

nazionali. Perciò l'ITU convoca conferenze che coinvolgono tipicamente gli stati membri di una regione con lo scopo di accordarsi su specifiche provisions e procedures per l'attivazione di servizi radio su specifiche parti dello spettro. Il risultato di tali conferenze e i relativi accordi siglati dagli stati membri includono un piano che determina le condizioni iniziali dell'uso dello spettro specificato e le regole che permettono le modifiche del piano stesso.

Dato il piano e le regole, ogni nazione è autorizzata all'uso di una data frazione dello spettro in un determinato intervallo di tempo e su una specifica area geografica: questa risorsa autorizzata è chiamata "entry di piano". L'entità dello spettro, la durata temporale e l'estensione spaziale possono essere modificati aggiungendo, eliminando o cambiando delle entry di piano.

I diritti d'uso derivati dalla Conferenza RRC-06 e registrati nell'Accordo GE-06 sono di due tipi differenti (come permesso dall'introduzione delle tecniche digitali di radiodiffusione) e sono diritti geografici (allotment) o determinati da uno specifico trasmettitore (assignment) per l'uso di certi canali nelle bande UHF e VHF dedicate alla radiodiffusione di audio o video digitale (e servizi mobili o di altro tipo, dove possibile grazie alla presenza di specifiche note nelle RR).

Per soddisfare l'equivalenza fra questi due tipi di diritti, è stato introdotto nelle procedure un meccanismo che permette alle nazioni di scegliere, a seconda delle proprie necessità di pianificazione, tra differenti tipi di servizio da allocare nello stesso canale. Tale meccanismo definisce la "entry mask" di Piano di una risorsa e cioè, principalmente, la sua capacità potenziale di interferenza sia se implementata come singolo trasmettitore coerente con la entry del Piano, sia come insieme di trasmettitori coerenti con l'area geografica assegnata per essere servita.

Quindi, rispetto ai diritti derivati dall'Accordo GE-06, a parte la minima opportunità di implementare le entry del Piano all'interno in una zona di buffer entro 20 km dalla zona geografica registrata, la "entry mask" di Piano riduce drasticamente l'opportunità di estendere le risorse disponibili. Come conseguenza, in Italia, l'implementazione delle sole risorse disponibili secondo il Piano dell'Accordo GE-06 non condurrebbe ad un risultato soddisfacente, poiché nella maggior parte dei casi sul territorio nazionale l'occupazione dello spettro dei segnali analogici è più che doppia rispetto al numero di entry disponibili nel Piano.

Il coordinamento dell'estensione, quindi, richiederebbe l'accesso alle procedure di aggiunta di entry di Piano. Nonostante siano largamente semplificate nel rispetto dei precedenti accordi ST-61, queste procedure richiedono tempi non brevi per essere completate. Questa situazione è particolarmente rilevante dato il grande numero di risorse che l'Italia dovrebbe coordinare in aggiunta a quelle già presenti nel Piano e potrebbe portare a lunghi ritardi nel completamento del processo. Inoltre il coordinamento delle risorse non è un processo con una probabilità di riuscita al 100% in quanto soggetta a controlli di compatibilità effettuati dalle nazioni affette dalla nuova entry.

Come conseguenza di tutto ciò, è quindi diventato chiaro che una richiesta di estensione dovrebbe essere il risultato di un diverso approccio, di provisions e procedures da sviluppare in accordo con le nazioni confinanti per mantenere relativamente stabile il framework stabilito da GE-06, introducendo però schemi differenti per la valutazione delle interferenze e delle compatibilità.

## Co-ordinamento con le nazioni confinanti

Visti gli sforzi necessari a raggiungere l'accordo GE-06, è evidente che qualsiasi nuova proposta per coordinare l'estensione debba preservare il più possibile i diritti di GE-06.

L'idea principale per ottenere entrambi i risultati, consiste nel trattare le risorse allocate nel Piano di GE-06 come risorse che definiscono un "framework di interferenza" che in ogni caso non deve essere danneggiato dalle estensioni richieste.

Per definire le condizioni necessarie alla tutela del framework di interferenza, si presume che un'ipotesi condivisibile sia quella che ogni nazione possa implementare una entry nel Piano, senza il limite dei 20 km di zona di buffer, purché l'interferenza cumulativa di tutti i trasmettitori in funzione non superi l'interferenza cumulativa delle entry del Piano registrate dalla nazione che implementa verso le entry co-canale di Piano della nazione interferita.

Per chiarire ulteriormente questo punto, la proposta di coordinamento dei trasmettitori nazionali su tutti i canali che vengono trasferiti alle altre nazioni, è composta dai seguenti elementi:

- calcolo dell'interferenza cumulativa causata da tutte le entry del Piano nazionale verso una entry straniera di un Piano, su un dato canale (definizione di framework di interferenza)
  - Nel caso in cui la entry del Piano straniero è un allotment, l'interferenza cumulativa è calcolata nei punti dell'area che definiscono l'allotment
  - Nel caso in cui la entry del Piano straniero è un assignment l'interferenza cumulativa è calcolata nel punto di una circonferenza di raggio 70 km centrata nell'assignment
- calcolo dell'interferenza cumulativa di tutti i trasmettitori nazionali messi in funzione negli stessi punti dove il calcolo è stato fatto per le entry del Piano nazionale
  - I trasmettitori possono essere sia già registrati come entry del Piano GE-06, sia da mettere in funzione per l'implementazione del network desiderato, sia nuovi trasmettitori da realizzare per tale scopo.
- verifica che l'implementazione delle reti nazionali non superi i valori fissati dal framework di interferenza.

