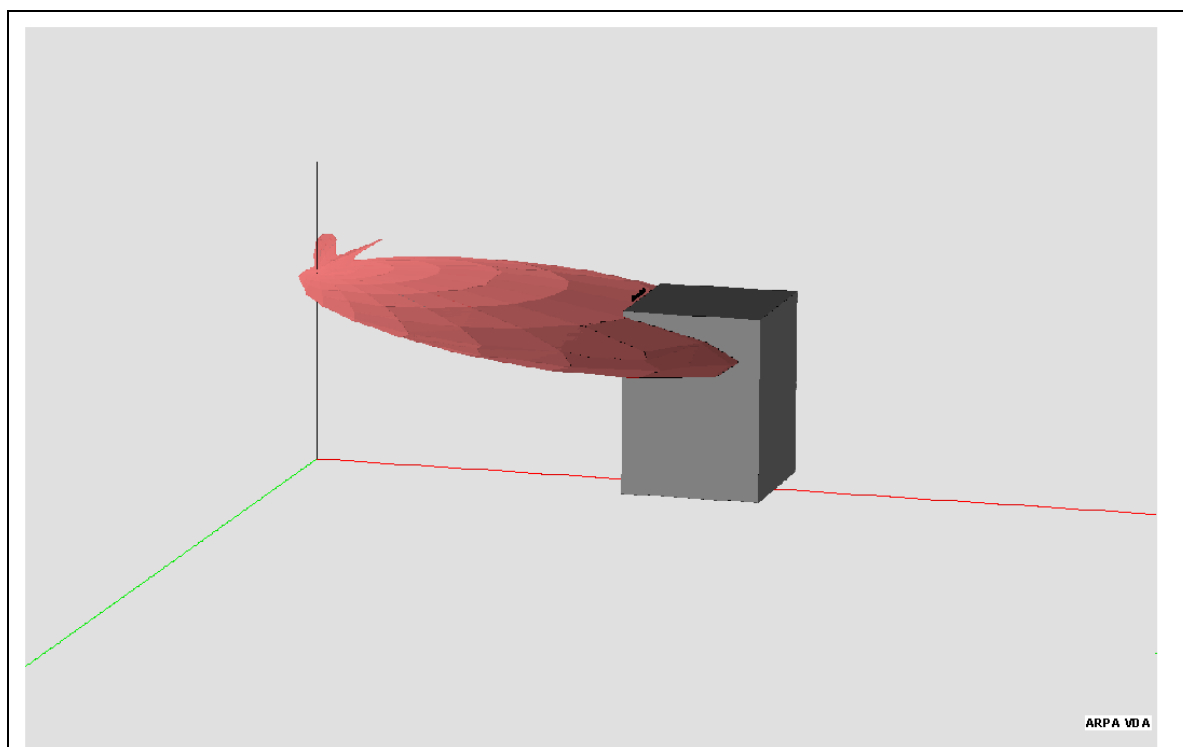


Figura 26 Esempio di volume isolivello di campo elettrico generato da un'antenna che interessa un edificio

Nell'esempio di Figura 26 se il volume disegnato fosse quello relativo ai 6 V/m e l'edificio fosse un'abitazione, non sarebbe possibile emettere un parere positivo.

Se quello disegnato fosse il volume dei 3 V/m ci si troverebbe in una situazione dubbia: poiché infatti le simulazioni numeriche introducono semplificazioni notevoli, l'incertezza sui valori forniti è elevata. Il DM 381/98 prevede che, quando i livelli stimati superano il 50% del valore di riferimento, si faccia riferimento a misure. In questo caso l'Agenzia emette un parere positivo da confermare mediante verifiche strumentali dopo l'attivazione dell'impianto. Se dopo l'installazione si verificasse un superamento dei limiti sarebbe necessario imporre ai gestori dei servizi una modifica dei parametri trasmissivi per rientrare in condizioni di normalità.

Il procedimento illustrato è quello seguito comunemente dall'ARPA nell'emissioni di pareri tecnici sull'installazione di nuovi impianti. Nel seguito si illustrano gli scenari forniti dalle simulazioni numeriche che hanno portato a esprimere pareri per due SRB in corso di realizzazione: la prima in Via St. Martin ha avuto un parere positivo ma da confermare dopo l'entrata in esercizio degli impianti; la seconda, in Via Festaz, ha avuto un parere positivo.

### **SRB di C.so St. Martin**

In Figura 27 è riportata la simulazione, in pianta, delle curve di isolivello di campo elettrico a 20 m dal suolo nell'area circostante la postazione di Via St. Martin: sono stati inseriti i dati di tutti gli impianti previsti nella postazione, quelli già esistenti e quelli non ancora in servizio. La simulazione è stata eseguita a diverse altezze dal suolo: nell'immagine riportata le curve all'altezza della sezione a cui corrispondono i valori massimi in corrispondenza di abitazioni

Sono evidenziati con le frecce rosse i punti in cui è superato il valore di 3 V/m presso i quali, quando tutti gli impianti saranno attivi, verranno eseguite misure di campo elettrico in banda stretta al fine di verificare il rispetto dei limiti previsti legalmente.

Le altre costruzioni che nella sezione orizzontale paiono interne alla curva di livello dei 3 V/m, sono meno alte di 20 m, quindi, non rientrano realmente in quella curva.

### **SRB di Via Festaz**

In Figura 28 è riportata la simulazione, in pianta, delle curve di isolivello di campo elettrico a 25 m dal suolo nell'area circostante la postazione in progetto in via Festaz: poiché i livelli simulati si mantengono sempre al di sotto di 3 V/m (50% del valore di attenzione) l'ARPA ha espresso parere positivo alla realizzazione della nuova SRB.

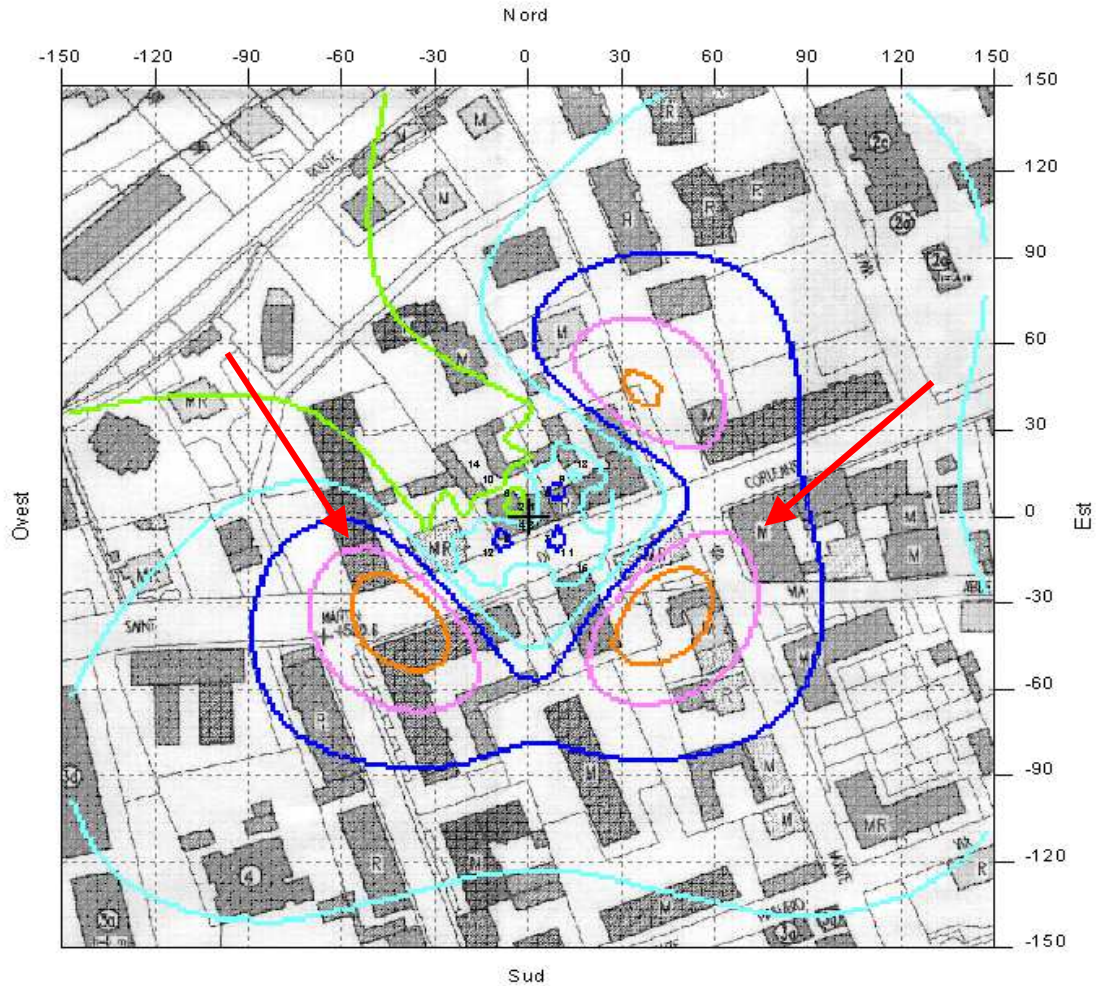
Data: 06/12/2004

File Postazione: VO DAFONE C-SO S MARTIN.NFA

Postazione: C.so S.Martin de Corle.

Altezza sezione s.l.s.: 20.0 m

**Campo elettrico - sezione orizz.**



	>= 6	V/m
	>= 5	V/m
	>= 4	V/m
	>= 3	V/m
	>= 2	V/m
	>= 1	V/m

ARPA VDA

Figura 27 Curve isolivello a 20 m dal suolo del campo elettrico generato dalla SRB di nuova installazione di Via St. Martin: sono considerati i contributi del gestore già presente e quelli del gestore di futura attivazione.



