

a cura di Gino **Alberico**, Giorgio **Dimino** e Luca **Vignaroli**
 Rai - Centro Ricerche, Innovazione Tecnologica e Sperimentazione

5G-TOURS

Le funzionalità 5G agli utenti reali



INTRODUZIONE

Una delle caratteristiche principali delle future reti di comunicazione 5G sarà la capacità di supportare in modo efficiente una moltitudine di servizi con requisiti di rete anche molto diversi. Le reti 5G consentiranno agli operatori di rete di offrire contemporaneamente molteplici servizi ad *attori verticali* sulla stessa rete, consentendo un'allocazione flessibile delle risorse e adattando le capacità della rete ai requisiti di servizio. La maggior parte degli sforzi per valutare le reti 5G condotte finora dai settori pubblico e privato si è concentrata su singoli casi d'uso verticali, pertanto è emersa la necessità di valutare le prestazioni delle reti 5G su più casi d'uso. *5G-TOURS* mira a colmare questa lacuna dimostrando la capacità delle tecnologie 5G di supportare più casi d'uso verticali contemporaneamente sulla stessa infrastruttura.

I casi d'uso affrontati da *5G-TOURS* ruotano attorno alla vita in una città. L'obiettivo di questi casi d'uso è migliorare la qualità della vita dei cittadini e l'esperienza dei turisti che visitano la città, rendendo la città più attraente da visitare, più efficiente in termini di mobilità e più sicura per tutti. Durante il progetto, *5G-TOURS* dispiegherà tredici casi d'uso di interesse per turisti e cittadini attorno ai temi della città turistica, della città sicura e della città efficiente in termini di mobilità.

IL PROGETTO

5G-TOURS implementerà trial end-to-end per portare le funzionalità 5G agli utenti reali in un gran numero di scenari rappresentativi.

Qui di seguito viene riportato l'insieme dei casi d'uso identificati e i requisiti iniziali provenienti dalle industrie verticali che sono considerati rilevanti per il progetto. I casi d'uso affrontati dal progetto sono raggruppati attorno a tre temi principali: la città turistica, la città sicura e la città efficiente in termini di mobilità. Mentre ogni sito di prova ruota attorno a uno dei temi (Torino è la *città turistica*, Rennes è la *città sicura* e Atene è la *città efficiente in termini di mobilità*), diversi casi d'uso incorporano aspetti di temi diversi, ad esempio, un'ambulanza comporta sicurezza e mobilità e un autobus con intrattenimento a bordo coinvolge turismo, media e mobilità.

All'interno del progetto sono affrontati i seguenti casi d'uso, raggruppati in base al tema:

1. *La città turistica*
 - Esperienza turistica aumentata (ATE)
 - Telepresenza
 - Guida museale assistita da robot
 - Distribuzione di servizi video di alta qualità
 - Produzione video remota e distribuita
2. *La città sicura*
 - Monitoraggio dell'integrità a distanza e notifica della situazione di emergenza
 - Teleguidance per la diagnostica e l'assistenza di intervento
 - Sala operatoria wireless (WOR)
 - Instradamento ottimale dell'ambulanza
3. *La città efficiente in termini di mobilità*
 - Gestione intelligente dei parcheggi aeroportuali
 - Veicoli mobili a terra potenziati con video
 - Evacuazione aeroportuale di emergenza
 - Escursione su un bus potenziato con realtà aumentata (AR)/realtà virtuale (VR)

IL PROGETTO IN DETTAGLIO

Le specifiche 5G definiscono la prossima generazione di reti mobili, introducendo una varietà di nuove funzionalità di base come nuove bande di frequenza, nuove tecnologie di accesso radio e funzioni di rete virtualizzate. Tale tecnologia fornisce elevate velocità di trasferimento dati con bassa latenza su un'ampia area di copertura, un'enorme capacità di comunicazione di tipo *M2M* (*Machine to Machine*) e un'altissima affidabilità che consentirà un'esperienza a banda larga mobile illimitata. Tuttavia, il vero valore del 5G sta nel fatto che l'infrastruttura sarà flessibile, modulare e completamente programmabile, consentendo una rapida implementazione dei servizi fornendo funzionalità di rete su misura per i nuovi servizi. Queste caratteristiche della rete 5G consentono una transizione da un modello di fornitura di servizi *orizzontale*, in cui i servizi sono stati definiti in modo indipendente dai loro consumatori, verso un modello *verticale*, in cui i servizi forniti sono adattati a specifici settori industriali. Questa transizione della fornitura di servizi da *orizzontale* a *verticale* costituisce un cambiamento di paradigma che apre la porta ad applicazioni innovative in una varietà di mercati come ad esempio: città connesse, agricoltura intelligente, produzione intelligente, assistenza sanitaria connessa, Realtà Virtuale e veicoli autonomi.

