191_02a_4.08

La tecnologia 5G:

evoluzione o rivoluzione?

Assunta **De Vita**, Vittoria **Mignone**, **Rai** - Centro Ricerche, Innovazione Tecnologica e Sperimentazione

5G CHANGES EVERYTHING

In effetti ciò che promette la quinta generazione di tecnologia mobile, il 5G, a partire dal 2020, è una delle rivoluzioni tecnologiche più importanti del nostro tempo, che porterà ad una società completamente mobile e connessa, caratterizzata dall'enorme crescita della connettività e della densità/volume del traffico. Tra i requisiti principali per il 5G, per raggiungere questo obiettivo, vi sono la capacità di trasportare volumi di traffico molto maggiori con tempi di latenza molto più bassi rispetto all'attuale tecnologia e con altissima affidabilità e qualità del servizio. In più si richiede una maggiore gamma di mobilità, una densità di connettività molto più elevata, un costo e un consumo di energia molto bassi, reti ad alta efficienza energetica con copertura e disponibilità migliorate, in un ambiente altamente eterogeneo, con capacità, tra l'altro, di garantire sicurezza, identità e privacy. Giusto per dare un'idea dell'ordine di grandezza, basti pensare che il 5G sarà in grado di supportare una velocità di trasmissione dati media fino a 100 volte superiore rispetto alla generazione precedente; una latenza ridotta di cinque volte, il che comporterà un'interazione più fluida e minori tempi di attesa con applicazioni che richiedono un'elevata capacità.

La trasformazione derivante dall'introduzione della quinta generazione di tecnologia mobile, il 5G, rappresenterà un volano positivo per lo sviluppo della società, in quanto si prefigura come una delle rivoluzioni tecnologiche più importanti del nostro tempo.

La sfida del 5G, e la sua natura potenzialmente rivoluzionaria, sta tutta nella possibilità di realizzare un unico sistema in cui convivano servizi eterogenei con esigenze completamente diverse. In questa sfida le infrastrutture di rete giocano un ruolo chiave: non si tratta della semplice evoluzione dell'attuale rete 4G, poiché prevede anche l'introduzione di nuovi paradigmi architetturali che permetteranno l'introduzione e lo sviluppo di applicazioni e prodotti innovativi. Grazie al 5G sarà possibile gestire nuovi scenari di connettività caratterizzati da altissima affidabilità e bassissima latenza. Il 5G migliorerà non solo la velocità di connessione (che potrà superare i 10 Gbps) ma consentirà anche lo sviluppo di applicazioni che richiedono bassa latenza (il tempo di risposta scenderà a 1-10 ms) e alta affidabilità (i servizi "mission critical") o la connessione di milioni di oggetti e sensori a bassa energia per chilometro quadrato (i servizi "massive IoT"). In tal senso, il 5G aprirà nuovi scenari e porterà allo sviluppo di nuovi servizi e modelli di business nei mercati verticali.

Alcuni acronimi utilizzati nell'articolo

NR: New Radio (interfaccia radio)

LTE: Long Term Evolution

WiMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access

WRC: World Radiocommunication Conference

OTT: Over-The-Top

Gli analisti prevedono che entro il 2020 saranno connessi alla rete Internet circa 50 miliardi di oggetti smart, sempre più utilizzati a casa, in ufficio, in azienda, per le strade, sulle auto, negli ospedali, nelle pubbliche amministrazioni, nelle industrie e in moltissimi altri luoghi e situazioni. Si tratta di oggetti intelligenti spesso dotati di sensori, utilizzati per operazioni di monitoraggio e controllo a distanza, capaci di inviare segnali d'allarme e di dialogare tra loro (magari prendendo decisioni in autonomia grazie alle soluzioni di intelligenza artificiale). L'obiettivo dell'intero ecosistema 5G è quello di realizzare una piattaforma multiservizio: dispositivi meno potenti, grazie alla latenza bassis-

sima, potranno accedere a funzionalità avanzate che richiedono potenza di calcolo inarrivabile in mobilità, perché il processamento può avvenire in remoto sui server di un datacenter. Insomma, con il 5G si preannuncia una vera e propria rivoluzione del modo in cui si è abituati fino ad ora a concepire la tecnologia.