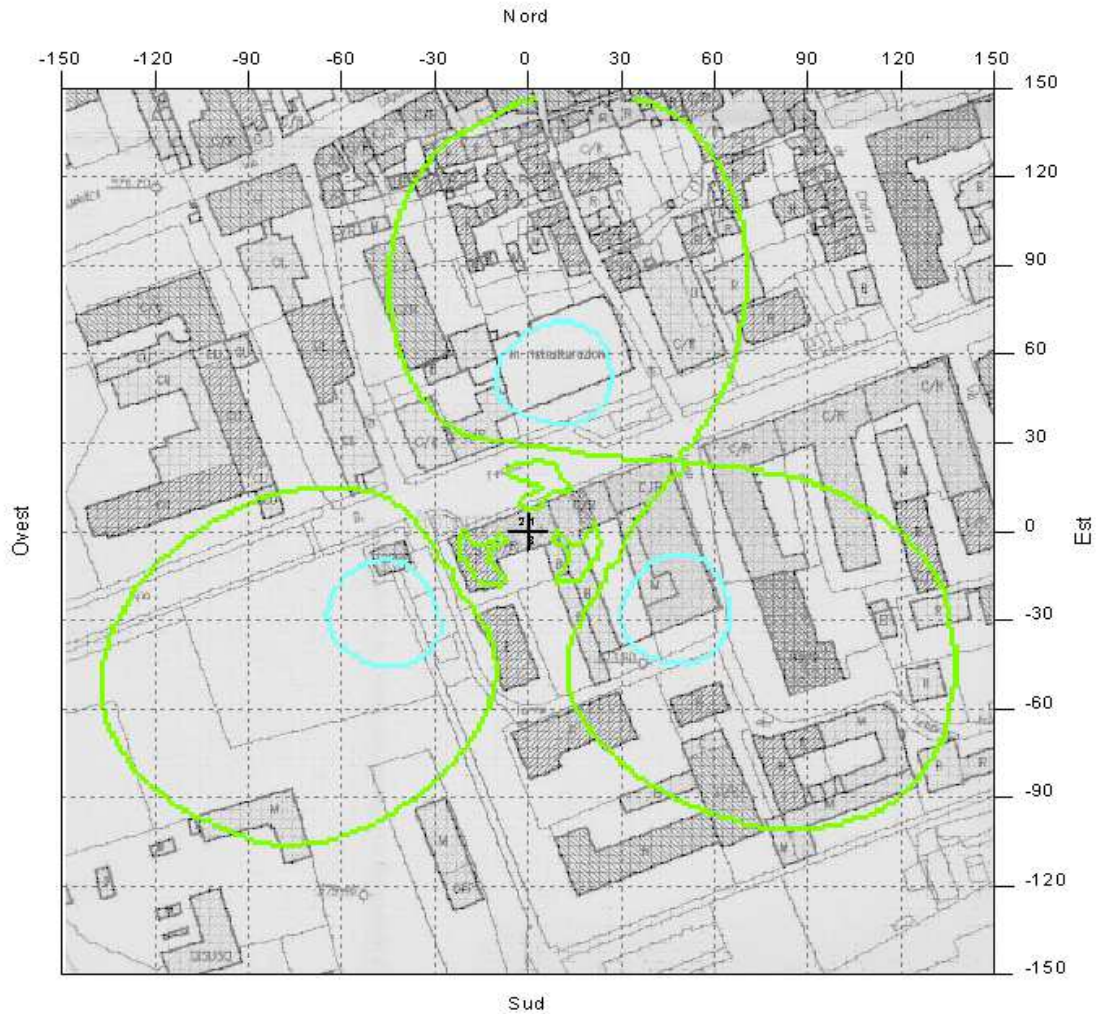
Data: 06/12/2004

File Postazione: TIM AOSTA REPUBBLICA 2 VERS\_NFA

Postazione: VIA FESTAZ

Altezza sezione s.l.s.: 25.0 m

**Campo elettrico - sezione orizz.**



ARPA VDA

**Figura 28** Curve isolivello a 25 m dal suolo del campo elettrico generato dalla SRB di prossima installazione in Via Festaz.

## 7 Note conclusive

Durante i mesi nell'arco dei quali si è svolta l'attività di rilievo del fondo elettromagnetico è stato eseguito un elevatissimo numero di misure, differenziate per metodologia e tipo di dati forniti. Questi dati sono stati elaborati al fine di ricavare dai valori puntuali informazioni relative alla distribuzione sul territorio dei livelli di campo elettrico e alla loro variazione temporale. A partire da queste informazioni si possono esprimere valutazioni sul contesto attuale e indicazioni per gli sviluppi futuri.

### Valutazioni sul contesto attuale

Dal rilievo del fondo elettromagnetico presentato in questo documento emerge una situazione in cui a livello stradale i valori di campo elettrico si mantengono ben al di sotto dell'obiettivo di qualità di 6 V/m previsto dal DPCM del 8 luglio 2003 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 199 del 28 agosto 2003. Il massimo misurato, di 1,1 V/m, è un valore isolato in quanto in buona parte del territorio il campo non supera la soglia di rilevabilità del sensore (0,2 V/m). In base a questo dato si può concludere che, globalmente, nelle aree aperte del territorio comunale la pressione ambientale dovuta alle sorgenti a radiofrequenza non è rilevante se riportata ai valori di riferimento previsti dalla normativa.

Discorso diverso va fatto se si analizzano i rilievi eseguiti, sempre all'aperto su balconi o terrazzi, ai piani alti degli edifici in prossimità di stazioni per telefonia cellulare. Se è pur vero che in nessuno dei punti in cui sono stati eseguiti rilievi si è registrato un superamento del valore di attenzione di 6 V/m previsto dal decreto citato per gli edifici in cui è prevista permanenza per più di 4 ore giornaliere, si osserva che i livelli misurati non sono molto distanti da tale valore.

Le aree in cui al momento attuale appare più necessario prestare attenzione alle variazioni dei livelli di campo elettrico sono quelle circostanti le SRB di P.zza Narbonne, Via Mont Emilius e Via Chambery.

In base ai dati rilevati nel 2003, in un periodo in cui ancora non erano attivi i segnali UMTS di tutti i gestori che offrono tale servizio, si è stimato che su un balcone all'ultimo piano dell'edificio di Av. Conseil des Commis 5 si potesse raggiungere, in condizioni di traffico massimo, il valore di 5 V/m. Tale punto è, al momento, ancora sotto esame per valutare l'effetto dell'introduzione del segnale UMTS: una centralina di acquisizione automatica è stata collocata lì tra i mesi di settembre e ottobre scorsi. I valori rilevati sono riportati in Figura 29.

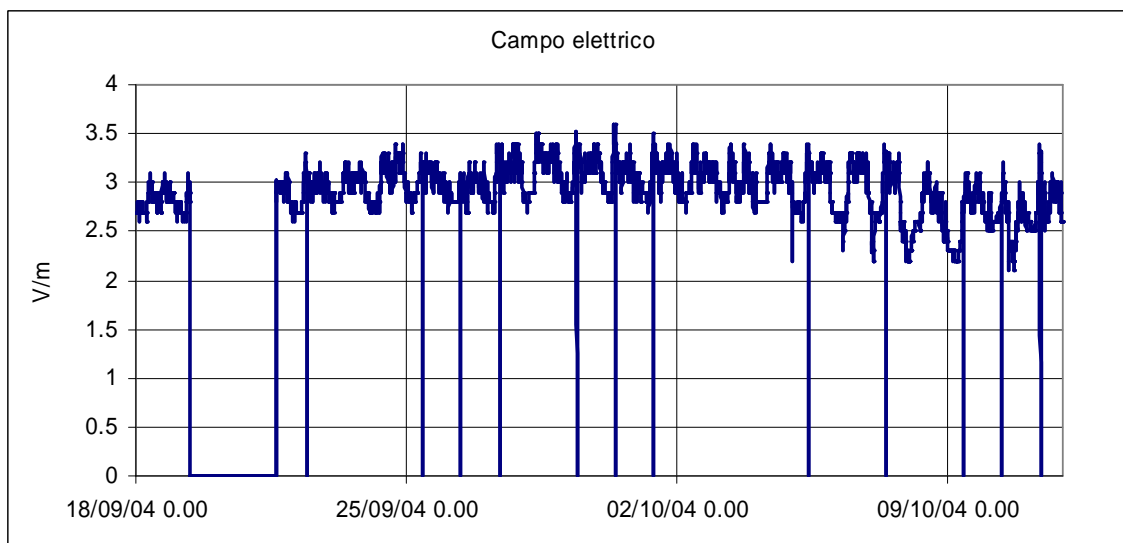


Figura 29 Andamento del campo E all'ultimo piano in Av. du Conseil des Commis 5 tra il 18-09 e il 10 -10- 2004

Se si confrontano i dati del 2004 con quelli del 2003, Figura 8, si nota un sensibile aumento del livello: saranno necessari ulteriori accertamenti con metodologia in banda stretta per valutare l'intensità del campo elettrico in condizioni di traffico massimo ora che la telefonia UMTS si sta affermando.

Il sito di via Mont Emilius in base alle simulazioni numeriche eseguite risulta essere al limite della sua capacità di ospitare impianti per quanto riguarda i livelli di campo elettrico sull'area circostante. Al momento in cui sono stati eseguiti i rilievi descritti in questo documento, non tutti i servizi per i quali i gestori hanno ottenuto l'autorizzazione erano attivi: il valore calcolato in condizioni di traffico telefonico massimo all'ultimo piano dell'edificio di Via Mont Emilius 15, pari a 2,70 V/m, dovrà essere verificato nei prossimi mesi quando tutti i servizi saranno in esercizio.

Per motivi analoghi anche i rilievi eseguiti in C.so Battaglione Aosta 13 andranno ripetuti per valutare l'effetto di alcune modifiche complessive apportate dal gestore alla SRB presente sulla Sede Rai di Via Chambéry per l'aggiunta del servizio UMTS.

### **Indicazioni di sviluppo**

Il futuro prossimo delle radiotelecomunicazioni è legata allo sviluppo di due tecnologie nuove: i sistemi radiotelevisivi digitali terrestri e la telefonia UMTS.

I primi, avviati per ora in via sperimentale, diventeranno per legge lo standard dei prossimi anni: dal punto di vista tecnico il passaggio da segnali analogici a digitali consente di utilizzare in modo più efficace lo spettro radio e di diffondere un gran numero di canali con buona qualità utilizzando potenze ridotte: in linea di massima, quindi, si potrebbe avere un calo dei livelli di campo generati in ambiente da ripetitori televisivi.

Per quanto riguarda il territorio del comune di Aosta, questo non dovrebbe, però, avere sensibili conseguenze, considerato che già ora il contributo al livello di fondo elettromagnetico dovuto ai segnali televisivi è trascurabile.

Diverso è il caso della telefonia UMTS: il servizio commerciale è operativo dal 2003. Un gestore, titolare della licenza solo per questo servizio, è partito per primo nella realizzazione della rete per la copertura e la sta tuttora rinforzando. I gestori dei servizi tradizionali hanno atteso qualche tempo ma ora si stanno dotando, anch'essi, di una propria rete. Gli sviluppi futuri sono legati al successo commerciale che il servizio a larga banda avrà: se prenderà piede si deve prevedere, almeno nei centri maggiori e nelle località turistiche, la richiesta di installazione di impianti diffusi più capillarmente. La tecnologia UMTS, infatti, richiede per funzionare al meglio, di operare su un territorio suddiviso in celle più piccole di quelle utilizzate tradizionalmente. C'è da aspettarsi, di conseguenza, l'utilizzo di potenze inferiori rispetto a quelle tipiche del GSM, per evitare che il segnale relativo ad una cella sconfini in quelle adiacenti.

Relativamente alle modifiche della rete di telefonia cellulare sul territorio del comune di Aosta, l'aggiunta di SRB nuove lontano da quelle già esistenti è preferibile in quanto il campo elettrico da esse generato si sommerebbe ad un livello di fondo basso, per lo più inferiore alla sensibilità della strumentazione (0,2 V/m). Al contrario, la modifica delle stazioni esistenti, soprattutto di quelle che insistono su aree dove i livelli di campo elettrico ai piani alti delle abitazioni non sono di molto inferiori a quelli massimi indicati nei riferimenti normativi, richiede un intervento progettuale attento da parte del gestore, in collaborazione con l'ARPA, che in molti casi comporta una riduzione della potenza utilizzata nei servizi di telefonia tradizionale a favore delle nuove tecnologie. Lo strumento legislativo che garantisce all'ARPA la possibilità di valutare i progetti degli impianti forniti dal gestore e di fornire indicazioni per l'ottimizzazione è la legge regionale 31/00.

L'attività descritta nella presente relazione è stata svolta dalla Sezione Agenti Fisici – Area Radiazioni Non Ionizzanti dell'ARPA della Valle d'Aosta tra il febbraio 2003 e il dicembre 2004.

Ing. Cappio Borlino Marco  
Sezione Agenti Fisici

Dott.ssa Bottura Valeria  
Sezione Agenti Fisici

Dip. Ing. Cerise Leo  
Sezione Agenti Fisici

Assistente Tecnico Imperial Erik  
Sezione Agenti Fisici

Dott. Giovanni Agnesod  
Responsabile Sezione Agenti Fisici

Hanno collaborato alla realizzazione della Campagna di Misure: Mario Pozza, Erika Paravano, Manuel Pont e Davide Marino.

## Appendice A: Riferimento normativo

### Quadro normativo Nazionale sui limiti di esposizione

- DM del 10 settembre 1998, n. 381 “Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana”. Questo decreto resta di riferimento per quanto riguarda le tecniche di misura, di riduzione a conformità e di valutazione delle stime modellistiche.
- Legge del 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici, ed elettromagnetici”.
- DPCM del 8 luglio 2003 pubblicato sulla gazzetta ufficiale n° 199 del 28 agosto 2003, applicativo dell’articolo 4 della Legge del 22 febbraio 2001, n. 36, “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”.

