

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA



COMUNE DI ZOPPOLA

PIANO COMUNALE DI SETTORE PER LA LOCALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI TELEFONIA MOBILE AI SENSI DELLA L.R. 28/2004

Relazione illustrativa

PROGETTAZIONE:

Ing. Aldo Tosolini

SERTECO Spa

Via Tricesimo, 103/A

33100 UDINE

Udine, li **novembre 2006**

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento e' di proprietà esclusiva della Serteco Servizi Tecnici Coordinati Spa sul quale si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dalla Serteco Servizi Tecnici Coordinati Spa e su richiesta dovrà essere prontamente reinviato alla Serteco Servizi Tecnici Coordinati Spa Udine, Italia.

ALL RIGHTS RESERVED - This document is the exclusive property of Serteco Servizi Tecnici Coordinati Spa which reserves all rights thereto. Therefore this document may not be copied, reproduced, communicated or disclosed to others or used in any way, not even for experimental purposes, without written permission of Serteco Servizi Tecnici Coordinati Spa, and upon request it shall be promptly returned to Serteco Servizi Tecnici Coordinati Spa, Udine, Italy.

Relazione Illustrativa	Pag. 1/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

REV.	DATA	MOTIVO EMISSIONE	RED.	VER.	APP.
8					
7					
6					
5					
4					
3					
2					
1					
0	11/2006	Prima emissione	ML	EB	AT

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

contiene:

1. -	Premessa.....	4
2. -	La comunicazione mobile	4
3.	Le Analisi	19
4. -	Il progetto	22

1. - Premessa

La Legge Regionale n°28 del 6.12.2004 pone a carico dei Comuni l'obbligo di predisporre un piano di settore per la Telefonia Mobile (PSTM) con lo scopo di pianificare la localizzazione delle stazioni Radio Base (SRB) necessarie alla realizzazione di una rete di telefonia mobile in modo da ridurre l'impatto ambientale di tali infrastrutture e, nel contempo, di consentire ai gestori di tali reti (concessionari di un pubblico servizio) di coprire con le reti stesse l'intero territorio Comunale.

Il presente PSTR (Piano di settore per la Telefonia mobile) viene redatto ai sensi delle disposizioni contenute nella L.R. 28/2004 e del relativo regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 094/Pres. Del 19.04.2005.

Il PSTM definisce la localizzazione e le modalità di realizzazione degli impianti fissi per la Telefonia Mobile nell'ambito del territorio Comunale.

Qualora non risultasse possibile individuare localizzazioni precise, il piano detta i criteri attraverso i quali individuare localizzazioni possibili.

Il PSTM è piano comunale di settore ai sensi dell'art. 34 della L.R. 52/91 e segue le procedure di adozione, approvazione ed aggiornamento specificatamente previste dall'art. 4 della L.R. 28/04.

2. - La comunicazione mobile

2.1 - Introduzione

In questi anni si sta assistendo alla diffusione di massa della comunicazione mobile, cioè di un servizio che rende possibile il mantenimento della connessione tra due utenti di una rete di telecomunicazioni anche quando uno o entrambi sono in situazione di mobilità.

La globalizzazione e la flessibilità del mercato, con il conseguente aumento degli spostamenti locali, nazionali e internazionali degli operatori, ha prodotto come primo effetto l'accentuazione di questa esigenza che si è ormai posta anche agli utenti mobili di strumenti informatici e telematici.

I sistemi di telecomunicazioni, per soddisfare i bisogni espressi dalla domanda, devono pertanto consentire la copertura del servizio su un territorio il più ampio possibile e devono fornire un insieme di servizi avanzati simili a quelli offerti dalla rete fissa ISDN (Integrated Services Digital Network); non solo, essi devono anche garantire affidabilità e sicurezza, sia per quanto riguarda il problema dell'accesso al sistema, sia per quanto riguarda la riservatezza delle informazioni trasmesse via radio, adottando, ad esempio, sistemi di cifratura che mascherino i messaggi eventualmente intercettati.

Relazione Illustrativa	Pag. 4/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

Dal punto di vista dell'espletamento tecnico del servizio, un moderno sistema di comunicazione mobile deve essenzialmente:

- consentire la trasmissione di fonia e dati, con qualità analoga a quella della rete fissa;
- fornire servizi supplementari, analoghi a quelli messi a disposizione da reti fisse avanzate tipo ISDN;
- fornire un elevato grado di sicurezza e riservatezza; offrire una copertura capillare del territorio;
- consentire un elevato numero di chiamate contemporanee, sia nazionali che internazionali;
- utilizzare apparati di utente poco ingombranti e dai costi contenuti.

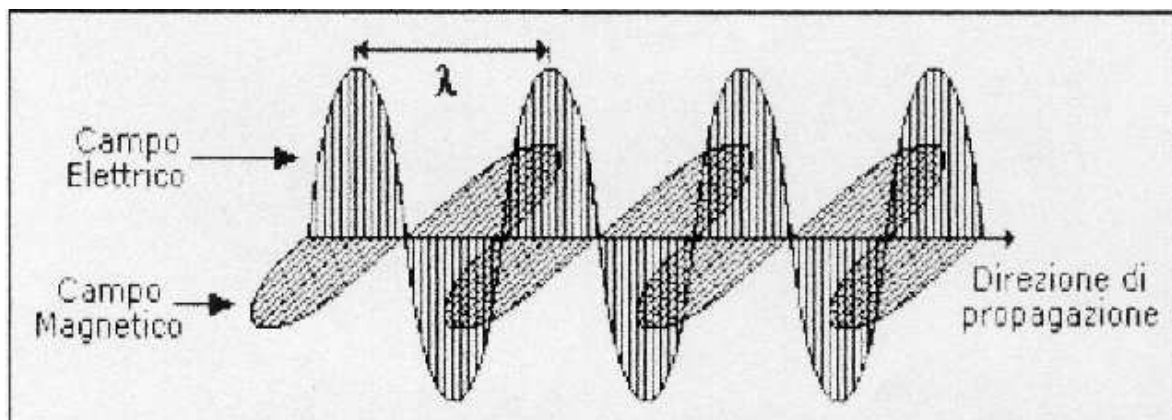
2.2 I CEM, la loro modalità di diffusione

Il campo elettromagnetico (CEM) è un fenomeno fisico nel quale coesistono assieme sia il campo elettrico (E) che il campo magnetico (H).

Quando un corpo in cui sono presenti cariche elettriche, posizionato in un punto qualsiasi di una regione dello spazio, è soggetto a forze di origine elettrica crea intorno a sé un campo elettrico misurabile V/M (volt/metro).

Il campo magnetico è generato da cariche elettriche in movimento e la sua unità di misura è A/M (ampere/metro). Esso si propaga mediante onde dette elettromagnetiche. Queste sono lo strumento più rapido ed efficiente per trasportare a distanza le informazioni.

