

Progetto Riduzione Inquinamento Elettromagnetico (RIE) Comune di Sigillo

Rapporto Tecnico

Novembre 2006



Indice

| | |
|--|----|
| INTRODUZIONE | 2 |
| 1. ANALISI DELLE RICHIESTE NON APPROVATE | 7 |
| Introduzione | 7 |
| 1.1 Il campo sportivo | 7 |
| 1.2 La zona Nord-Est | 14 |
| 2. ANALISI DELLE NUOVE RICHIESTE | 26 |
| Introduzione | 26 |
| 2.1 La zona Sud | 26 |
| 2.2 L'impianto di depurazione | 32 |
| 3. PROPOSTA DI COSITO PER VODAFONE E WIND | 39 |
| Introduzione | 39 |
| 3.1 Il cosito all'impianto di depurazione | 39 |
| 3.2 Indagine di copertura del segnale per VODAFONE | 46 |
| 4. RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI MISURE | 50 |
| Introduzione | 50 |
| 4.1 Punto di misura in Via delle Conce | 51 |
| 4.2 Punto di misura in Via Mazzini | 54 |
| 5. CONCLUSIONI | 57 |
| 6. Bibliografia | 59 |

Gruppo di Lavoro

| Redazione | Contributi e Coordinamento | Versione | Visto |
|---|----------------------------|----------|--|
| ing. Maila Strappini dott.sa Ilaria Toni stag. Eleonora Bartoccioni | dott.sa Monica Angelucci | Rev. 1 | dott. Giancarlo Marchetti dott. Alberto Micheli |

INTRODUZIONE

Arpa Umbria in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Elettronica e dell'Informazione (DIEI) dell'Università di Perugia ha avviato da alcuni anni il progetto RIE (Riduzione Inquinamento Elettromagnetico) finalizzato al controllo e alla minimizzazione dei livelli di campo elettromagnetico (EM) emesso dalle stazioni radio base (SRB) appartenenti alla rete di telefonia mobile.

Il Progetto RIE è già stato sperimentato con successo in alcuni comuni umbri ed è sempre in crescita il numero di nuove richieste di adesione effettuate da altri; infatti in seguito all'approvazione della Legge Regionale n. 9/2002 i comuni si trovano a dover affrontare la definizione dei propri atti di regolamentazione alle installazioni per la telefonia mobile.

Arpa Umbria mediante tale studio, tenendo conto della salvaguardia della popolazione e delle esigenze di copertura d'area dei gestori, è in grado di fornire il necessario supporto tecnico durante tutte le fasi di discussione del piano di rete comunale. Il progetto viene attuato mediante misure di campo EM volte all'analisi delle emissioni attualmente esistenti, per mezzo di calcoli predittivi volti alla verifica delle emissioni prodotte dai siti di futura installazione facendo in questo ambito da elemento mediatore con i gestori, e infine supportando l'Amministrazione con attività di divulgazione alla popolazione dei risultati ottenuti da tutte le indagini effettuate e mettendo a disposizione la propria professionalità per rendere meglio comprensibile la materia delle radiazioni non ionizzanti (NIR).

Comunemente vengono considerate radiazioni non ionizzanti i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici prodotti da sistemi che lavorano a frequenze fra 0 e 300 GHz, distinguendo tra radiazioni a bassa frequenza nell'intervallo tra 0 e 100 kHz e ad alta frequenza, tra 100 kHz e 300 GHz.

I sistemi di telefonia cellulare lavorano alle alte frequenze, in particolare il sistema di telefonia GSM lavora attorno alla frequenza di 900 MHz, ed è ad oggi lo standard di telefonia radiomobile più utilizzato nel mondo. La differenza principale con standard precedenti, utilizzati nel campo della telefonia, sta nel fatto che il canale di identificazione e quello di conversazione sono digitali, questo permette una maggior immunità dalle interferenze e la possibilità di utilizzare trasmettitori a bassa potenza con conseguente riduzione dell'inquinamento elettromagnetico.

Il sistema DCS è molto simile allo standard GSM, differendo da esso per la frequenza di lavoro (1800 MHz), mentre il sistema UMTS è l'evoluzione dello standard GSM, rispetto ad esso supporta applicazioni più evolute, come la videoconferenza e la trasmissione di dati a pacchetto, lavora attorno alla frequenza di 2100 MHz.