I valori indicati nel DPCM del 08 luglio 2003 sono i seguenti:

- **Limiti di esposizione:**

Frequenza [MHz]	Valore efficace E [V/m]	Valore efficace H [A/m]	Densità potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0.1-3	60	0.2	-
>3-3000	20	0.05	1
>3000 - 300000	40	0.1	4

Da non superare in nessun luogo accessibile alla popolazione.

- **Valore di attenzione:**

Frequenza [MHz]	Valore efficace E [V/m]	Valore efficace H [A/m]	Densità potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0.1-300000	6	0.016	0.10 (3MHz-300 GHz)

Da non superare all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari.

- **Obiettivo di qualità:**

Frequenza [MHz]	Valore efficace E [V/m]	Valore efficace H [A/m]	Densità potenza [W/m <sup>2</sup> ]
0.1-300000	6	0.016	0.10 (3MHz-300 GHz)

Da non superare nelle aree intensamente frequentate al fine di una progressiva minimizzazione dell’esposizione.

**Legge regionale del 21 agosto 2000, n. 31*****Disciplina per l'installazione e l'esercizio di impianti di radiotelecomunicazioni.*****I PRINCIPI GENERALI DELLA NORMATIVA REGIONALE**

La Valle d'Aosta ha disciplinato con legge regionale (L.R.31 del 21 agosto 2000) l'installazione e l'esercizio degli impianti fissi per teleradiocomunicazione.

La L.R.31/00 si propone di considerare nel loro insieme i problemi connessi alla presenza sul territorio di questi impianti, in particolare:

- il rispetto dei limiti di campo elettromagnetico previsti dalla normativa vigente per garantire la tutela della salute della popolazione e limitare la perturbazione delle condizioni di naturalità dell'ambiente dovuta alle emissioni degli impianti;
- la corretta localizzazione e l'ordinato sviluppo degli impianti, considerando gli aspetti di impatto paesaggistico, sia naturalistico che architettonico;
- il rispetto delle esigenze tecniche dei Gestori di assicurare una adeguata copertura territoriale.

Coerentemente con questa impostazione, rientrano nel campo di applicazione della legge regionale, a causa del loro impatto paesaggistico, anche gli impianti di bassa potenza (minima potenza irradiata 2W), le antenne in ricezione e i riflettori passivi facenti parte integrante delle infrastrutture di rete dei gestori. Tutti questi impianti sono assoggettati ad autorizzazione. Vengono anche prese in considerazione le Reti di gestori pubblici o privati per trasmissioni di dati, e le reti, costituite da impianti fissi, finalizzate ad assicurare i collegamenti tra diverse unità operative di una medesima azienda.

La L.R.31/00 non stabilisce limiti per i livelli di campo elettromagnetico in ambiente di vita, rimandando per questi aspetti a quanto previsto dalle norme nazionali.

**I PROGETTI DI RETE**

Il passo iniziale previsto dalla normativa è la presentazione, da parte di tutti i gestori, di uno schema di insieme della loro rete, corredato con i dati tecnici di tutti gli impianti, esistenti e in progetto, con potenza irradiata maggiore di 2 W, e degli impianti riceventi facenti parte integrante della rete di trasmissione medesima. Questo costituisce il cosiddetto "Progetto di Rete". Viene richiesta ad ogni gestore la presentazione di un progetto di rete per ognuna delle Comunità Montane in cui è presente, e per il comune di Aosta.

Le Comunità Montane o il Comune di Aosta, per i territori di propria competenza, approvano i Progetti di rete dei gestori, a seguito di parere tecnico, se positivo, dell'ARPA. Questo viene formulato secondo la seguente procedura:

- Acquisizione, attraverso i Progetti di rete, dei dati di irradiazione di tutte le emittenti in funzione o in progetto in un dato sito;
- Verifiche strumentali sul campo in tutti i siti interessati dalla presenza di impianti radiotelevisivi;
- Stime modellistiche nei casi di presenza di stazioni radio base;
- Stime modellistiche per tutti gli impianti nuovi in progetto.

Il rilascio del parere tecnico da parte dell'ARPA prevede il pagamento da parte dei gestori di diritti di istruttoria direttamente all'ARPA, secondo modalità definite con delibera di Giunta Regionale.

## GLI IMPIANTI

L'approvazione del progetto di rete risponde, come si è detto, ad una esigenza di acquisizione completa di informazione sugli impianti esistenti e in progetto da parte dei gestori, al fine di verificare la corrispondenza con quanto presente sul territorio, e di individuare eventuali incompatibilità con i limiti di campo previsti dalla normativa. Nell'approvazione dei Progetti di Rete è l'ARPA a svolgere un ruolo primario, in quanto è in questa fase che vengono evidenziate e affrontate le situazioni di conflitto con i limiti di campo elettromagnetico previsti dalla normativa nazionale.

La valutazione del rispetto dei vincoli urbanistici, di tutela ambientale, paesaggistica, architettonica, avviene in una fase successiva, con una seconda richiesta di autorizzazione, da parte dei gestori, relativa all'installazione dei singoli impianti del progetto di rete. Essa viene rilasciata, sempre per i territori di propria competenza, dal Comune di Aosta o dalle Comunità Montane, e vale come titolo abilitativo per tutte le autorizzazioni di competenza comunale. Naturalmente, in questa seconda fase, il fatto che l'impianto sia compreso in un progetto di rete già approvato è condizione necessaria.

## Appendice B: Strumentazione utilizzata

Per effettuare le misure dei segnali FM, televisivi e di telefonia cellulare sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

- Misuratore a larga banda per campi elettromagnetici tipo Wandel & Goltermann EMR300 .  
Sonda per rilievi di campo elettrico nella gamma di frequenze: 100kHz – 3 GHz tipo 18.  
Calibrazione: 07/11/02 presso NARDA SAFETY TEST SOLUTION  
Intervallo di misura: 0,2 – 1000 V/m.
- Analizzatore di spettro: HP ESA E4407B 9kHz-26.5 GHz  
Antenna Biconilog: Schaffner-Chase EMC Ltd CBL6111C Ser. N° 2503  
Antenna biconica Schwarzbeck: balun UBAA 9114 con elementi biconici BBVU 9135 da 30 MHz a 1 GHz
- Centralina di monitoraggio in continuo del campo elettrico  
Costruttore: PMM  
Modello: 8055  
Intervallo di misura: 0,5 – 150 V/m.  
Banda di frequenza: 100 kHz-3 GHz
- Centralina di monitoraggio in continuo del campo elettrico  
Costruttore: EIT  
Modello: EE 4070  
Intervallo di misura: 0,5 – 130 V/m.  
Banda di frequenza: 100 kHz-3 GHz

### Incertezza di misura

Le incertezze di misura secondo le due metodologie, banda larga o banda stretta, sono le seguenti:

#### ➤ **Banda Larga:**

L'incertezza di misura composta per valori di campo elettrico compresi tra 0.5 e 2.5 V/m - calcolata tenendo conto della risposta in frequenza, della non linearità, dell'anisotropia della sonda e dell'incertezza associata alla ripetibilità delle prove - è pari a 4 dB con intervallo di confidenza del 95%. Per valori misurati superiori a 2.5 V/m, tale incertezza si riduce a 2.6 dB.

- Incertezza totale sul valore di campo elettrico fornito dalle centralina di monitoraggio: +/- 2.5 dB

#### ➤ **Banda stretta:**

L'incertezza di misura composta, calcolata tenendo conto delle incertezze tipo dei singoli componenti, del loro collegamento e della ripetibilità delle prove è pari a 3 dB con intervallo di confidenza del 95% circa.



## Allegati

Si allegano alla relazione tecnica i seguenti documenti:

- **Rilevamenti delle centraline per il monitoraggio prolungato**
- **Schede di dettaglio delle misure in banda stretta**
- **Mappe tematiche del territorio del comune di Aosta :**

**Mappa 1 - Le sorgenti:** sono indicate le collocazioni delle sorgenti di onde elettromagnetiche, la tipologia (ponti radio o SRB per telefonia), e le classi di potenza utilizzate.

**Mappa 2 - Punti di misura in banda larga:** è indicata la posizione dei punti in cui sono state eseguite misure in banda larga, singole o ripetute.

**Mappa 3 - Monitoraggio in continuo e misure in banda stretta:** sono indicati i punti del territorio in cui sono state collocate le centraline per il monitoraggio prolungato e i punti in cui sono state eseguite le misure in banda stretta. Per le misure prolungate sono riportati anche il valore massimo e medio del campo elettrico rilevati e, per i rilievi in banda stretta, il valore misurato estrapolato in condizioni di traffico telefonico massimo.

**Mappa 4 - Livelli di campo elettrico al suolo:** sono riportati con una scala cromatica graduata i valori di campo elettrico misurati al suolo.

**Mappa 5 - Livelli di campo elettrico al suolo e densità di residenti:** ai dati della mappa 4 sono sovrapposti i valori di densità di residenti.

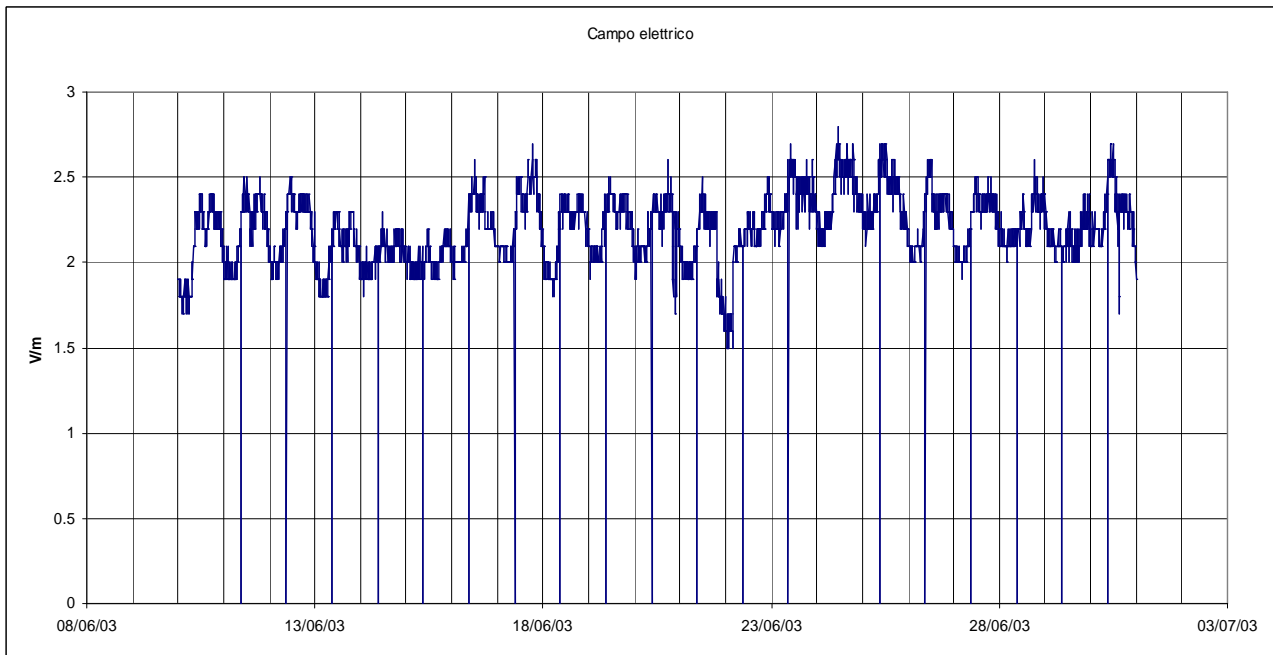
## Allegato A - Rilevamenti delle centraline

Nel seguito sono allegati i grafici che riportano gli andamenti del campo elettrico presso tutte le postazioni in cui sono state collocate centraline per il monitoraggio prolungato nel tempo.

