

## PUBBLICAZIONI

### Propagazione Radio

*Evoluzione dei sistemi wireless a larga banda verso il 5G: problematiche di coesistenza e modelli di propagazione*

- Petrini V., Guiducci D., Carciofi C., "Analysis of technical conditions for the usage of M2M applications in the 700 MHz frequency band", *IC1004 TD(15)12063* Dublin, Ireland, January 28-30, 2015.
- Masullo P. G., Pulcini L., Vaser M., Celidonio M., "Measured Interference of LTE Uplink Signals on DVB-T Channels", *Journal of Telecommunications and Information Technology*, Poland National Institute of Telecommunications, 2015, 1 dicembre 2015, 2015, 4, pp. 74-85.
- Celidonio M., Masullo P. G., Pulcini L., Vaser M., Ferrante M., Fusco G., "LTE services over the 800 MHz band: interference effects on DVB-T channels caused by the uplink signal", *AEIT International Annual Conference 2015*, Napoli, October 14-16, 2015.

*Advanced Global Navigation Satellite Systems Tropospheric Products for Monitoring Severe Weather Events and Climate (GNSS4SWEC)*

- Bosisio A.V., Cadeddu M.P., Fionda E., Ciotti P., "Forward modeling of an atmospheric scenario: path characterization in terms of scattering intensity", *Specialist Meeting on Microwave Radiometry and Remote Sensing of the Environment (MicroRad 2016)*, Espoo, Finlandia, April 2016.

### Attività inerenti la QoS nelle reti di accesso

*Analisi prestazioni Reti di sensori sottomarini*

- Persia S., Tabacchiera M., Betti S., "Data Link Layer Effect over Swarm Underwater Network Performance", *Sensornet 2016 - 5th International Conference on Sensor Networks*, Roma, 19-21 febbraio 2016.

### ICT per l'energia

- Persia S., Petrini V., Rea L., Valenti A., "Wireless M2M Capacity Analysis for Smart Distribution Grids", *AEIT International Annual Conference 2015*, Napoli, 14-16 ottobre 2015.

## DELIVERABLE E CONTRIBUTI DI STUDIO

- Progetto PACOS, D2: Progettazione e realizzazione di testbed sperimentali per l'uso condiviso dello spettro.
- Progetto mWaves-5G, Deliverable 3.2: Analisi sulle caratteristiche propagative dei segnali sopra i 6 GHz.
- LSA pilot: Specification of the sharing framework.
- PLUM, "Use of C-Band (3400/3600-2200 MHz) for mobile broadband in Hungary, Italy, Sweden and the UK", giugno 2015.

## PARTECIPAZIONE AD ORGANISMI

In ambito COST, si segnala la partecipazione a due meeting con produzione di memorie:

- Action 2nd Workshop Group Meeting (WGM) and Management Committee Meeting (MC) Meeting, 11 - 13 maggio 2015, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, (GR);
- Action 3rd Working Group Meeting (WGM) and the 6th Management Committee (MC) Meeting, 29 settembre - 02 ottobre 2015, Wrocław (PL).

## PARTECIPAZIONE A GRUPPI, COMMISSIONI E TAVOLI TECNICI

---

Contributi al Tavolo Tecnico Refarming:

- Scenari che richiedono l'aggiornamento delle verifiche della qualità GSM in seguito all'estensione del refarming delle bande a 900 e/01800 MHz.
- Verifica dell'impatto del refarming sulla qualità GSM.
- Domande per settore marketing volte all'analisi del mercato GSM retail.
- Analisi delle tipologie di informazioni disponibili sul mercato GSM retail.
- Prime valutazioni mercato GSM retail.

## TESI DI LAUREA

---

- "Effetto delle strategie di pianificazione cellulare sull'esposizione personale", Tesi di Laurea in Compatibilità Elettromagnetica, Università di Bologna, Facoltà di Ingegneria delle Telecomunicazioni, Anno Accademico 2014/2015.

## ATTIVITÀ DEI CENTRI DI COMPETENZA

### GESTIONE DELL'INFORMAZIONE

Il Centro di competenza Gestione dell'Informazione è una struttura a carattere multidisciplinare focalizzata sulle conoscenze, le tematiche e le metodologie operative connesse al tema della gestione dei dati e dei servizi, visti come applicazioni distinte dall'infrastruttura di rete.

Le principali problematiche analizzate e approfondite nel Centro di competenza riguardano:

- le tecniche di rappresentazione, trasformazione, codifica e riconoscimento delle informazioni multimediali;
- le tecniche di accesso, indicizzazione, ricerca e modellazione dell'informazione disponibile in rete (blog, microblog, ecc.), con particolare riferimento all'approccio semantico;
- la definizione di metodi e architetture flessibili per il "data mining" su grandi moli di dati eterogenei e destrutturati originati dai servizi di crowdsourcing;
- i sistemi di intelligenza artificiale per la gestione delle informazioni energetiche nelle "smart grid";
- la valutazione e progettazione di interfacce e applicazioni multimediali interattive personalizzabili rispetto alle attività e ai servizi richiesti dall'utente;
- lo sviluppo di modelli adattativi per l'analisi dell'interazione utente-macchina nella modalità passiva e dinamica, e la definizione di metodologie avanzate per la profilazione del comportamento degli utilizzatori immersi in ambienti multimediali, virtuali e dinamici;
- l'osservazione e valutazione della qualità soggettiva e oggettiva dei media tramite procedure e tecniche di intelligenza computazionale basati sull'elaborazione delle immagini;
- la sicurezza e la protezione dei dati (anche di carattere personale);
- la definizione delle procedure per la verifica e la certificazione della sicurezza e affidabilità dei sistemi informatici a supporto di infrastrutture e servizi critici di vitale importanza per la comunità civile, quali la fornitura di energia, la tutela della salute e della capacità produttiva nazionale, i trasporti, i servizi bancari, i sistemi di pagamento in mobilità;
- le metodologie di analisi e progettazione dei processi di business, applicati nei contesti specifici sia della verifica di fattibilità tecnica e organizzativa di norme e regolamenti, sia dell'organizzazione procedurale della Pubblica Amministrazione centrale nei rapporti con il cittadino.

Nell'attuale contesto sociale ed economico la progressiva affermazione delle tecnologie digitali e del cloud e social computing ha determinato un notevole incremento dei dispositivi in grado di raccogliere, trasferire e condividere informazioni con notevole rapidità e diversità di formato.

L'estrazione di conoscenza dalle varie tipologie di dati e il soddisfacimento degli specifici e dinamici fabbisogni degli utilizzatori rendono essenziale la gestione dell'informazione tramite evoluti sistemi multimediali e capacità avanzate d'intelligenza artificiale.