Due problemi sorgono con le procedure appena descritte.

Il più importante è che il framework di interferenza non protegge i punti di un'altra nazione che non possiede una risorsa di co-canale registrata nel Piano. Questo non vuol dire che l'area da essi definita sia soggetta ad un livello indefinito di interferenza. Esistono due motivi per evitare tale interpretazione: il primo è che in ogni caso il coordinamento delle reti implementate è soggetto ad accordi bi o multi laterali; il secondo è che i punti stranieri dove vengono allocate le risorse concorrono a limitare l'interferenza massima che può essere prodotta da un'implementazione di una rete. Tuttavia questo problema richiede una completa comprensione del nuovo scenario da parte delle nazioni.

In pratica è richiesta una salda fiducia nelle capacità di pianificazione dell'altra nazione e parallelamente un'eguale fiducia nella capacità che l'altra nazione ha di tenere sotto controllo le interferenze generate.

Il problema meno importante, ma che può comunque avere un impatto nel coordinamento, è quello che, indifferentemente dal fatto che le entry del piano siano allotment o assignment, l'interferenza del framework di interferenza è direzionale, ovvero raggiunge da una precisa direzione i punti della risorsa co-canale interferita. Al contrario l'interferenza dell'implementazione della o delle reti non raggiunge dalla stessa direzione di Piano i punti della risorsa co-canale interferita e potrebbe essere omni-direzionale. Due aspetti sono legati a questo problema: il primo è che l'implementazione non si può avvalere della discriminazione di antenna quando la valutazione dell'interferenza è fatta su una entry co-canale straniera di Piano. La seconda (positiva) è di realizzare per le reti nazionali una protezione del segnale maggiore di quella calcolata nella valutazione del framework di interferenza.

Questo schema di coordinamento è associato ad una scelta differente della procedura di calcolo dell'interferenza. La procedura di calcolo impiegata nell'elaborazione del Piano di GE-06 è l'ITU-R P.1546 che è lacunosa nella capacità di prendere in considerazione le caratteristiche orografiche dell'area dove la propagazione ha luogo. Quindi, per introdurre valori di interferenza più realistici, sia per il calcolo del framework di interferenza sia per il calcolo dell'interferenza generata dall'implementazione delle reti, è stato introdotto un metodo deterministico basato sull'approccio Fresnel-Deygout.

## Il livello di interferenza sul territorio nazionale

Il co-ordinamento sarà un processo lungo. Rispetto alle altre nazioni, lo switch-over italiano è caratterizzato da una peculiarità: dato l'uso particolarmente intenso dello spettro, un hard switch-over, cioè una transazione diretta da analogico a digitale, sembra essere la soluzione più accettabile per evitare di aver bisogno di risorse correntemente non disponibili per permettere agli operatori un soft switch-over (una procedura che conserva per un certo tempo le reti analogiche esistenti, introducendo la radiodiffusione digitale in simulcast).

Di conseguenza il modo più appropriato per procedere verso un hard switch-over è la divisione territoriale attraverso la creazione di aree tecniche dove, durante lo switch-over, le risorse sono concentrate al completamento del processo. Una volta concluso un processo in un'area tecnica, il relativo territorio è completamente coperto dal segnale digitale ed il suo stato è "congelato" fino alla conclusione dello switch-over nazionale.

Al contrario, altre nazioni possono trarre beneficio da un soft switch-over, completare la transizione attraverso lo schema d'uso delle risorse stabilito da GE-06 e procedere poi all'estensione se necessaria.

Le reti italiane saranno quindi soggette a diversi livelli di interferenza durante il periodo di tempo necessario alle altre nazioni per completare la transizione e successivamente ad un differente livello di interferenza durante le future implementazioni delle estensioni delle nazioni confinanti. In ogni caso, un valore di interferenza di riferimento deve essere calcolato. Questo valore dovrebbe tener conto dei

più probabili valori di interferenza generati dalle implementazioni delle reti delle nazioni confinanti, impiegando il metodo deterministico di previsione, al fine di ottenere un'idea sul probabile livello di interferenza che sarà presente alla fine del periodo di transizione.

Questo livello di interferenza sarà maggiore di quello stimato dal framework di interferenza per tenere in considerazione la possibilità che le altre nazioni estendano la loro copertura oltre i limiti geografici determinati dalle proprie entry di Piano.