Fig. A



Parole, suoni e immagini vengono trasmesse tramite onde alla velocità di 300.000 Km/sec.

Tali radiazioni si propagano anche nel vuoto. Caratteristica principale delle onde elettromagnetiche è la frequenza che corrisponde al numero di oscillazioni al secondo e

viene misurata in hertz (Hz). Si va da 0Hz, che caratterizza un campo magnetico statico (come quello generato dai cavi della batteria di un'automobile) ai 30 miliardi di Hz dei raggi gamma.

L'insieme di tutte le onde elettromagnetiche costituiscono lo spettro elettromagnetico che è diviso in due aree ben distinte: le onde non ionizzanti e le radiazioni ionizzanti.

Tutte le onde elettromagnetiche caratterizzate da una frequenza inferiore a 10 milioni di miliardi di Hz non possiedono energia sufficiente a modificare il numero delle cariche elettriche presenti negli atomi. Queste vengono chiamate non ionizzanti: A frequenze superiori, le onde diventano ionizzanti, cioè hanno energia sufficiente per modificare lo stato della materia che incontrano.

Sono ionizzanti i raggi cosmici, i raggi gamma, i raggi X e una parte dei raggi ultravioletti.

Sono non ionizzanti la luce visibile, l'infrarosso, le microonde, le onde radio (in cui rientra la telefonia cellulare), la corrente elettrica alternata presente nelle case che necessita di oscillazioni "lente" intorno ai 50 Hz (50 oscillazioni al secondo).

In generale le sorgenti di campi elettromagnetici si distinguono in due tipologie:

- a) a bassa frequenza che comprende elettrodotti, centrali elettriche, elettrodomestici, rete luce domestiche, macchine operatrici industriali.
- b) ad alta frequenza che riguardano le telecomunicazioni (radio, TV, telefonia cellulare).

La radio, la TV, la telefonia cellulare trasmettono informazioni senza il supporto di fili e utilizzano un sistema basato su un'antenna trasmittente e su antenne riceventi.

L'antenna trasmittente emette le onde elettromagnetiche e queste vengono captate a distanza da antenne riceventi. Più alta è la frequenza e più le onde elettromagnetiche tendono a propagarsi secondo linee rette.

Se onde ad alta frequenza incontrano un ostacolo di dimensioni elevate non proseguono il loro percorso, ma vengono in parte assorbite ed in parte riflesse. Pertanto le trasmissioni radio FM o per la Tv vengono usati "ponti radio" in cui l'apparato sorgente e ricevente devono "vedersi" per evitare una telecomunicazione scadente.

Per frequenze più basse la propagazione non è rettilinea, le onde possono scavalcare gli ostacoli e coprire un territorio molto ampio.

2.3 Cenni storici

E' utile a questo punto, per comprendere meglio le problematiche connesse alla comunicazione mobile, fornire alcuni cenni storici:

La comunicazione fra e con mezzi in movimento è sempre stata una esigenza

Relazione Illustrativa	Pag. 6/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

fondamentale sia in ambito militare che nei servizi pubblici: Inizialmente essa era limitata al settore marittimo però, già nel 1921, negli Stati Uniti, il Dipartimento di Polizia di Detroit condusse esperimenti con sistemi che consentivano la comunicazione (unidirezionale) con gli autoveicoli in dotazione.

Possiamo comunque far risalire la nascita vera e propria delle comunicazioni mobili con l'invenzione della modulazione FM (Frequency Modulation), avvenuta nel 1935 da parte di E. H. Armstrong.

Questa tecnica di trattamento del segnale elettrico consente di operare in modo accettabile anche in un ambiente disturbato.

I sistemi FM subirono un grande sviluppo durante la seconda guerra mondiale e risultò subito evidente il problema a cui si andava incontro: la disponibilità di un numero sufficiente di canali radio in funzione di una richiesta sempre maggiore di frequenze radio per soddisfare le necessità dei vari settori: militare, polizia, vigili del fuoco, servizi di trasporto pubblici e privati (ad esempio taxi).

Sul finire degli anni '40 furono introdotti i primi sistemi di telefonia mobile che consentivano ad un numero molto ristretto di persone di effettuare chiamate telefoniche da una automobile, durante spostamenti in ambito cittadino. Essi impiegavano un singolo trasmettitore (FM) che offriva la copertura radio dell'area da servire: La commutazione delle chiamate nella stazione radio avveniva manualmente.

In quel contesto risultò ancora più evidente il problema dell'occupazione delle risorse radio. Infatti, i canali radio FM usati per la telefonia mobile richiedevano una banda di 120 kHz per trasmettere un segnale telefonico, che ha una banda base di circa 4 kHz. Questi sistemi avevano pochi canali radio che risultavano perciò sovraccaricati compromettendo così la qualità del servizio.

Il passo successivo fu quindi quello di introdurre sistemi (di tipo "trunked") in cui tutti i canali sono disponibili a tutti gli utenti: la selezione del canale libero inizialmente era manuale e poi fu automatizzata.

La comunicazione mobile basa il suo funzionamento sul fenomeno naturale delle onde, grazie al quale è possibile trasmettere segnali senza fili su determinate frequenze.

Il telefonino è paragonabile a una radio rice-trasmittente; riceve ed invia segnali attraverso onde elettromagnetiche e si appoggia su antenne in quanto il segnale, per viaggiare bene, deve essere portato in alto in modo da superare eventuali barriere rappresentate da ostacoli artificiali esistenti o da elementi orografici.

Gli impianti di telefonia mobile si compongono di un sistema di antenne (stazioni radio base – SRB) volto a irradiare e a ricevere il segnale di risposta delle unità mobili (telefonini); si tratta di uno scambio biunivoco di informazioni a differenza di quello radio-televisivo che prevede un solo flusso dalla stazione emittente verso l'utente, considerato una semplice stazione di ascolto.

Relazione Illustrativa	Pag. 7/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

Le diverse tipologie di antenne utilizzate per la diffusione del segnale servono a soddisfare differenti esigenze di copertura da parte dell'impianto.

Le SRB hanno la funzione di emettere verso l'esterno, con la massima efficienza, l'energia elettromagnetica generata e amplificata da un trasmettitore; questa emissione avviene attraverso un'antenna trasmittente. Le antenne hanno la funzione di trasformare il segnale elettrico in energia elettromagnetica irradiata nello spazio libero (antenne trasmittenti) oppure effettuare la conversione inversa (antenne riceventi). La trasmissione può essere di tipo broadcasting oppure di tipo direttivo; nel primo caso l'antenna diffonde il segnale su aree abbastanza vaste per raggiungere il maggior numero di utenti possibile, mentre nel secondo le antenne costituiscono un ponte radio, cioè un collegamento tra due punti in vista.