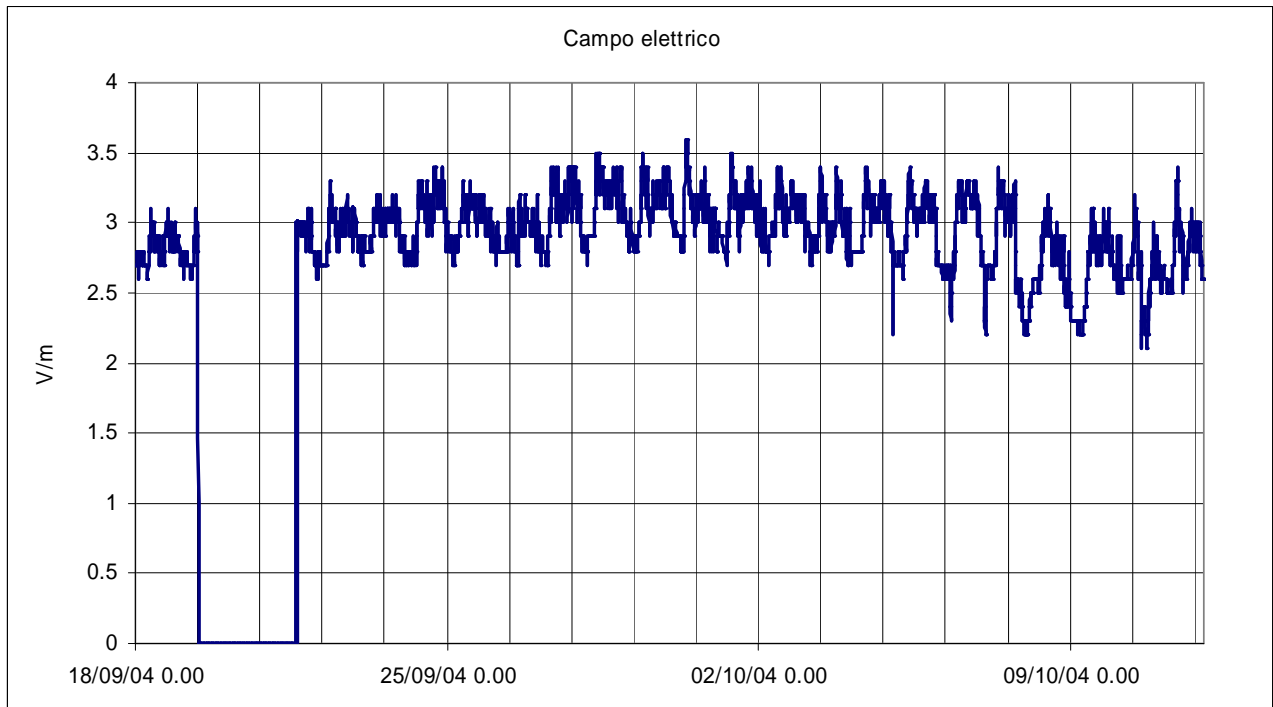
Il livello di campo elettrico indicato è il valore efficace in V/m mediato su 6 minuti come richiesto dalla normativa vigente.

<b>Indirizzo</b>	<b>Collocazione centralina</b>	<b>Periodo del monitoraggio</b>
Av. Conseil des Commis 5	Balcone ultimo piano	10-30 giugno 2003
Av. Conseil des Commis 5	Balcone ultimo piano	18 settembre – 10 ottobre 2004
Reg. Chabloz 9	Balcone 3° piano	20 agosto – 20 settembre 2003
Piazza Roncas 7	Tetto	3-22 luglio 2003
Via Chambéry pal. Fiat	Tetto	5 agosto -7 ottobre 2003
C.so Battaglione Aosta 13	Terrazzo ultimo piano	24 luglio - 18 agosto 2003
Via Mont Emilius 33	Balcone ultimo piano	21 settembre – 7 ottobre 2003
Scuola Einaudi Viale della Pace	Giardino	10 luglio - 12 agosto 2004
Scuola Elementare del quartiere Dora	Giardino	9 luglio – 7 agosto 2004
Istituto Don Bosco	Giardino	2 agosto – 5 settembre
Ospedale regionale	Tetto	16 agosto – 25 ottobre 2004
Municipio	Tetto	4 novembre – 5 dicembre 2004
Scuola materna Allende	Giardino	23 – 30 novembre 2004

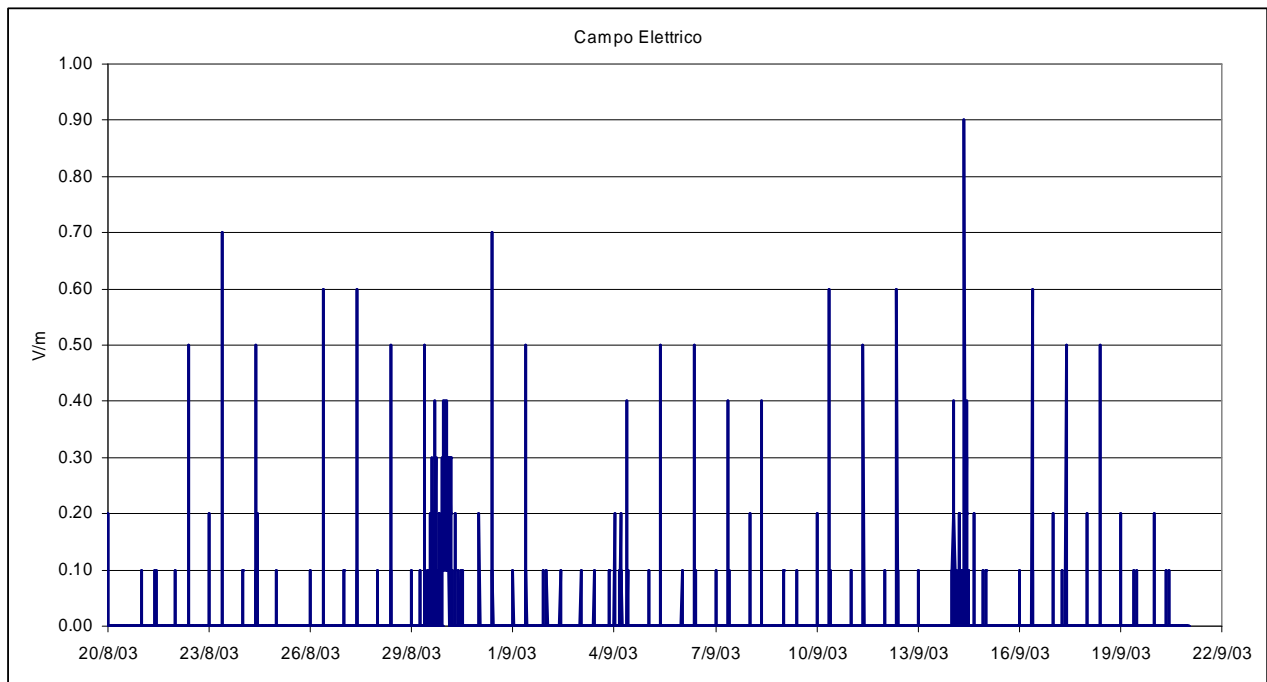
Av. Conseil des Commis 5	Balcone ultimo piano	10-30 giugno 2003
--------------------------	----------------------	-------------------



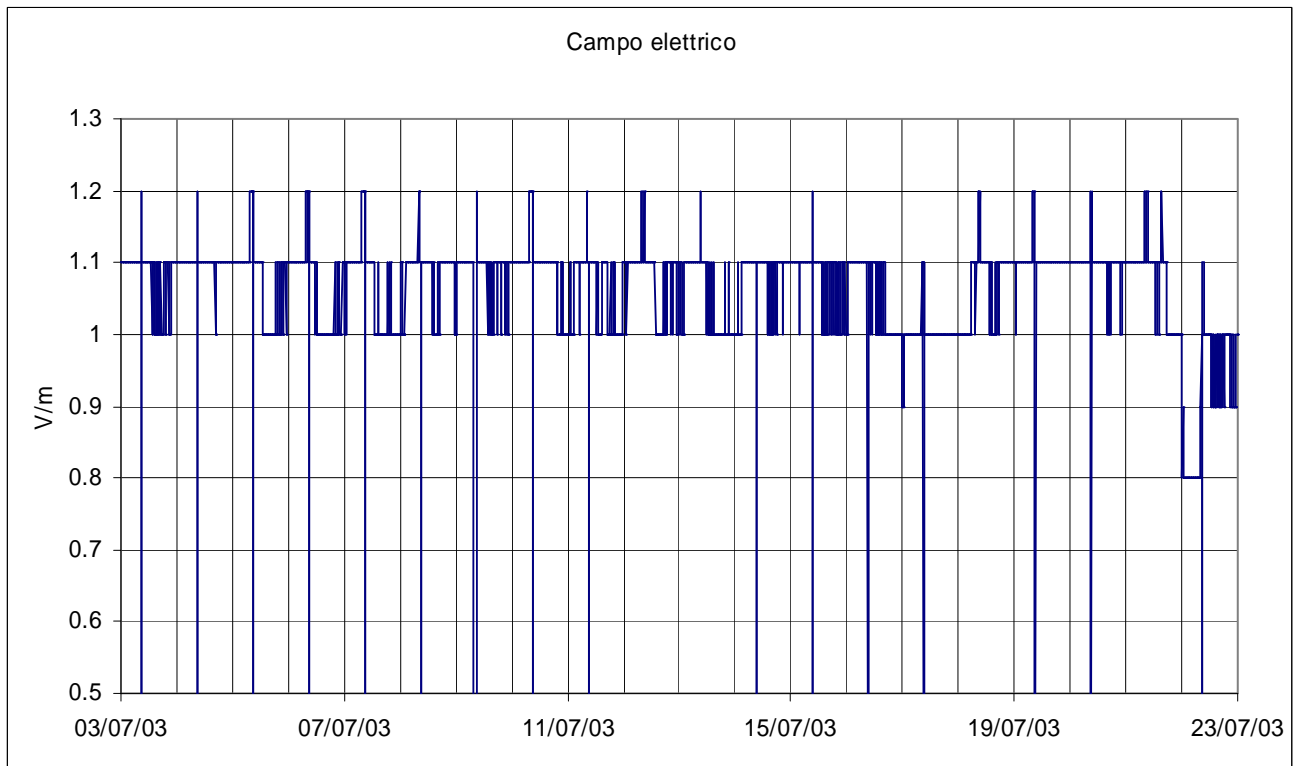
Av. Conseil des Commis 5	Balcone ultimo piano	18 settembre – 10 ottobre 2004
--------------------------	----------------------	--------------------------------