La diffusione di servizi web e di applicazioni mobile, nonché l'impiego di sistemi e tecnologie informatiche distribuite per la memorizzazione, elaborazione e condivisione delle informazioni espongono altresì gli utilizzatori e i fornitori di servizi a potenziali attacchi di pirateria informatica che richiedono specifiche misure di contrasto tramite l'adozione di standard, metodologie e criteri per la sicurezza e la protezione dei dati.

Questo contesto costituisce l'ambito di riferimento delle attività del Centro di Competenza Gestione dell'Informazione che, nel corso del 2015, ha sviluppato nello specifico le seguenti attività:

### **Multimedia**

Negli ultimi anni, il ruolo dei dati multimediali è divenuto progressivamente più rilevante per la vigilanza e sicurezza degli spazi pubblici, la diagnostica medica, la tutela e valorizzazione dei beni culturali, la lotta alla contraffazione, le piattaforme di e-learning e i social network.

La generazione continua di immagini e video, resa possibile dalle nuove tecnologie (smartphone, videocamere, sensori di immagini), necessita di strumenti efficaci di gestione, catalogazione, esplorazione ed analisi dei contenuti multimediali. L'utilizzo di tecniche di indicizzazione e di metadatozione (testuali o content-based) è essenziale per facilitare l'accesso degli utenti alle informazioni degli archivi multimediali e consentire lo sviluppo di motori per la navigazione intelligente dei contenuti visuali.

In tale ambito, le attività svolte dalla Fondazione nel 2015 hanno riguardato:

- lo sviluppo di nuove tecniche automatiche di estrazione delle caratteristiche di basso livello dei dati multimediali (immagini, video e audio) finalizzati alla rappresentazione dei contenuti audio e video secondo l'approccio *bag of words*;
- l'implementazione di metodi di classificazione e clusterizzazione semantica dei contenuti multimediali secondo diverse tecniche discriminative di *machine learning*;
- la realizzazione di un sistema prototipale, basato sulle tecnologie Hadoop e Spark, per la gestione di grandi collezioni di immagini e l'elaborazione di query complesse sulla base dei descrittori semantici; il sistema sviluppato e l'analisi delle sue prestazioni sono stati oggetto di pubblicazione scientifica.

L'interesse della Fondazione verso questi temi è stato motivato dalla possibilità di estendere queste tecniche di processamento delle immagini anche all'identificazione e al riconoscimento di oggetti all'interno di immagini e video con applicazioni nel campo della tutela della proprietà industriale e del diritto d'autore.

Con particolare riferimento alla componente audio del segnale multimediale, la Fondazione si è occupata della definizione e implementazione di metodologie di valutazione ed estrazione delle caratteristiche dei segnali audio per l'identificazione e il riconoscimento dei diversi contesti ambientali, assicurandosi la conduzione scientifica e gestionale del Progetto Europeo "Octave".

D'altra parte, la gestione del dato multimediale comprende anche la memorizzazione, la codifica e il trasferimento all'utente finale dei contenuti che possono comportare una perdita della qualità del segnale. Questa esigenza ha portato la Fondazione a proseguire la sua decennale attività in ambito ITU e MPEG, sulle metriche oggettive e sulle metodologie di valutazione soggettiva della qualità tecnica delle immagini e del video.

### Quality monitoring of streaming multimedia services over http

L'attività è stata svolta nell'ambito della scheda di ricerca "Quality Monitoring of Streaming Multimedia Services over HTTP" dedicata allo studio e allo sviluppo di metriche di tipo ibrido per la valutazione della qualità soggettiva ed oggettiva di segnali multimediali. Le metriche di tipo ibrido considerano in modo congiunto il segnale ricevuto dal terminale di utente prima e dopo la sua decodifica e presentazione all'utente finale. Una elaborazione congiunta delle informazioni ricavate dal segnale di linea e dal terminale di utente permette di ottenere un indice di percezione della Qualità dell'Esperienza (QoE) da parte dell'utente finale. I risultati dell'attività svolta nel 2015, oltre alla pubblicazione scientifica, hanno riguardato la progettazione di un test plan di monitoring della QoS/QoE indipendente dal mezzo di trasporto, contribuendo allo sviluppo del progetto dedicato alla QoE per il servizio 5G.

### Evoluzione del servizio televisivo

Gli studi effettuati e l'esperienza maturata in ambito internazionale, soprattutto nel campo della codifica del segnale video, hanno permesso di raggiungere una conoscenza approfondita delle più innovative tecnologie di compressione del video, dedicate sia a servizi TV che a servizi Multimediali, siano essi diffusi con Broadcasting Terrestre (DVB-T), oppure attraverso streaming su Internet in modalità fissa o mobile. Alle tecnologie di codifica ormai consolidate (MPEG), seppur in continua evoluzione (HEVC), si stanno affiancando nuove tecnologie basate sul controllo del livello di complessità del contenuto (nuove tecniche di codifica basate sull'analisi della QoE del segnale da trasmettere, in fase di sviluppo in seno a Netflix). Altre nuove tecnologie stanno emergendo, basate su algoritmi di "enhancement" della risoluzione del segnale video, in grado di occupare il canale trasmissivo con una risoluzione di livello inferiore ma di essere espandibili a livello di risoluzione superiore presso il ricevitore (in altri termini, si trasmette in Standard Definition e si riceve in High Definition), il tutto utilizzando alcuni semplici parametri di "up-scaling". L'impatto di queste nuove tecnologie sembra molto promettente, anche in considerazione del fatto che sta investendo in questa direzione anche il principale Operatore Nazionale per Pay TV.

### Big Data & Social Web Analytics

La Fondazione ha una consolidata e comprovata esperienza sulle tematiche dei Big Data (analisi ed estrazione dell'informazione da grandi moli di dati) maturata nel corso degli anni attraverso una rilevante attività di ricerca metodologica, diverse collaborazioni con il mondo universitario e scientifico nazionale e internazionale (IASI-CNR, Glasgow University, Yahoo!Labs) e la partecipazione ai Comitati di Programma e Tecnici delle più rilevanti Conferenze Internazionali (SIGIR, CIKM, ICTIR, ICWSM, ECIR, IIR, IPM, DART). Ciò ha reso possibile, nel corso del 2015, oltre alla pubblicazione di un contributo scientifico alla Conferenza Internazionale *Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management (IC3K 2015)*, l'acquisizione di progetti finalizzati quali: "Almawave su Big Data" e "Snoopy" (su "Sentiment Analysis e Data Analytics"), e Enel (su "Data Analytics").