Per sfruttare appieno il potenziale di questo cambiamento di paradigma, le reti 5G offrono, in base alla loro progettazione, la capacità di eseguire simultaneamente servizi con requisiti diversi sulla stessa rete. Sfortunatamente, ad oggi, tale capacità non è pienamente affrontata dal settore pubblico e privato che sta sperimentando e convalidando le capacità delle reti 5G. In questa direzione *5G-TOURS* mira a colmare questa lacuna per consentire ai vari *indicatori chiave di prestazione (KPI)* 5G di essere validati in maniera interdisciplinare e dimostrare la fattibilità di allocare simultaneamente più attori verticali di settore sulla stessa rete, sfruttando la *tecnologia di suddivisione (slicing)* delle risorse rete.

Come introdotto in precedenza, i casi d'uso affrontati dal progetto *5G-TOURS* ruotano attorno alla vita in

una città. L'obiettivo è migliorare la qualità della vita dei cittadini e l'esperienza dei turisti che visitano la città, rendendo la città più attraente da visitare, più efficiente in termini di mobilità e più sicura per tutti. Questi casi d'uso sono stati pensati per soddisfare i seguenti obiettivi:

- i. indirizzare applicazioni e requisiti che non potevano essere soddisfatti con le precedenti tecnologie cellulari, esaltando le caratteristiche e i vantaggi delle reti 5G;
- ii. testare tutti i diversi tipi di *slice* di rete considerati dalla tecnologia 5G, ovvero *Enhanced Mobile Broadband (eMBB)*, *Ultra Reliable Low Latency Communication (URLLC)* e comunicazioni di tipo *Massive Machine Type Communication (mMTC)*, evidenziando la versatilità delle reti 5G per soddisfare molteplici esigenze;
- iii. portare domini applicativi diversi con esigenze diverse nella stessa infrastruttura, mostrando la capacità delle reti 5G di rispondere a requisiti diversi e, forse, anche contraddittori nell'ambito della stessa piattaforma;
- iv. rappresentare le esigenze di una grande varietà di *attori verticali* per illustrare il potenziale impatto del 5G sulla nostra società.

Si osservi che i settori affrontati dai casi d'uso del *5G-TOURS* sono un pilastro fondamentale dell'economia europea, in quanto rappresentano circa il 30% del prodotto interno lordo (PIL) europeo e rappresentano oltre il 50% delle attività che sarà generato attorno alle industrie nel 5G. Pertanto, l'obiettivo di *5G-TOURS* è anche quello di mostrare come una notevole quota del PIL europeo potrebbe essere supportata e migliorata dalla tecnologia 5G.

I CASI D'USO

Per raggiungere questa visione del miglioramento della qualità della vita guidata dal 5G per turisti e cittadini, i casi d'uso decorati da *5G-TOURS* sono raggruppati attorno a tre temi principali che rappresentano diversi aspetti della città:

1. **la città turistica:** dove è previsto che i visitatori dei musei e delle attrazioni all'aperto

utilizzino applicazioni abilitate ai servizi 5G per migliorare la loro esperienza durante la visita della città. Tali servizi includono applicazioni di Realtà Virtuale e Realtà Aumentata per integrare la tradizionale visita fisica delle attrazioni turistiche con contenuti aggiuntivi. L'esperienza dei visitatori sarà inoltre migliorata con servizi robotizzati e di telepresenza per consentire visite remote, nonché eventi dal vivo ripresi da troupe remote mobili come concerti con la relativa distribuzione broadcast dei contenuti. I casi d'uso delle città turistiche che si concentrano sulla trasmissione dei media saranno dimostrati a Torino (Italia);