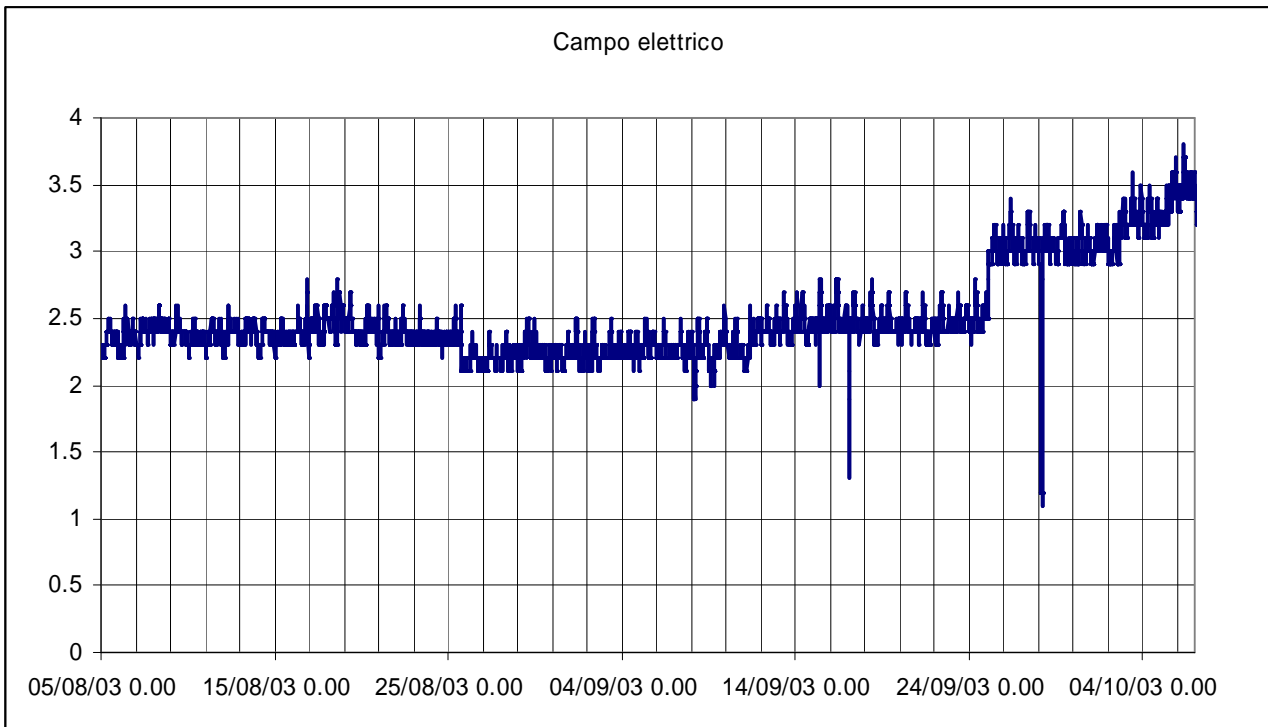
Reg. Chabloz 9	Balcone 3° piano	20 agosto – 20 settembre 2003
----------------	------------------	-------------------------------



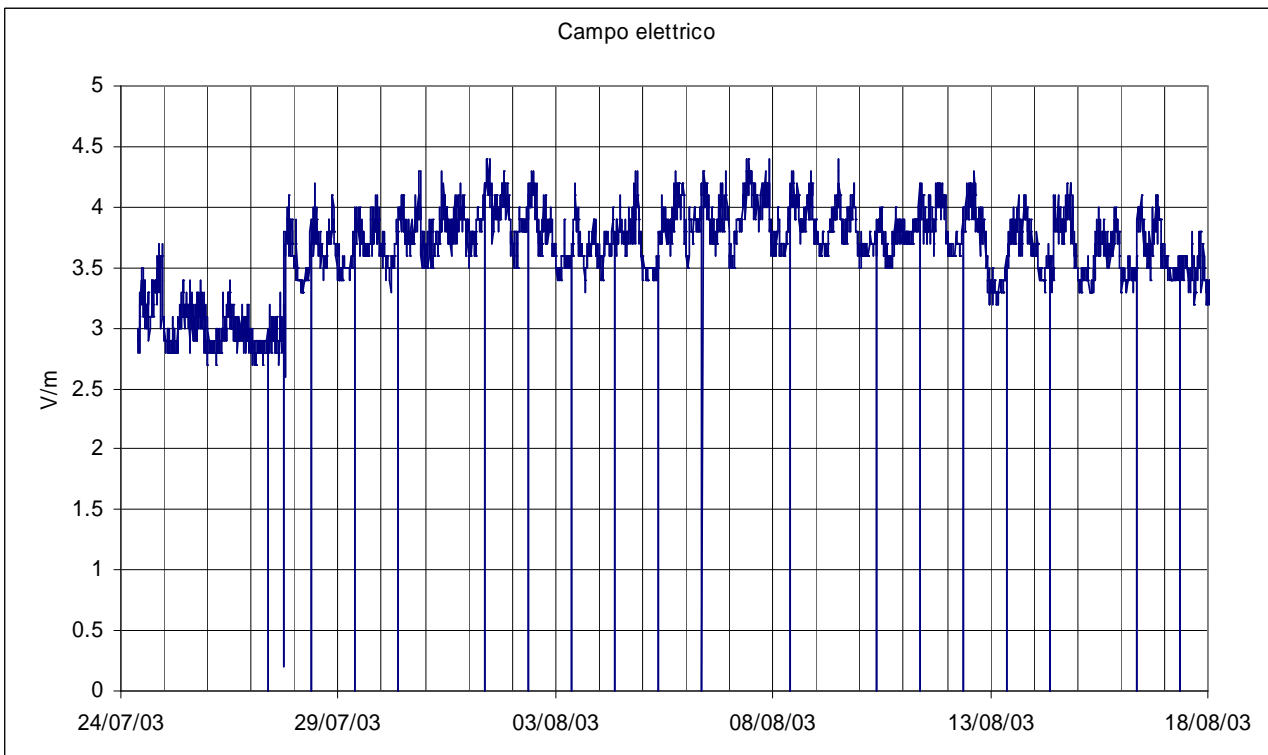
Piazza Roncas 7	Tetto	3-22 luglio 2003
-----------------	-------	------------------



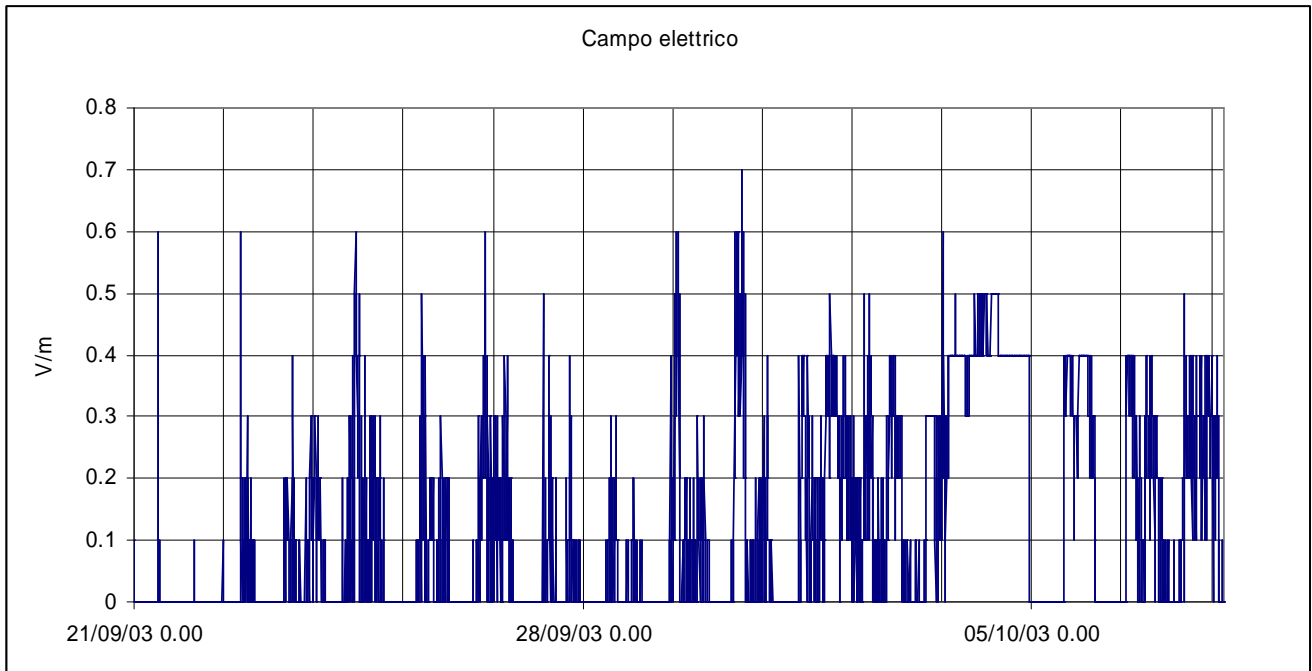
Via Chambéry pal. Fiat	Tetto	5 agosto -7 ottobre 203
------------------------	-------	-------------------------



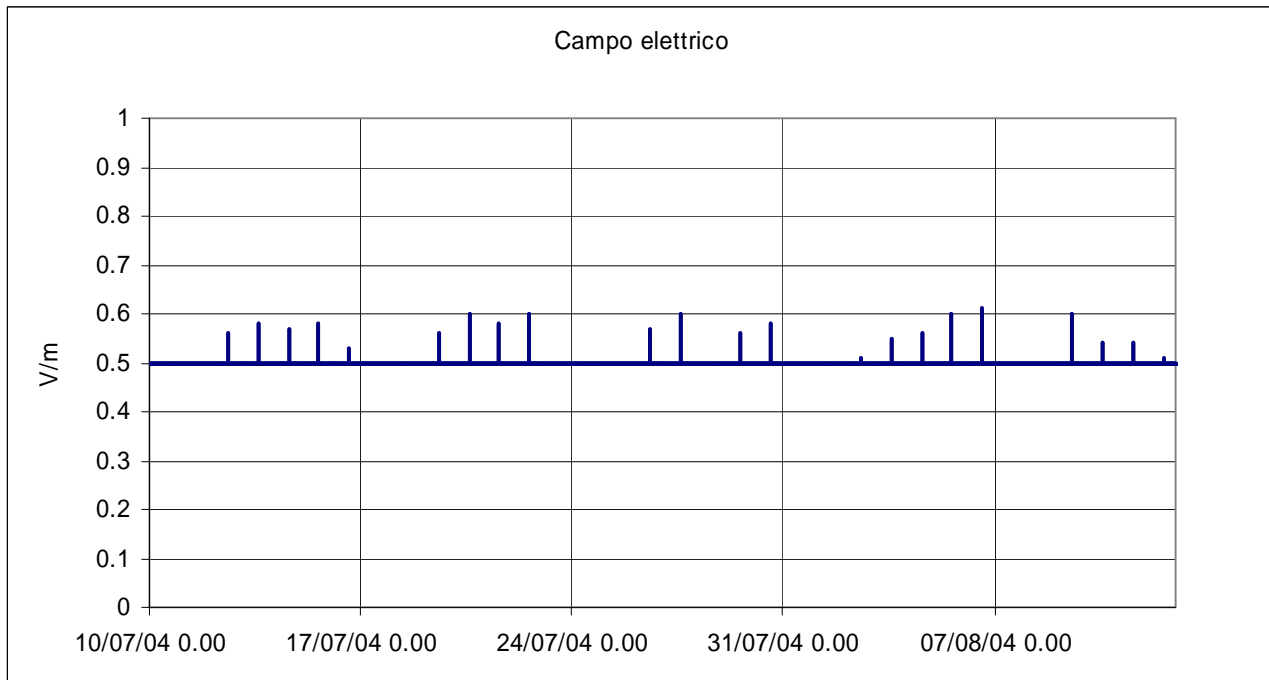
C.so Battaglione Aosta 13	Terrazzo ultimo piano	24 luglio -18 agosto 2003
---------------------------	-----------------------	---------------------------