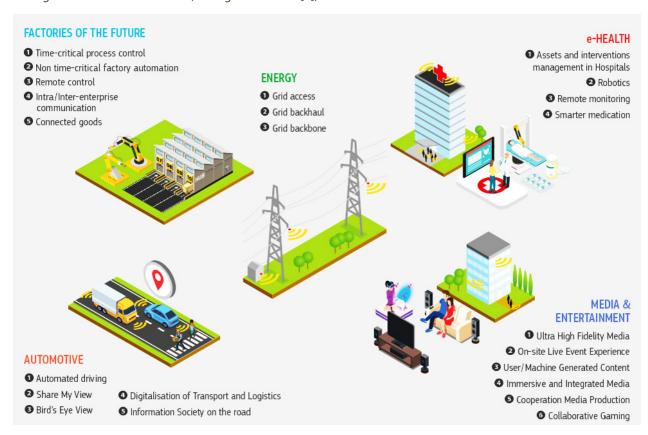
Riassumendo, il 5G non è solo un'evoluzione dell'attuale 4G, ma si presenta come un salto di paradigma che aprirà nuovi scenari e porterà allo sviluppo di nuovi servizi e modelli di business nei cosiddetti mercati verticali.

SETTORI APPLICATIVI COSIDDETTI VERTICALS

Tra i diversi settori applicativi (*verticals* nel gergo 5G) direttamente coinvolti in questa sfida tecnologica troviamo l'*Industria 4.0*, l'*E-Health* (ossia l'ambito

sanitario), la *Public Safety*, l'*Automotive*, le *Smart City* e *Media e Entertainment* (Fig. 1 e riquadro dedicato ai *5G Verticals*).

Fig. 1 – Scenari 5G verticals (immagine tratta da [1])



5G Verticals

INDUSTRIA 4.0

L'Industry 4.0, o Quarta Rivoluzione Industriale, prospetta la trasformazione dell'intera sfera produttiva attraverso la convergenza delle tecnologie digitali con l'industria tradizionale, consentendo la completa digitalizzazione dei processi aziendali e di produzione. In particolare, tale cambiamento coinvolgerà la progettazione, la produzione, la conduzione degli impianti e i processi di manutenzione degli stessi, permettendo la condivisione massiva e real-time di informazioni critiche, supportando elevatissimi volumi di comunicazioni con lo scopo di monitorare la produzione e tracciare gli asset e garantendo affidabilità altissime e latenze bassissime. Le innovazioni dell'Industry 4.0 si concentreranno in particolare sullo smart manifacturing andando a realizzare la fabbrica wireless e completamente autonoma grazie alle bassissime latenze end to end della rete 5G. Anche le Utilities (acqua, luce, gas) beneficeranno del 5G per realizzare le cosiddette smart grid ossia implementando delle di Reti di produzione, distribuzione e consumo digitali e interconnesse con enormi vantaggi e risparmi nella gestione delle risorse preziose e dell'energia.

E-HEALTH

Uno dei principali obiettivi dei servizi sviluppati in ambito *Sanità 5G* è quello di interconnettere in maniera pervasiva le strutture sanitarie, i medici, i pazienti e il personale sanitario, allo scopo di incrementare l'efficienza e l'efficacia del sistema sanitario, abilitando nuovi servizi e innalzando complessivamente il livello di assistenza erogato. In questo ambito tutte le innovazioni introdotte dal 5G saranno utili anche in servizi diversi fra di loro, dalla robotica chirurgica, dal teleconsulto in tempo reale con la condivisione di informazioni di dimensioni anche molto elevate, alla gestione e tracciamento degli asset medicali e smart planning degli interventi nelle strutture ospedaliere, fino alla *Smarter Medication* per l'applicazione di medicazioni e la somministrazione di farmaci tramite l'impiego di dispositivi interconnessi ed in grado di adattarsi alle condizioni fisiche e ambientali (ad esempio, sviluppo di *wereable device*, dispositivi indossabili, che permetteranno di realizzare sistemi di monitoraggio sanitario e di somministrazione di medicazioni da remoto anche in situazioni di elevata mobilità del paziente).