2. **la città sicura:** la tecnologia 5G migliorerà notevolmente la sicurezza in città fornendo mezzi per migliorare l'assistenza sanitaria in tutte le fasi di un eventuale gestione di incidenti, che vanno dal monitoraggio sanitario, alla prevenzione e la diagnosi precoce, alla diagnosi e all'intervento in ambulanza e alla chirurgia in sala operatoria dell'ospedale. I casi d'uso avranno base a Rennes (Francia);
3. **la città efficiente in termini di mobilità:** in cui, tramite l'uso della rete 5G, raggiungere luoghi e spostarsi all'interno della città sono resi

più efficienti e confortevoli, immergendo gli utenti in un ambiente di città intelligente, raccogliendo informazioni sulla città e utilizzare i dati per migliorare i sistemi di navigazione e il parcheggio degli autoveicoli. Viaggiare è anche reso più piacevole fornendo servizi di AR/VR ai passeggeri degli aeroporti che diventano logisticamente più efficienti facendo affidamento sui servizi e la rete 5G. La città efficiente in termini di mobilità porterà i servizi 5G agli utenti in movimento così come ai fornitori di servizi relativi ai trasporti. tali casi d'uso saranno dimostrati ad Atene (Grecia).

Come si può notare dalla breve descrizione, tutti i casi d'uso previsti dal progetto *5G-TOURS* fanno ampio uso delle tre caratteristiche principali che le tecnologie 5G porteranno alla portata degli utilizzatori ovvero, *comunicazioni avanzate a banda larga mobile, comunicazioni ultra affidabili e a bassa latenza e massicce comunicazioni di tipo macchina-macchina*, dimostrando le molteplici esigenze in termini di miglioramento delle prestazioni e della flessibilità dell'architettura, permettendo ai servizi di essere supportati dalla stessa infrastruttura in ogni città.



PER SAPERNE DI PIÙ

5G-TOURS – HORIZON 2020 project, <http://5gtours.eu/> (ultimo accesso 09/12/2019)

5GCity

Il cloud ai confini della rete



INTRODUZIONE

La sempre più grande diffusione di servizi multimediali che utilizzano video ad *altissima definizione* (UHD/4k) e che propongono un'elevata *immersività*, grazie alla *realtà virtuale* (VR) e alla *realtà aumentata* (AR), richiederà la realizzazione di infrastrutture e servizi di rete che siano scalabili, accessibili ovunque, robusti e con adeguate prestazioni in termini di copertura, elevata capacità e bassa latenza.

In questo contesto, il **progetto H2020 5GCity** si è posto come obiettivo quello di realizzare una soluzione completa progettando, sviluppando e implementando una *piattaforma 5G Cloud/Edge* e *Radio* affidabile, distribuita e con capacità di *Neutral Hosting* in grado di garantirne la condivisione tra i *proprietari di infrastrutture IT* e i *fornitori di servizi in ambito media*. Il progetto sfrutta i vantaggi della *tecnologia 5G* e del *modello di Neutral Host* per agevolare la nascita di casi d'uso che puntino ad un utilizzo evoluto dei media. La piattaforma realizzata è *aperta, multi-tenant* e permette di estendere il modello *cloud* fino ai confini della rete; è stata implementata in tre diverse città: *Barcellona, Bristol* e *Lucca*.

Uno dei principali vantaggi offerti dalle infrastrutture abilitate al 5G è l'evoluzione delle modalità di condivisione della rete, modalità che superano i tradizionali modelli di condivisione dell'infrastruttura e della rete centrale. I modelli di condivisione della rete diventano, in effetti, uno dei principali pilastri delle reti 5G, accelerando l'evoluzione verso la *virtualizzazione* e la *cloudizzazione* della rete. La flessibilità offerta da tecnologie quali il *Software*

Defined Networking (SDN) e la *Network Function Virtualization (NFV)* può essere impiegata per sviluppare *framework virtuali* all'interno della stessa infrastruttura fisica. Inoltre, il 5G consente di spostare più vicino agli utenti le risorse di elaborazione e di archiviazione, sfruttando la distribuzione di nodi *MEC (Multi-Access Edge Computing)* al fine di ridurre la latenza e l'aggregazione del traffico richieste da molti servizi digitali tipicamente utilizzati dall'industria dei media.

In definitiva, il 5G non solo fornirà velocità di trasmissione più elevate e latenza inferiore rispetto ai suoi predecessori, ma consentirà anche soluzioni personalizzabili e flessibili per i settori delle telecomunicazioni.

La tecnologia offerta da 5GCity e la piattaforma di *Neutral Host* miglioreranno i vantaggi chiave delle reti 5G per i fornitori e i consumatori di servizi multimediali di prossima generazione, integrando *cloud, Edge Computing* e *piattaforma radio* e allineandosi perfettamente con le *reti 5G* e con il modello *Neutral Host*.