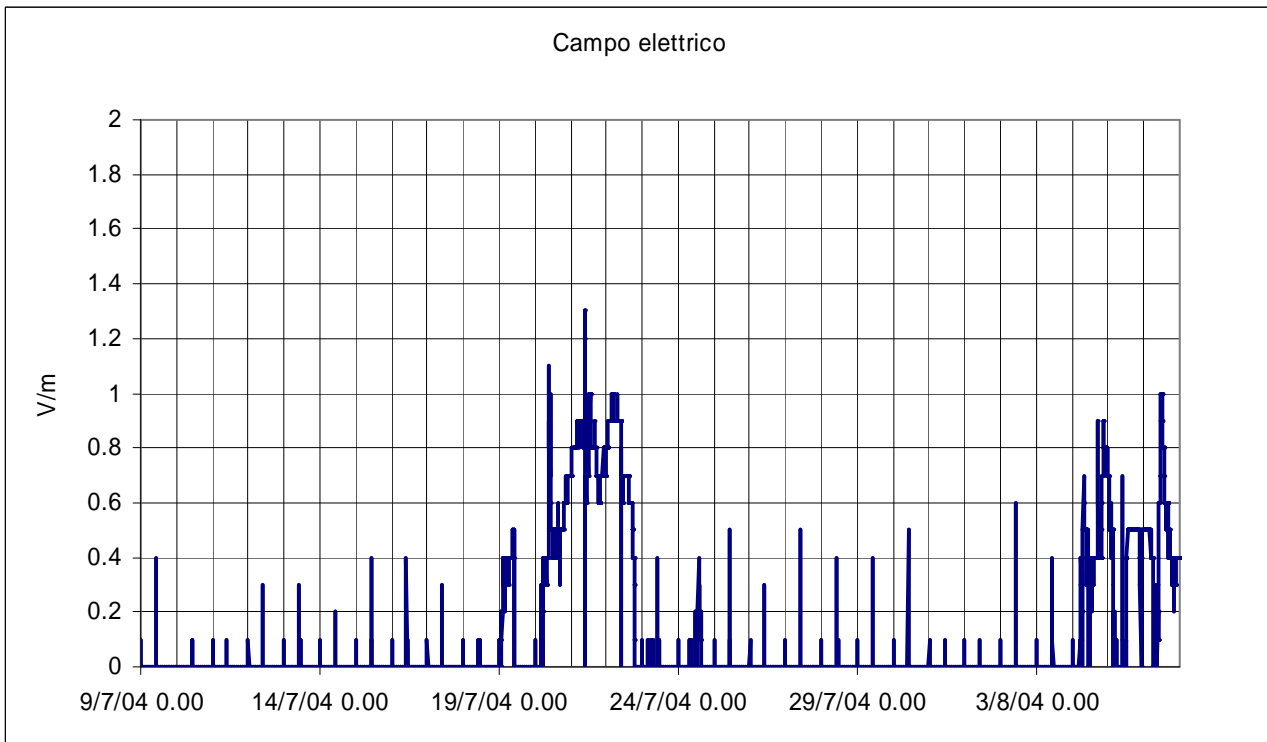
Via Mont Emilius 33	Balcone ultimo piano	21 settembre – 7 ottobre 2003
---------------------	----------------------	-------------------------------



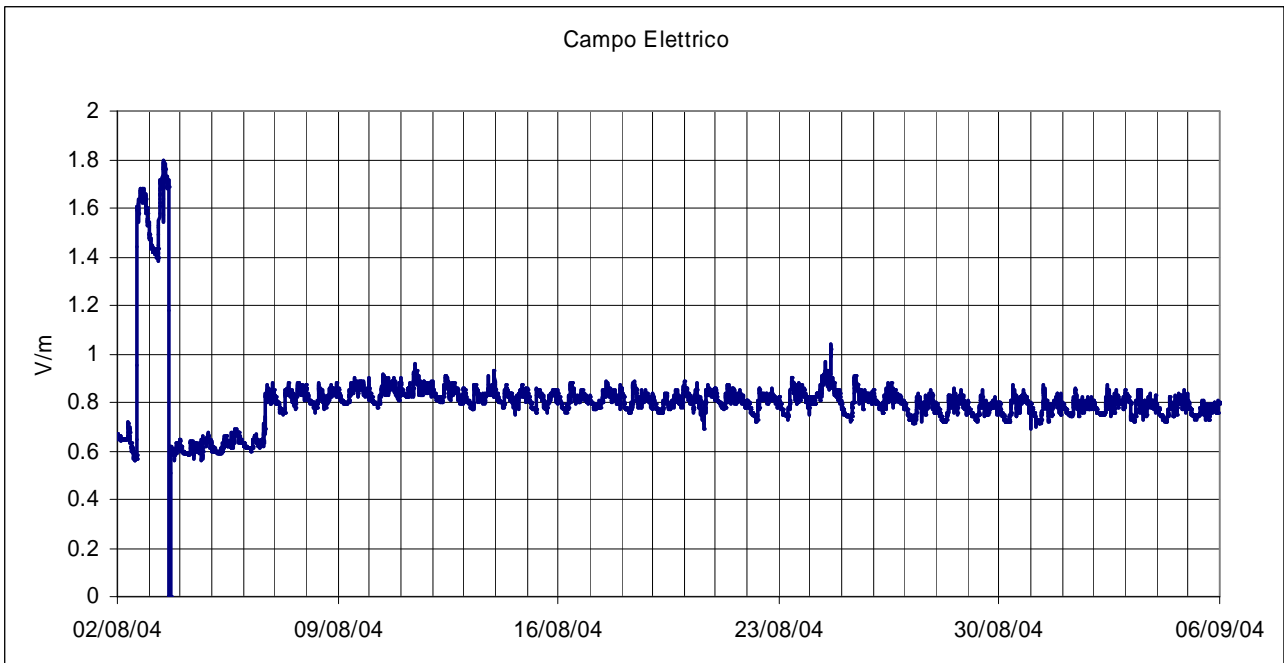
Scuola Einaudi Viale della Pace	Giardino	10 luglio – 12 agosto 2004
---------------------------------	----------	----------------------------



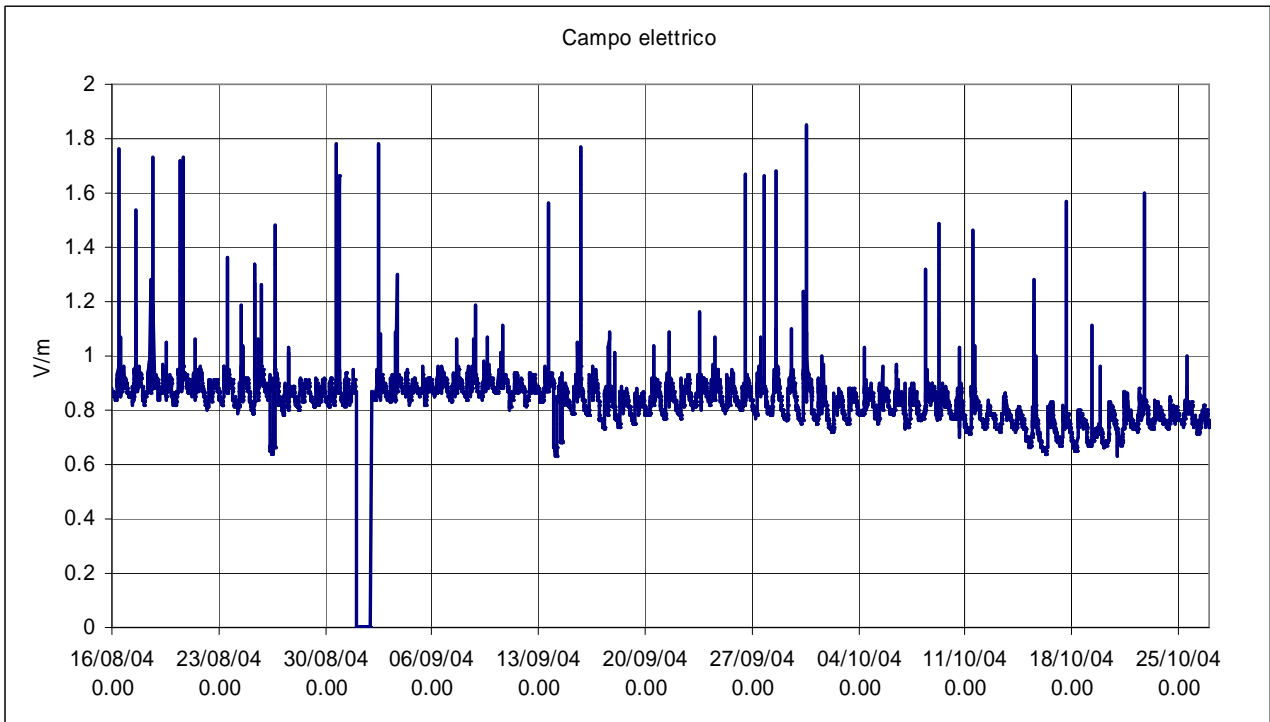
Scuola Elementare del quartiere Dora	Giardino	9 luglio – 7 agosto 2004
--------------------------------------	----------	--------------------------



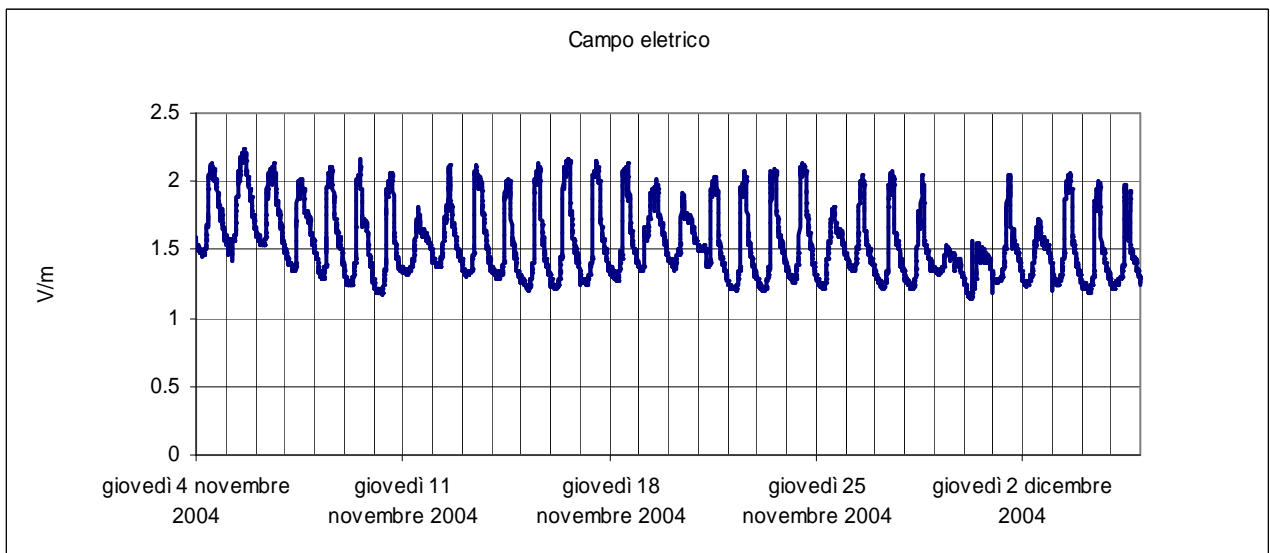
Istituto Don Bosco	Giardino	2 agosto – 5 settembre
--------------------	----------	------------------------



Ospedale regionale	Tetto	16 agosto – 25 ottobre 2004
--------------------	-------	-----------------------------

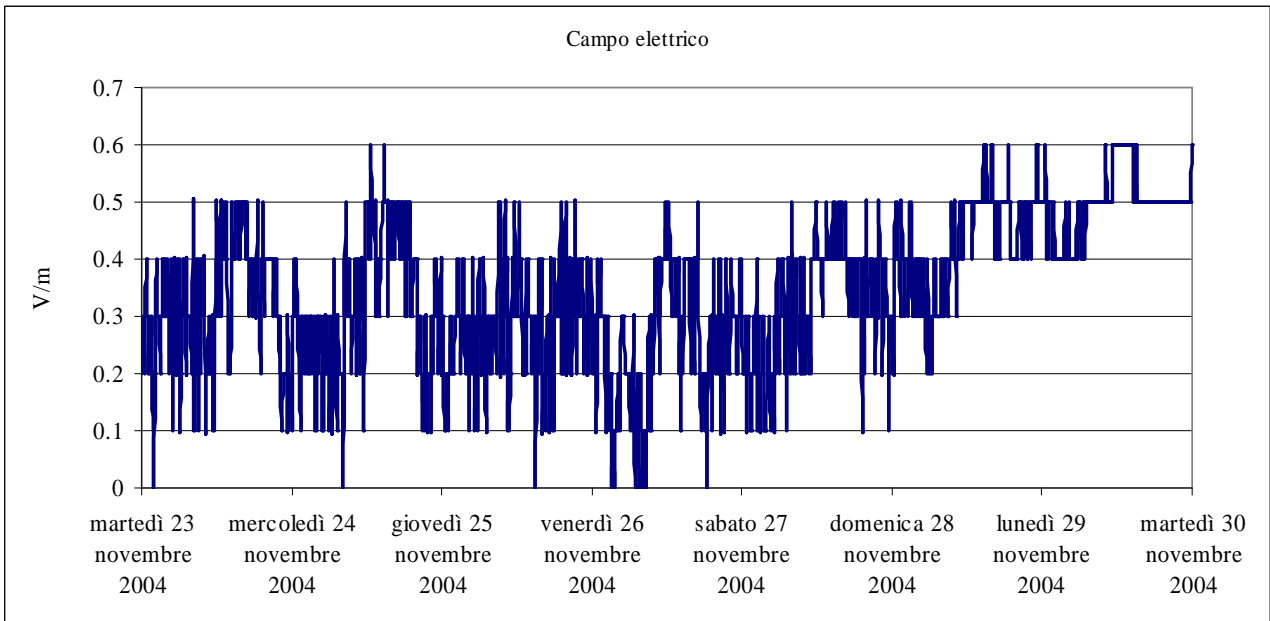


Municipio di Aosta	Tetto	4 novembre – 5 dicembre 2004
--------------------	-------	------------------------------





Scuola materna Allende	Giardino	23 – 30 novembre 2004
------------------------	----------	-----------------------



## Allegato B – Schede di dettaglio delle misure in banda stretta

Nel seguito sono allegare le schede che raccolgono i dati di dettaglio acquisiti durante le misure in banda stretta

Il livello di campo elettrico indicato è il valore efficace in V/m mediato su 6 minuti come richiesto dalla normativa vigente.