PUBLIC SAFETY

La maggiore velocità di comunicazione e la minor latenza garantite dalla tecnologia 5G permetteranno lo sviluppo e l'implementazione di soluzioni di sicurezza pubblica innovative e integrate. In ambito di *Public Safety*, i servizi di radiocomunicazione sono concepiti e sviluppati per fornire strumenti in grado di garantire comunicazioni sicure ed affidabili alle Forze dell'Ordine, ai Corpi Militari, ai gestori di Servizi di Emergenza, nonché alle organizzazioni di sicurezza privata. Con il 5G sarà possibile creare soluzioni di videosorveglianza in mobilità garantendo livelli di pubblica sicurezza più elevati rispetto al passato. In tal senso, le tecnologie 5G congiuntamente a quelle di Intelligenza Artificiale, trasformeranno in modo radicale i sistemi di videosorveglianza, permettendo la realizzazione di una videosorveglianza *real time* e *pervasiva*.

Continua alla pagina seguente...

...continua dalla pagina precedente.

5G Verticals

AUTOMOTIVE

Il mondo dell'*Automotive* sarà tra i principali soggetti coinvolti in questa rivoluzione tecnologica, puntando su mobilità sostenibile e non inquinante grazie a sistemi di propulsione ecologici, evoluzione del car sharing, veicoli a guida autonoma, *Smart Road* e *Smart Car* o *Connected Car*. Tutto questo grazie all'evoluzione delle tecnologie di Assisted Driving nel settore della guida autonoma, in grado di giocare un ruolo fondamentale nello scenario più ampio della mobilità sostenibile, per esempio nella Smart City. Nel contempo le reti IoT del 5G e il Cloud permetteranno la realizzazione di *Smart Road*, in grado di fornire tutte le informazioni utili ai veicoli per l'ottimizzazione dei percorsi, dei consumi e della sicurezza stradale.

SMART CITY

Le *Smart City* rappresentano il luogo dove le infrastrutture e i servizi tradizionali diventano più efficienti tramite l'impiego delle tecnologie di informazione e comunicazione digitale [a]. Nelle *Smart City* l'impiego pervasivo delle tecnologie digitali in ogni asset della città si traduce in un miglioramento dei servizi pubblici verso i cittadini, un utilizzo più efficiente delle risorse ed un minore impatto sull'ambiente con l'obiettivo di migliorare la qualità della vita urbana tramite lo sviluppo di soluzioni digitali integrate e sostenibili. Tutto ciò riguarderà il monitoraggio del territorio e dell'ambiente, la gestione del trasporto pubblico, l'illuminazione stradale, le reti e gli impianti delle utility, la gestione dei rifiuti, la gestione dei parcheggi e la digitalizzazione delle abitazioni e degli uffici.

MEDIA ED ENTERTAINMENT

Della portata rivoluzionaria del 5G, il settore dei *Media ed Entertainment* ne trarrà sicuramente i maggiori benefici. Grazie alla disponibilità delle reti 5G di elevate capacità di banda e basse latenze, sarà possibile la fruizione di contenuti multimediali basati su IP e WebTV, con la duplice funzionalità di supporto alla produzione Tv e di erogazione di servizi per l'utente finale. Si assisterà anche all'interconnessione alla rete 5G non solo di oggetti propri della produzione TV quali le telecamere e le camere di ripresa 360°, ma anche nuovi device che faciliteranno la produzione dei contenuti come, ad esempio, le videocamere wearable o montate su droni, e i device che saranno utilizzati dai fruitori dei servizi per vivere i contenuti in modalità sempre più immersive quali visori e device per la realtà aumentata.