Svariati scenari sono stati presi in considerazione, spaziando da livelli leggeri a livelli intensi di interferenza, ottenuti attraverso l'estensione del riutilizzo di un canale assegnato alle entry del Piano su trasmettitori posizionati a distanze crescenti rispetto al punto di assegnazione originale. In altre parole, l'impatto delle estensioni implementate da altre nazioni è stato simulato supponendo che le risorse registrate potrebbero essere messe in funzione anche su trasmettitori distanti dai 20 ai 70 km dai siti o dalle aree in cui il diritto di uso è in vigore.

Proseguendo nel coordinamento, il livello di interferenza ipotizzato convergerà verso il livello reale di interferenza a condizione che informazioni accurate sull'implementazione attuale e la necessaria estensione richiesta siano ottenute dalle altre nazioni.

## Copertura dei network nazionali

La stima del livello di interferenza sul territorio nazionale permette di valutare la capacità resa disponibile da GE-06 assieme alle condizioni concordate con le nazioni confinanti.

Per ottenere un livello adeguato di uso dello spettro, soddisfacente per le richieste nazionali e data la struttura complessa delle interferenze che varia a seconda del canale, sembra fondamentale trarre vantaggio dal numero elevato di trasmettitori presenti sul territorio italiano.

In maniera simile al caso della valutazione delle interferenze, il calcolo della capacità è condotto man mano che si ottengono informazioni sulle necessità e la struttura finale delle reti desiderate dai paesi confinanti.

Il risultato della stima di capacità consiste nella determinazione di una graduatoria tra i canali in termini di copertura territoriale, soggetta a regole simmetriche di estensione e nel rispetto delle interferenze straniere.

Lo scopo della graduatoria è di determinare l'importanza relativa dei canali per l'estensione. Al fine di ottenere una graduatoria consistente, l'importanza dei canali è valutata rispetto ad una struttura di rete standardizzata e con caratteristiche predefinite, procedura che per certi versi richiama il concetto di equivalenza fra trasmettitori definito nel Piano nazionale.

La graduatoria costituisce una guida nelle negoziazioni, nel senso che, se si assume che non ci sia una degradazione significativa nella qualità della rete standard implementata su un determinato canale, il canale non deve peggiorare la propria posizione nella graduatoria a causa di richieste estere.

## Il digital dividend

Lo switch-over digitale nelle bande di radiodiffusione crea l'opportunità di prevedere diverse allocazioni rispetto a quella attuale.

Entro il 2015 i servizi mobili saranno allocati nella fascia alta della banda UHF attualmente allocata al broadcast, creando una possibilità di rimaneggiamento del Piano GE-06.

Ad oggi, l'importanza questo tema, che presumibilmente sarà una questione centrale dell'ingegneria di gestione dello spettro nella prossima decade, viene sopraffatta dalla complessità dello switch-over italiano. Tuttavia è importante notare che lo schema di pianificazione studiato per il broadcast sarà efficiente qualora una riduzione nel fabbisogno di broadcasting permetta di liberare una parte dello spettro. Infatti la negoziazione dei livelli di interferenza con le nazioni confinanti spinge ad una divisione tra pianificazione e servizio pertanto permettendo una gestione più flessibile dello spettro. In un certo senso, il set complementare di condizioni e procedure sviluppato per ottimizzare le prossime strutture dei network digitali sarà altrettanto utile per il coordinamento di differenti tipi di rete e di conseguenza potrà essere re-impiegato in future dai regolatori nazionali.

## Supporto al Ministero delle Comunicazioni per la procedura di assegnazione di diritti d'uso di frequenze per sistemi BWA (WiMAX)

L'attività di supporto al Ministero nell'ambito delle procedure per l'introduzione di sistemi di Broadband Wireless Access (BWA) in Italia, dopo la fase di sperimentazione della tecnologia WiMax condotta dalla Fondazione per conto del Ministero, si è sviluppata in due precise direzioni.

La prima ha riguardato, su specifica richiesta del Ministero, lo sviluppo di un tool per l'analisi tecnica ed economica delle reali opportunità offerte dalle tecnologie di accesso radio a 3.5 GHz.

La seconda direzione, successiva alla emanazione da parte dell'AGCOM della Delibera n. 209/07/CONS recante "Procedure per l'assegnazione di diritti d'uso di frequenze per sistemi Broadband Wireless Access (BWA) nella banda a 3.5 GHz", è stata orientata dapprima a analizzare le possibili scelte tecniche collegate alla emanazione del bando e del relativo disciplinare di gara e successivamente a un supporto tecnico e operativo per l'esecuzione delle procedure di gara.

### Analisi tecnico-economica di sistemi BWA

Per quanto riguarda l'analisi tecnico-economica di supporto al Ministero sono stati studiati ed elaborati modelli realistici per la valutazione tecnica ed economica di reti in tecnologia WiMAX per la fornitura di servizi BWA, ed è stato messo a punto uno strumento software per il calcolo dei principali parametri di valutazione di un progetto di rete.

L'attività che si è sviluppata nell'arco del 2007 è stata articolata nelle seguenti fasi:

- individuazione dei parametri economici principali coinvolti nel business case
- individuazione dei principali parametri radio coinvolti nella determinazione del numero di stazioni base
- analisi di sensibilità rispetto ai principali parametri
- realizzazione di uno strumento software Matlab per il calcolo della redditività di una rete WiMAX nelle condizioni specifiche inserite dall'utilizzatore.