NUOVI SERVIZI MEDIA

L'avvento dell'*UHD/4K*, dei *servizi di realtà immersiva* e la crescente domanda di produzione e distribuzione di contenuti audiovisivi multi-piattaforma e multi-device richiedono maggiore flessibilità e larghezza di banda. In questo contesto, il *protocollo Internet (IP)* diventa abilitante per una convergenza tra video, metadati e dati e per l'integrazione di tecnologie informatiche anche nel settore della radiodiffusione.

LA PIATTAFORMA 5GCITY

L'attuazione di tutti gli aspetti tecnici descritti finora è stata realizzata dai partner del progetto nella **piattaforma 5GCity**, una suite di software che consente la gestione completa del ciclo di vita dei *servizi di rete end-to-end*. La *piattaforma 5GCity* è composta dai seguenti elementi principali:

- **5GCity Orchestrator**: è l'entità principale della piattaforma, che gestisce la gestione completa del ciclo di vita dei servizi di rete, fornendo il grado adeguato di astrazione tra le risorse esposte dal livello hardware e i servizi previsti per gli utenti finali;
- **5GCity Dashboard**: è la principale interfaccia operativa che consente agli utenti 5GCity (provider verticali o di servizi) di allocare dinamicamente i servizi sulle risorse di rete disponibili (*slice*);
- **5GCity VIM**: sono le entità che agiscono da intermediario tra l'orchestratore e le risorse fisiche situate a vari livelli (*Core VIM* per livello di data center, *Edge VIM* per livello di rete e *Edge esteso* per livello di dispositivo);
- **5GCity NFVI**: sono layer distribuiti nel pool di risorse hardware e fungono da agente per la configurazione della gestione delle risorse fisiche (sui tre livelli, analogamente ai VIM);
- **SDN controller**: forniscono adeguate operazioni sul piano di controllo.

Per poter implementare con successo la *piattaforma 5GCity*, un'infrastruttura urbana deve soddisfare i seguenti requisiti:

- pool centrale di risorse hardware (elaborazione e archiviazione);
- uno o più pool di risorse hardware distribuite ai margini della rete;
- una rete di comunicazione ad alta velocità che può collegare diversi pool di risorse;
- uno o più punti di accesso radio (punti di accesso *Wi-Fi* o *LTE Small Cells*) che garantiscono la connettività 5G all'utente.

I CASI D'USO

Per dimostrare i vantaggi dell'approccio 5GCity per i fornitori di infrastrutture e per i fornitori di contenuti *UHD/4K* e *AR/VR*, sono stati definiti diversi casi d'uso riguardanti il settore *Media&Entertainment* che sono stati validati su tre test-bed in altrettante città europee: *Barcellona*, *Bristol* e *Lucca*.

Nell'ambito delle sperimentazioni pilota sono stati integrati e testati diversi processi di interesse per una media company, concentrandosi, principalmente, sull'*acquisizione*, l'*editing* e la *distribuzione* di contenuti audiovisivi. Le tre sottosezioni seguenti descrivono i tre casi d'uso (*Use Case*) e le relative modalità di distribuzione basate sulla *piattaforma 5GCity*.

Use Case #1

Acquisizione video real time e produzione su edge

Durante gli eventi sportivi e musicali sono sempre di più le persone che usano il proprio smartphone per condividere i momenti migliori dello spettacolo con i propri amici. Questa tipologia di applicazioni, oltre ad avere un elevato valore commerciale e un notevole impatto sul coinvolgimento degli utenti, presenta anche requisiti di *QoS/QoE* (*Quality of Service/Quality of Experience*) critici (ad esempio *latenza*, *risoluzione video*, *numero di utenti*) e la necessità di un'infrastruttura di rete flessibile e dinamica.

Tali applicazioni comportano diverse sfide, come ad esempio:

- la necessità di garantire un mezzo di comunicazione diretto, efficiente ed efficace tra organizzatori di eventi e utenti, utilizzando gli smartphone e l'infrastruttura di rete disponibile, indipendentemente dalla tipologia e dal formato del contenuto che si intende creare;
- la necessità di ricevere, selezionare ed elaborare in tempo reale i diversi flussi video in modo elastico, per gestire diversi tipi di folle e propagare il flusso video alla stazione TV in modo che possa essere ulteriormente distribuito nel più breve tempo possibile.