I trasmettitori utilizzati per ciascuno di questi tre standard di telefonia cellulare sono antenne direttive, ovvero non sono in grado di irradiare la stessa potenza in tutte le direzioni dello spazio. E'

necessario perciò installare più trasmettitori dello stesso tipo in una stessa SRB, montandoli in modo tale che il loro orientamento sia differente, così da garantire la copertura su tutta la zona interessata. Ogni antenna è quindi caratterizzata da un proprio *diagramma di radiazione*, che descrive l'intensità di potenza che viene irradiata nelle varie direzioni dall'antenna in esame. Questo diagramma di radiazione ha un andamento tridimensionale, solitamente però risulta più agevole per le valutazioni considerare diagrammi di sezioni orizzontali e verticali.

Nella trattazione verrà valutata la sola componente elettrica del campo EM in quanto la metodologia di stima prevede di effettuare le valutazioni in condizioni geometriche definite regione di campo lontano, dove campo elettrico e magnetico sono legati proporzionalmente.

Inoltre le analisi di campo elettrico effettuate sono di tipo “worste case”, ovvero considerano il caso peggiore di composizione del campo elettrico supponendo il sistema alla potenza massima generato da tutti i trasmettitori presenti.

Nelle stime della componente elettrica (campo elettrico) del campo elettromagnetico si è utilizzato un software commerciale, questo prodotto rappresenta un ambiente interattivo destinato all'analisi e alla verifica dei:

- ✚ campi radioelettrici generati da trasmettitori; gestibili mediante sia collegamenti punto-punto e punto-multipunto che coperture di aree in diffusione;

- ✚ campi magnetici a bassa frequenza generati dalle linee di distribuzione elettrica.

In entrambi i casi è eseguita la valutazione del livello di intensità di campo prodotto, in relazione al suo impatto ambientale.

Per ottenere le prestazioni descritte, il software si serve di un data base misto, grafico e alfanumerico; è inoltre in grado di gestire informazioni aventi sia formato vettoriale (cioè composte da vertici di coordinate note, connessi attraverso un grafo di segmenti, o meglio archi di geodetica) che matriciale (cioè composte da un insieme di valori, ad esempio di quota, disposti in forma di matrice rettangolare).

Tutte le informazioni che costituiscono il modello territoriale sono riferite al reale e quindi intrinsecamente tridimensionali, questo implica che le metriche non si riferiscono ad un ambiente piano (proiettato) e quindi ad esempio la minima distanza tra due punti non è costituita da un segmento di linea retta ma da un arco di geodetica.


La metodologia di calcolo usata è la medesima per tutti i gestori e per tutti gli impianti. Il modello predittivo alla base delle stime è il Modello a Spazio Libero (FSL: Free Space Loss), questo presuppone la totale assenza di ostacoli tra il trasmettitore (TX) e il ricevitore (RX), pertanto non tiene conto della presenza di edifici ed altri ostacoli determinando delle sovrastime di campo elettrico che può risultare superiore a quelle effettivo.


Il modello predittivo utilizzato risponde a quanto indicato nelle norme CEI competenti; infatti nella norma CEI 211-10 titolata “Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispettare


i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici ad alta frequenza”, viene indicato il modello FSL come idoneo per le stime dei livelli di campo .

Le valutazioni, eseguite mediante software modellistico, sono poi graficate mediante diagrammi che rappresentano le isolinee della componente elettrica del campo elettromagnetico (CEM) sul piano orizzontale, verticale e spaziale sovrapposte alla cartografia digitale del territorio comunale preso in esame.

Per ogni SRB che si è considerata, vengono riportati i calcoli effettuati per la predizione dei campi elettromagnetici attraverso tre tipi di diagramma:

 **Diagramma orizzontale (sopra al modello):** Il calcolo viene effettuato su un piano a distanza in quota costante rispetto alla superficie descritta dai valori desunti dal modello orografico.

 **Diagramma verticale:** Il calcolo viene effettuato in un piano verticale nelle direzioni di puntamento delle antenne e di maggior presenza di edifici.

 **Diagramma Spaziale:** Il calcolo viene effettuato nel volume delimitato dall'area di interesse. La visualizzazione 3D rappresenta la superficie di involuppo relativa al valore di soglia specificato come limite del volume di rispetto.

Per l'applicazione del Progetto RIE al comune di Sigillo sono state accolte principalmente le richieste dello stesso comune in relazione alle problematiche presenti e al tempo stesso le specifiche esigenze dei diversi gestori per telefonia:

- **vincoli del comune di Sigillo:**
 - future installazioni per la telefonia mobile previste in siti di proprietà pubblica.
 - future installazioni previste in siti in cui la densità di abitanti sia la minore possibile.
- **sito proposto dal comune di Sigillo:**
 - il depuratore.
- **proposte avanzate dai gestori:**
 - il campo sportivo.
 - la zona Nord-Est.
 - la zona Sud.
 - il depuratore.

