

Sicurezza ICT	
- ACS .....	161
- CUMULUS .....	162
- OCTAVE .....	165
- VAL_CEVA .....	169
NGN	
- mPLANE .....	170
- G.Fast .....	172
Green ICT	
- ATENA RE .....	174
- Green LTE .....	177
Smart Grid e Smart City	
- QoS Demand Response .....	179
- QoS reti TLC .....	181
- RSE - Cybersecurity .....	183
- I-MULE .....	185
Evoluzione del servizio radiotelevisivo	
- ASPI .....	187
Sistemi informativi multimediali	
- Almwave su Big Data .....	188
- SNOOPI .....	189
- WAM .....	191
E-inclusion	
- SPEAKY Acutattile .....	192
Tutela della privacy	
- SPAI .....	194
- Registro Pubblico delle Opposizioni .....	195
Analisi e statistiche ICT	
- L'uso di Internet da parte di cittadini e imprese .....	198

114

ATTIVITÀ FUB 2015

## GESTIONE DELLO SPETTRO RADIO

### REFARMING 2

Piano di riorganizzazione della banda GSM a 900 ed a 1800 MHz

Progetto finanziato dagli Operatori su incarico del MiSE

Questo Progetto è realizzato dalla sola Fondazione, come ente che supporta il Ministero dello Sviluppo Economico nella verifica, nel controllo e nel monitoraggio della qualità degli utenti solo GSM e nell'attività di studio e verifica sull'uso attuale e futuro delle bande GSM.

Il Progetto costituisce la prosecuzione del precedente Progetto "Refarming" per una duplice finalità:

- riorganizzazione delle bande GSM a 900 ed a 1800 MHz: possibilità di sostituire il precedente sistema GSM con i più moderni sistemi di terza (UMTS/HSPA) oppure di quarta generazione (LTE, LTE-Advanced);
- analisi dei mercati GSM retail al fine di offrire al MiSE informazioni utili alla definizione delle eventuali proroghe delle licenze GSM oltre la loro scadenza (maggio 2018).

#### Attività di verifica e controllo e di monitoraggio della qualità dei terminali d'utente operanti con il solo sistema GSM

S'intende verificare che la riduzione delle risorse frequenziali riservate al sistema GSM, perché destinate in parte a sistemi mobili più evoluti quali il 3G o il recente 4G, non comporti una degradazione inaccettabile della qualità dei terminali d'utente o dei dispositivi (es. M2M) in grado di operare solamente sul sistema di seconda generazione, il GSM.

#### Attività di analisi del mercato GSM retail

Raccolta di informazioni sull'utilizzo delle reti mobili da parte di terminali o dispositivi di differenti generazioni; analisi di dati provenienti dalle reti degli operatori italiani ed europei e del trend di utilizzo nell'impiego delle reti.

In particolare, nel 2015 sono state svolte le seguenti attività:

- organizzazione di 4 Tavoli Tecnici (18 febbraio, 15 aprile, 8 luglio, 20 ottobre) presso sede FUB e sede MiSE;
- attività di misura dei parametri di qualità voce GSM (blocking e dropping probability) in alcune celle campione, effettuate prima e dopo l'accensione della nuova portante UMTS cioè dell'attività di Refarming;
- attività di aggiornamento e monitoraggio delle nuove attivazioni 3G a 900 MHz e 4G a 1800 MHz, al fine di definire le verifiche di qualità basate su contatori da applicare ai diversi scenari;
- attività di indagine e raccolta informazioni sulla diffusione di smartphone e tablet per accessi a banda larga;
- produzione dei seguenti documenti per il Tavolo Tecnico:
  - "Scenari che richiedono l'aggiornamento delle verifiche della qualità GSM in seguito all'estensione del refarming delle bande a 900 e/o 1800 MHz";
  - "Domande per settore marketing volte all'analisi del mercato GSM retail";

- "Verifica dell'impatto del refarming sulla qualità GSM" (bozza documento);
- "Analisi delle tipologie di informazioni disponibili sul mercato GSM retail" (bozza documento);
- "Prime valutazioni mercato GSM retail" (bozza documento).

### **OUTPUT SCIENTIFICI**

- Impiego dei tool di analisi statistica dei dati relativi ai contatori di rete e di correlazione fra tali dati e le misure sperimentali dei parametri di qualità, messi a punto nel precedente Progetto Refarming.
- Studio e approfondimento di modelli di analisi statistica per l'evoluzione del mercato GSM retail.

116

ATTIVITÀ FUB 2015

## GESTIONE DELLO SPETTRO RADIO

### GLOBAL

Gara Banda L

Progetto finanziato dagli Operatori su incarico del MiSE

Il Progetto prevede la realizzazione di tutte le attività connesse allo svolgimento della gara per l'assegnazione delle frequenze nella banda 1452-1492 MHz, come prescritto dalla Delibera AGCOM 259/15/CONS "Procedure e regole per l'assegnazione e l'utilizzo delle frequenze disponibili nella banda 1452-1492 MHz per sistemi terrestri di comunicazioni elettroniche".