Le attività di studio e ricerca si sono concentrate sulle tecnologie per l'accesso, il recupero, l'estrazione, l'integrazione e l'elaborazione dell'informazione da grandi basi di dati strutturate e non strutturate, tra cui:

- tecniche di rilevamento statistico dei flussi informativi e di Sentiment Analysis applicate alle reti sociali;
- definizione di modelli per piattaforme di Business Intelligence altamente scalabili, con particolare riferimento all'uso di:
  - modelli predittivi (basati su Holt-winters, Naive Bayes, SVM, regressione lineare, regressione logistica ecc.)
  - modelli per la scoperta e la visualizzazione di relazioni di entità;

86

ATTIVITÀ FUB 2015

- piattaforma di analisi real-time basata su Storm per l'elaborazione di flussi informativi in tempo reale;
- clustering massivo dei dati con tecniche di *Locality Sensitive Hashing*;
- visualizzazione del grafo delle comunicazioni;
- uso della piattaforma Spark per l'elaborazione statistica dei dati su R distribuito (SparkR);
- implementazione distribuita delle tecnologie sviluppate in modalità PaaS su cluster di macchine.

### Reality mining

Il tema del "reality mining" riguarda lo studio di modelli e tecniche di analisi del crescente flusso di dati che raccontano le attività degli utenti all'interno di una smart city.

Sul tema della rappresentazione dei flussi di distribuzione di cibo nei servizi caritatevoli, ad inizio 2015, è stata presentata al MiSE l'applicazione sviluppata in collaborazione con l'Università degli Studi Roma Tre e con il ISTC - CNR. È stata quindi avviata una collaborazione FUB/MiSE in vista di EXPO 2015 finalizzata alla creazione di un tavolo di discussione tra imprese, enti e pubblica amministrazione a livello nazionale ed internazionale sul tema del reality mining in applicazioni di innovazione sociale.

Nel corso del 2015, inoltre, è proseguita la collaborazione con il Banco Alimentare Roma e sono stati attivati contatti con altri enti sul territorio nazionale per migliorare e raffinare la base dati utilizzata per la visualizzazione dati della distribuzione del cibo nella città di Roma.

### Applicazioni multimediali per i Beni Culturali

Nell'ambito della collaborazione scientifica tra la Fondazione Ugo Bordoni e la Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma, è proseguita nel 2015 l'attività di sperimentazione di nuovi strumenti multimediali e di realtà aumentata per la valorizzazione e la fruizione del patrimonio archeologico dell'Aventino. Oltre al continuo aggiornamento delle tecnologie già sviluppate, nel laboratorio multimediale della Fondazione sono state esplorate le potenzialità di coniugare archeologia e tecnologia tramite gli occhiali interattivi sviluppati da Google. I Google Glass potrebbero offrire all'utente nuove e avanzate modalità di interazione con i diversi reperti e allestimenti museali. I risultati della sperimentazione sono stati presentati alla Conferenza *Studi e Scavi sull'Aventino (2003-2015)*, marzo 2015, American Academy in Rome.

Tra le applicazioni studiate e sviluppate per i Beni Culturali è stata elaborata una tecnica per la stilizzazione artistica delle immagini, basata sul processamento delle caratteristiche strutturali nel dominio della frequenza. Questa tecnica, oggetto di pubblicazione scientifica, consente a partire da una fotografia di un oggetto d'arte di ottenere una versione *like-painting* attraverso una successione di passaggi di astrazione.

Inoltre, sempre nell'ambito della collaborazione con la SSBAR, è stato attivato il Progetto "WAM - Works of Art Management", che riguarda la progettazione e sviluppo di sistemi informatizzati per la gestione delle giacenze e movimentazione del magazzino di reperti archeologici, per l'automazione delle operazioni di carico e scarico dei reperti al fine di minimizzare le problematiche che possono sorgere nelle fasi di consegna e spostamento. In particolare, il caso d'uso a cui si riferisce il Progetto riguarda lo sviluppo di software e di procedure atte alla valorizzazione/tutela della mostra Gorga post-esposizione, della gestione remota dell'immagazzinamento e conservazione dei materiali della collezione.

### Interattività uomo-macchina

Il Progetto "Speaky Acutattile", terminato nel maggio del 2015, ha permesso di approfondire il tema dell'interattività uomo-macchina realizzando un prototipo di sistema che favorisce alcune tipologie

di utenti "deboli" (anziani, ciechi, ecc.), permettendo loro di accedere a servizi o sistemi attraverso il semplice e naturale dialogo vocale, con l'obiettivo di contribuire al superamento del divario digitale.

Si è sviluppato un software di prototipizzazione rapida di dialoghi che permette, mediante la semplice compilazione di file Excel, di realizzare un efficace sistema di dialogo vocale basato sul riconoscimento e sull'interpretazione di lemmi predefiniti. Per il riconoscimento e la sintesi del parlato, può essere utilizzato qualsiasi software in quanto il sistema si basa sulla semplice trascrizione del parlato (nel nostro caso quella di Google) e di sintesi del parlato (nel nostro caso quella di default del sistema operativo Microsoft). L'interazione attraverso il dialogo avviene invece con l'interpretazione dei fogli Excel. Il sistema è anche in grado di controllare fisicamente dei dispositivi fisici: nel nostro caso, si è interfacciato un sistema di "media player" per la fruizione di contenuti audio e video e per l'accesso ai canali radio e televisivi. Si sono realizzati tre scenari d'uso: l'utilizzo del "media player"; la prenotazione di un biglietto aereo su tratta nazionale; il controllo di una casa domotica. Il sistema è stato utilizzato nei tre compiti da una classe di utenti anziani e da una di non vedenti. I risultati della sperimentazione e le opinioni degli utenti sono stati acquisiti ed elaborati secondo gli schemi UMUX di usabilità e i risultati sono riportati secondo la scala di Likert.

#### Smart Grid per l'efficienza energetica

La crescita continua della domanda di energia a livello mondiale e la progressiva diminuzione delle risorse energetiche tradizionali motivano l'interesse della comunità scientifica verso le tecnologie e metodologie per far evolvere la tradizionale rete elettrica in un sistema cibernetico-fisico in grado di coniugare le tradizionali tecnologie di produzione dell'elettricità con i sistemi di microgenerazione distribuita, le reti di sensori, i sistemi di *self-healing* e di *demand management*. In tale contesto si colloca l'attività di ricerca svolta dal Centro di competenza Gestione dell'Informazione sui sistemi distribuiti di *demand response* e *demand side management* nelle reti di microgrid connesse alla rete di distribuzione elettrica.