Determinate le caratteristiche tecniche del sistema, il *tool* stima l'ammontare dei CAPEX e degli OPEX, vale a dire il valore dell'investimento che occorre per mettere in atto il business ed il valore delle spese annuali necessarie al mantenimento del business. Inoltre calcola il valore delle revenue annuali previste in base all'ARPU stimato.

A partire da questi tre valori, fondamentali per l'analisi economica dell'investimento, il *tool* consente tre tipologie di analisi:

- *NPV & IRR analysis*: determina il valore atteso del NPV, ossia il *cash flow* attualizzato secondo il tasso di sconto, e il valore dell'IRR, ossia il massimo tasso di sconto che porta ad un NPV positivo;

- *Sensitivity analysis*: valuta la variabilità dei risultati del NPV & IRR analysis al variare di ogni singolo parametro di ingresso per capire quanto ognuno di essi incide sull' investimento;
- *Risk analysis*: valuta la rischiosità dell' investimento in base alla variazione statistica di alcuni parametri di ingresso.

Lo strumento è stato realizzato su piattaforma Matlab ed è fornito di interfaccia di facile uso per l'utente, per l'inserimento dei dati e le impostazioni del calcolo.

In particolare, attraverso l'uso di questo strumento d'analisi il Ministero ha potuto condurre uno studio il cui oggetto è stata l'elaborazione di modelli realistici per la valutazione tecnica ed economica di reti in tecnologia WiMAX per la fornitura di servizi BWA, e la realizzazione di uno strumento software per il calcolo dei principali parametri di valutazione di un progetto di rete.

## Supporto tecnico-operativo per la definizione e lo svolgimento delle procedure di gara

### Definizione dei parametri della procedura per l'assegnazione dei diritti d'uso

Gli obiettivi principali di questa fase dell'attività erano l'individuazione della suddivisione del territorio nazionale in macroregioni e l'attribuzione di un adeguato importo minimo ai diritti d'uso macroregionali e regionali, nel quadro delineato dalla Delibera n. 209/07/CONS dell'AGCom.

Una volta individuate con opportuni algoritmi tutte le (più di 5000) possibili suddivisioni, queste sono state analizzate statisticamente in base a una molteplicità di parametri, con particolare attenzione al prodotto interno lordo e alla popolazione residente, pervenendo alla scelta caratterizzata dalla maggiore uniformità ai fini di un equilibrato svolgimento della gara nelle diverse aree.

Con tali valutazioni si è potuta anche operare la ripartizione territoriale della base d'asta, determinata nella sua globalità dalle analisi di business case svolte nella fase precedente.

### Studio e formalizzazione delle regole della gara

La collaborazione con il Ministero delle Comunicazioni si è poi rivolta alla determinazione delle regole per lo svolgimento dell'asta, articolata in una fase di presentazione di offerte iniziali per i diritti d'uso seguita dalla fase dei miglioramenti competitivi. La struttura complessa della procedura, con la possibilità di partecipazione assai differenziata per i partecipanti (sia dal punto di vista territoriale che della scelta dei blocchi di frequenza), unita ai vincoli di non sovrapposizione geografica dei diritti aggiudicati e alle limitazioni all'accesso per i soggetti già operatori di servizi 3G, ha richiesto un attento studio della sua pratica realizzazione, volto ad eliminare sia i rischi di fallimento che di perturbazioni o comportamenti anomali o collusivi da parte dei partecipanti.

La collaborazione alla stesura del Disciplinare di gara e del Manuale per i partecipanti, nonché alla organizzazione dell'addestramento dei partecipanti, ha costituito il prodotto di questa attività.

### Procedure per la gestione informatica dello svolgimento della gara

Per lo svolgimento della gara sono state poi predisposte delle procedure informatiche che attuano il regolamento esposto nel Disciplinare e nel Manuale, consentendo

- la gestione delle tornate da parte della commissione di gara
- la presentazione guidata delle offerte per i diritti d'uso da parte dei concorrenti
- l'elaborazione e presentazione delle graduatorie.

Le procedure, sviluppate al termine dell'anno 2007, sono state efficacemente utilizzate nelle diverse fasi dell'asta nei primi mesi del 2008.

## Tecnologie wireless

### RAIN: Radio Access for Integrated Networks

Nell'ambito di questo progetto sono state studiate le soluzioni tecniche oggi a disposizione affinché Internet, la Banda Larga, i servizi multimediali tutti, compresa la televisione digitale nelle sue varie forme, possano avere diffusione su tutto il territorio nazionale e si possa arrivare a modellare e definire una rete integrata nei servizi e nelle tecnologie, sinteticamente denominata. RAIN.

In questo contesto si inseriscono le iniziative di ricerca e sperimentazione che, unitamente a collaborazioni di primaria importanza e a consulenti di rilievo mondiale, sono state avviate ed altre che saranno definite in corso d'opera.