Le finalità del Progetto sono le seguenti:

- predisporre il bando e il disciplinare di gara;
- realizzare gli strumenti informatici richiesti per lo svolgimento delle procedure di gara;
- supportare il Ministero nella gestione delle procedure di gara.

Il Progetto è stato articolato nelle seguenti attività:

1. stesura del bando e del disciplinare di gara, secondo i dettami della delibera AGCOM 259/15/CONS;
2. progettazione e realizzazione degli strumenti informatici necessari a garantire il corretto svolgimento delle procedure di gara, l'assistenza ai partecipanti, il monitoraggio delle tornate e l'informazione sullo stato di avanzamento della gara;
3. supporto di tipo tecnico e operativo al Ministero durante lo svolgimento della gara.

#### **Stesura del bando e del disciplinare di gara secondo i dettami della delibera AGCOM 259/15/CONS**

La Fondazione ha fornito al Ministero il supporto necessario alla stesura del bando e del disciplinare di gara in base a quanto prescritto dalla Delibera AGCOM e ha curato la definizione dei diversi meccanismi di asta. In particolare, in relazione a:

- Offerte iniziali
- Attivazione della fase dei miglioramenti competitivi
- Incrementi delle offerte
- Arrotondamento delle offerte
- Durata delle tornate
- Diritti di pausa
- Chiusura dell'asta.

#### **Progettazione e realizzazione degli strumenti informatici**

Per garantire il corretto svolgimento della gara sono stati predisposti una serie di strumenti informatici che hanno permesso di seguire in tempo reale l'andamento delle offerte e dei rilanci. Inoltre sono state predisposte le procedure per l'aggiornamento e la comunicazione dei dati sia ai partecipanti che al Ministero alla fine di ogni tornata.

**Supporto di tipo tecnico e operativo al Ministero durante lo svolgimento della gara**

La Fondazione ha fornito al Ministero il necessario supporto tecnico e operativo durante lo svolgimento di tutte le fasi della gara. Tale supporto ha compreso l'addestramento preliminare dei partecipanti alla fase dei miglioramenti competitivi, le comunicazioni e le informative ai partecipanti al termine di ogni tornata e tutte le attività di assistenza tecnica (assistenza software, assistenza sistemistica, logistica).

118

ATTIVITÀ FUB 2015

## GESTIONE DELLO SPETTRO RADIO

### PARSIFAL

Procedura rilascio frequenza tv locali

Progetto in convenzione con MiSE - DGSCERP

Il Progetto prevede la realizzazione di tutte le attività connesse alla nuova procedura di volontario rilascio delle frequenze prevista ai sensi degli artt. 6 co 9 e seguenti del D.L. n. 145/13 convertito in legge n. 9/14 e smi.

Le finalità del Progetto sono le seguenti:

- fornire al MiSE tutti gli elementi tecnici necessari per la realizzazione della procedura di volontario rilascio delle frequenze come previsto dal decreto a firma congiunta MiSE-MEF;
- realizzare per il MiSE tutti gli strumenti tecnici previsti dalla procedura stessa (database, sito, algoritmi di calcolo);
- realizzare le procedure per il calcolo delle graduatorie finalizzate sia all'assegnazione del ristoro economico sia all'assegnazione di nuove frequenze;
- supportare il MiSE nella gestione dell'utenza.

Il Progetto è stato articolato nelle seguenti attività:

1. quantificazione economica del valore delle frequenze per ciascuna regione indicata sul decreto;
2. progettazione e realizzazione della procedura automatica per la presentazione online delle domande di partecipazione ai bandi di gara e del relativo database;
3. studio e implementazione di opportuni algoritmi di calcolo necessari alla predisposizione delle graduatorie;
4. gestione informatica delle domande di partecipazione e attività di Help Desk;
5. analisi dei cluster per la predisposizione dei Masterplan;
6. calcolo delle coperture radioelettriche, algoritmi e procedure per la quantificazione del ristoro economico ai soggetti aventi diritto;
7. gestione, manutenzione e aggiornamento del Registro Nazionale delle Frequenze;
8. gestione e monitoraggio delle operazioni di spegnimento e/o transizione e rapporti con gli Ispettorati Territoriali.

Nel corso del 2015, in seguito a ritardi dovuti a esigenze del Ministero, non è stato possibile svolgere le attività previste ai punti: 3 (solo per la parte relativa alla predisposizione delle graduatorie), 5 e 8.

#### **Quantificazione economica del valore delle frequenze per ciascuna regione prevista dal decreto**

Ai sensi del decreto legge 23 dicembre 2013, n. 145, convertito in legge, con modificazioni, dalla legge 21 febbraio 2014, n. 9, e successive modificazioni e integrazioni, la somma di euro 50.826.000, come determinata dal combinato disposto dell'art. 6, comma 9, e dall'art. 1, comma 146, della legge n. 190 del 29 dicembre 2014, è stata destinata all'attribuzione di misure economiche di natura compensativa

finalizzate al volontario rilascio di porzioni di spettro funzionali alla liberazione delle frequenze di cui alla tabella 2 della delibera AGCOM 480/14/CONS.