Il lavoro, sviluppato nell'ambito di una collaborazione con il "Dipartimento di Ingegneria informatica automatica e gestionale" dell'Università di Roma "La Sapienza" e con il "Dipartimento di Ingegneria" dell'Università degli Studi Roma Tre, ha riguardato il progetto e lo sviluppo di sistemi multiagente (MAS) di *tertiary control* per l'ottimizzazione della distribuzione energetica nelle coalizioni di microgrid in funzione della domanda e dell'offerta di energia localmente prodotta.

Il sistema MAS ha avuto come presupposti teorici:

- la teoria dei giochi cooperativi ad utilità trasferibile per il modellamento della logica di interazione degli agenti di *demand response* delle microgrid;
- lo standard FIPA, per la definizione dei modelli di comunicazione asincrona tra gli agenti.

L'implementazione e sperimentazione del sistema MAS di *demand management* è stata effettuata in Java sul framework JADE di Telecom Italia Lab che ha consentito di simulare e analizzare gli scambi di messaggi e le interazioni multiple tra i diversi agenti del sistema.

#### ICT Security

Raccogliendo le esigenze riscontrate nell'ambito delle attività svolte per il MiSE (ISCOM/CeVa/OCSI/RSE), nei progetti europei (ASSERT4SOA/CUMULUS) e nella definizione dei programmi di lavoro futuri di H2020 (Secure Societies/ICT), le tematiche affrontate hanno riguardato l'evoluzione dei modelli per la valutazione/certificazione della sicurezza ICT. È stata analizzata la possibilità di utilizzare gli standard disponibili (per esempio, CC-Common Criteria) per la valutazione/certificazione della sicurezza ICT in contesti/casi (per esempio, sicurezza ICT di servizi su cloud) nei quali i modelli standard appaiono non immediatamente applicabili. In particolare, sono state approfondite le seguenti tematiche:

- valutazione cumulativa di sistemi complessi;
- valutazione di sistemi da remoto;

- garanzie, relazioni di fiducia e cicli di vita nei criteri/processi di valutazione/certificazione;
- semplificazione dei criteri/processi di valutazione/certificazione;
- automazione dei processi di valutazione/certificazione.

### Analisi dei processi di business

La consueta collaborazione tra la Fondazione e la Pubblica Amministrazione centrale ha fatto emergere la necessità di affrontare alcuni aspetti particolarmente rilevanti, quali l'analisi e la progettazione di processi di business applicati alle esigenze peculiari della PA centrale, applicando le buone pratiche internazionali che sono ormai diventate un punto di forza delle imprese private caratterizzate da un'elevata efficienza organizzativa.

In particolare, a fronte di leggi e regolamenti redatti con il fine di costituire un corpus normativo coerente, è maturata l'esigenza di associare ad essi un modello organizzativo e procedurale efficiente e trasparente nei confronti dei cittadini. Tale esigenza si applica sia a contesti normativi già consolidati, sia nella fase di redazione di nuove norme che, in una PA moderna, dovrebbe tenere conto delle possibili alternative applicative fin dalle prime fasi di redazione del testo giuridico.

In questo contesto, nel corso del 2015, la Fondazione ha fornito il proprio supporto nei seguenti ambiti:

- redazione di nuove norme: il confronto tra gli estensori delle norme e gli esperti di analisi dei processi realizzativi ha consentito di individuare tra le varie soluzioni normative possibili quelle che, nel loro complesso, potevano essere realizzate con la maggior efficienza operativa;
- supporto al miglioramento delle norme esistenti e, in particolare, alla valutazione del rapporto costi/benefici di specifiche prescrizioni normative;
- supporto al miglioramento dell'efficienza organizzativa delle strutture operative della PA;
- supporto alla redazione di sistemi di qualità, con particolare riferimento alle strutture a diretto contatto con i cittadini.

### PUBBLICAZIONI

#### Atti di Conferenze Internazionali

- Amati G., Angelini S., Bianchi M., Fusco G., Gambosi G., Gaudino G., Marcone G., Rossi G. and Vocca P., "Moving beyond the Twitter follow graph", in *Proceedings of the 7th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management (IC3K 2015)*, Vol. 1: KDIR, pp. 612-619, ISBN: 978-989-758-158-8
- Mangiatordi F., Pallotti E., Baroncini V., Capodiferro L., "Non photorealistic rendering in frequency domain", accettato per la presentazione a *SPIE 2016, Electronic Imaging, Image and Video Processing, Quality and Systems*, San Francisco, USA, February 15-17 2016.
- Baroncini V., Mangiatordi F., Pallotti E., Agostinelli M., "Visual assessment of HDR video", accettato per la presentazione a *SPIE 2016, Electronic Imaging, Image and Video Processing, Quality and Systems*, San Francisco, USA, February 15-17 2016.

## Organismi internazionali / Standard / Gruppi di normativa tecnica

- Baroncini V., Ebrahimi T., "M35481 Description of Subjective Evaluation for Evidence (CFE) for HDR and WCG Video Coding", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Suzuki T., Baroncini V., Cohen R., Tan T.K., Wenger S., "M35751 JCT-VC AHG report: Test sequence material (AHG15)", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Baroncini V., Karczewicz M., Naccari M., Ramzan N., Rosewarne C., Tan T.K., Thiesse J.M., Wan W. (AHG chairs), "M35985 JCT-VC AHG report: HEVC Verification test preparation (AHG5)", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Baroncini V., Müller K., Shimizu S., Vetro A., Yea S., "M36049 JCT-3V AHG Report: 3D Coding Verification Testing (AHG5)", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Barroux G., Rosewarne C., Baroncini V., Tourapis A., Naccari M., "M36124 Verification test plan for interlaced video and format range extensions", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Baroncini V., Wang Y.K., Ye Y. (AHG chairs), "M36674 JCT-VC AHG report: SHVC verification testing (AHG13)", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Suzuki T., Baroncini V., Cohen R., Tan T.K., Wenger S., Yu H. (AHG chairs), "M36676 JCT-VC AHG report: 3D Coding Verification Testing (AHG10)", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Baroncini V., "M36836 Results of HDR CFE subjective evaluations conducted at Rome", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Barroux G., Rosewarne C., Baroncini V., "M36840 Interlaced video and format range extensions verification test results", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Shimizu S., Baroncini V., Müller K., "M36854 MV-HEVC / 3D-HEVC Verification Test Plan", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Rosewarne C., Baroncini V., Barroux G., Sullivan G.J., Tourapis A.M., Naccari M., "M36868 HEVC interlaced video and format range extensions verification test report", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Ye Y., Baroncini V., Wang Y.K., "M36869 Draft verification test plan for scalable HEVC (SHVC) profiles", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Baroncini V., Wang Y.K., Ye Y., "M37260 JCT-VC AHG report: SHVC verification testing", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Baroncini V., Kerofsky L., Rusanovskyy D., "M37365 HDR/WCG CE3 Summary Report", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Baroncini V., Karczewicz M., Naccari M., Ramzan N., Rosewarne C., Tan T.K., Thiesse J.M., Wan W., "M37380 JCT-VC AHG report: HEVC and range extensions verification test preparation", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Baroncini V., "M37407 Proposed test methodology of SDR quality evaluation with HDR reference", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Ye Y., Baroncini V., Wang Y.K., "M37517 SHVC verification test plan", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG).
- Baroncini V., Müller K., Shimizu S., "M37509 3D-HEVC Verification Test Report", ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG)
- Orazi M., Riccardi A. et alii, "Conducting shadow Certifications and VPAs", ver.1.0 sept.2015, SOGIS - IT Security Certified  
[http://sogis.eu/documents/mra/SOG-IS-shadow-VPA%20-v1.0%20\(for%20trial%20use\).pdf](http://sogis.eu/documents/mra/SOG-IS-shadow-VPA%20-v1.0%20(for%20trial%20use).pdf)