Al fine della verifica dello stato delle emissioni esistenti è stata effettuata una campagna di misure in prossimità di alcune abitazioni. Il campagna è stata eseguita in modo da avere la migliore rappresentazione possibile della situazione attuale, pertanto le misure sono state effettuate secondo le regole di buona tecnica, utilizzando la strumentazione a banda larga in continuo.

I punti di misura scelti sono stati presi a campione, in quanto sul territorio urbano di Sigillo non sono presenti SRB, quindi si è ritenuto che il campo elettromagnetico di fondo fosse uguale in tutta l'area.

Sono state quindi valutate le proposte di nuovi siti avanzate dai gestori negli ultimi anni, nessuna delle quali è stata ancora realizzata. In particolare sono state valutate le richieste di VODAFONE nella zona Nord-Est e nella zona Sud, e la richiesta di WIND presso il campo sportivo.

La fase successiva è stata di supporto nella pianificazione dei siti, si è tenuto conto pertanto delle problematiche del comune e delle esigenze e dei piani di rete presentati dai gestori.

La fase di progetto è stata attuata sulla base delle esigenze di copertura dei gestori che hanno mostrato interesse per l'installazione di trasmettitori nel comune di Sigillo; nello specifico è stata esaminata la richiesta di WIND per l'installazione di una SRB presso il depuratore, e si è valutata la possibilità di un cosito con VODAFONE, sempre nella zona del depuratore, poiché si è ritenuto il sito che meglio rispondesse alle esigenze dell'Amministrazione comunale.

Come già accennato, le valutazioni sono state effettuate calcolando il valore del campo EM considerando la sola attenuazione di spazio libero; poiché questo modello tende generalmente a sovrastimare il campo e pertanto si può ritenere che i risultati ottenuti sono cautelativi per quanto riguarda l'esposizione della popolazione.

Per ciascuna delle configurazioni le stime dei livelli di campo EM fanno riferimento a quanto stabilito dalla normativa vigente in materia; in particolare al DPCM 08 Luglio 2003, decreto applicativo della Legge n°36 del Febbraio 2001. Il Decreto fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli 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.

Il progetto verifica il rispetto dei *valori di attenzione e degli obiettivi di qualità* indicati nella normativa con particolare riferimento ai luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; tali valori di attenzione sono riportati nella seguente tabella.

| Tabella | Intensità di Campo Elettrico E (V/m) | Intensità di campo magnetico H (A/m) | Densità di potenza D (W/m²) |
|-----------------------|---|---|---|
| 0.1 MHz < f < 300 GHz | 6 | 0.016 | 0.10(3 MHz-300 GHz) |

In ciascun caso sono stati realizzati dei diagrammi sia sul piano orizzontale a diverse altezze (fino a raggiungere l'altezza del centro elettrico di alcuni dei trasmettitori considerati) sia sul piano verticale (nelle direzioni di puntamento dei trasmettitori e nelle direzioni di maggior esposizione degli edifici); sono stati inoltre realizzati i diagrammi spaziali con volumi di rispetto a 3, 4, 5 e 6 V/m. Tutto ciò al fine di verificare il rispetto dei valori di attenzione e dei limiti di esposizione a campi elettromagnetici imposti dal DPCM 8 Luglio 2003.

Nel valutare la possibilità di un cosito dei gestori VODAFONE e WIND, si è scelto di effettuare una stima della copertura che avrebbe VODAFONE posizionando i trasmettitori nella zona del depuratore, anziché nella zona Sud come richiesto; non conoscendone però gli obiettivi sono state

5. CONCLUSIONI

Nell'ambito dell'applicazione del Progetto RIE al comune di Sigillo sono state effettuate sia stime previsionali dei campi elettromagnetici con modelli di radiopropagazione che misure dei valori di campo elettrico presenti nel territorio.

I risultati ottenuti con le stime predittive descritte nel Capitolo 1 effettuate considerando le Stazioni Radio Base nelle configurazioni proposte dai gestori analizzando sia le localizzazioni da loro proposte sia quanto indicato dell'Amministrazione comunale di Sigillo.

Per ciascuna delle configurazioni elettriche considerate sono stati realizzati dei diagrammi sui piani orizzontale e verticale; questi permettono non solo di stimare i livelli di campo elettrico prodotto dalla stazione radio base, ma anche di valutare come questi interessano le abitazioni presenti nelle loro vicinanze permettendo quindi di valutare l'esposizione della popolazione. Infatti, le valutazioni, ed i conseguenti diagrammi, sono stati realizzati con due finalità: verificare il rispetto dei limiti di esposizione e dei valori di attenzione imposti dal DPCM 08 Luglio 2003 e garantire che il progetto delle nuove SRB fosse soddisfacente per i gestori dal punto di vista tecnico e qualitativo del servizio.