2.4 Le risorse radio: propagazione del segnale ed interferenze

Le problematiche che si devono affrontare affinché un sistema radiomobile cellulare sia in grado di operare correttamente sono fondamentalmente le seguenti:

- disponibilità di risorse radio.
- Un sistema radiomobile deve avere delle risorse radio (frequenze) a disposizione, con le quali realizzare i collegamenti. Il problema fondamentale è che esse sono in numero limitato.
- Accesso multiplo alle risorse radio.
- Vi sono più utenti che devono accedere alle risorse radio, questo implica l'adozione di opportune tecniche per la loro assegnazione.
- Riutilizzo delle frequenze.
- Se si vuole realizzare un sistema in grado di servire un numero elevato di utenti e si hanno a disposizione (come nella realtà) un numero limitato di risorse radio è necessario riutilizzare più volte le stesse frequenze in luoghi diversi, adottando una strategia di copertura radioelettrica di tipo cellulare dell'area che si intende servire.
- Gestione della mobilità.

Un sistema radiomobile deve essere in grado di:

- a) localizzare le stazioni mobili accese, ma non in conversazione, affinché possano essere loro inoltrate le chiamate in arrivo; la possibilità che ha un utente radiomobile di spostarsi a piacimento entro l'area di copertura radioelettrica del sistema; pur restando sempre rintracciabile in quanto ne viene memorizzata la posizione, è indicata con il termine roaming;
- b) evitare l'interruzione di una conversazione in corso quando si abbiano spostamenti che implicano il passaggio da una cella ad un'altra cella. Questa problematica è nota

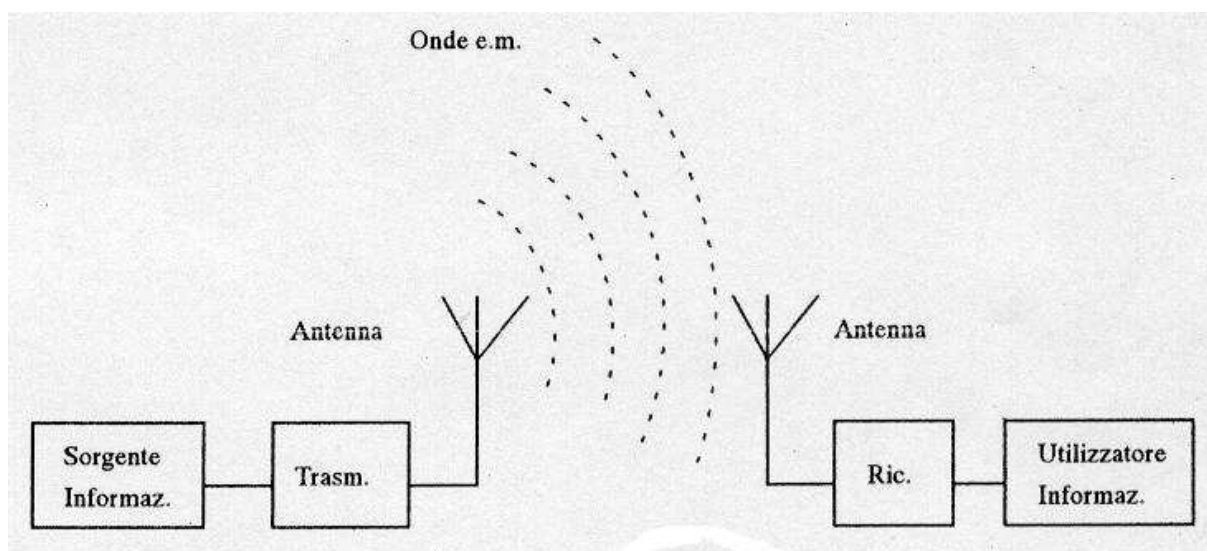
come handover (o handoff).

Nella fig.B è riportato lo schema elementare di un sistema di trasmissione via radio. Esso è composto da un trasmettitore collegato ad una antenna trasmittente e da un'antenna ricevente connessa ad un ricevitore.

Supponiamo dapprima che fra questi apparati sia interposto lo spazio libero.

Lo spazio libero è definito come una regione dello spazio in cui non vi sono né ostacoli né interferenze che influiscano sulla propagazione del segnale radio. Ovviamente lo spazio libero non esiste nelle vicinanze della terra.

Fig.B



L' antenna trasmittente ha il compito di convertire il segnale elettrico a radiofrequenza (modulato) fornito dal trasmettitore, in campi elettromagnetici che si propagano nello spazio alla velocità della luce e che sono comunemente noti come onde elettromagnetiche (e.m.).

L' antenna ricevente deve realizzare l'operazione inversa ossia convertire le onde e.m. in arrivo in un segnale elettrico, il quale viene fornito al ricevitore affinché esso possa estrarre il segnale informativo (ne effettui cioè la demodulazione) e lo fornisca all'utilizzatore.

In definitiva il segnale radio è costituito da onde e.m. aventi frequenza opportuna. Il tipo di antenna trasmittente e ricevente da utilizzarsi, le modalità di propagazione, le possibili interferenze dipendono dalla frequenza del segnale radio.

Se l'antenna trasmittente irradia uniformemente in tutte le direzioni (antenna isotropica), nello spazio libero l'energia irradiata si distribuisce su superfici sferiche sempre più grandi all'aumentare della distanza e quindi le onde e.m. si propagano, in una certa direzione, in

linea retta.

E' quindi intuitivo affermare che un'onda e.m. propagatesi nello spazio libero subisce una attenuazione, la quale non è però dovuta a dissipazione bensì al fatto che l'energia si distribuisce su superfici sferiche sempre più grandi, con conseguente diminuzione della densità di potenza.

2.5 I sistemi cellulari

Il punto di svolta nella gestione delle risorse radio si determinò con l'introduzione dei sistemi cellulari. La loro idea base non è nuova: fu concepita negli anni'40, sperimentata negli anni '60 e introdotta in sistemi commerciali negli anni '80.

I sistemi cellulari che realizzano le reti radiomobili (PLMN-Public Land Mobile Network) applicano la tecnica del riutilizzo delle frequenze che consiste essenzialmente in questo: una frequenza viene utilizzata più volte in luoghi diversi e sufficientemente lontani tra loro. Per ottenere questo risultato si suddivide il territorio in aree aventi dimensioni limitate, dette celle, ognuna delle quali è servita da una stazione radio base che trasmette su un certo numero di frequenze, operando però con potenza ridotta.

Durante gli spostamenti degli utenti può accadere che questi passino da una cella all'altra e quindi, per evitare la caduta della comunicazione, occorre fare in modo che l'apparato di utente si sintonizzi su una nuova frequenza, quella ricevuta meglio tra le frequenze utilizzate nella nuova cella.