## Conferenze Nazionali

- Capodiferro L., Mangiatordi F., Pallotti E., "Aventino, Multimedia and Archaeology", *Conference Studi e Scavi sull'Aventino (2003-2015)*, American Academy in Rome, March 24, 2015.

## Pubblicazioni online

- Costantini L., Nicolussi R., "Performances Evaluation of a Novel Hadoop and Spark Based System of Image Retrieval for Huge Collections", *Advances in Multimedia*, Vol. 2015, Article ID 629783, 7 pages, 2015. doi:10.1155/2015/629783.

## ATTIVITÀ DI REVIEWING PER CONVEGNI E RIVISTE

---

- LREC 2016 - *10th edition of the Language Resources and Evaluation Conference*, Portorož, Slovenia, 23-28 May 2016 [<http://lrec2016.lrec-conf.org/en/>].
- ODYSSEY 2016 - *The Speaker and Language Recognition Workshop*, Bilbao, Spain, June 21-24 2016 [<http://www.odyssey2016.org/>].
- ICASPP 2016 - *The 41st IEEE Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Shanghai, China, 20-25 May 2016 [<http://www.icassp2016.org/>].
- INTERSPEECH 2016 - *Understanding Speech Processing in Human and Machines*, San Francisco, California, September 8-12 2016 [<http://www.interspeech2016.org/>].
- ASRU 2015 - *IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop*, Scottsdale, Arizona, USA, December 13-17 2015 [<http://www.asru2015.org/>].
- SIGDIAL 2015 - *16th Annual SIGdial Meeting on Discourse and Dialogue*, Prague, Czech Republic, September 2-4 2015 [<http://www.sigdial.org/workshops/conference16/>].
- EUSIPCO 2015 - *The European Signal Processing Conference*, Nice, France, 31st August - 4th September 2015 [<http://www.eusipco2015.org/>].

## PARTECIPAZIONE A COMITATI DI PROGRAMMA

---

### Conferenze Internazionali

- Qomex 2015, *7th International Workshop on Quality of Multimedia Experience*, Costa Navarino, Messinia, Greece, May 26-29 2015.

## CONVENZIONI, COLLABORAZIONI, PARTENARIATI

---

- Soprintendenza Speciale per il Colosseo, il Museo nazionale romano e l'Area Archeologica di Roma - MIBACT
- Ufficio Italiano Brevetti e Marchi (UIBM) - Ministero dello Sviluppo Economico
- Dipartimento per le Comunicazioni - Ministero dello Sviluppo Economico (ISCOM)
- Dipartimento di Ingegneria - Università degli Studi Roma Tre
- Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni - Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
- Dipartimento di Lettere e Filosofia - Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

## PARTECIPAZIONE AD ORGANISMI

---

### Organismi Internazionali

- ISO-IEC/SC29/WG11 (MPEG)  
Presidente Gruppo di Test  
(Vittorio Baroncini)
- ITU-R SG16 "Broadcasting service"  
Vice-presidente WP 6C "Programme production and quality assessment"  
(Vittorio Baroncini)
- Video Quality Expert Group (VQEG)  
Presidente Progetto Multimedia II (Audiovisual metrics validation)  
(Vittorio Baroncini)

- EBU PLOUD group on Loudness  
(Mauro Falcone)
- Gruppi di lavoro CCRA (Common Criteria Recognition Arrangement): CCMB, CCDB, CCES, CCMC  
Conferenza Internazionale Common Criteria - ICCS  
(Massimiliano Orazi)
- Gruppi di lavoro SOG-IS (JIWG, SOGIS-MC)  
(Massimiliano Orazi)

#### Organismi nazionali

- National Commission CN ITU-R SG6  
(Vittorio Baroncini, Mauro Falcone)

#### EVENTI

.....

- *TAL e Beni Culturali*, Giornata di Studi a cura del Forum per il Trattamento Automatico della Lingua, 14 settembre 2015, Vittoriale degli Italiani, Gardone Riviera.

#### ATTIVITÀ DIDATTICA

.....

##### Docenze

- Università degli Studi di Roma Tor Vergata (A.A. 2015/2016)  
Corso di Laurea Magistrale in Informatica  
Incarico di docenza per il corso di "Information Retrieval"  
(Giambattista Amati)
- Università degli Studi Roma Tre (A.A. 2014/2015)  
Consiglio scientifico del Master Internazionale di secondo livello in: Metodi, Materiali e Tecnologie per i Beni Culturali  
Docente del corso di "ICT applicata al patrimonio culturale"  
(Licia Capodiferro)
- Università degli Studi di Roma "La Sapienza" (A.A. 2015/2016)  
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Clinica  
Incarico di docenza per il corso di "Laboratorio di Informatica"  
(Raffaele Nicolussi)

##### Tesi di laurea magistrale

- Diego Panzieri, "Sistemi multiagente cooperativi per l'ottimizzazione della distribuzione energetica tra microgrid", Ingegneria Elettronica, Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

##### Tesi di laurea triennale

- Marta Luzietti, "Tecniche di coalizzazione tra agenti in una Smart Grid tramite il framework JADE", Ingegneria Informatica, Università degli Studi Roma Tre.