Dagli studi effettuati risulta evidente che tutte le configurazioni proposte dai gestori rispettavano pienamente la normativa di riferimento. Infatti tramite i calcoli svolti si è messo in evidenza come la presenza di campo elettrico derivante dall'installazione di SRB nelle zone proposte dai gestori sarebbe stata minima, e comunque largamente inferiore ai limiti imposti dalla legge. Inoltre le analisi di campo elettrico effettuate sono di tipo "worste case", ovvero considerano il caso peggiore ovvero il caso di campo elettrico generato quando tutti i trasmettitori lavorano alla massima potenza, e utilizzano il modello di spazio libero, senza quindi considerare la attenuazione prodotta dalla presenza degli edifici. Perciò il campo elettrico risultante dalle valutazioni è generalmente sovrastimato rispetto a quanto si può aspettare nel caso reale.

Sono state comunque effettuate altre prove analizzando le richieste dei gestori presentate di recente. Queste richieste riguardano l'installazione di una SRB per VODAFONE nella zona Sud del comune di Sigillo, e per WIND presso il depuratore. Dalle valutazioni modellistiche, in entrambi i casi, i livelli di campo elettrico generato risultano estremamente bassi.

Contestualmente è stata effettuata una campagna di misura che ha interessato due abitazioni campione del Comune di Sigillo. La scelta di due soli punti è risultata sufficiente a descrivere la situazione nella sua completezza poiché sul territorio urbano di Sigillo non sono presenti sorgenti di campo elettromagnetico, perciò un maggior numero di valutazioni non avrebbe apportato maggiori informazioni.

Le misure sono state eseguite con strumentazione a banda larga in continuo. I monitoraggi in continuo sono stati effettuati per una durata di circa 20 giorni ciascuno. In tutti gli edifici sono

stati riscontrati valori efficaci medi inferiori alla soglia di rilevazione degli strumenti e pertanto molto inferiori ai limiti di esposizione, ai valori di attenzione e agli obiettivi di qualità espressi nel DPCM del 8 Luglio 2003.

Poiché per l'installazione di queste nuove SRB l'Amministrazione comunale ha individuato sul territorio un'area più idonea, rispetto a quanto proposto dai gestori, in quanto in zona scarsamente abitata e su terreno pubblico, si è analizzata questa ulteriore ipotesi considerando un cosito tra i due gestori nella zona del depuratore.

Per la realizzazione dell'impianto in questo sito, al fine di rispettare gli obiettivi di copertura del gestore, è stata fatta un'analisi che non prevede variazioni per i trasmettitori WIND che già aveva fatto richiesta per l'installazione in tale sito, l'analisi prevede invece per VODAFONE l'utilizzo della configurazione richiesta per il sito nella zona Sud, con la variazione degli orientamenti e dei tilt meccanici, al fine di coprire la stessa area.

Lo studio ha dato un esito positivo, è perciò possibile installare un cosito con la presenza dei trasmettitori di entrambi i gestori VODAFONE e WIND nella zona del depuratore, in quanto garantendo ai gestori interessati una copertura d'area efficiente il sito consente di minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici prodotti dagli impianti nell'ambiente.

6. Bibliografia

- [1] Clayton Paul: “Compatibilità elettromagnetica”, Hoepli.
- [2] Chang ed.: “RF and Microwave wireless systems”, John Wiley & Sons.
- [3] Collin RE: “Antennas and radiowave propagation”, Mc Graw Hill.
- [4] R. Tosti: “Studio e sperimentazione per lo sviluppo di un modello empirico di radiopropagazione per la telefonia mobile”.
- [5] www.arpa.umbria.it
- [6] www.narda-sts.de
- [7] www.fub.it
- [8] www.elettromagnetismo.it
- [9] www.elettra2000.it
- [10] www.fgm.it
- [11] www.apat.gov.it
- [12] mwl.die.uniroma1.it
- [13] it.wikipedia.org
- [14] www.who.int
- [15] www.rodema.it
- [16] www.gsmworld.it
- [17] Norma CEI 211-07: “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 100 kHz-300 GHz”.
- [18] Norma CEI 211-10: “Guida alla realizzazione di una SRB per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici in alta frequenza”.
- [19] Organizzazione Mondiale della Sanità: “Come stabilire un dialogo sui rischi dei campi elettromagnetici”, Edizione Italiana Elettra2000.
- [20] ARPA Umbria: “Campi elettromagnetici e ambiente”.
- [21] ARPA Umbria: “Onde in campo: per saperne di più sui campi elettromagnetici”.
- [22] WinEDT 5.0 Manual.
- [23] Legge n.36 del 22 febbraio 2002: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.
- [24] DPCM del 8 luglio 2003: “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”.