La fruizione di servizi video ad altissima definizione e realtà immersiva in ambienti urbani ad elevata densità richiede da parte degli operatori di rete considerevoli sforzi di investimenti in un'architettura di rete che sia wireless, a bassa latenza ed con elevata capacità di trasmissione. In tal senso, il progetto europeo H2020 **5G City** (di cui Rai è partner) mira ad affrontare tali problemi progettando, sviluppando e distribuendo una piattaforma cloud neutrale e modulare dal punto di vista degli aspetti dell'infrastruttura radio. Maggiori dettagli sui casi d'uso di tale progetto, alla stesura dei quali anche Rai ha contribuito, sono presenti in [b].

- [a] Commissione Europea, *Smart cities*, https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities-en (ultimo accesso 21/11/2019)
- [b] Progetti al CRITS: 5G City, in "Elettronica e Telecomunicazioni", questo stesso numero, pp. 54-58

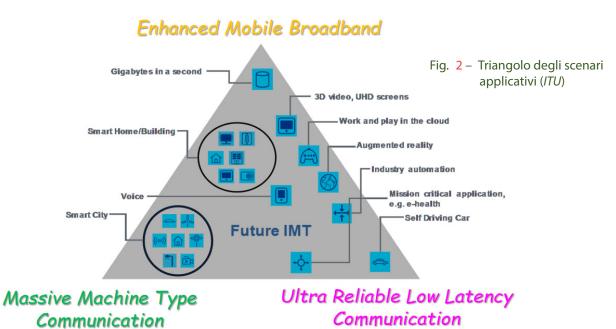
AMBITI DI APPLICAZIONE DEL 5G

Quando si parla di 5G, si fa riferimento spesso al cosiddetto *triangolo degli scenari applicativi* (Fig. 2), che coprono l'intera classificazione *ITU* (*International Telecommunication Union*) [2]. In tale rappresentazione, i vertici rappresentano i principali scenari, ovvero:

- MMTC (Massive Machine Type Communications), comunicazioni fra macchine di tipo massivo (ovvero con altissime concentrazioni di nodi), cioè con un gran numero di oggetti, sensori, attuatori da collegare, anche presenti in un'area ristretta. Il numero di oggetti connessi supererà di ordini di grandezza il numero di esseri umani, e il 5G continua l'evoluzione del 4G offrendo una tecnologia che permette non solo di gestirne la quantità ma anche di collegare oggetti che devono avere bassissimo consumo, riducendo i costi operativi, ad esempio, con sistemi che permettono alle batterie di durare anni senza sostituzione;
- URLLC (Ultra Reliable Low Latency Communications), comunicazioni ad altissima affidabilità e bassissimo tempo di latenza, ad esempio impiegate nel caso dei veicoli a guida autonoma;
- eMBB (Enhanced Mobile Broadband), comunicazioni mobili ad altissima velocità di trasmissione.

In questa categoria ricadono sicuramente l'evoluzione nella distribuzione del video dalle reti classiche di broadcasting alle reti basate su IP e la tendenza ad offrire formati e qualità sempre maggiori (il 4K o UHD, in futuro prossimo l'8K a risoluzione 16 volte superiore all'attuale HD, i formati video HDR a grande dinamica di colore e luminosità dell'immagine).

La sfida del 5G e la sua natura potenzialmente rivoluzionaria, sta tutta nella possibilità di realizzare un unico sistema in cui convivano servizi eterogenei con esigenze completamente diverse. Facendo, per esempio, riferimento ai vertici del triangolo di Fig. 2, si hanno servizi caratterizzati da requisiti difficilmente conciliabili nel loro insieme se si opera secondo la logica delle reti mobili tradizionali. L'idea è poi quella di riempire l'intero triangolo con sempre nuovi servizi, adattando il sistema alle esigenze delle industrie verticali (sanità, manifatturiero, automobilistico, agricoltura, sicurezza, etc.), realizzando così la visione olistica descritta sopra. Per ottenere tutto ciò, occorrerà una notevole innovazione tecnologica nel settore delle reti di telecomunicazioni mobili orientata a fare del 5G un motore abilitante di nuove industrie, fatto che in ultima istanza costituisce la vera rivoluzione auspicata dal 5G.