Il MiSE ha incaricato la Fondazione Ugo Bordoni di determinare la quantificazione economica del valore delle frequenze per ciascuna regione coinvolta nella procedura, in relazione alla popolazione della singola regione e all'effettivo numero di frequenze da liberare, tenuto conto dei diritti d'uso di frequenze in tecnica digitale in ambito locale rilasciati in ognuna delle suddette regioni, delle esigenze di coordinamento internazionale e degli accordi procedurali. L'importo così determinato per ogni regione è stato ripartito per ogni frequenza, di ambito regionale o subregionale, da liberare e costituisce la misura compensativa per ogni frequenza volontariamente rilasciata.

#### **Progettazione e realizzazione del database e del sito per la presentazione online delle domande di gara**

L'attività di progettazione è stata svolta attraverso lo sviluppo di mappe concettuali in base alle quali è stato, successivamente, sviluppato il codice. Il database realizzato contiene tutte le informazioni relative agli operatori di rete titolari di diritto d'uso di frequenze televisive che hanno presentato domanda di partecipazione al bando di gara sia per il rilascio volontario di frequenza sia per l'assegnazione di una nuova frequenza. Per quanto riguarda la progettazione e la realizzazione del sito web, si è reso necessario lo sviluppo di un sito che tenesse conto dei vincoli previsti dai bandi e che, al contempo, fosse fruibile dall'utente in maniera chiara e semplice. Il sito, infatti implicava una continua interazione con utenti esterni che sono stati obbligati, ai sensi di quanto prescritto dai bandi di gara, alla compilazione online della domanda di partecipazione. Il sito è stato strutturato in due aree distinte: un'area pubblica, liberamente accessibile e contenente le informazioni generali, il testo dei bandi di gara, i contatti e tutte le informazioni che non rivestono carattere di riservatezza; un'area riservata, accessibile con username e password, nella quale ciascun Operatore ha inserito i dati richiesti ai fini della compilazione della domanda. Il sito è stato sviluppato secondo una struttura a moduli che ha permesso di approntare ogni tipo di modifica richiesta dal committente senza dover intervenire sul codice, al fine di minimizzare la possibilità di errori e per garantire la continua operatività del sito durante il periodo previsto dal bando di gara per la presentazione delle domande.

#### **Studio e implementazione di opportuni algoritmi di calcolo necessari all'elaborazione delle graduatorie**

Per rispondere all'esigenza del Ministero di uno strumento veloce per l'assegnazione degli indennizzi o delle nuove frequenze, visti anche i tempi stretti previsti dalla norma per la conclusione della procedura, è stata sviluppata una procedura automatica per la formazione delle graduatorie. I criteri che dovranno essere utilizzati saranno regolati da quanto previsto nel bando di gara, ma a causa di ritardi nello svolgimento della procedura, dovuti ad esigenze del Ministero, le attività relative all'elaborazione delle graduatorie non sono state svolte nel corso del 2015 e saranno completate nei primi mesi del 2016.

#### **Gestione informatica delle domande di partecipazione e attività di Help Desk**

Come già avvenuto in passato, il Ministero ha chiesto alla Fondazione di svolgere il ruolo di interfaccia con l'utenza durante la fase di ricezione delle domande di partecipazione. L'attività è consistita nel supportare l'utenza nella compilazione online delle domande, nel monitoraggio del corretto funzionamento del sistema e nella gestione del sistema informatico (operazioni di backup giornaliero dei dati, segnalazione al Ministero di specifiche richieste da parte degli utenti, elaborazione giornaliera di statistiche).

#### **Analisi dei cluster per la predisposizione dei Masterplan**

Come già segnalato, tale attività verrà svolta nei primi mesi del 2016.

### **Calcolo delle coperture radioelettriche, algoritmi e procedure per la quantificazione del ristoro economico ai soggetti aventi diritto**

Per il calcolo delle coperture radioelettriche è stato utilizzato il modello di copertura già previsto nei precedenti bandi di assegnazione delle frequenze emessi dal MiSE in occasione della transizione alla televisione digitale terrestre. In particolare tale modello si basa sui seguenti assunti:

1. il territorio di ogni regione viene suddiviso in pixel, di ampiezza pari a circa 500 metri e, ad ogni pixel, è associato il valore di popolazione corrispondente.
2. un pixel si definisce coperto da un impianto di trasmissione DVB se, per un'antenna ricevente situata nel punto rappresentativo del pixel, i segnali ricevuti sul canale a cui opera l'impianto in esame soddisfano le seguenti condizioni:
  - il segnale utile proveniente dall'impianto è quello che presenta il più alto valore di campo elettrico;
  - il valore mediano di campo elettrico del segnale utile è non inferiore ad una certa soglia minima;
  - il campo del segnale utile è valutato al 50% di disponibilità temporale;
  - sono presenti due antenne riceventi nel pixel, orientate nelle due direzioni prevalenti di ricezione;
  - la discriminazione spaziale delle antenne di ricezione è in accordo con gli standard internazionali.
3. Le due direzioni prevalenti previste dal modello vengono calcolate a priori per ogni pixel, in base alla ricezione nel pixel dei segnali provenienti dai trasmettitori di emittenti nazionali: le direzioni selezionate sono quelle che corrispondono ai trasmettitori di reti nazionali i cui segnali sono ricevuti con potenza più alta; è previsto un valore minimo di separazione angolare tra le due direzioni.