### Indice delle schede

Av. Conseil des Commis, 5 - Piano 6 (5/06/03) .....	B2
Av. Conseil des Commis, 5 - Piano 4 (12/06/03) .....	B3
Av. Conseil Commis, 5 - Piano Terreno (13/06/03) .....	B4
P.zza Narbonne, 16 - Piano 7 f.t. (6/09/04).....	B5
Via Porte Pretoriane,4 (Lato p.zza Narbonne) - P. 5 (29/05/03) .....	B6
Via Porte Pretoriane,4 (Lato p.zza Narbonne) - P. 3 (18/09/03) .....	B7
Via Porte Pretoriane,4 (Lato p.zza Narbonne) - P.T. (16/07/03) .....	B8
Piazza Roncas Piano 2 (16/05/03) .....	B9
Piazza Roncas Piano Terreno (24/06/03).....	B10
Via Chambéry, 89 Piano 6 (9/07/03) .....	B11
Via Chambéry, 89 Piano 4° (9/07/03).....	B12
Via Chambéry, 89 Piano Terreno (10/07/03).....	B13
Cso Battaglione Aosta,13 Piano 6 (16/09/03).....	B14
Cso Battaglione Aosta,13 Piano 3 (18/07/03).....	B15
Cso Battaglione Aosta,13 Piano Terreno (18/07/03).....	B16
Via Mt. Emilius,15 Piano 5° ( 6-7-04).....	B17
Via Mt. Emilius,15 Piano 3° ( 8-7-2004).....	B18
Via Mt. Emilius,15 Piano Terreno (14/07/04) .....	B19
Via Mt. Emilius, 25 Piano 4° ( 8-7-04).....	B20
Viale Gr. S. Bernardo, 5 Piano 3° (15/06/04) .....	B21
Rotonda Ospedale (16/06/04) .....	B22
Viale della Pace, 46 Piano 5 (09/07/04).....	B23
Viale della Pace, 46 Piano 3 (05/07/04).....	B24
Viale della Pace, 46 Piano terreno (09/07/04) .....	B25
Vignoles (5/10/2004) .....	B26

## Av. Conseil des Commis, 5 - Piano 6 (5/06/03)

**Av. Conseil des Commis, 5 - Piano 6 (5/06/03)**

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.20	0.20
TV	trascurabile	trascurabile
Ponti	trascurabile	trascurabile
Telefonia	2.83	4.83
<b>Totale</b>	<b>2.84</b>	<b>4.83</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m
<b>3.08</b>

### Dettaglio telefonia

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	1.26	1.78
GSM	2.03	2.87
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.29	0.50
GSM	1.18	2.88
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.92	1.85
<b>Totale telefo.</b>	<b>2.83</b>	<b>4.83</b>

# Av. Conseil des Commis, 5 - Piano 4 (12/06/03)

## Av. Conseil des Commis, 5 - Piano 4 (12/06/03)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.19	0.19
TV	0.00	0.00
Ponti	0.00	0.00
Telefonia	1.11	1.62
<b>Totale</b>	<b>1.12</b>	<b>1.63</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m

0.96

### Dettaglio telefonia

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.21	0.30
GSM	1.06	1.49
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.05	0.08
GSM	0.12	0.30
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.22	0.45
<b>Totale telefo.</b>	<b>1.11</b>	<b>1.62</b>

## Av. Conseil Commis, 5 - Piano Terreno (13/06/03)

# Av. Conseil Commis, 5 - Piano Terreno (13/06/03)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.04	0.04
TV	0.00	0.00
Ponti	0.00	0.00
Telefonia	0.17	0.32
<b>Totale</b>	<b>0.18</b>	<b>0.32</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m

0.36

### Dettaglio telefonia

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.04	0.06
GSM	0.09	0.13
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.02	0.03
GSM	0.05	0.11
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.13	0.26
<b>Totale telefo.</b>	<b>0.17</b>	<b>0.32</b>

# P.zza Narbonne, 16 - Piano 7 f.t. (6/09/04)

## P.zza Narbonne, 16 - Piano 7 f.t. (6/09/04)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.14	0.14
TV	trascurabile	trascurabile
Ponti	trascurabile	trascurabile
Telefonia (GSM + DCS)	2.47	4.46
Telefonia (UMTS)	0.27	0.62
<b>Totale</b>	<b>2.49</b>	<b>4.50</b>

<b>Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m</b> <b>2.56</b>
-----------------------------------------------------------------------

### Dettaglio telefonia

Campo elettrico [V/m]		
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	1.85	3.70
GSM	1.57	2.23
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.27	0.65
GSM	0.31	0.81
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.16	0.35
<b>Totale Telefo.</b>	<b>2.47</b>	<b>4.46</b>
<b>UMTS</b>		
	Contributi misurati	Condizioni massimo traffico
<b>Gestore 1</b>	0.13	0.30
<b>Gestore 2</b>	0.07	0.16
<b>Gestore 3</b>	0.22	0.50
	<b>0.26</b>	<b>0.61</b>

## Via Porte Pretoriane,4 (Lato p.zza Narbonne) - P. 5 (29/05/03)

Via Porte Pretoriane,4 (Lato p.zza Narbonne) - P. 5  
(29/05/03)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.27	0.27
TV	Trascurabile	Trascurabile
Ponti	Trascurabile	Trascurabile
Telefonia	0.43	0.78
<b>Totale</b>	<b>0.50</b>	<b>0.82</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m

0.7

## Dettaglio telefonia

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.09	0.13
GSM	0.29	0.41
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.09	0.15
GSM	0.21	0.50
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.19	0.38
<b>Totale telef.</b>	<b>0.43</b>	<b>0.78</b>

## Via Porte Pretoriane,4 (Lato p.zza Narbonne) - P. 3 (18/09/03)

Via Porte Pretoriane,4 (Lato p.zza Narbonne) - P. 3  
(18/09/03)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.39	0.39
TV	0.16	0.16
Ponti	Trascurabile	Trascurabile
Telefonia	0.73	1.27
<b>Totale</b>	<b>0.84</b>	<b>1.33</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m

0.87

## Dettaglio telefonia

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.17	0.25
GSM	0.61	0.86
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.04	0.07
GSM	0.37	0.90
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.01	0.02
<b>Totale telef.</b>	<b>0.73</b>	<b>1.27</b>



Via Porte Pretoriane,4 (Lato p.zza Narbonne) - P.T. (16/07/03)

**Via Porte Pretoriane,4 (Lato p.zza Narbonne) - P.T.  
(16/07/03)**

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.03	0.03
TV	Trascurabile	Trascurabile
Ponti	Trascurabile	Trascurabile
Telefonia	0.95	1.56
<b>Totale</b>	<b>0.95</b>	<b>1.56</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m

0.85

**Dettaglio telefonia**

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.13	0.18
GSM	0.79	1.12
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.29	0.51
GSM	0.37	0.91
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.17	0.24
<b>Totale telef.</b>	<b>0.95</b>	<b>1.56</b>

**Piazza Roncas Piano 2 (16/05/03)****Piazza Roncas Piano 2 (16/05/03)**

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.13	0.13
TV	trascurabile	trascurabile
Ponti	0.77	0.77
Telefonia	trascurabile	trascurabile
<b>Totale</b>	<b>0.78</b>	<b>0.78</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m
0.97

Il dettaglio non è disponibile perché i segnali erano troppo deboli per essere elaborati

## Piazza Roncas Piano Terreno (24/06/03)

**Piazza Roncas Piano Terreno (24/06/03)**

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.20	0.20
TV	Trascurabile	Trascurabile
Ponti	0.56	0.56
Telefonia	0.03	0.05
<b>Totale</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>

**Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m**

**0.52**

### Dettaglio telefonia

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.01	0.02
GSM	0.02	0.02
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.01	0.02
GSM	0.01	0.02
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.01	0.01
GSM	0.02	0.04
<b>Totale telef.</b>	<b>0.03</b>	<b>0.05</b>

## Via Chambéry, 89 Piano 6 (9/07/03)

Via Chambéry, 89 Piano 6 (9/07/03)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.13	0.13
TV	trascurabile	trascurabile
Ponti	trascurabile	trascurabile
Telefonia	0.64	1.08
<b>Totale</b>	<b>0.65</b>	<b>1.09</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m

0.77

## Dettaglio telefonia

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.190	0.33
GSM	0.302	0.43
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.400	0.69
GSM	0.200	0.49
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.168	0.24
GSM	0.221	0.31

Totale telef.

0.64

1.08

## Via Chambéry, 89 Piano 4° (9/07/03)

Via Chambéry, 89 Piano 4° (9/07/03)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.21	0.21
TV	trascurabile	trascurabile
Ponti	trascurabile	trascurabile
Telefonia	0.52	0.93
<b>Totale</b>	<b>0.56</b>	<b>0.95</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m

0.87

## Dettaglio telefonia

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.08	0.15
GSM	0.24	0.34
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.35	0.61
GSM	0.22	0.55
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.11	0.15
GSM	0.13	0.19
<b>Totale telef.</b>	<b>0.52</b>	<b>0.93</b>

## Via Chambéry, 89 Piano Terreno (10/07/03)

Via Chambéry, 89 Piano Terreno (10/07/03)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.11	0.11
TV	trascurabile	trascurabile
Ponti	trascurabile	trascurabile
Telefonia	0.65	1.22
<b>Totale</b>	<b>0.66</b>	<b>1.22</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m

0.91

## Dettaglio telefonia

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.06	0.08
GSM	0.33	0.47
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.39	0.68
GSM	0.35	0.85
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.08	0.11
GSM	0.19	0.27
<b>Totale telef.</b>	<b>0.65</b>	<b>1.22</b>

## Cso Battaglione,13 Piano 6 (16/09/03)

Cso Battaglione Aosta,13 Piano 6 (16/09/03)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.39	
TV	trascurabile	
Ponti	trascurabile	
Telefonia	2.01	4.76
<b>Totale</b>	<b>2.05</b>	<b>4.76</b>

<b>Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m</b>
<b>4.38</b>

Dettaglio telefonia		
	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.09	0.13
GSM	0.19	0.27
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.66	1.15
GSM	1.88	4.59
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.22	0.31
GSM	0.08	0.12
<b>Totale telef.</b>	<b>2.01</b>	<b>4.76</b>