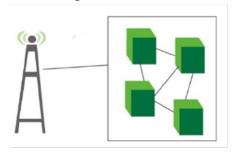


"LA TRASFORMAZIONE" 5G

Vediamo ora perché si parla di *trasformazione 5G*. Abbiamo già in un certo senso accennato in precedenza a quali siano gli enormi vantaggi rispetto alle reti attuali. Si parla di trasformazione perché si passa da una rete *che fa tutto*, statica e che non interagisce, ad un'architettura di rete molto più articolata e flessibile che permetterà l'interconnessione in rete degli oggetti (dispositivi, ossia telecamere, sensori, dispositivi di sicurezza, frigoriferi, lavatrici, speakers, luci, cancelli e tanto altro) che vanno a formare quel che si chiama *IoT* (*Internet of Things*).

I protagonisti non sono più i soli operatori telefonici, ma sono coinvolti tutti i settori (automotive, per fare un esempio), quindi con interazione e integrazione

Fig. 3 – Infrastruttura 4G (a sinistra) e 5G (a destra) (immagini tratte da [3])



SLICING E VIRTUALIZZAZIONE DELLA RETE

Uno degli aspetti cruciali delle reti mobili 5G è la capacità di permettere connessioni a larga banda (oltre i 10 Gbps) e con bassa latenza (1-10 ms) in presenza di un gran numero di oggetti connessi alla rete. Tuttavia non è detto che il profilo più diffuso di utilizzo del 5G sia sempre così spinto al massimo. Ad esempio, ci saranno casi in cui serviranno banda e latenza e altri in cui la latenza conta molto di più (come nel caso dei veicoli autonomi) e altri, ancora, in cui serve pochissima banda e la latenza non è un problema (molti scenari loT).

Per la gestione di tutti questi possibili scenari di utilizzo, il 5G introduce il concetto di *network slicing*. Tradizionalmente le reti mobili sono piuttosto monolitiche, separate solamente in una rete di tra-

di servizi tra stakeholder multipli; i protagonisti non sono più solo i telefoni ma le *cose*.

L'infrastruttura di rete acquisterà così una nuova plasticità: da un'architettura relativamente statica e chiusa (Fig. 3 sinistra) si passerà ad un'architettura con due livelli di definizione, quello hardware e quello software (Fig. 3 destra). La plasticità di rete offerta da tecnologie come SDN (Software Defined Networking) e NFV (Network Function Virtualization) dovrebbe permettere di sviluppare delle architetture virtuali con multicasting on-demand orientate a migliorare le prestazioni percepite dall'Utente, garantendo al tempo stesso l'ottimizzazione delle risorse di rete utilizzate.

sporto cablata e wireless (la cosidetta core network) che veicola il traffico da e verso la parte wireless di accesso (la RAN, Radio Access Network). Il network slicing non è altro, in estrema sintesi, che l'applicazione dei concetti del Software Defined Networking in entrambe queste due macro-componenti (Fig. 4 alla pagina seguente).

La necessità del *network slicing* nasce dal fatto che ogni particolare tipo di applicazione dovrebbe vedere una rete configurata nella maniera ottimale per gestire il proprio traffico. Con il *network slicing* questo è effettivamente possibile, anche se la rete che l'applicazione vede è una *slice*, una fetta, *virtuale* della rete fisica e non quest'ultima nella sua totalità.

In realtà le *fette* sono due, perché il *network slicing* prevede, per maggiore elasticità, una virtualizzazione distinta per la parte di *accesso* e una per la parte di *core*.

Il network slicing nella parte di trasporto è più semplice da immaginare perché i principi di base sono gli stessi del Software Defined Networking applicato alle reti d'impresa. L'elemento chiave è la virtualizzazione delle funzioni di rete (Network Function Virtualization), che vengono eseguite in cloud mettendo in atto anche elementi evoluti di automazione e orchestrazione.