Il progetto è stato strutturato al fine di conseguire i seguenti obiettivi:

- Realizzazione di un'architettura generale di rete di accesso costituita da più reti in struttura gerarchica (multi-livello), in grado di trasportare più segnali di diversa natura (multi-service), e di consentire il collegamento contemporaneo di più stazioni ricetrasmittenti (multipunto), così da realizzare una infrastruttura microcellulare. Proprio l'architettura multi-livello permetterà di utilizzare al meglio le risorse di frequenza, di ridurre le dimensioni di ogni cella corrispondente ad un livello di rete e di garantire una copertura radio più mirata, permettendo di arricchire e migliorare i servizi offerti.
- Utilizzo di nuove tecnologie in bande al di sotto dei 6 GHz, in contesti operativi più estesi che vanno oltre l'uso specifico assegnato, con lo scopo di integrare servizi diversi e di avere uniformità di protocollo (IP); a tal fine, verranno tenute in opportuno conto tecnologie emergenti quale quella definita nello standard **IEEE 802.20, nota come Flash-OFDM e quella proposta come standard 802.22**, nota come **WRAN** (Wireless Regional Area Network), ovvero tecnologia Wi-Fi in bande VHF-UHF.
- Utilizzo di tecnologie radio a bassa potenza con conseguente riduzione dell'impatto ambientale, sia in termini estetici che di compatibilità elettromagnetica.
- Potenziamento dell'attività di partecipazione ai comitati e agli enti preposti alla normativa ed alla regolamentazione, agli organismi di standardizzazione europei, alle commissioni tecniche, ai congressi e convegni dedicati a temi di attualità del settore.
- Svolgimento di attività indirizzate allo sviluppo del 4G e della Next Generation Network (NGN), nell'ottica di piena convergenza delle tecnologie: fissa-mobile, mobile-mobile. La quarta generazione dovrebbe essere il **giusto mix tra tecnologie mobili esistenti ed altre emergenti**. L'obiettivo è quello di creare un ambiente wireless IP in cui si possano connettere in rete non solo cellulari telefonici, ma anche palmari, computer, notebook ed ogni tipo di terminale che consenta la comunicazione in mobilità, realizzando l'infrastruttura radio di supporto alla **"società dell'ubiquità"**.
- Sviluppo di un prototipo di un terminale d'utente, frutto delle esperienze che si andranno a maturare e rispondente alle esigenze dei servizi che si offriranno; tale

terminale potrebbe diventare un dispositivo ad uso generalizzato per il mercato consumer.

Nel corso del 2007 sono state svolte una serie di attività sperimentali che vengono, di seguito, brevemente descritte.

#### Attività sperimentale in Valle d'Aosta

Con la firma della Convenzione, nell'anno 2005, tra la Regione Valle d'Aosta e la FUB, è iniziata la fase sperimentale del progetto che prevede la realizzazione di una rete integrata nei servizi e nelle tecnologie. In particolare è stata avviata la realizzazione della prima parte di una particolare architettura della rete che prevede un trasmettitore DVB-T/H e due ripetitori a bassa potenza e del relativo canale di ritorno a larga banda implementato con tecnologia HiperLAN/Mesh/WiFi/Quad-Band.

E' stata svolta una gara per l'assegnazione dell'ordine che prevedeva anche la presenza di un'unità di alimentazione di backup in grado di garantire un'autonomia del sistema per 72 ore, secondo una specifica richiesta da parte dell'Amministrazione Regionale. A tale scopo si è deciso di sperimentare una tecnologia innovativa per il settore TLC, in particolare per le stazioni radio base, basata sull'utilizzo di *Fuel Cell* alimentate ad idrogeno, che, nell'applicazione specifica, viste le particolari condizioni operative, risulta essere più efficace.

Purtroppo da una parte la difficoltà dovute alla novità e complessità della fornitura e dall'altra problemi burocratici legati a rapporti tra istituzioni diverse, ha ritardato l'avvio dell'attività sperimentale. Finalmente nel momento in cui si scrive la situazione si è risolta e si pensa di passare immediatamente all'installazione ed alla sperimentazione in campo.

Nel frattempo è stata portata avanti un'attività di studio e di simulazione di reti per la TV in mobilità con particolare attenzione alla tecnologia DMB-T, definendo alcuni aspetti principali per la sperimentazione in campo in Valle d'Aosta (sito per la Base Station, aree di copertura, test da effettuare, ecc..) e si è anche provveduto a fare una ricerca di mercato per gli apparati necessari, individuando alcune Società in grado di fornire tali apparati e chiedendo loro di inviare una offerta economica.

#### Attività di studio ed analisi in sede

##### **Distribuzione di segnali televisivi su R.I.S.T.**

Si è proseguito lo studio per la diffusione del segnale televisivo, in presenza di diverse tipologie di reti e di differenti terminali di ricezione. In particolare è stata analizzata la possibilità di realizzare un sistema di trasmissione del servizio di tipo gerarchico sia dal punto di vista della modulazione radio che dal punto di vista della codifica dei contenuti.