### **Gestione, manutenzione e aggiornamento del Registro Nazionale delle Frequenze**

Le operazioni di gestione e manutenzione dell'RNF hanno comportato un'attività di controllo da parte della FUB di tutti gli atti di compravendita degli impianti per la verifica della congruità dei dati presenti nel Registro. Quest'attività è stata svolta in collaborazione con la DGSCERP del MiSE che ha, inoltre, richiesto il supporto della Fondazione anche per la ricognizione dei diritti d'uso delle frequenze assegnate agli operatori di rete che avrebbero potuto partecipare alla gara.

## GESTIONE DELLO SPETTRO RADIO

### EVO 700

Evoluzione dell'impiego della banda a 700 MHz in Italia

Progetto in convenzione con MiSE - ISCOM

La "World Radiocommunication Conference 2012" dell'ITU (WRC-12) ha allocato lo spettro 694-790 MHz (la cosiddetta banda 700 MHz) nella Regione 1 (Europa, Federazione Russa e gli altri paesi ex-URSS, Africa e Medio Oriente) per i servizi mobili a partire dal 2015. In Italia, questa banda è da decenni utilizzata prevalentemente per servizi di radiodiffusione televisiva, ma in tempi recenti (2009-12), con il definitivo abbandono della TV analogica anche sulle reti terrestri e il passaggio al digitale terrestre, l'utilizzo di tale banda è stato valorizzato con importanti investimenti. D'altro canto, la banda 700 MHz risulta, per motivi legati alla propagazione elettromagnetica, particolarmente idonea alla fornitura di servizi mobili (4G, 5G e oltre) all'interno degli edifici in aree urbane densamente popolate, e può costituire una soluzione immediata ed efficiente nel breve-medio termine per la fornitura di servizi a banda larga in aree rurali. Quest'ultimo aspetto risulta in linea con gli obiettivi dell'Agenda Digitale Europea ed è debitamente considerato nel documento "Strategia italiana per la Banda Ultralarga" presentato dal Governo proprio ai primi di marzo 2015.

Il Progetto ha come oggetto uno studio che individui un possibile percorso evolutivo dell'Italia nell'impiego della banda a 700 MHz, partendo da un'analisi del Rapporto Lamy e dai risultati delle consultazioni in atto su tale rapporto e prendendo in considerazione le opportunità offerte dalle nuove tecnologie di modulazione e di codifica per il servizio di radiodiffusione televisiva terrestre, le aspettative dell'utenza finale e le esigenze di banda stimate per i sistemi radiomobili. In particolare, lo studio mira a definire modalità e tempistiche specifiche per il nostro Paese ma compatibili con le linee guida dettate a livello internazionale (ITU) ed europeo (Commissione Europea, ETSI e CEPT).

In accordo con gli obiettivi del Progetto, nel 2015:

- è stata effettuata un'analisi tecnologica e delle tendenze evolutive della normativa internazionale, con particolare attenzione all'introduzione delle norme di trasmissione DVB-T2 e di codifica HEVC nel mercato italiano;
- sono state monitorate le attività collegate al Rapporto Lamy e alla successiva fase di consultazione, soprattutto in riferimento alla situazione italiana;
- è stata stimata la capacità trasmissiva totale utilizzata nella banda UHF 470-790 MHz (televisiva) in un'area campione nella prospettiva di uno scenario a medio termine di offerta di servizi televisivi;
- relativamente alla diffusione sul mercato italiano di apparati TV dotati di ricezione DVB-T2 e decodifica MPEG-4 e HEVC, è stata effettuata un'indagine ad hoc presso le principali catene di vendita di elettronica di consumo;
- nell'ottica di un diverso uso della banda 700 e della transizione tecnologica al DVB-T2/HEVC, sono stati elaborati alcuni possibili scenari evolutivi, in particolare:
  - sono state discusse le principali voci di costo per gli operatori televisivi, come l'acquisto e l'adeguamento degli apparati di trasmissione, l'acquisto di nuovi codificatori video, l'adeguamento degli studi di produzione, ecc.;

122

ATTIVITÀ FUB 2015

- al fine di quantificare il valore dei singoli MUX da liberare, sono stati valutati i ricavi medi ad essi associati, separatamente per le emittenti nazionali e per quelle locali;
- sul fronte dell'utenza, oltre all'analisi dei comportamenti d'uso, sono stati esaminati i costi di adeguamento tecnologico dei ricevitori domestici e la capacità di far fronte a tale adeguamento.