Il network slicing della parte wireless di accesso è meno intuitivo perché qui non è applicabile una separazione completa del control plane e dello user plane, come vorrebbero i principi del Software Defined Networking. Lo slicing viene attuato, invece, associando a ogni singola fetta alcune specifiche regole di gestione del traffico nella parte radio.

Il vantaggio del *network slicing* non è solo nel far vedere a un'applicazione la sua rete ideale. Le varie *fette* della rete fisica sono anche isolate fra loro e questo, ad esempio, garantisce sia una maggiore sicurezza delle comunicazioni sia la possibilità di modificare il funzionamento di una *slice* senza impattare su quello delle altre. Questo significa, ad esempio, che un operatore può modificare drasticamente un servizio che offre ai suoi clienti agendo solo su quello in modo puntuale.

Inoltre, gestire lo *slicing* in maniera distinta per la *core network* e per la *RAN* permette di avere profili di servizio particolarmente elastici. Ad esempio alcuni servizi possono condividere una *fetta* nella parte di accesso ma poi essere implementati su *slice* diverse nella parte di trasporto.

La parte di gestione centralizzata (in cloud) della rete si occupa di associare opportunamente fra loro le *slice* delle due sezioni della rete stessa.

Rete Virtuale 2

Infrastruttura fisica

"Access Network"

"Core Network"

Fig. 4 – Concetti di slicing e di virtualizzazione della rete

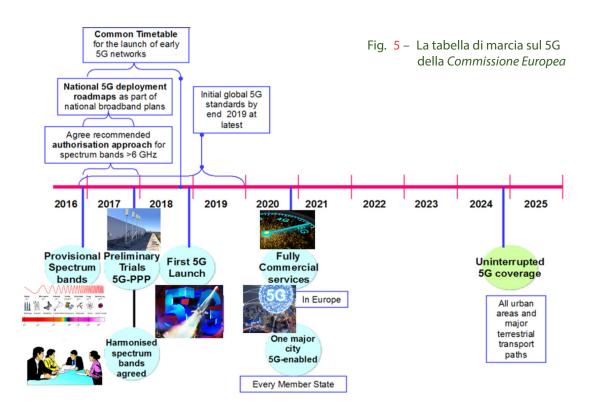
ROAD MAP SUL 5G DELLA COMMISSIONE EUROPEA

Per centrare l'obiettivo della *Commissione Europea* [4], che ha fissato al 2020 il lancio delle prime reti commerciali e al 2025 il pieno sviluppo a regime delle nuove reti, sarà necessario lo sforzo di tutti gli stati membri.

Le frequenze utilizzabili per il 5G, ancora in fase di sperimentazione, sono potenzialmente molte e per garantire la possibilità di viaggiare oltre frontiera è necessario un alto grado di armonizzazione non solo all'interno dell'UE ma globalmente. Si prevede un uso combinato di alte e basse frequenze per il 5G, ma le frequenze più alte hanno caratteristiche problematiche riguardo alla possibilità di penetrare muri ed edifici, e quindi all'uso di *femtocelle* in combinazione con l'uso di WiFi capace di diffondere meglio il segnale in ambienti indoor. Si tratta di un problema fondamentale che impatta anche la standardizzazione mondiale della tecnologia futura.

Disponibilità delle frequenze sui 700MHz: una recente decisione UE prevede il 2022 come termine ultimo per la liberazione di queste frequenze per il 5G, ma è chiaro che anche qui ogni Paese ha interesse a giocare d'anticipo se intende non rimanere indietro in termini di competitività e permettere lo sviluppo pervasivo di reti e servizi 5G. Gli operatori mobili attuali devono essere spinti dalla concorrenza ad investire, altrimenti avranno interesse a sfruttare il più possibile gli investimenti già effettuati nel 4G.