**Cso Battaglione Aosta,13 Piano 3 (18/07/03)****Cso Battaglione Aosta,13 Piano 3 (18/07/03)**

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.30	0.30
TV	trascurabile	trascurabile
Ponti	trascurabile	trascurabile
Telefonia	0.65	1.39
<b>Totale</b>	<b>0.71</b>	<b>1.42</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m

0.5

**Dettaglio telefonia**

	Campo elettrico [V/m]	
	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.05	0.08
GSM	0.09	0.12
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.42	0.72
GSM	0.48	1.17
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.05	0.07
GSM	0.05	0.07
<b>Totale telef.</b>	<b>0.65</b>	<b>1.39</b>



## Cso Battaglione Aosta,13 Piano Terreno (18/07/03)

**Cso Battaglione Aosta,13 Piano Terreno (18/07/03)**

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.06	0.06
TV	trascurabile	trascurabile
Ponti	trascurabile	trascurabile
Telefonia	0.18	0.40
<b>Totale</b>	<b>0.19</b>	<b>0.40</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m
0.15

Dettaglio telefonia		
	Campo elettrico [V/m]	
	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.01	0.02
GSM	0.04	0.06
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.11	0.19
GSM	0.14	0.34
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.01	0.01
GSM	0.01	0.02
<b>Totale telef.</b>	<b>0.18</b>	<b>0.40</b>

## Via Mt. Emilius,15 Piano 5° ( 6-7-04)

## Via Mt. Emilius,15 Piano 5° ( 6-7-04)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.19	0.19
TV	0.20	0.20
Ponti	0.01	0.01
Telefonia (GSM + DCS)	0.89	2.08
Telefonia (UMTS)	0.74	1.70
<b>Totale</b>	<b>1.19</b>	<b>2.70</b>
	Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m	
	1.66	
	<b>Campo elettrico [V/m]</b>	
	<b>Contributi misurati</b>	<b>Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7</b>
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.08	0.16
GSM	0.57	0.81
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.00	0.00
<b>Gestore 3</b>		
GSM	0.67	1.91
<b>Totale telef.</b>	<b>0.89</b>	<b>2.08</b>
	<b>Campo elettrico [V/m]</b>	
<b>UMTS</b>	<b>Contributi misurati</b>	<b>Condizioni massimo traffico</b>
<b>Gestore 1</b>	0.40	0.91
<b>Gestore 2</b>	0.02	0.04
<b>Gestore 3</b>	0.62	1.43
	<b>0.74</b>	<b>1.70</b>

## Via Mt. Emilius, 15 Piano 3° ( 8-7-2004)

## Via Mt. Emilius, 15 Piano 3° ( 8-7-2004)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.32	0.32
TV	0.16	0.16
Ponti	0.01	0.01
Telefonia (GSM + DCS)	0.37	0.73
Telefonia (UMTS)	0.10	0.23
<b>Totale</b>	<b>0.52</b>	<b>0.85</b>
	<b>Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m</b>	
	0.41	
<b>Dettaglio telefonia</b>		
	<b>Campo elettrico [V/m]</b>	
	<b>Contributi misurati</b>	<b>Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7</b>
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.13	0.26
GSM	0.28	0.40
<b>Gestore 2</b>		
DCS		
<b>Gestore 3</b>		
GSM	0.20	0.55
<b>Totale Telef.</b>	<b>0.37</b>	<b>0.73</b>
	<b>Campo elettrico [V/m]</b>	
<b>UMTS</b>	<b>Contributi misurati</b>	<b>Condizioni massimo traffico</b>
<b>Gestore 1</b>	0.04	0.10
<b>Gestore 2</b>	0.01	0.02
<b>Gestore 3</b>	0.09	0.21
	<b>0.10</b>	<b>0.23</b>

## Via Mt. Emilius,15 Piano Terreno (14/07/04)

## Via Mt. Emilius,15 Piano Terreno (14/07/04)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.17	0.17
TV	0.08	0.08
Ponti	0.01	0.01
Telefonia (GSM + DCS)	0.40	0.84
Telefonia (UMTS)	0.09	0.21
<b>Totale</b>	<b>0.45</b>	<b>0.89</b>
	<b>Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m</b>	
	0.47	
<b>Dettaglio telefonia</b>		
	<b>Campo elettrico [V/m]</b>	
	<b>Contributi misurati</b>	<b>Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7</b>
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.14	0.28
GSM	0.28	0.40
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.00	0.00
<b>Gestore 3</b>		
GSM	0.24	0.69
<b>Totale telef.</b>	<b>0.40</b>	<b>0.84</b>
<b>UMTS</b>	<b>Campo elettrico [V/m]</b>	
	<b>Contributi misurati</b>	<b>Condizioni massimo traffico</b>
<b>Gestore 1</b>	0.05	0.12
<b>Gestore 2</b>	0.00	0.00
<b>Gestore 3</b>	0.07	0.17
	<b>0.09</b>	<b>0.21</b>

## Via Mt. Emilius, 25 Piano 4° ( 8-7-04)

## Via Mt. Emilius, 25 Piano 4° ( 8-7-04)

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.29	0.29
TV		
Ponti		
Telefonia (GSM + DCS)	0.57	1.04
Telefonia (UMTS)	0.21	0.48
<b>Totale</b>	<b>0.67</b>	<b>1.18</b>
	<b>Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m</b>	
	0.66	

## Dettaglio telefonia

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.04	0.08
GSM	0.49	0.70
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.00	0.00
<b>Gestore 3</b>		
GSM	0.27	0.77
<b>Totale telef.</b>	<b>0.57</b>	<b>1.04</b>

UMTS	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Condizioni massimo traffico
<b>Gestore 1</b>	0.13	0.29
<b>Gestore 2</b>	0.01	0.03
<b>Gestore 3</b>	0.17	0.38
	<b>0.21</b>	<b>0.48</b>

**Viale Gr. S. Bernardo, 5 Piano 3° (15/06/04)**
**Viale Gr. S. Bernardo, 5 Piano 3° (15/06/04)**

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.26	0.26
TV	0.18	0.18
Ponti		
Telefonia (GSM + DCS)	0.29	0.61
Telefonia (UMTS)	0.27	0.62
<b>Totale</b>	<b>0.50</b>	<b>0.93</b>
	<b>Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m</b>	<b>0.54</b>

**Dettaglio telefonia**

Campo elettrico [V/m]		
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
DCS	0.14	0.28
GSM	0.17	0.25
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.14	0.40
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.02	0.05
GSM	0.08	0.23
TACS	0.06	0.15
Totale Telef.	<b>0.29</b>	<b>0.61</b>
<b>UMTS</b>	<b>Campo elettrico [V/m]</b>	
	<b>Contributi misurati</b>	<b>Condizioni massimo traffico</b>
<b>Gestore 1</b>	0.07	0.16
<b>Gestore 2</b>	0.26	0.60
<b>Gestore 3</b>	0.02	0.05
	<b>0.27</b>	<b>0.62</b>

**Rotonda Ospedale (16/06/04)****Rotonda Ospedale (16/06/04)**

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.21	
TV	0.11	
Ponti		
Telefonia (GSM + DCS)	0.20	0.40
Telefonia (UMTS)	0.13	0.29
<b>Totale</b>	<b>0.33</b>	<b>0.50</b>

Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m
<b>0.34</b>

UMTS	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Condizioni massimo traffico
Gestore 1	0.03	0.06
Gestore 2	0.12	0.28
Gestore 3	0.01	0.03
	<b>0.13</b>	<b>0.29</b>

**Viale della Pace, 46 Piano 5 (09/07/04)**
**Viale della Pace, 46 Piano 5 (09/07/04)**

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.25	0.25
TV	0.15	0.15
Ponti	0.00	0.00
Telefonia (GSM + DCS)	0.54	1.37
Telefonia (UMTS)	0.30	0.68
<b>Totale</b>	<b>0.68</b>	<b>1.56</b>
	Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m	
	0.6	

**Dettaglio telefonia**

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida ANPA
<b>Gestore 1</b>		
GSM	0.00	0.00
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.26	0.46
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.13	0.30
GSM	0.42	1.20
TACS	0.17	0.38
<b>Totale telef.</b>	<b>0.54</b>	<b>1.37</b>

UMTS	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Condizioni massimo traffico
<b>Gestore 1</b>	0.07	0.17
<b>Gestore 2</b>	0.21	0.49
<b>Gestore 3</b>	0.19	0.45
	<b>0.30</b>	<b>0.68</b>



**Viale della Pace, 46 Piano 3 (05/07/04)**
**Viale della Pace, 46 Piano 3 (05/07/04)**

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.22	0.22
TV	0.15	0.15
Ponti		
Telefonia (GSM + DCS)	0.35	1.00
Telefonia (UMTS)	0.06	0.14
<b>Totale</b>	<b>0.44</b>	<b>1.05</b>
	Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m	
	0.44	

**Dettaglio telefonia**

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida ANPA, cioè moltiplicati per rad(num. portanti)
<b>Gestore 1</b>		
GSM	0.00	0.00
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.07	0.13
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.03	0.07
GSM	0.34	0.96
TACS	0.10	0.24
<b>Totale telef.</b>	<b>0.35</b>	<b>1.00</b>
<b>UMTS</b>	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Condizioni massimo traffico
<b>Gestore 1</b>	0.05	0.11
<b>Gestore 2</b>	0.03	0.07
<b>Gestore 3</b>	0.01	0.02
	<b>0.06</b>	<b>0.14</b>

**Viale della Pace, 46 Piano terreno (09/07/04)**
**Viale della Pace, 46 Piano terreno (09/07/04)**

Sorgente	valore campo in V/m con una sola portante telefonica	valore campo in V/m con massimo traffico telefonico
FM	0.12	0.12
TV	0.05	0.05
Ponti		
Telefonia (GSM + DCS)	0.22	0.50
Telefonia (UMTS)	0.06	0.13
<b>Totale</b>	<b>0.26</b>	<b>0.54</b>
	Misure istantanee a banda larga: campo E in V/m	
	0.15	

**Dettaglio telefonia**

	Campo elettrico [V/m]	
	Contributi misurati	Valori estrapolati secondo guida CEI 211-7
<b>Gestore 1</b>		
GSM	0.00	0.00
<b>Gestore 2</b>		
DCS	0.12	0.21
<b>Gestore 3</b>		
DCS	0.07	0.15
GSM	0.10	0.30
TACS	0.14	0.32
<b>Totale telef.</b>	<b>0.22</b>	<b>0.50</b>
	Campo elettrico [V/m]	
<b>UMTS</b>	Contributi misurati	Condizioni massimo traffico
<b>Gestore 1</b>	0.04	0.09
<b>Gestore 2</b>	0.02	0.04
<b>Gestore 3</b>	0.04	0.10
	<b>0.06</b>	<b>0.13</b>



## **Allegato C – Mappe tematiche del territorio del comune di Aosta**

Si allegano 5 mappe tematiche del territorio del comune di Aosta sulle quali sono riportate le seguenti informazioni:

- Mappa 1 - Le sorgenti:** sono indicate le collocazioni delle sorgenti di onde elettromagnetiche, la tipologia (ponti radio o SRB per telefonia), e le classi di potenza utilizzate.
- Mappa 2 - Punti di misura in banda larga:** è indicata la posizione dei punti in cui sono state eseguite misure in banda larga, singole o ripetute.
- Mappa 3 - Monitoraggio in continuo e misure in banda stretta:** sono indicati i punti del territorio in cui sono state collocate le centraline per il monitoraggio prolungato e i punti in cui sono state eseguite le misure in banda stretta. Per le misure prolungate sono riportati anche il valore massimo e medio del campo elettrico rilevati e, per i rilievi in banda stretta, il valore misurato estrapolato in condizioni di traffico telefonico massimo.
- Mappa 4 - Livelli di campo elettrico al suolo:** sono riportati con una scala cromatica graduata i valori di campo elettrico misurati al suolo.
- Mappa 5 - Livelli di campo elettrico al suolo e densità di residenti:** ai dati della mappa 4 sono sovrapposti i valori di densità di residenti.