##### Stage presso la Fondazione

- Disegno e acquisizione di un corpus vocale basato su "MAP TASK" per lo studio dell'"Effetto Lombard" (Mauro Falcone)  
(in collaborazione con ISCOM)
- Studio e progettazione di un "database dictionary" per una collezione di corpora nella verifica del parlatore (Mauro Falcone)

## ATTIVITÀ DEI CENTRI DI COMPETENZA POLITICHE DELL'ICT

Le attività di studio e approfondimento scientifico svolte nell'ambito del Centro di competenza "Politiche dell'ICT" si possono ricondurre ai seguenti temi:

- Politiche per la gestione e l'uso ottimizzato dello spettro radioelettrico
- Politiche della rete
- Società dell'informazione e aspetti di utente

### Politiche per la gestione e l'uso ottimizzato dello spettro radioelettrico

L'uso condiviso delle frequenze è stato uno dei principali ambiti di studio in tutto l'anno 2015, insieme alle analisi finalizzate all'identificazione e alla definizione di nuovi paradigmi di utilizzo delle frequenze da parte dei sistemi radio del prossimo futuro, in un'ottica di sviluppo dei sistemi 4G verso il 5G.

I temi selezionati dalla Fondazione sono stati inquadrati nel panorama sovranazionale di gestione dello spettro, senza tuttavia trascurare lo scenario italiano di utilizzo delle frequenze, che spesso presenta caratteristiche e necessità del tutto peculiari. Questo ha consentito alla Fondazione di contribuire significativamente ai lavori degli organi internazionali coinvolti nella gestione e nelle politiche dello spettro, quali l'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni (ITU), la Conferenza Europea delle Amministrazioni Postali e delle Telecomunicazioni (CEPT) e la Commissione Europea.

A questo proposito si ricorda che nel 2015 si è tenuta la Conferenza Mondiale delle Radiocomunicazioni dell'ITU (WRC-15) che costituisce l'appuntamento periodico di maggior rilevanza per la gestione e la pianificazione dello spettro. Le conferenze mondiali, infatti, hanno il compito di definire le modalità di impiego delle frequenze radio da parte dei diversi servizi (mobile, broadcasting, satellitare, ecc.), aggiornando in modo opportuno il Radio-regolamento, che contiene le indicazioni cogenti per l'uso dello spettro a livello planetario.

Allo stesso tempo, i lavori della Fondazione hanno contribuito a stimolare l'attenzione e il dibattito in Italia sui temi discussi nei tavoli internazionali.

Gli studi sullo spettro svolti nel 2015 sono stati condotti anche in collaborazione con enti istituzionali e con il mondo dell'industria. In particolare, in aggiunta alla consueta collaborazione con la Direzione per la pianificazione e la gestione dello spettro (DGPGR) e l'Istituto superiore delle comunicazioni e delle tecnologie per l'informazione (ISCOM) del Ministero dello Sviluppo Economico, nel 2015 è stata instaurata una proficua collaborazione con il Joint Research Centre (JRC) della Commissione Europea. Da segnalare che, grazie al coinvolgimento di industrie provenienti da tutta Europa, le collaborazioni con Ministero e JRC hanno permesso di avviare il primo progetto pilota al mondo dedicato all'accesso condiviso alle frequenze, sviluppato secondo l'approccio Licensed Shared Access (LSA) nella banda 2300-2400 MHz.

### La Conferenza Mondiale delle Radiocomunicazioni (WRC-15)

La Fondazione Ugo Bordoni ha partecipato attivamente ai lavori di preparazione della Conferenza Mondiale delle Radiocomunicazioni (WRC-15) - avviati nel 2012, a conclusione della precedente WRC-12 - e alla Conferenza stessa, che si è tenuta a Ginevra nel novembre del 2015.

In particolare, FUB ha contribuito ai lavori sulle frequenze nella banda 700 MHz e per l'identificazione delle porzioni di spettro da impiegare per i sistemi radiomobili nel prossimo futuro, anche in un'ottica di sviluppo dei sistemi 5G.

#### *Banda a 700 MHz*

Secondo quanto stabilito nel 2012 dalla Conferenza Mondiale delle Radiocomunicazioni e in adempimento al Programma Europeo per le politiche dello spettro radio, a partire dal 2016 la porzione di spettro UHF compresa tra 694 e 790 MHz (banda a 700 MHz) sarà resa disponibile alle comunicazioni mobili e costituirà, quindi, il cosiddetto secondo dividendo digitale.

Sin dal 2012, la Fondazione ha partecipato attivamente ai gruppi di lavoro istituiti dalla Commissione Europea e dalla CEPT, finalizzati alla definizione delle modalità e delle condizioni tecniche di utilizzo della banda a 700 MHz da parte del servizio mobile. In particolare, FUB ha contribuito, anche con ruoli di coordinamento, all'identificazione della canalizzazione della banda (ad es. scelta del tipo di duplexing (FDD/TDD) e definizione delle opzioni di utilizzo della banda) e alla definizione delle condizioni tecniche per l'uso della banda, tali da garantire la coesistenza di sistemi e applicazioni diversi sulla medesima banda o su bande adiacenti (tali condizioni sono delineate attraverso le maschere di emissione dette *Block Edge Masks (BEMs)*).

Nel 2015, la Fondazione ha svolto inoltre alcuni studi dedicati all'impiego della banda a 700 MHz per applicazioni di tipo machine-to-machine (M2M). Tra le diverse opzioni di utilizzo della banda vi è, infatti, quella che introduce in banda 700MHz l'uso innovativo di spettro licenziato per usi M2M. Tale opzione è particolarmente interessante perché può offrire interessanti opportunità di sviluppo verso il cosiddetto Internet delle cose e, di conseguenza, verso i sistemi 5G.

L'uso della banda è consentito, ovviamente, sia per tecnologie di trasmissione a banda stretta, sviluppate sulla scorta del sistema GSM (ampiamente impiegato per comunicazioni macchina), sia per le più recenti tecnologie basate su LTE (LTE Machine Type Communications - LTE MTC). I lavori della Fondazione sono stati presentati in sede CEPT, dove hanno favorito il diffondersi dell'interesse su questi argomenti, e costituiscono gran parte dei contenuti del rapporto ECC n. 242 dedicato agli studi di coesistenza e compatibilità per applicazioni M2M in banda a 700 MHz.

Dal punto di vista dell'interesse nazionale, è necessario approfondire le specifiche esigenze di spettro per i diversi servizi candidati all'impiego della banda UHF (ad es. mobile, televisivo, PPDR), anche in un'ottica di apertura verso i sistemi 5G. Tali necessità, seppur calate nel più ampio quadro internazionale di utilizzo delle frequenze, non possono prescindere dalle caratteristiche tecniche, economiche e sociali del Paese.