Un sistema gerarchico di tale tipo deve rispondere a due caratteristiche principali:

- ricezione dei programmi TV sotto differenti coperture del segnale radio;
- ricezione del segnale televisivo a differenti livelli di definizione (LDTV- EDTV – HDTV).

Per questa attività ovviamente si è tenuto conto della compatibilità con le specifiche DVB-S2 e si è seguita con particolare attenzione l'evoluzione dello standard DVB-T (incluso il DVB-T2).

La ricezione radio in un'area geografica in cui la copertura non è omogenea può essere

affrontata effettuando una modulazione gerarchica, in grado di permettere al terminale la ricezione di diverse parti del flusso digitale trasportato, in funzione della copertura; al tempo stesso il terminale può essere caratterizzato da prestazioni intrinseche che permettano la ricezione solo di una parte del segnale radio (p. es. terminali mobili).

Altro aspetto è quello relativo alla codifica del flusso digitale trasportato.

Riassumendo si può ipotizzare un sistema che trasporti il segnale nel seguente modo gerarchico:

- un flusso minimo, modulato con lo schema QPSK, che trasporta il segnale video a qualità minima (CIF = un quarto della definizione ordinaria);
- un flusso base, modulato con lo schema 16 QAM, che trasporta il segnale video a definizione ordinaria;
- un flusso enhanced modulato con lo schema 64 QAM che trasporta il segnale video ad alta definizione.

Applicando lo schema gerarchico previsto per lo standard DVB-T e utilizzando un codificatore di tipo AVC di nuova generazione, sarebbe ipotizzabile di trasmettere fino a 4 programmi HDTV in un multiplex digitale terrestre, a piena scalabilità di ricezione, operante in funzione sia della copertura radio che delle impostazioni del terminale di ricezione.

### **Studio di un decoder interattivo**

Nella prospettiva di sviluppare un prototipo di terminale in grado di poter interagire anche con apparati radio di quarta generazione è stato avviato lo studio di un decoder interattivo multistandard in grado di comunicare con tutti i principali sistemi di telecomunicazione (DAB, DVB-T, DVB-S, DVB-H, PSTN, Ethernet, WiFi, Bluetooth, Zigbee) oltre ad avere la possibilità di interfacciarsi con periferiche esterne attraverso porte USB, porte audio, lettori di Smart Card, ecc..

Questa attività ha portato all'accrescimento di competenze tecniche nel settore che sono risultate utili per l'acquisizione di nuovi programmi di ricerca e di nuovi contratti.

## WiTech

Il progetto WiTech intende approfondire e dare seguito all'attività svolta nell'ambito del settore radio in FUB, attraverso lo studio e la sperimentazione di nuove tecnologie wireless con i seguenti obiettivi:

- Sintesi e divulgazione dei risultati sperimentali, in convegni nazionali ed internazionali, ottenuti nel corso della sperimentazione WiMax realizzata in collaborazione con il Ministero delle Comunicazioni;
- Svolgimento di attività sperimentali relativamente allo standard IEEE802.16-2005 rivolto alle applicazioni in mobilità;
- Conclusione delle attività sperimentali, avviate nel corso del progetto TERRA, che prevedono l'uso di reti in tecnologia Hiperlan di tipo Mesh/Multibanda in svolgimento presso la Comunità Montana della Maiella;
- Creazione di un gruppo di lavoro tecnico e di uno regolatorio per l'approfondimento delle possibilità di adottare politiche di *Open Spectrum*, per un uso licenziato e/o condiviso di bande che risultano sotto utilizzate o completamente inutilizzate. Particolare attenzione viene posta alla possibilità di utilizzare bande di frequenza risultanti dallo "Spectrum Dividend".

### Sperimentazione reti Mesh

L'attività sperimentale in corso presso la Comunità Montana della Maiella riguardante reti HiperLan "Mesh" Multibanda, con reti riconfigurabili, iniziata nel corso del progetto TERRA e continuata nell'ambito del presente progetto, è stata portata avanti ed è in fase di conclusione.

La realizzazione del progetto sperimentale ha consentito lo svolgimento di test funzionali e prestazionali su apparati che rispettano gli standard WiFi e HiperLan operanti nella banda 2.4-2.485 GHz, verificando sul campo alcune configurazioni specifiche della tecnologia Mesh Network in grado di ottimizzare la percentuale di copertura del territorio e la riduzione dei tempi di fuori servizio nel caso di malfunzionamenti di singoli nodi, con riconfigurazione automatica dei nodi e dei singoli collegamenti.

Una rete di questo tipo, indicata dai più come l'unica in grado di abbattere il digital divide e fornire una copertura microcellulare intelligente in grado di proporsi come alternativa all'ultimo miglio nel processo di espansione della banda larga, è rivolta ad una utenza di tipo residenziale permettendo anche un utilizzo di tipo nomadico e, in alcuni casi, in mobilità.

La rete implementata costituisce un primo modulo sperimentale di una rete microcellulare intelligente, in grado di far fronte a possibili malfunzionamenti e facile da mantenere grazie all'esistenza di una piattaforma di telecontrollo.