Nei sistemi cellulari, all'aumentare del numero di celle e quindi al diminuire della loro dimensione, aumenta la capacità del sistema che è in grado così di servire più utenti, ma aumentano sia l'interferenza tra canali, che utilizzano le stesse frequenze (interferenza cocanale) sia il numero di handover che il sistema deve effettuare durante una conversazione; siccome la dimensione delle celle non può scendere al di sotto di certi valori si ripropone il problema del limitato numero di frequenze disponibili.

I sistemi cellulari introdotti nei primi anni '80 sono di tipo analogico (utilizzano la modulazione FM) ed hanno le seguenti limitazioni:

- assegnano una frequenza ad ogni utente che fa una richiesta di connessione (collegamento) e questa frequenza è impegnata per tutta la durata della conversazione (ciò viene indicato con l'acronimo SCPC: Single Channel Per Carrier);
- la capacità, in termini di utenti è limitata sia dal numero di frequenze disponibili sia dal limite che è imposto alle dimensioni delle celle dall'interferenza co-canale;
- la riservatezza della conversazione non è elevatissima poiché non si possono applicare direttamente procedure di crittografia (si possono utilizzare apparati ad hoc, detti scrambler, che però hanno costi non indifferenti);
- la sicurezza dell'accesso alla rete non è elevatissima, in quanto essa si basa

Relazione Illustrativa	Pag. 10/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

essenzialmente sul riconoscimento da parte della rete di un “numero di serie” che identifica l'apparato di un utente; è quindi possibile “clonare” un apparato di utente per far addebitare ad altri il costo delle proprie chiamate;

- non sono adatti per effettuare trasmissione dati.

Questi limiti sono stati superati, sul finire degli anni '80, dall'introduzione dei sistemi cellulari digitali, e tra questi il sistema GSM (Global System for Mobile communication), i quali:

- consentono di utilizzare una frequenza per servire più utenti, tramite l'utilizzo di tecniche TDM (Time Division Multiplexing);
- hanno una capacità maggiore sia per quanto sopra detto sia perché sono meno sensibili a rumore ed interferenze e quindi consentono di ridurre le dimensioni delle celle, aumentando così il numero di utenti che possono essere serviti contemporaneamente;
- hanno un elevato grado di riservatezza, in quanto le informazioni che viaggiano sulla tratta radio possono essere cifrate direttamente dall'apparato di utente;
- hanno un elevato grado di sicurezza, in quanto l'identità dell'apparato che chiede l'accesso alla rete può essere controllata tramite l'applicazione di un opportuno algoritmo e di una chiave di autenticazione segreta;
- sono adatti anche per effettuare trasmissione dati (il segnale vocale stesso viene digitalizzato e poi trasmesso).

2.6 Sistemi di trasmissione delle antenne

Ogni stazione radio base è normalmente configurata da un sistema di antenne direttive, orientate generalmente verso tre settori divaricati di 120°. Ogni settore a sua volta può avere una o più frequenze (o ponti radio), assegnate in modo da poter gestire più utenti. Il sistema Gsm classico assegna a ciascun utente durante la telefonata uno specifico time-slot, ossia ad ogni utente viene assegnato uno specifico intervallo di tempo all'interno di un canale. Il digitale GSM funziona nella gamma dei 900 MHz, mentre il più recente DCS, anch'esso GSM, copre le frequenze a 1800 MHz

Per rendere più flessibile la rete, si è sviluppato il sistema Gprs. Questa modalità consente di poter utilizzare la telefonia cellulare anche per trasmettere elevati volumi di dati, impiegando diversi time-slot in contemporanea. Il Gprs è un'evoluzione del sistema Gsm, consentendo l'utilizzo della telefonia cellulare anche per le elevate velocità di connessione.

Recentemente è stato attivato un sistema di terza generazione chiamato 3G o, comunemente UMTS. Questo sistema gestisce più telefonate in contemporanea sulle

Relazione Illustrativa	Pag. 11/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

medesime frequenze di trasmissione della cella, assegnando a ciascun utente un sub-codice particolare, tale per cui la stazione radio-base è in grado di riconoscerlo anche quando occupa la medesima frequenza nel medesimo istante di altri utenti connessi alla medesima stazione radio-base.

Il sistema Umts dovrebbe portare ad un minor livello le emissioni da parte dell'impianto, in quanto il medesimo verrebbe implementato con un minor numero di portanti. La novità del sistema consiste nel poter disporre di connessioni telefoniche in grado di supportare un flusso di dati teorico fino a 2Mbits al secondo, per poter usufruire del telefono cellulare per una connessione ad internet, per esempio, senza passare attraverso la rete cablata. Per assicurare elevate velocità, però, il numero degli utenti per ogni singola stazione non può essere elevato. Per disporre di numerose connessioni è necessario aumentare il numero delle Stazioni Radio Base.

2.7 La tecnica cellulare

In questo paragrafo esamineremo più in dettaglio la tecnica cellulare, adottata dalle reti radiomobili moderne, e la sua stretta correlazione con il problema delle interferenze co-canale e da canale adiacente.

In un sistema radiomobile vi sono, come già detto, le seguenti esigenze:

- assicurare una adeguata copertura radio del territorio, in modo tale che gli utenti possano chiamare (o essere chiamati) praticamente ovunque essi si trovino;
- servire un numero elevato di utenti, con tutti i vantaggi economici che ne derivano, a questo scopo devono essere disponibili in ogni area del territorio un numero sufficiente di canali radio, affinché sia possibile la comunicazione degli utenti che transitano in quell'area.

E' abbastanza evidente che, poiché le risorse radio sono limitate, gli organismi internazionali possono mettere a disposizione dei sistemi radiomobili solo una banda relativamente ristretta di frequenze. I canali radio disponibili sono così in numero molto limitato. Se con le poche risorse radio disponibili si vuole servire un numero elevato di utenti è indispensabile riutilizzare più volte le stesse frequenze in luoghi diversi. E' questa l'idea base dei sistemi cellulari la cui strategia di copertura radioelettrica viene descritta più dettagliatamente qui di seguito:

- si definisce la larghezza di banda di un canale radio (25kHz per i sistemi analogici europei, 200kHz per il sistema GSM); quindi si suddivide l'intera banda a disposizione in N canali radio aventi la banda richiesta e si definiscono le N frequenze portanti loro associate.
- Si suddividono gli N canali in G gruppi, ognuno dei quali contiene N/G canali.