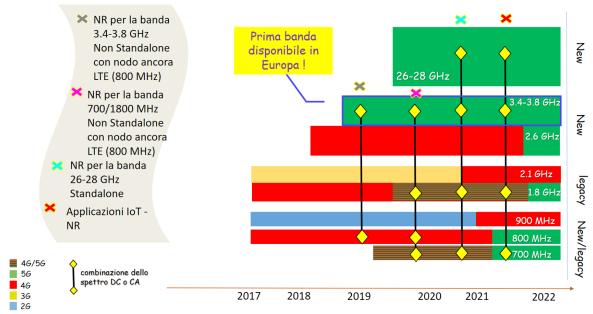
La roadmap riportata in Fig. 5 mostra le varie fasi (definizione delle bande di frequenza, sperimentazioni, lancio dei primi servizi 5G) che porteranno, a fine del 2020, alla messa a punto dei servizi commerciali basati sul 5G, per poi arrivare ad una copertura capillare della rete per la fine del 2024.



Per quanto riguarda il discorso delle frequenze, la prima banda ad essere stata rilasciata è quella 3.4-3.8 GHz (come NR per tale banda, mentre opera con nodo ancora LTE nella banda 800 MHz).

Per il 2020 invece avremo la *NR* per la banda 700/1800 MHz e continuerà ad essere ancorata all'*LTE* per la banda 800 MHz. Bisognerà aspettare la fine del 2021 per avere tutte le applicazioni IoT in *NR* (Fig. 6).





FREQUENZE IN ITALIA

In Italia la situazione è particolarmente complessa in quanto liberare le frequenze interessate comporterebbe una diminuzione dei multiplex, passando dai 19 attuali con copertura nazionale ad appena 14, nella migliore delle ipotesi.

Fortunatamente però, nella tabella di marcia stilata dall'Unione Europea sui principi per liberare i 700 MHz, si è giunti a un accordo per concedere tempo agli Stati fino al 2022, con l'introduzione del 5G che partirà comunque dal 2020.

La complessità della situazione italiana, da un punto di vista pratico, è data soprattutto dal particolare quadro di assegnazione delle frequenze alle tv e dalla grande abbondanza di reti locali. Un problema che, nei prossimi anni, andrà necessariamente districato.

La banda 700 MHz non sarà però l'unica a dover essere parzialmente liberata. Si parla infatti della banda 3,4-3,8 GHz, occupata dalla Difesa, dai ponti radio, dai collegamenti satellitari e (fino al 2022) dal WiMAX.

In ogni caso, l'asta per assegnare i blocchi di frequenze 5G in Italia si è tenuta tra il 13 settembre e il 2 ottobre 2018 e ha coinvolto gli operatori *TIM*, *Vodafone*, *Wind*, *Tre*, *Fastweb*, *Iliad*, *Open Fiber* e *Linkem*, con gli ultimi due che, però, non si sono aggiudicati blocchi. Tale asta, indetta dal *Ministero dello Sviluppo Economico* (*MiSE*), si è conclusa con un enorme successo per le casse dello Stato, con i vari operatori che hanno fatto a gara per accaparrarsi i diritti di utilizzo delle varie bande di frequenza (Fig. 7 alla pagina seguente).

Asta di assegnazione delle frequenze (Ottobre 2018):

- 5 lotti per la banda 700 MHz
 FDD
- 4 lotti per la banda 3.7 GHz
- 5 lotti per la banda 26 GHz

	Banda 700 MHz FDD	Banda 3.7 GHz	Banda 26 GHz
Iliad	blocco riservato 10 MHz	blocco generico 20 MHz	blocco generico
MIT	2 blocchi generici 5 MHz	blocco generico 80 MHz	blocco generico
Vodafone	2 blocchi generici 5 MHz	blocco specifico 80 MHz	blocco generico
Wind Tre	×	blocco generico 20 MHz	blocco generico
Fastweb	X	X	blocco generico