L'attività è stata svolta in collaborazione con la società Siemens, Telespazio ed un operatore Wisp locale, e ha permesso di realizzare un'architettura di rete che ha coinvolto diversi comuni dell'area oggetto della sperimentazione: Lettomanoppello, San Valentino, Abbateggio, Roccamorice.

Questi comuni sono stati collegati tra di loro da una dorsale operante su un canale della banda dei 5GHz. La connessione a Internet è assicurata da un punto di accesso localizzato nel territorio del Comune di Lettomanoppello.

La rete poi si completa con la realizzazione della copertura radio in tecnologia *mesh network*, operante su un altro canale della banda dei 5GHz, e con la radiodiffusione del segnale WiFi in centri abitati.

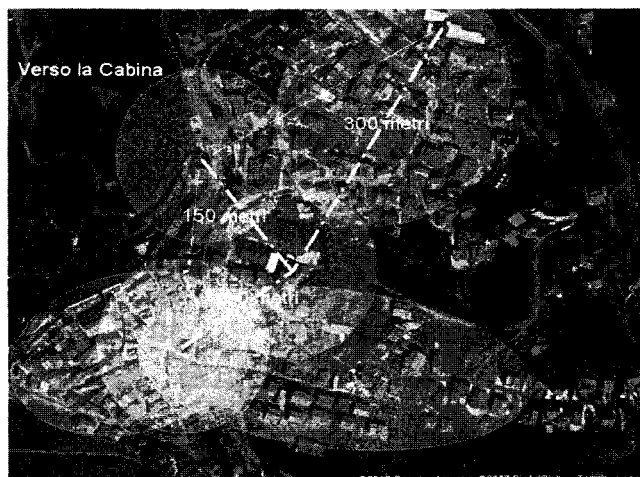


Fig.1 - Dettaglio della rete Mesh implementata presso il comune di Lettomanoppello

#### Tematica Open Spectrum

L'attività è stata rivolta all'approfondimento delle conoscenze riguardanti tecnologie innovative che permettono l'uso dello spettro radio in modo più efficiente e funzionale. In particolare sono stati condotti studi preliminari su tecnologie quali l'Ultra Wide Band, le reti Radio Cognitive ed il Software Defined Radio.

Per quanto riguarda l'UWB si è preso in esame lo standard IEEE 802.15.4a, ratificato dell'anno 2003 e che definisce lo stato fisico di Personal Area Networks (PAN) operanti in modalità wireless e a bassa velocità di trasferimento dati su bande di frequenza particolarmente estese (da 250 a 750MHz) e portante compresa tra i 3.1 e i 10.6 GHz. Una delle applicazioni di particolare interesse per questa tecnologia riguarda la realizzazione di micro sensori in tecnologia wireless per l'implementazione di reti di sorveglianza intelligenti ed è proprio su questa tematica che si sta procedendo alla preparazione di una proposta per un progetto nell'ambito del 7° programma quadro della Comunità Europea.

## TETRA

Anche nel 2007 è continuata l'attività di supporto all'ISCOM per il consorzio TETRA. L'Associazione TETRA (già TETRA MoU) prende il nome dallo standard di comunicazione radiomobile digitale TETRA (Terrestrial Trunked Radio), che rappresenta il primo standard aperto riservato a "utenti professionali" (PMR/PAMR).

Tale standard, sviluppato in ETSI su mandato dell'Unione Europea, definisce in modo dettagliato le specifiche tecniche che un qualsiasi apparato TETRA deve verificare affinché sia garantita la possibilità di inter-operare con ogni altro apparato TETRA. Questo approccio permette la realizzazione di un mercato competitivo e la possibilità da parte degli utilizzatori di disporre di una vasta gamma di possibili scelte. Essendo inoltre, i principali utilizzatori di tale sistema le forze di pubblica sicurezza europee, il CEPT, con direttiva CEPT-ERC/DEC/(96) 01, ha previsto per il TETRA l'utilizzo di frequenze armonizzate in ambito europeo.

In questa ottica, l'Associazione TETRA, composta dai manifatturieri di infrastrutture di rete (SwMI) e di apparati radiomobili (quali Motorola, EADS, Selex Comms, Sepura, Teltronics, eccetera) e dai principali operatori e utenti di sistemi TETRA, ha sviluppato il processo di certificazione dell'interoperabilità nel rispetto delle prerogative previste dallo standard.

Nell'ambito del processo di certificazione TETRA, il principale scopo di ISCOM e FUB è sostanzialmente quello di garantire la correttezza delle procedure per la produzione della documentazione tecnica e per lo svolgimento dei test di verifica degli apparati. In questa ottica, l'obiettivo fondamentale della Fondazione è quello di coadiuvare l'ISCOM nell'espletamento di tutte le attività previste dagli obblighi contrattuali in essere con l'Associazione TETRA.

Le attività svolte dalla Fondazione nel 2007, analoghe a quelle degli anni precedenti, possono essere classificate in due categorie: "di routine" ed episodiche.