- Si definisce una figura geometrica elementare, a cui idealmente corrisponde un'area del territorio avente la stessa forma, ripetendo la quale si possa coprire in modo uniforme l'intero territorio, in una sorta di tassellatura. Le figure geometriche adatte allo scopo sono essenzialmente il triangolo equilatero, il quadrato, l'esagono. Nei sistemi radiomobili si adotta l'esagono. Quindi se si rappresenta graficamente il territorio in cui si vuole garantire la copertura radio, esso appare costituito da tante celle aventi forma esagonale, ed è per questo motivo che il sistema viene definito cellulare. La dimensione di una cella viene usualmente fornita dandone la misura del raggio, R , che è pari ad un lato dell'esagono.
- Si assegna ad ogni cella un gruppo di canali radio. In ogni cella vi è perciò una stazione radio base che opera sulle frequenze del gruppo di canali assegnato. Se si volesse rappresentare graficamente la distribuzione dei gruppi di canali sul territorio, si potrebbe utilizzare un codice a colori (color code), associando un colore ad ogni gruppo di canali. Una cella può così venire caratterizzata dal colore relativo al gruppo di canali ad essa assegnato. Per questo motivo in un sistema cellulare, come il GSM, ad una stazione radio base può associare un identificativo noto come "Color Code" La configurazione di cella più semplice prevede l'installazione della stazione radio base al centro della cella stessa e l'utilizzo di una antenna omni-direzionale.
- Si definisce come Cluster l'insieme delle G celle adiacenti in cui si utilizzano tutti gli N canali radio.

La suddivisione omogenea del territorio riportata nella figura è puramente teorica.

Infatti la copertura radio ottenuta in pratica non è omogenea, ma è del tipo di quella riportata in figura C

Dal punto di vista radioelettrico, un'area è considerata coperta quando è garantito un campo e.m. medio maggiore od uguale ad un valore predefinito.

Inoltre è opportuno utilizzare celle aventi dimensione diverse in relazione all'intensità di traffico che si deve smaltire. Infatti, in generale, celle grandi danno bassa capacità di traffico, mentre celle piccole offrono elevata capacità di traffico.

Sono state così introdotte tecniche che consentono di aumentare la capacità di traffico o di diminuire i livelli di interferenza. Esse sono essenzialmente lo splitting, il sectoring, il tilting.

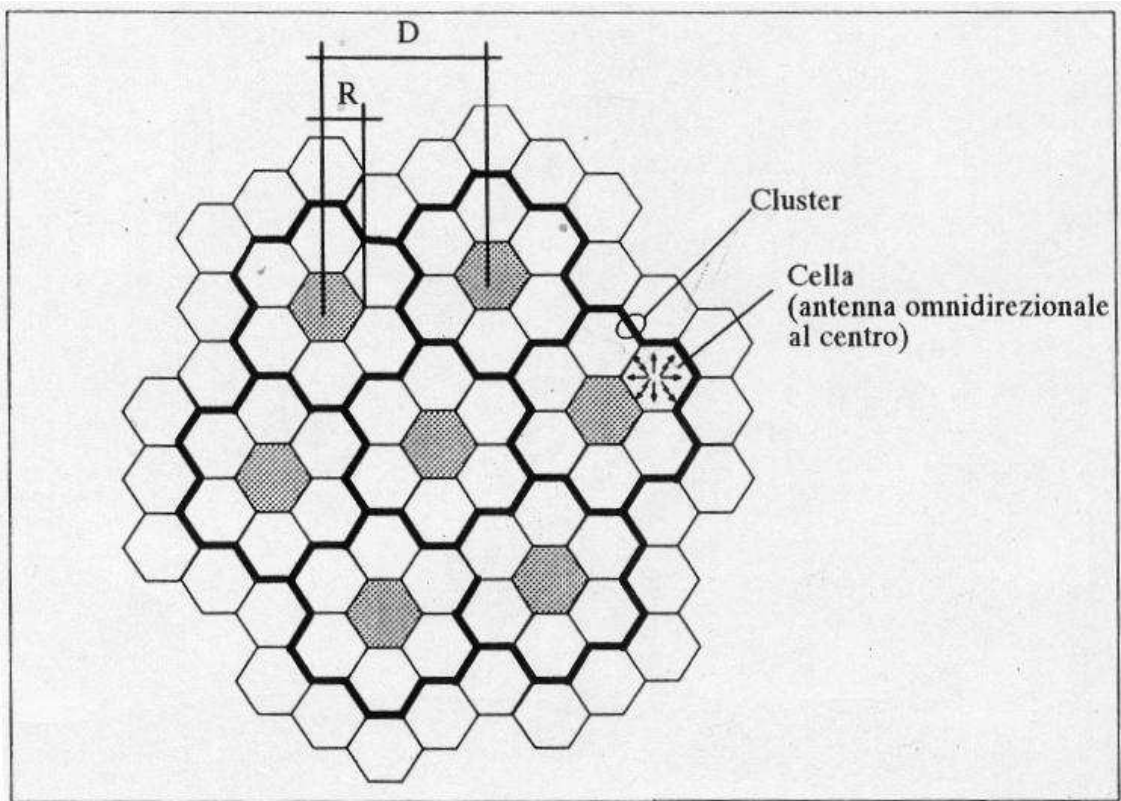
Splitting

Lo splitting è una tecnica che consiste nel suddividere una cella di dimensioni relativamente grandi in un certo numero di celle più piccole, facendo in modo che nell'area coperta dal sistema possano coesistere sia celle grandi che celle piccole e cercando di limitare il numero di stazioni radio base necessarie. In questo modo è possibile aumentare la capacità di traffico in aree densamente popolate, mantenendo

Relazione Illustrativa	Pag. 13/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

nel contempo la copertura radio con celle grandi nelle aree a bassa densità di traffico.

Fig. C



Sectoring

Se si continuano ad utilizzare antenne omnidirezionali, lo splitting richiede l'installazione di nuove stazioni radio base e questo causa un aumento dell'interferenza co-canale. Una alternativa è quella di suddividere una cella in un certo numero di settori, ognuno dei quali è servito da un differente gruppo di canali ed è illuminato da una antenna direttiva.

Ogni settore può così essere considerato come una nuova cella. L'utilizzo di antenne direttive riduce i livelli di interferenza. In questo modo uno stesso sito cellulare è in grado di servire più celle (settori). Una struttura tipica è quella del sito tri-cellulare, nota anche come clover, in cui si hanno:

- 3 celle (settori) per sito;
- ogni cella utilizza una antenna trasmittente e 2 antenne riceventi (diversità di spazio) direttive; ogni antenna ha direzione di puntamento separata di 120° rispetto alle antenne adiacenti.

Tilting

L'utilizzo di antenne direttive limita le interferenze in certe direzioni, ma le aumenta nella

Relazione Illustrativa	Pag. 14/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

direzione di massimo irraggiamento. Un metodo per ridurre le interferenze anche in questa direzione è quello di introdurre un tilt sulle antenne, cioè di inclinare verso il basso, di qualche grado, la direzione di puntamento.