### DELIVERABLE

---

- D1 "Analisi tecnologica e dei trend evolutivi" (riservato)
- D2 "Monitoraggio consolidamento del Rapporto Lamy e altre iniziative correlate" (riservato)
- D3 "Analisi di mercato, lato offerta e lato domanda" (riservato)
- D4 "Delineazione di una roadmap italiana" (riservato)

## GESTIONE DELLO SPETTRO RADIO

### PACOS

Potenzialità dell'Accesso Condiviso allo Spettro

Progetto in convenzione con MiSE - ISCOM

In ambito internazionale, è molto diffusa l'esigenza di individuare nuove frequenze da destinare a servizi di comunicazione mobile per usi di quarta e quinta generazione nel prossimo futuro. Per soddisfare questa necessità di spettro, la Conferenza Mondiale delle Radiocomunicazioni (WRC-15) ha di recente individuato su scala globale un insieme di bande di frequenza nella gamma delle onde millimetriche, sopra 24 GHz. Queste porzioni di spettro, che saranno disponibili dopo il 2019, richiedono di essere completamente caratterizzate ai fini dello sviluppo tecnologico e del conseguente utilizzo nel medio periodo, presumibilmente attorno all'anno 2020.

Parallelamente, la tendenziale assegnazione dello spettro a frequenze più basse, utilizzabile in tempi più rapidi per il 5G, ha rinnovato l'interesse per le possibilità di condivisione di diversi servizi nelle medesime bande di frequenza. Tra questi, sono particolarmente importanti quelli che garantiscono l'accesso allo spettro su base licenziata, come il Licensed Shared Access (LSA), poiché permettono l'impiego delle risorse radio con qualità di servizio predefinita e facilitano l'uso efficiente delle frequenze radio.

Proprio in riferimento all'applicazione del LSA, la Commissione Europea ha avviato lo sviluppo di una decisione comunitaria per la banda 2300-2400 MHz, allo scopo di garantire lo sviluppo di servizi radio a banda larga e contribuire a un mercato unico per gli apparati. Tuttavia, la Commissione stessa ha di recente stabilito di rinviare l'emanazione della propria decisione, in attesa dei risultati delle sperimentazioni in corso in alcuni Stati Membri (tra cui l'Italia) circa l'applicazione dell'approccio LSA e in riferimento alle possibili problematiche di interferenza non ancora caratterizzate completamente tra apparati LTE operanti nella banda 2.3-2.4 GHz e dispositivi attivi nella banda 2.4 GHz. A seguito di una discussione completa e di una valutazione adeguata dei risultati delle attività oggi in corso, la decisione potrà essere predisposta nella seconda metà del 2016.

Con il Progetto "PACOS", ISCOM e FUB si propongono di studiare le potenzialità e le criticità dell'uso condiviso dello spettro radio da parte di diversi utilizzatori, anche mediante la realizzazione di progetti sperimentali pilota, nonché le condizioni tecniche e gli approcci regolamentari innovativi per lo sharing delle frequenze, quali il già citato LSA.

In linea con le indicazioni fornite dalla Commissione Europea, le attività sperimentali del Progetto si sono focalizzate sull'interferenza generata dalle emissioni fuori banda dei dispositivi LTE a divisione di tempo, operanti nella banda 2.3-2.4 GHz, soprattutto in scenari indoor che vedono sistemi diversi operanti a distanza ravvicinata. Oggi, infatti, è comune per gli utenti accedere e/o distribuire contenuti audiovisivi in streaming all'interno delle loro reti WLAN e la Commissione teme che le interferenze da apparecchiature LTE possano influenzare il throughput WLAN, incidendo negativamente sulla qualità sperimentata dagli utenti.

Per la corretta progettazione e realizzazione delle attività sperimentali è stato innanzitutto necessario analizzare lo stato dell'arte tecnico e regolamentare per le bande d'interesse (2.3-2.4 GHz e 3.6-3.8 GHz).

Indirizzandosi allo studio della coesistenza tra sistemi TDD LTE di telefonia mobile, operanti in banda 2.3-2.4 GHz, e applicazioni incumbent WiFi operanti nella banda adiacente (2400-2483.5 MHz), sono stati analizzati i lavori svolti sino ad oggi dalla CEPT e da alcuni specifici Regolatori Nazionali in Eu-

124

ATTIVITÀ FUB 2015

ropa, in particolare dal regolatore britannico OFCOM. Essi, infatti, rappresentano la base di conoscenze sulla quale sono state sviluppate dalla CEPT le condizioni tecniche di impiego della banda a 2.3 GHz, in risposta al mandato istituito dalla Commissione Europea.

Quest'analisi ha permesso di evidenziare i risultati attualmente disponibili e, al contempo, le aree di studio per le quali è necessario procedere con ulteriori approfondimenti.

Appare chiaro, infatti, che una conoscenza appropriata delle effettive e reali condizioni di coesistenza tra i sistemi LTE e i sistemi Wi-Fi richiede ulteriori indagini sperimentali che confermino l'applicabilità delle condizioni tecniche di coesistenza già individuate in Europa, anche considerando un insieme più ampio di casi pratici di condivisione.

Con il Progetto "PACOS", ISCOM e FUB vogliono quindi contribuire all'arricchimento del quadro di conoscenze in materia di accesso condiviso allo spettro, a supporto dello sviluppo delle politiche comunitarie. Per questo motivo, è di particolare valore la collaborazione con il Joint Research Centre (JRC), servizio scientifico della Commissione Europea avente una delle proprie sedi a Ispra (VA).