Questo caso d'uso mostra anche come i proprietari di infrastrutture possono monetizzare i loro investimenti in *IT* e *connettività* noleggiando queste risorse ad entità terze che richiedono connessioni dedicate con una serie di prestazioni di rete specifiche durante eventi specifici. Lo scenario previsto è ben noto ai fornitori di servizi dei media in quanto è sempre richiesta una capacità di throughput aggiuntiva sul collegamento di primo raggio durante eventi affollati.

Use Case #1 Implementazione

Tramite la piattaforma *5GCity*, diverse sezioni di rete dedicate vengono distribuite in modo *NFV*, offrendo collegamenti dedicati a 2-8 Mbps in un ambiente *multi-RAT* (*Radio Access Technologies*). Con queste reti di accesso, gli utenti finali saranno in grado di connettersi a diversi punti di accesso *WiFi* e persino a piccole celle *LTE/5G* e sfruttare il collegamento di comunicazione a bassa latenza tra le applicazioni e quelle in esecuzione nella rete centrale di *5GCity*. I flussi video in *crowdsourcing* (ad es. dai telefoni cellulari dell'utente finale) saranno pre-elaborati sull'*edge* della rete prima di essere trasmessi tramite un collegamento da 1 Gbps al core o ad un altro *data center* o nodo *MEC*.

Use Case #2

Distribuzione video UHD e servizi immersivi

Questo caso d'uso è progettato per coprire le esigenze delle aziende dei media sia nella *produzione* che nel campo della *distribuzione* dei servizi, sfruttando il potenziale della rete 5G in termini di velocità di trasferimento dei dati, di bassa latenza, di elevato numero di dispositivi connessi e di capacità di orchestrazione intelligente di reti virtualizzate.

Un punto chiave della soluzione tecnica è l'integrazione della rete con *oggetti intelligenti* utilizzati quotidianamente nella distribuzione di video *UHD* e di *contenuti immersivi*, includendo dispositivi classici di acquisizione video e nuovi oggetti come droni e telecamere a 360°.

Inoltre, per la distribuzione di servizi e applicazioni agli utenti finali il broadcaster potrà sfruttare una

vasta gamma di dispositivi che stanno entrando nel mercato di consumo, vale a dire *Smart TV*, *smartphone* di nuova generazione e *dispositivi indossabili* dagli spettatori, per fruire dei servizi in *realtà virtuale*, *realtà aumentata* o *mista*.

Use Case #2 Implementazione

Per sfruttare le capacità di rete richieste per supportare questo tipo di dispositivi e la loro interconnessione con le reti 5G, *Rai* e i partner italiani nel progetto *5GCity* hanno coperto alcuni grandi eventi nella città di Lucca (*Lucca Summer Festival backstage*, *Lucca Comics and Games*) con una serie di servizi come distribuzione video 4K/HDR (*High Dynamic Range*) ed esperienze immersive. In particolare il Centro Ricerche, Innovazione Tecnologica e Sperimentazione (CRITS) *Rai* in collaborazione con il Centro di Produzione TV di Torino ha realizzato appositamente alcuni prodotti audio-video innovativi:

- un video 4K/HDR promozionale del progetto *5GCity*;
- una visita virtuale immersiva del Museo Casa Giacomo Puccini con un video 360° interattivo navigabile su PC oppure fruibile tramite smartphone o visori per realtà virtuale;
- una visita turistica in realtà aumentata fruibile tramite visore *Hololens* di alcuni luoghi tipici della città di Lucca (*Torre Guinigi*, *Piazza Anfiteatro*).

Tali applicazioni permettono, ad esempio, al turista che si sposta in città di ottenere contenuti aggiuntivi relativi all'ambiente circostante (monumenti, oggetti e così via) utilizzando smartphone o dispositivi simili a *VR/AR/MR*. Tramite l'utilizzo di *algoritmi di Visual Search* è possibile abbinare immagini o video catturati dall'utente, che si trova davanti a edifici, statue e dipinti, a contenuti di arricchimento presenti nei database. È quindi possibile recuperare automaticamente contenuti aggiuntivi, ad esempio dagli archivi televisivi, sotto forma di *video 2D*, *video panoramico* e *modelli 3D* che aumenteranno la realtà in cui l'utente è immerso.

Per sfruttare e testare le funzionalità di orchestrazione offerte dalla piattaforma *5GCity*, gli *algoritmi di Visual Search* già nella disponibilità del CRITS sono

stati riconfigurati ed adattati per essere eseguiti sulle *Virtual Machine* implementate nei nodi delle infrastrutture 5G presenti nelle varie città.