Alla prima categoria appartengono le attività di gestione della documentazione tecnica (TIP, IOP, TPD, Certificati, documenti di lavoro per i meeting e Archivio) e di monitoraggio continuo del flusso delle comunicazioni via email tra tutti i partecipanti ai lavori del Technical Forum e dei Working Group. Una stima del flusso globale è di circa 8000 email/anno, di cui 6500 in ingresso e 1500 in uscita. Tali attività sono essenzialmente caratterizzate dallo svolgimento ciclico e continuativo delle procedure stabilite dal processo di certificazione.

Alla seconda categoria appartengono le attività relative alla moderazione delle 5 mailing list (TF, V+D WG, DMO WG, ISI WG, IOP Task Force); alla predisposizione di documenti o contributi richiesti esplicitamente al Certification Body da parte del Technical Forum e/o dei Working Group. Tali attività sono caratterizzate dalla saltuarietà del presentarsi e le ultime dalla stringente scadenza e dall'adozione di soluzioni in certi casi innovative.

## Libro bianco sulle tecnologie RFID

Diverse azioni sono state svolte per la diffusione delle tecniche RFID, in particolare si sono state avviate una serie di attività tese a creare una rete di competenze tra FUB, centri di eccellenza pubblici e privati, istituzioni preposte alla normativa e operatori della filiera dell'offerta. E' stato definito lo scenario tecnologico, normativo, applicativo e di mercato delle tecnologie RFID in Italia che ha portato alla pubblicazione di un Libro bianco sulle tecnologie RFID in collaborazione con Federcomin. Il Libro bianco offre una analisi completa e approfondita sulla tecnologia RFID e sul mercato, trattando gli aspetti di implementazione dell'RFID, le possibili applicazioni RFID, e offrendo un'ampia indagine sul mercato e sui prodotti attualmente disponibili e si sta lavorando all'attivazione di un sito dedicato alla Community RFID in Italia.

Nello stesso ambito è inoltre stata avviata un'attività volta a individuare possibili applicazioni delle tecnologie radio avanzate al settore della logistica nell'intento di fornire soluzioni nel campo dell'ottimizzazione e della sicurezza.

La partecipazione al "Gruppo di lavoro RFID" costituito da associati Federcomin ha poi consentito di sviluppare un rapporto di collaborazione fattiva con il mondo imprenditoriale rappresentativo della filiera dell'offerta. In particolare, tale rapporto è stato ulteriormente consolidato grazie ad AIM Italia (*Association for Automatic Identification and Mobility*), associazione di imprese e operatori dell'identificazione automatica e mobilità, che raggruppa a livello nazionale i *vendor* (produttori e fornitori) e gli utilizzatori di prodotti, sistemi e servizi per l'identificazione.

L'iniziativa realizzata con questo progetto ha costituito un'occasione ulteriore per confermare il ruolo della Fondazione Ugo Bordoni, quale istituzione di alta cultura sempre in grado di aggregare costruttivamente soggetti pubblici e privati su alcune tematiche di frontiera che maggiormente influenzano il mercato nazionale delle telecomunicazioni. In questo caso, alla Fondazione Ugo Bordoni è stato riconosciuto un ruolo di punta nella *vision* sulle prospettive delle tecnologie RFID e quindi anche nella promozione del loro impiego nel settore produttivo e nei servizi.

## Piattaforme tecnologiche per la TV digitale

### IPTV

La Fondazione ha contribuito assiduamente, nell'ambito di riunioni internazionali con cadenza trimestrale, ai lavori del *Focus Group IPTV* operante sotto l'egida dell'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni (UIT). Tale Focus Group, che riuniva circa 180 delegati da 75 Paesi diversi, ha prodotto un corpus di documenti tecnici sui seguenti argomenti: requisiti di usabilità e di mercato per i servizi IPTV, architettura delle reti IPTV, caratteristiche di sicurezza e di protezione dei contenuti, qualità di servizio e caratteristiche del *middleware*. Tali documenti sono preliminari alla emissione di norme tecniche UIT sulla diffusione televisiva tramite la rete a banda larga, che avrà luogo nel corso del 2008 e del 2009. Inoltre va ricordato:

- E' stata effettuata, con la cooperazione dell'ISIMM, una rassegna sullo stato del mercato della IPTV nei principali Paesi industrializzati e nei Paesi asiatici a forte espansione economica.

E' stato condotto, ancora con la cooperazione dell'ISIMM, uno studio sugli assetti giuridici attuali e sugli orientamenti che si prospettano in seno alla Commissione Europea e nei singoli Paesi Membri, in fatto di concorrenza tra gestori di telecomunicazioni, ai fini della sostenibilità degli investimenti per la *Next Generation Network*. Come noto, questa sarà l'infrastruttura tecnologica che, in un'ottica di piena integrazione e convergenza di tutti i servizi di comunicazione elettronica, dovrà trasportare e diffondere anche il servizio IPTV. A conclusione di tale studio sono state anche formulate importanti considerazioni preliminari ad una futura, peraltro imprescindibile, normazione in materia.