Fig. 7 – Le frequenze 5G in Italia

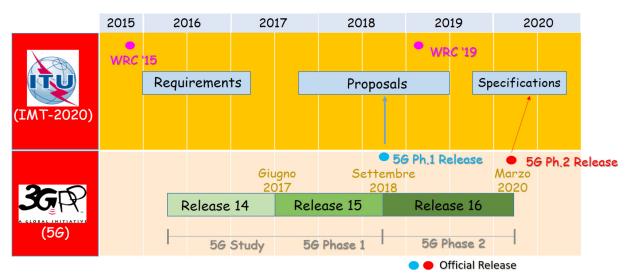
IL RUOLO DEGLI STANDARD

L'ITU, nell'ambito del suoi compiti istituzionali di definizione degli standard per le telecomunicazioni e per l'uso delle onde radio, stabilisce i requisiti, acquisisce le proposte e, infine, definisce le specifiche relative ad ogni tecnologia. In Fig. 8 è riportata la road map per il 5G seguita dall'ITU a seguito delle decisioni concordate durante la Conferenza Mondiale delle Comunicazioni 2015 (WRC '15).

In parallelo opera l'ente di standardizzazione 3GPP (3rd Generation Partnership Project) [5], che recepisce le direttive definite dall'ITU.

Il 3GPP, nato alla fine degli anni '90, conta attualmente sette Enti di Standardizzazione. Tutti i membri dei diversi Enti regionali hanno automaticamente diritto a partecipare ai lavori del 3GPP. La rappresentanza dell'ecosistema mobile è pressoché completa, spaziando dai costruttori di apparati di rete e terminali, chipset e SIM card vendor, agli operatori di rete e recentemente anche ad esponenti del mondo OTT e agenzie governative. il 3GPP fornisce la specifica completa di un sistema di telecomunicazioni endto-end, spesso riusando tecnologie a loro volta standardizzate da altri Enti.

Fig. 8 – Timeline della standardizzazione 5G in ITU e 3GPP



All'interno dei gruppi di lavoro (enti) del 3GPP, le attività sono strutturate in progetti denominati *SID* (*Study Item*), ovvero studi di fattibilità per valutare vantaggi/svantaggi di una nuova funzionalità, ed in *WID* (*Work Item*), ovvero lavori di tipo normativo che prevedono la produzione di specifiche tecniche.

I singoli progetti (*SID/WID*) e i corrispondenti deliverable sono a loro volta cadenzati in raccolte denominate *Release*, ovvero insiemi di funzionalità che abilitano nuovi servizi, nuove prestazioni o semplicemente ottimizzano quelle esistenti. Il sistema descritto da ogni nuova *Release* viene reso il più possibile compatibile con i sistemi precedenti e futuri proprio per poter garantire ai terminali continuità di funzionamento.

Per coordinare l'intero processo ed assicurare che tutti i *Working Group (WG)* cooperino efficientemente al rilascio di una determinata *Release*, l'attività di specifica viene suddivisa in tre fasi, brevemente descritte così:

- Fase 1, è la fase in cui si definiscono i requisiti di servizio (ovvero il cosa si intenderà specificare).
- Fase 2, è la fase in cui si descrivono le architetture e si disegnano nuove funzioni e flussi informativi a supporto dei requisiti sopra espressi (ovvero come si realizzerà un determinato servizio).
- Fase 3, è la fase in cui si dettagliano i protocolli a supporto degli scambi informativi previsti dalla Fase 2.

Come riportato nella Fig. 8 della pagina precedente, le attività ufficiali relative al 5G hanno avuto inizio con la *Release 15*.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Progetto 5GROWTH, Europe advancing in 5G new wave of projects launched to accelerate 5G take-up in vertical industries, http://5growth.eu/2019/04/26/europe-advancing-in-5g/ (ultimo accesso 21/11/2019)
- [2] ITU, International Telecommunication Union, http://www.itu.int (ultimo accesso 21/11/2019)
- [3] E. Guttman, 5G. What is it good for?, DVB World 2019, Dublino, 11-13 marzo 2019
- [4] Commisione Europea, https://ec.europa.eu/ (ultimo accesso 21/11/2019)
- [5] 3GPP, 3rd Generation Partnership Project, https://www.3gpp.org/ (ultimo accesso 21/11/2019)