2.8 La potenza di emissione delle antenne

Le antenne di una stazione base possono funzionare, a seconda della loro tipologia, con varie tipologie di frequenze (o bande):

- | | |
|-------------------|-------|
| a) 900 MHz | ETACS |
| b) 900 -1.800 MHz | GSM |
| c) 2.400 MHz | UMTS |

Poiché le frequenze usate sono molto,alte, mentre le potenze emesse dalle antenne sono piuttosto basse, ogni singola antenna trasmittente copre una zona di spazio assai piccola. *Il sistema della telefonia mobile funziona correttamente se la potenza emessa dalla stazione radio base è ridotta, In modo da riutilizzare la stessa frequenza (lo stesso canale) in celle non adiacenti.*

Maggiore è il numero di stazioni radio base minore è la potenza di emissione delle antenne; in tal modo è possibile mantenere basso il livello di campo nelle zone di territorio in cui si verifica la massima concentrazione di popolazione. Infatti l'energia del segnale decresce con il quadrato della distanza e quindi le antenne più sono lontane fra di loro e più devono essere potenti.

La rete di comunicazione mobile utilizza celle di dimensioni molto piccole; i trasmettitori necessitano di potenze molto ridotte: nelle reti GSM e UMTS si aggirano tra 1 e 40 Watt. Ad esempio, una stazione con tre trasmettitori opera con una potenza complessiva massima di 120 Watt (per fare un paragone basta pensare che le emittenti radio e televisive necessitano di una potenza che raggiunge i 500.000 Watt per coprire grandi aree).

La potenza emessa da una stazione base non raggiunge mai la potenza dichiarata in fase progettuale; la potenza massima di emissione viene pianificata per la copertura di brevi orari di punta.

La modalità con cui si diffonde il campo elettromagnetico che porta il "segnale" emesso dall'antenna copre un settore direzionale non molto ampio (come abbiamo già visto mediamente è un settore di 120°, per tale motivo su ogni impianto troviamo generalmente tre antenne divaricate di 120°); inoltre per effetto delle basse potenze di emissione, il campo si riduce molto rapidamente.

2.9 Gestione della mobilità degli utenti

Relazione Illustrativa	Pag. 15/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

Gli utenti di un sistema cellulare sono utenti mobili, nel senso che essi possono essere chiamati, chiamare, conversare anche durante i loro spostamenti. Il sistema deve ovviamente essere in grado di supportare tutto ciò.

Facendo riferimento al sistema GSM, le procedure che devono essere messe in atto per supportare la mobilità degli utenti sono essenzialmente quelle di: roaming; location updating; paging; handover.

Roaming

Con questo termine si intende la possibilità che viene offerta agli utenti, la cui stazione mobile sia accesa ed a riposo, di spostarsi su tutto il territorio servito dal sistema e di essere comunque sempre rintracciabili.

Il sistema deve così memorizzare in un database la posizione degli utenti ed aggiornare tale dato man mano che essi si spostano. A questo scopo il territorio servito viene suddiviso in un certo numero di Location Area, LA, (aree di localizzazione), ognuna delle quali ha un proprio identificativo (LAI) ed il sistema memorizza la posizione di un utente in termini di Location Area in cui egli si trova.

Location Updating

Con questo termine si intende la procedura con la quale avviene l'aggiornamento della localizzazione di un utente quando egli, spostandosi, passa da una Location Area ad un'altra. Per consentire questo, in ogni Location Area viene diffusa, su un canale di controllo, anche l'identità della Location Area stessa (LAI - Location Area Identity), la quale viene memorizzata dalla stazione mobile (fig. D).

Quando la stazione mobile riceve una LAI diversa da quella memorizzata invia un messaggio al sistema per attivare la procedura di Location Updating. Il sistema può così aggiornare la localizzazione dell'utente nei propri database.

Paging

E' la procedura attivata dal sistema per inviare il messaggio di paging con il quale il sistema avvisa che vi è una chiamata in arrivo (il telefonino squilla).

Il messaggio di paging non viene diffuso su tutto il territorio servito dal sistema, ma solo nella location area in cui è localizzato l'utente. Ciò è possibile in quanto l'identità della location area (LAI) interessata è memorizzata nei database del sistema.

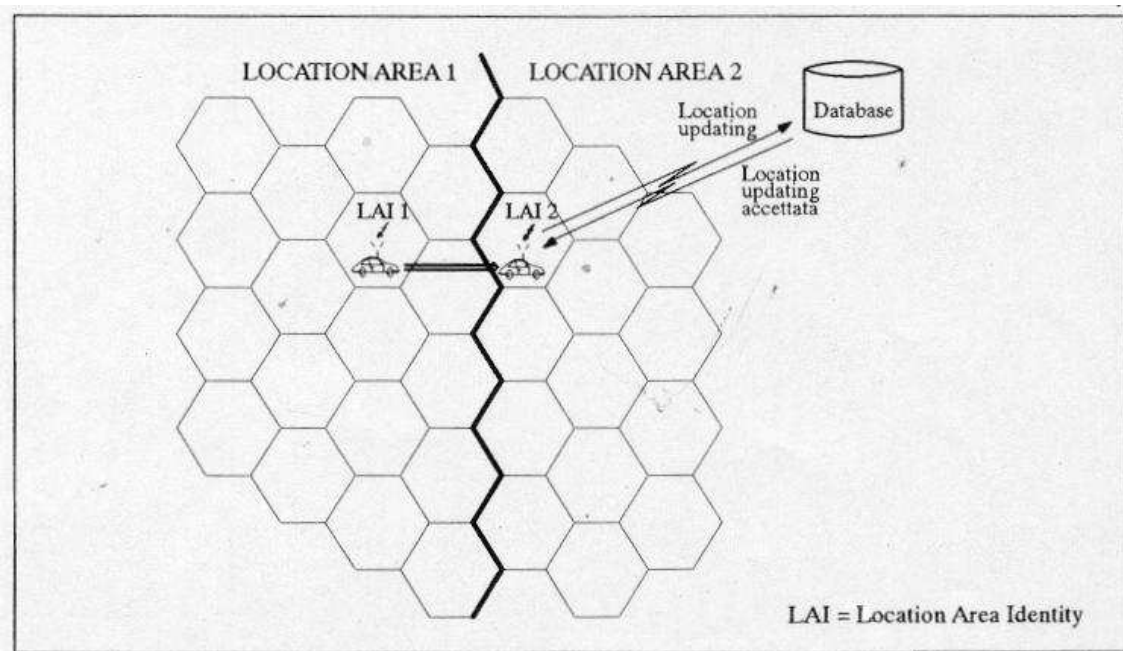
Handover

E così denominata la procedura con la quale il sistema consente ad un utente di proseguire la conversazione anche quando egli, spostandosi, passa da una cella ad un'altra cella (handover intercella).