Si noti che, pur essendo ottenuti in una specifica banda, dai lavori sperimentali del Progetto si potranno desumere risultati di validità generale, applicabili allo studio dell'accesso condiviso su base licenziata in altre bande di frequenza come la 3.6-3.8 GHz. Quest'ultima banda è oggi di particolare interesse sia per l'avvio del processo di assegnazione dei diritti d'uso in Italia, sia per gli studi in corso in ambito CEPT finalizzati alla stesura di linee guida per l'accesso condiviso alla banda.

Lo studio della coesistenza tra LTE e Wi-Fi, infine, è di particolare rilievo per l'analisi di soluzioni tecnologiche che nel prossimo futuro permetteranno l'impiego anche delle frequenze di uso libero da parte dei sistemi mobili, in modalità di accesso allo spettro condiviso ma gestito dalla rete radio cellulare (Licensed Assisted Access - LAA).

Con l'obiettivo di confermare la validità dei risultati già disponibili ed estendere e ampliare l'insieme delle prove sperimentali già effettuate da altri enti e organismi, sono stati realizzati due diversi setup sperimentali per la verifica degli effetti interferenziali generati da apparati TDD LTE su reti Wi-Fi reali.

I setup allestiti hanno richiesto la progettazione e la messa a punto di banchi di misura in laboratorio, e l'installazione di una stazione radiobase TDD LTE in ambiente indoor per lo svolgimento di misure di segnali irradiati. I test sono stati quindi definiti:

- nello scenario controllato in laboratorio, considerando come segnale interferente un generatore di segnale TDD LTE (in assenza di altri segnali interferenti oltre a LTE che potrebbero influire sui risultati dei test);
- nello scenario reale, con apparati (stazioni radiobase e terminali mobili) TDD LTE e Wi-Fi operanti in un ambiente reale indoor.

Per condurre i test sperimentali, è stato poi necessario definire i parametri, le metriche e le procedure di test finalizzate alla:

- valutazione dell'effetto dell'interferenza di stazioni base TDD LTE verso i ricevitori Wi-Fi, considerando diverse combinazioni dei parametri di configurazione del sistema LTE (ad es. uso canali LTE di ampiezza variabile 10, 20, 30 MHz) e diverse tipologie di apparati Wi-Fi;
- valutazione dell'effetto dell'interferenza generata da *user equipment* (UE) TDD LTE verso i ricevitori Wi-Fi;
- valutazione delle prestazioni degli apparati Wi-Fi di uso domestico in confronto a quelli utilizzati in ambienti professionali;
- individuazione di possibili tecniche di mitigazione da applicare ove necessario per ridurre le mutue interferenze tra sistemi.

Attraverso le misure di coesistenza si analizzano alcune metriche (es. throughput, packet loss, delay) per valutare il possibile degrado delle prestazioni dei collegamenti Wi-Fi in presenza di segnali LTE a divisione di tempo. Le condizioni dei test variano in funzione di diversi parametri come la separazione frequenziale tra i segnali, la larghezza dei canali LTE, la presenza di un numero variabile di terminali mobili interferenti e, naturalmente, della geometria dei collegamenti. Ogni insieme di test deve poi

essere ripetuto per tutti i diversi dispositivi WiFi, potenzialmente vittime di interferenze, che s'intendono analizzare. La scelta dei dispositivi è formulata sulla base del parco degli apparati realmente installati in Italia e in Europa.

Data la grande quantità di test che è necessario eseguire per completare la campagna di misure, si prevede che le attività di laboratorio, come pure quelle in ambiente reale proseguiranno per tutta la prima metà del 2016. Tale calendario è coerente con quello dei lavori della Commissione Europea ai fini dell'analisi dei risultati sperimentali per il completamento dell'iter di emanazione della Decisione sulla banda 2.3-2.4 GHz.

### **SPERIMENTAZIONE E SVILUPPO**

---

- Setup sperimentali per le analisi di coesistenza tra sistemi mobili LTE e WiFi, attraverso misure in ambiente controllato di laboratorio e di segnali irradiati in ambiente reale.

### **DELIVERABLE**

---

- D1: "Analisi dello stato dell'arte tecnico e regolamentare per l'uso condiviso dello spettro".
- D2: "Progettazione e realizzazione di testbed sperimentali per l'uso condiviso dello spettro".

126

ATTIVITÀ FUB 2015

## GESTIONE DELLO SPETTRO RADIO

### LSA

Primo progetto pilota nel mondo su Licensed Shared Access (LSA)

Progetto autofinanziato in collaborazione scientifica con MiSE, JRC.

Il Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE), in collaborazione con il Joint Research Centre, il servizio scientifico della Commissione Europea, e con il coordinamento tecnico della Fondazione Ugo Bordoni, ha avviato un progetto pilota per la sperimentazione dell'uso condiviso dello spettro basato sull'innovativo approccio del Licensed Shared Access (LSA).

Il Progetto rappresenta un'iniziativa di avanguardia per approfondire il ruolo dell'accesso condiviso allo spettro su base licenziata come strumento per l'uso efficiente delle frequenze e come veicolo per l'apertura di nuove bande ai sistemi radio di prossima generazione nell'evoluzione dal LTE verso la quinta generazione (5G).