L'intenso impiego di tutta la banda UHF per i servizi di broadcasting televisivo, infatti, caratterizza il contesto di utilizzo italiano e genera importanti criticità nel percorso di liberazione del secondo dividendo digitale al mobile che sarà imposto a livello comunitario nel prossimo futuro. Ciò richiede la definizione di strategie di utilizzo sul medio-lungo periodo per l'intera banda UHF.

A ciò si aggiunga la considerazione che l'apertura della banda a 700 MHz ai servizi mobili pone la necessità di ridisegnare l'intero quadro di utilizzo internazionale delle frequenze per il servizio televisivo, oggi delineato da quanto stabilito nella Conferenza di Ginevra del 2006. In questo senso, riveste un ruolo fondamentale la cura dei rapporti negoziali in materia di uso coordinato dello spettro con i Paesi confinanti.

Pertanto, lo sviluppo di una strategia italiana per il futuro utilizzo della banda a 700 MHz e dell'intera banda UHF costituisce una priorità per il prossimo futuro.

Questi argomenti sono oggetto di uno specifico Progetto di ricerca denominato "EVO700", cui si rimanda per maggiori dettagli.

*Identificazione di frequenze aggiuntive per sistemi radiomobili IMT*

La WRC-15 ha avuto il compito di identificare le frequenze aggiuntive per i sistemi radiomobili IMT sotto 6 GHz che saranno impiegate nel prossimo futuro.

I lavori di preparazione della Conferenza hanno permesso di stilare un elenco di bande candidate come possibili attribuzioni aggiuntive per i sistemi IMT. Le bande proposte dalla CEPT alla WRC-15 sono state:

- 1427-1452 MHz
- 1452-1492 MHz
- 3400-3600 MHz
- 3600-3800 MHz

Le proposte della CEPT sono state discusse nella WRC-15, unitamente alle proposte formulate dagli altri organismi regionali incaricati della preparazione della Conferenza in altre aree del mondo.

La discussione per arrivare ad una posizione condivisa è stata molto articolata in WRC-15.

In preparazione della Conferenza, la Fondazione ha svolto analisi sulle possibili problematiche di coesistenza dovute all'impiego delle bande sopra indicate da parte di sistemi mobili. Tali studi sono stati funzionali al contributo che la FUB ha dato alle discussioni tenutesi durante l'intero svolgimento della WRC-15.

*Le frequenze per il 5G*

Nel corso del 2015, si sono delineati con maggior chiarezza le linee di sviluppo e gli indirizzi strategici che guideranno l'evoluzione degli attuali sistemi radio verso la nuova generazione, il 5G. A questo ha contribuito anche la definizione da parte della WRC-15 delle frequenze che saranno candidate ad ospitare le tecnologie IMT-2020 alla base dei sistemi 5G.

Le frequenze identificate sono collocate nello spettro sopra 24 GHz e costituiscono quindi una sfida tecnologica di grande innovazione. Ciò richiede un'attenta analisi delle possibili problematiche tecniche e di coesistenza legate al loro impiego.

La Fondazione ha già attivato studi in merito, anche grazie ad uno specifico Progetto di ricerca denominato "µWaves-5G".

**Uso condiviso dello spettro radio**

Il paradigma dell'uso condiviso dello spettro radio necessita di essere affrontato secondo un approccio multidisciplinare che tratti l'evoluzione della regolamentazione, la soluzione di problematiche di coesistenza da parte di sistemi che condividono le medesime risorse frequenziali e l'analisi di nuovi scenari economici che potranno presentarsi nel prossimo futuro.

Negli ultimi anni, gli studi della Fondazione sono stati dedicati all'accesso condiviso allo spettro su base licenziata, cosiddetto *Licensed Shared Access (LSA)*, rivolgendo l'attenzione alle bande di frequenza 2.3-2.4 GHz e 3.6-3.8 GHz, oggi considerate tra le prime candidate per l'applicazione del LSA stesso.

LSA è un approccio regolatorio per la concessione dei diritti d'uso dello spettro che permette di rendere disponibili ulteriori frequenze a diversi servizi e applicazioni che condividono lo spettro sulla base di una predefinita qualità di servizio garantita a tutti gli utilizzatori. La principale attrattività dell'approccio LSA, anche se non l'unica, è legata alla possibilità di aprire al servizio mobile alcune bande già armonizzate a livello globale o europeo, oggi utilizzate principalmente da servizi di pubblica utilità (ad es. difesa).

Per l'enorme potenziale di miglioramento in termini di efficienza d'uso dello spettro e di sviluppo di reti radio ad alta capacità, diversi organismi come CEPT, ETSI e RSPG hanno lavorato alla definizione del quadro techno-regolamentare per LSA, che è oggi ormai completo per la banda a 2.3 GHz, mentre è in corso di definizione per le frequenze a 3.6-3.8 GHz.

In Fondazione, il tema del Licensed Shared Access è stato studiato attraverso la realizzazione di un progetto sperimentale pilota, voluto dal Ministero dello Sviluppo Economico e dal Joint Research

Centre della Commissione Europea e condotto con il coinvolgimento di partner industriali di tutta Europa (Nokia Networks, PosteMobile, Qualcomm Technologies, Inc. per l'Italia; Cumucore e Fair-spectrum, per la Finlandia; Red Technologies per la Francia). Il Progetto "PACOS" 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. Questa iniziativa è la prima al mondo ad 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.

In aggiunta ai lavori sulla banda 2.3-2.4 GHz, la Fondazione è attiva in supporto al Ministero dello Sviluppo Economico sul tema dell'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 che dovrà presentare le proprie conclusioni entro novembre 2016. La Fondazione Ugo Bordoni coordina questo gruppo di lavoro per conto del Ministero. L'atteggiamento e la posizione di avanguardia dell'Italia sull'impiego della banda 3.6-3.8 GHz sono confermati dalla decisione di concedere già nel 2016 diritti d'uso per usi licenziati, secondo un modello di condivisione dello spettro su base geografica. Il corretto funzionamento di questo modello richiede un coordinamento istituzionale tra gli utilizzatori attuali e quelli futuri, i quali dovranno usare le frequenze secondo regole chiare e, per quanto possibile, semplici e facili da attuare.

La Fondazione ha avviato studi dettagliati per l'analisi e la gestione delle possibili interferenze tra sistemi già attivi nella banda 3.6-3.8 GHz e possibili utilizzatori futuri per reti fisse/mobili di comunicazione elettronica, allo scopo di garantire la coesistenza tra i diversi sistemi secondo standard di qualità predefiniti. I risultati di questi studi costituiscono un'importante base di conoscenza per i lavori in corso in CEPT e in Italia per l'apertura della banda a nuovi servizi.