Relazione Illustrativa	Pag. 16/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

Come si vedrà meglio più avanti nel sistema GSM vi è un altro tipo di handover, detto intracella, che viene effettuato quando il canale utilizzato in una cella non garantisce più la necessaria qualità e si reputa necessario un cambiamento di canale pur restando nella stessa cella. Inoltre nel GSM la procedura -di handover, che è sempre iniziata dal sistema, si basa su misure che vengono effettuate sia dal mobile che dalla stazione radio base.

Fig. D



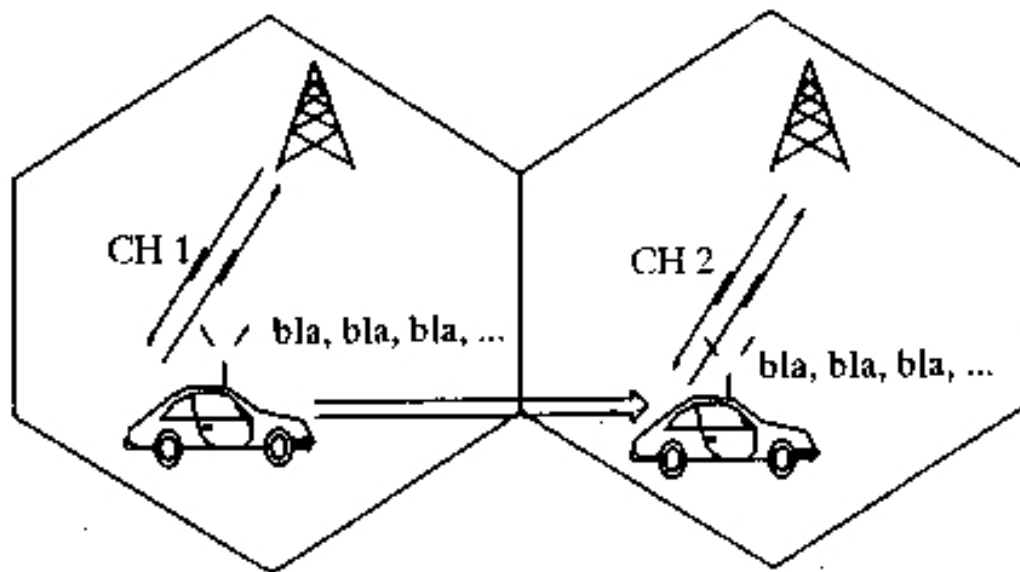
Le misure effettuate sono essenzialmente:

- livello di potenza ricevuto sul canale di traffico utilizzato per la conversazione;
- livello di potenza ricevuto dal mobile sul canale di controllo utilizzato dalle celle adiacenti;
- qualità del segnale ricevuto sul canale di traffico;
- distanza tra stazione radio base e mobile.

Questi parametri vengono elaborati dal sistema, che è così in grado di decidere qual è la cella posta nelle migliori condizioni per servire l'utente e può lanciare, se necessario, la procedura di handover. Come mostra la fig. E, a seguito della procedura di handover, il mobile cambia canale di traffico e si sintonizza su quello che gli viene assegnato nella nuova cella, consentendo così il proseguimento della conversazione.

Fig. E

Relazione Illustrativa	Pag. 17/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006



CH = Canale di traffico

2.10 I limiti di esposizione ai CEM e la normativa protezionistica

Il Consiglio dell'Unione Europea, in applicazione di un principio di cautela, ha indicato i limiti massimi di esposizione ai campi elettromagnetici.

La normativa italiana impone limiti di esposizione molto più restrittivi di quelli indicati dall'Unione Europea.

Tab.1 - Limiti di esposizione stabiliti dall'Unione Europea

(Raccomandazione dei Consigiqió dell'Unione Europea 1999 519/CE

Frequenza f (Mhz)	Valore efficace di intensità di campo elettrico E (V/m)	Valore efficace di intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di onda piana equivalente (W/m^2)
900	41,25	0,111	4,5
1800	58,30	0,157	9

Il Decreto Interministeriale 10 settembre 1998 n.381 (Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana), ha stabilito che il limite di esposizione (art.3), per tutti i campi elettromagnetici con frequenza compresa tra 3 MHz e 3000 MHz, non possa superare i 20 V/m per ambienti esterni.

In corrispondenza di luoghi adibiti a permanenze prolungate per più di 4 ore (luoghi di lavoro, abitazioni, scuole, ospedali) non devono essere superati i valori di 6 V/m (art.4). Tale valore corrisponde ad una densità di potenza dell'onda piana di soli 0,10 W/m^2 , tra 45 e 90 volte inferiore a quello stabilito in sede europea.

La maggior cautela voluta dalla legislazione italiana non si fonda su una valutazione di ordine scientifico, ma solo sulla considerazione che, in assenza di studi capaci di

escludere che i CEM possano produrre effetti sanitari nocivi per esposizioni prolungate nel tempo, era opportuno applicare principi prudenziali.

La Legge quadro n.36 emanata il 22 Febbraio 2001 "sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, pubblicata in G.U. n. 55 del 7.03.2001 definisce gli ambiti di competenza dello Stato (art.4) e delle Regioni/Province/Comuni (art.8). Istituisce, inoltre, quale strumento operativo, il Comitato interministeriale per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento elettromagnetico, e prevede la costituzione di un "catasto nazionale (art.7) che dovrebbe riportare tutte le sorgenti fisse di emissione elettromagnetica.

Il D.Lgs. n. 198 entrato in vigore il 14 Settembre 2002, in materia di installazione e modifica delle categorie di infrastrutture di telecomunicazioni considerate strategiche, ai sensi dell'art. 1, comma 2, della Legge n. 443 del 2001, (c.d. legge Lunardi). classifica le infrastrutture di telecomunicazioni come opere di interesse nazionale e le stazioni radiobase sono, perciò, realizzabili in ogni parte del territorio comunale (art. 3). Viene, inoltre, prevista la DIA per gli impianti UMTS e per gli impianti con potenza nella singola antenna uguale o inferiore a 20 Watt (art. 5).

Tab. 2 - limiti di esposizione stabiliti dal D.L. 381/98

Frequenza f (Mhz)	Valore efficace di intensità di campo elettrico E (V/m)	Valore efficace di intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di onda piana equivalente (W/m^2)
da 0,1 a 3	60	0,2	-
da 3 a 3000	20	0,05	1
da 3000 a 300000	40	0,1	4

La Legge Regionale n°128 dei Friuli Venezia Giulia del 6 dicembre 2004 impone a tutti i Comuni di predisporre un piano locale per le infrastrutture della telefonia mobile con l'obiettivo di minimizzare l'esposizione ai campi elettromagnetici e di ottimizzare le localizzazioni delle SRB concertando le esigenze della cittadinanza con quelle dei gestori.