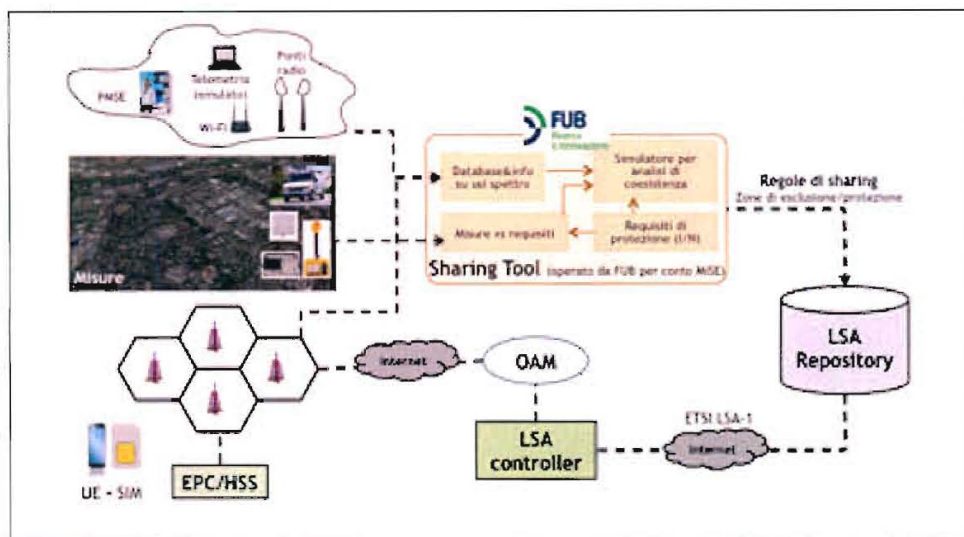
Esso intende studiare le condizioni tecniche, di funzionamento e l'effettiva realizzabilità dell'accesso condiviso LSA in uno scenario reale, attraverso l'installazione di una rete radiomobile in tecnologia LTE nelle frequenze della banda 2.3-2.4 GHz. La scelta della frequenza di lavoro è motivata dalla considerazione che in Europa è in fase di ultimazione il quadro regolamentare per l'uso armonizzato della banda a 2.3-2.4 GHz da parte di sistemi di comunicazione elettronica, che include anche l'accesso condiviso basato su LSA.

La sperimentazione, coordinata dalla FUB, è svolta a Roma presso la sede del MiSE e coinvolge partner industriali di tutta Europa: Nokia Networks, PosteMobile, Qualcomm Technologies, Inc. per l'Italia; Cumucore e Fairspectrum, per la Finlandia; Red Technologies per la Francia. Questa iniziativa è la prima nel mondo a essere svolta con la piena partecipazione di soggetti istituzionali, enti di ricerca e partner industriali per testare l'accesso condiviso allo spettro su base licenziata LSA, in vista di un possibile impiego su larga scala.

Il corretto funzionamento di un modello di condivisione fondato su LSA richiede, infatti, un coordinamento istituzionale tra gli utilizzatori attuali e quelli futuri, i quali dovranno usare le frequenze secondo regole chiare e, per quanto possibile, facili da attuare. A ciò si aggiunge la necessità di disporre di competenze tecniche di rilievo, da attuare anche nelle reti mobili, per la gestione delle interferenze e per garantire la coesistenza tra i diversi sistemi secondo standard di qualità predefiniti.

In questo senso, l'applicazione pratica del LSA fornirà risultati sperimentali di valore unico che la Commissione Europea potrà impiegare nel completare il quadro regolamentare sulla banda 2.3-2.4 GHz. Allo stesso modo, la sperimentazione consentirà di contribuire con elementi essenziali ai lavori degli organismi internazionali tecnici e di standardizzazione (es. CEPT, ETSI, ITU).

Il Progetto pilota è realizzato attraverso una rete mobile LTE che impiega tecnologie a divisione di tempo (TDD) nella banda 2300-2400 MHz. La rete è dispiegata a Roma ed è costituita da installazioni micro e femto-cellulari (queste ultime in ambiente indoor).



La rete radiomobile è gestita secondo l'approccio LSA e include tutti gli elementi architetturali necessari, forniti dai diversi partner del Progetto: le stazioni radiobase (eNB) sia outdoor che indoor; i terminali e le relative SIM; l'Evolved Packet Core (EPC), che consente la comunicazione tra eNB e terminali mobili; il sistema di gestione della rete cellulare (network management system, OAM), che garantisce il rispetto delle regole di condivisione dello spettro attraverso la comunicazione con LSA controller; il controller LSA, che definisce le azioni di controllo sui parametri della rete LTE per garantire le regole di condivisione; la repository LSA, che contiene le regole per l'uso dello spettro nell'area di interesse in modo da garantire la protezione dei servizi incumbent che già usano la banda oggetto di sperimentazione.

La Fondazione, oltre a coordinare lo svolgimento di tutte le attività collegate del Progetto, è incaricata di sviluppare e gestire il cosiddetto *sharing tool*, che rappresenta lo strumento principale per determinare le regole di condivisione alla base della sperimentazione. Questo strumento è operato secondo le indicazioni del MISE ai fini di determinare le regole di accesso allo spettro da parte dei diversi utilizzatori, attraverso un approccio simulativo che viene poi validato grazie a misure in campo.