I medesimi studi hanno permesso, inoltre, di rispondere alla richiesta di collaborazione da parte di PLUM consulting, ai fini della stima della disponibilità di frequenze nella banda 3.6-3.8 GHz, utilizzabili in Italia su base condivisa; la stima è stata effettuata in termini sia di quantità di spettro disponibile sia di popolazione potenzialmente raggiungibile nelle diverse aree del territorio italiano.

#### **Uso dello spettro radio e riduzione delle emissioni elettromagnetiche**

Le attività di studio in materia di uso dello spettro radio e riduzione delle emissioni elettromagnetiche sono state articolate in diversi campi di attività, di seguito descritti.

##### *Misure e simulazioni per la valutazione dell'esposizione in presenza di segnali LTE*

Le attività di misura e simulazione per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici sono state indirizzate nello specifico ai segnali LTE.

Nel 2015, è proseguita ed è stata completata la collaborazione con ARPA Emilia-Romagna finalizzata all'applicazione sperimentale delle metodologie di previsione e misura dell'esposizione in presenza di installazioni LTE.

L'impiego di tecnologie LTE in modalità Time Division Duplex (TDD), ai fini del progetto pilota sul Licensed Shared Access (LSA) presso il MiSE, ha permesso di svolgere misure di esposizione anche in riferimento ad una variante tecnologica LTE mai dispiegata prima in Europa. La tecnologia LTE-TDD, infatti, opera nel dominio del tempo, impiegando la medesima banda di frequenza per le comunicazioni bidirezionali tra stazioni radiobase e terminali di utente. I livelli di campo generati da stazioni LTE sono stati misurati per installazioni outdoor (small cell) e indoor (picocelle) operanti a 2.3-2.4 GHz. Le misure sono state svolte con strumentazione sia a banda larga sia a banda stretta, in diversi punti all'interno e all'esterno dell'edificio del MiSE, utilizzando diverse tipologie di strumentazione. È stato inoltre effettuato un monitoraggio in continuo dell'andamento dei livelli di esposizione attraverso una centralina posta sul tetto dell'edificio del MiSE.

##### *Analisi delle potenze trasmesse dai terminali mobili*

Anche nel 2015 è proseguito lo studio sulla valutazione dei valori di potenza trasmessa dai terminali mobili per diversi layout della rete cellulare, in collaborazione con l'Università di Bologna. Sono state

esaminate diverse tipologie di layout cellulare (esagonale, Manhattan) e di una città reale (centro di Bologna) considerando stazioni radiobase cellulari di tipo macrocelle, small cell e micro celle. Per i siti macrocellulari è stato considerato il modello di propagazione COST231, mentre per i siti micro cellulari l'attenuazione di tratta è stata calcolata tramite l'algoritmo di ray-tracing. Sono stati analizzati scenari urbani confrontando le distribuzioni cumulative delle misure di potenza trasmessa dai terminali con quelle ottenute dalle simulazioni. La strategia ottimale di pianificazione cellulare che garantisce in un'area urbana densa una minor potenza di emissione dei terminali corrisponde a una copertura di tipo misto microcellulare e macrocellulare.

#### *Misure e simulazioni di esposizione in siti complessi*

Un'altra attività di studio sugli aspetti di impatto elettromagnetico ha riguardato l'analisi di un sito complesso dove, per problemi di riservatezza, non potevano essere rese disponibili le informazioni sui numerosi impianti presenti. La metodologia adottata per le valutazioni dei livelli di esposizione si basa su un algoritmo di *reverse engineering* che, a partire da misure in diversi punti localizzati in prossimità del sito, stima, seppur in maniera approssimata, le caratteristiche complessive di radiazione delle sorgenti presenti nel sito. Questo approccio è stato validato attraverso il confronto tra simulazioni e misure e ha consentito di valutare l'impatto elettromagnetico nell'area adiacente al sito complesso per verificare il rispetto dei limiti sui livelli di esposizione.

#### *Radioprotezione*

Nel corso del 2015, in linea con le attività in materia di radioprotezione che la Fondazione svolge da anni con il supporto del Consorzio Elettra 2000 di cui è partner, sono stati eseguiti studi collegati all'analisi dell'impatto sanitario, ambientale e sociale dei campi elettromagnetici.

Di particolare interesse sono anche la collaborazione di ricerca con il Servizio di Fisica Sanitaria dell'Università di Parma, che prosegue da ormai sei anni, e la nascente collaborazione con l'Università degli Studi di Salerno.

La collaborazione con l'Università di Parma riguarda la dosimetria dei campi elettromagnetici e si svolge su due filoni distinti:

- studio degli effetti dell'esposizione ai campi magnetici statici ed ai gradienti di campo magnetico complessi sul funzionamento del cuore dal punto di vista elettrico;
- studio della propagazione del campo elettromagnetico su strati multi tissutali a caratteristiche eterogenee per campi di frequenza compresa tra 10 kHz e 40 GHz, con calcolo del campo elettrico interno.

Gli studi sono stati orientati alla protezione dei lavoratori dall'esposizione ai campi elettromagnetici e sono stati riferiti alla valutazione dei livelli di campo elettrico, dei valori di Specific Absorption Rate (SAR) e del campo elettrico interno; quest'ultimo parametro dosimetrico diventerà di importanza fondamentale nell'ambito della valutazione del rischio espositivo nel momento in cui verrà recepita la Direttiva Europea 2013/35/UE che porterà un enorme cambiamento in tutte le metodologie di valutazione, soprattutto per quanto riguarda le frequenze basse ed intermedie.

Per quanto riguarda il calcolo del campo elettrico interno, è stata sviluppata una routine che ne permette la valutazione su sette strati di tessuto differenziati per campi nell'intervallo 10 kHz - 40 GHz. Tale intervallo di frequenze si estende su una gamma sufficientemente ampia da considerare anche lo spettro di futuro utilizzo per i sistemi di nuova generazione 5G.

La collaborazione con l'Università degli Studi di Salerno è in via di definizione e riguarderà la tematica, estremamente attuale, dell'utilizzo dei campi elettromagnetici per un'agricoltura sostenibile, con particolare riferimento a:

- utilizzo dei campi a microonde e RF per disinfezione e disinfestazione di terreni agricoli;
- utilizzo dei campi elettromagnetici per migliorare gli indici di germogliazione dei semi e di crescita di determinate colture.