3. Le Analisi

Ai sensi dell'art. 3 del DGR 683 del 1.04.2005 (regolamento di attuazione della L.R. 28/2004) sono state effettuate le seguenti analisi:

- 3.1. Localizzazione delle infrastrutture per la telefonia mobile esistenti (DE-R01)
- 3.2. Infrastrutture esistenti: grande viabilità e linee elettriche (DE-R02)
- 3.3. Individuazione vincoli urbanistici ed ambientali (DE-PRG01)
- 3.4. Aree a localizzazione incompatibili ai sensi dell'art. 8 della L.R. 28/2004 (DE-

Relazione Illustrativa	Pag. 19/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

PRG02)

- 3.5. Siti di proprietà Comunale zone per servizi S delle attrezzature collettive (DE-PRG03)
- 3.6. Zone omogenee A e B (DE-PRG04)
- 3.7. Isolinee di campo elettrico di cui all'art. 4 della L.R. 2/2000 ai sensi del DPR 094 dd 19.04.2005 art. 3 – elaborati tecnici (DE-R03.1↔DE-R03.5)

Di seguito, per ogni punto di analisi sopra menzionato, vengono esplicitati nel dettaglio gli elementi individuati ed il metodo adottato.

3.1 Localizzazione delle infrastrutture per la Telefonia Mobile esistenti

Nella tavola DE-R01 sono stati localizzati tutti gli impianti presenti sul territorio comunale suddivisi per gestore (H3G, TELECOM ITALIA, VODAFONE, WIND).

Per ogni impianto (codificato con un n° di riferimento) sono precisati il tipo, la localizzazione, gli estremi dell'atto autorizzativo (concessione, autorizzazione edilizia o compatibilità urbanistica). Per ogni Stazione Radio Base (SRB) nell'elaborato DE-R01 sono raccolti i dati riferiti ad ogni singolo impianto esistente.

3.2 Infrastrutture esistenti: grande viabilità e linee elettriche

Nella tavola DE-R02 sono riportate le infrastrutture esistenti, le grandi autostrade di trasporto e le linee elettriche esistenti all'esterno del centro abitato. In particolare sono state rappresentate strade extraurbane secondarie e locali, linee elettriche, ferrovie (Fiume Veneto) e SS13 (Zoppola).

3.3 Individuazione vincoli urbanistici ed ambientali

Nella tavola DE-PRG01 sono riportati i vincoli diretti ed indiretti sugli edifici (ex L. 1089/39) le fasce di m. 150 dalle sponde per i corsi d'acqua, gli eventuali territori boscati, le zone di rispetto idrogeologico ed altri vincoli particolari.

3.4 Aree a localizzazione incompatibili ai sensi dell'art. 8 della L.R. 28/2004

Nella tavola DE-PRG02 sono state riportate tutte le aree così come previsto dall'art. 8 della L.R. 28/2004 sono stati individuati gli edifici e relative pertinenze interamente destinati a:

- asili nido
- scuole di ogni ordine e grado
- attrezzature per l'assistenza alla maternità, all'infanzia ed all'età evolutiva
- attrezzature per l'assistenza agli anziani

Relazione Illustrativa	Pag. 20/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006

- attrezzature per l'assistenza ai disabili
- ospedali ed altre strutture adibite alla degenza.

3.5 Siti di proprietà Comunale zone per servizi S delle attrezzature collettive

Nella tavola **DE-PRG03** sono individuate le aree di proprietà Comunale, con esclusione di strade, aiuole spartitraffico, piatte e percorsi pedonali, nonché tutte le aree per servizi individuate dal vigente PRGC siano esse esistenti che di progetto

3.6 Zone omogenee A e B

Nella tavola **DE-PRG04** sono state rappresentate le zone omogenee A e B del PRGC.

3.7 Isolinee di campo elettrico di cui all'art. 4 della L.R. 2/200 ai sensi del DPR 094 dd 19.04.2005 art. 3

Le tavole dal **DE-R03.1** al **DE-R03.5** riportano le isolinee di campo elettrico previsto ai seguenti valori e con i seguenti colori:

V/m	colore
1	verde
3	giallo
4,5	arancione
6	rosso
15	viola
20	nero

Calcolate mediante simulazione orografica (eseguita con modelli predittivi riconosciuti a livello nazionale) all'altezza di 2 metri dal suolo e ad altezze crescenti di 5 metri fino all'altezza dell'edificio più alto presente nel comune aumentata di 2 metri.

4. - Il progetto

Nella tavola **DE-PA01**, realizzata mediante la trasposizione della tavola relativa ai programmi di implementazione e sviluppo della rete comunicate dai Gestori e la tavola indicante la non presenza di vincoli o limitazioni nonché quella che indica l'indifferenza del territorio Comunale alla localizzazione, sono individuate le aree entro le quali sono previsti i nuovi impianti.

Nel secondo elaborato di progetto **DE-PA02** sono riportate schede con i dati di riferimento di ogni nuovo singolo impianto, l'ubicazione, gli stralci della tavola **DE-PA01** in scala 1:5000 e i criteri di priorità per la localizzazione dell'impianto.

Secondo lo spirito della legge, la priorità assoluta nella scelta della localizzazione del nuovo impianto viene data al co-siting con gli impianti esistenti, seguito dalle aree ed edifici di proprietà comunale, dagli immobili aventi altitudine, quelli ricadenti in territorio neutro ed infine quelli ricadenti in aree soggette a vincoli o tutele.

La realizzazione di impianti in aree di proprietà comunale dovrà essere preceduta da specifica convenzione con l'Amministrazione Comunale.

In particolare il piano tende da una parte a fornire criteri chiari per la realizzazione degli impianti entro le aree di ricerca comunicate dai Gestori sulla base di una griglia di priorità e della classificazione delle aree in relazione ai vincoli, limitazione o attitudini evidenziate nelle tavole di Analisi e, dall'altra, a fornire principi di integrazione (così come previsto dalla legge e relativo regolamento) fra nuovi impianti e paesaggio sia costruito che libero.

Ogni scheda di cui all'elaborato **DE-PA02** elenca uno o più siti individuati fra quelli più idonei all'inserimento del nuovo impianto e le modalità di realizzazione secondo le priorità sopra indicate (prima co-siting...).

Nelle norme di attuazione, viene chiarito che l'impossibilità di realizzare la nuova SRB nel sito individuato e secondo le priorità previste deve essere motivata dettagliatamente da parte del Gestore.

La progettazione degli impianti dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni di cui alle Norme di attuazione del presente piano.

Relazione Illustrativa	Pag. 22/22	Redatto da: ing. M. Longhitano
Doc.: 080_086 - DE-RIL01 - 00		Data: 11/2006