Grazie a questo strumento è possibile stabilire le regole di condivisione sulla base dei diversi approcci concettuali previsti dalla CEPT e dall'ETSI (ad es. zone di restrizione e zone di protezione) e, di conseguenza, realizzare sperimentalmente l'accesso condiviso su base LSA secondo diverse modalità. Si noti che l'applicazione di questi diversi approcci concettuali non pregiudica in alcun modo la corretta protezione degli usi già presenti nella banda.

In quest'ottica, la sperimentazione in corso a Roma permette di ottenere risultati validi non solo per la banda scelta per i test (2.3-2.4 GHz), ma applicabili a ogni altra porzione di spettro che si intenda aprire a nuovi sistemi radio, su base condivisa e licenziata.

In particolare, in Europa si sta oggi discutendo e valutando come promuovere l'accesso condiviso allo spettro per migliorare l'efficienza d'uso nella banda 3.6-3.8 GHz e consentirne l'impiego per usi fissi e mobili di quarta e quinta generazione. A questo scopo la Conferenza Europea delle Amministrazioni Postali e per le Telecomunicazioni (CEPT) ha istituito un gruppo di lavoro dedicato, che dovrà presentare le proprie conclusioni entro novembre del 2016. Il Ministero dello Sviluppo Economico coordina questo gruppo tramite la Fondazione Ugo Bordoni.

In aggiunta, i risultati della sperimentazione forniranno indicazioni utili anche nel processo, avviato in Italia, di apertura della banda 3.6-3.8 GHz a nuovi utilizzi, per i quali saranno concessi già nel 2016 licenze d'uso, secondo un modello di condivisione dello spettro su base geografica.

L'impiego della banda secondo regole di condivisione precise garantisce la protezione agli utilizzatori presenti nella banda 2.3-2.4 GHz e permette di studiare le opportunità di condivisione con i sistemi

radiomobili LTE, indirizzandosi anche verso l'applicazione di soluzioni tecnologiche evolute, tipiche dei sistemi di quarta e quinta generazione, come le *software defined network* o le tecniche di aggregazione dello spettro, usate per offrire connessioni a banda ultralarga (*carrier aggregation*).

Gli utilizzatori presenti nella banda 2.3-2.4 GHz sono: ponti radio ad uso privato; servizi militari; radiocamere. Per ciascuno di questi impieghi si deve stabilire lo scenario tecno-regolamentare di condivisione e definire le regole per introdurre nella banda utilizzi mobili su base condivisa. Ciò permette di determinare lo spettro disponibile su base LSA e le condizioni tecniche di utilizzo associate. Il Ministero ha affidato questo compito alla Fondazione, in virtù delle elevate competenze in materia di accesso condiviso allo spettro e sugli studi di coesistenza tra diversi servizi radio.

La condivisione è realizzata identificando i criteri e i requisiti di protezione degli usi correnti che si attuano secondo diverse modalità, definendo:

- Zone di esclusione: aree geografiche in cui non possono essere attivati trasmettitori LTE.
- Zone di restrizione: aree geografiche in cui possono essere attivati trasmettitori LTE secondo specifiche restrizioni in termini di potenza emessa.
- Zone di protezione: aree geografiche all'interno delle quali il livello di interferenza generato dalla rete radiomobile deve essere contenuto sotto una soglia predefinita.

Questi principi e procedure sono stati definiti e standardizzati in ambito europeo (CEPT ed ETSI) e sulla base di essi la Fondazione ha determinato il modello di condivisione e le regole di coesistenza più adatti alle circostanze nazionali. A questo scopo, la FUB ha elaborato, sviluppato e gestito un apposito *sharing tool* alla cui base vi sono tutti gli strumenti di analisi e simulazione necessari a tale scopo e ha proposto un modello operativo che tutela la riservatezza dei dati delle reti di ciascun utilizzatore, garantendo, in modo terzo e sotto l'egida del Ministero, l'opportuna coesistenza del radiomobile con i servizi incumbent.

Lo *sharing tool* si basa su un simulatore elettromagnetico per l'analisi di coesistenza che:

- contiene un registro con le informazioni fornite dal MiSE sugli usi incumbent già presenti nella banda, nel rispetto dei vincoli di riservatezza;
- esegue l'analisi di coesistenza, grazie allo sviluppo e all'impiego di un simulatore radio, alimentato con informazioni sulle topologie di rete, le posizioni e le caratteristiche tecniche dei sistemi operati da parte degli utilizzatori correnti e dai nuovi entranti;
- comunica alla LSA Repository le regole di condivisione che devono essere memorizzate al proprio interno per poter poi essere comunicate al LSA Controller e alla rete LTE;
- analizza i risultati delle misure in campo per valutare la conformità delle condizioni di interferenza effettive rispetto alle esigenze di protezione. Nel caso in cui la conformità non sia garantita può essere necessario rivedere e aggiornare le regole di condivisione comunicate alla LSA Repository.