Use Case #3

Trasmissione mobile in tempo reale

Tutti i broadcaster televisivi utilizzano per le riprese di eventi in esterna quella che in gergo viene chiamata *unità zainetto* per la contribuzione di segnali video da aree remote. Attualmente le *unità zainetto* sfruttano l'affasciamento di più connessioni 4G (SIM-multiple) per trasmettere il segnale video agli studi per le successive elaborazioni.

Questo tipo di tecnologia, già in uso con le reti attuali, soffre spesso di limitazioni, per esempio in aree molto affollate oppure remote, in quanto gli operatori di rete non sono sempre in grado di garantire la copertura, la connettività o la capacità trasmissiva necessaria. Pertanto in situazioni che richiedono

qualità e garanzia del collegamento i broadcaster televisivi si affidano ancora alla *tecnologia satellitare*, nonostante i vincoli che essa pone, ovvero una minor flessibilità (spostamento di un mezzo mobile, prenotazione della capacità satellitare) e un costo elevato della risorsa satellitare

Use Case #3 Implementazione

In questo caso d'uso si è visto come l'architettura 5GCity possa migliorare e garantire la capacità trasmissiva disponibile nelle *dirette live* (trasmissione in tempo reale) sfruttando la flessibilità delle reti 5G. Infatti la *piattaforma 5GCity* consente l'aumento delle prestazioni per le connessioni live, la definizione di slice specifiche con un QoS garantito e, laddove necessario, l'abilitazione delle funzionalità di elaborazione dei computer per la produzione di contenuti video sull'edge della rete. Queste tecnologie di *edge computing* riducono gli alti costi di produzione degli eventi *multi-camera live*.



Realtà aumentata tramite visore Hololens



RICONOSCIMENTI

Il progetto 5GCity ha ricevuto finanziamenti dal *Programma di Ricerca e Innovazione H2020* dell'Unione Europea nell'ambito della convenzione di sovvenzione n. 761508.

PER SAPERNE DI PIÙ

5GCity – HORIZON 2020 project, <https://www.5gcity.eu/> (ultimo accesso 18/12/2019)

C. Colman-Meixner e altri, *5G City: A Novel 5G-Enabled Architecture for Ultra-High Definition and Immersive Media on City Infrastructure*, in "2018 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)", Valencia, Giugno 2018, pp. 1–5, DOI: [10.1109/BMSB.2018.8436813](https://doi.org/10.1109/BMSB.2018.8436813)

A. Albanese e altri, *Deploying a Novel 5G-Enabled Architecture on City Infrastructure for Ultra-High Definition and Immersive Media Production and Broadcasting*, in "IEEE Transactions on Broadcasting", Volume: 65 , Issue: 2, Giugno 2019, pp. 392 - 403, DOI: [10.1109/TBC.2019.2901387](https://doi.org/10.1109/TBC.2019.2901387)

MiSE

Ministero dello
sviluppo economico

Sperimentazione 5G a Bari-Matera

Nel 2017 il *Ministero dello Sviluppo Economico MiSE* ha indetto un bando per la sperimentazione 5G, nella banda di frequenze 3,7-3,8 GHz, in diverse aree:

- Area 1: Area metropolitana di Milano
- Area 2: Prato e L'Aquila
- Area 3: Bari e Matera

Il progetto nell'area 3 (Bari-Matera) vede la partecipazione di *TIM/Fastweb/Huawei* come capofila di un consorzio di circa 50 partner, tra industrie, Università, Aziende sanitarie e Comuni. **Rai** partecipa alla sperimentazione tramite *RaiWay*.

Rai e *RaiWay* si posizionano come attori verticali allo scopo di sperimentare l'impatto che la nuova generazione di rete 5G avrà sui flussi di produzione e distribuzione esistenti in azienda. In particolare, all'interno dei vari ambiti applicativi previsti dal consorzio (*Smart City, Smart Port, Sanità 5.0, Industria 4.0, Public Safety, Mobilità e Sicurezza stradale, ...*), le principali aree di interesse sono:

- **Media – Realtà virtuale:** servizi per la contribuzione e la distribuzione di contenuti multimediali avanzati (Video 4K e Virtual Reality) sia nel caso di *eventi live* che in configurazioni di *Remote Production*;
- **Turismo e Cultura:** applicazioni per *visite virtuali* a Chiese e Musei, visite con Guida virtuale (esperienza multi-player) e applicazioni di *Realtà aumentata*.

Obiettivo della sperimentazione è analizzare il possibile utilizzo delle potenzialità della rete 5G in termini di velocità di trasferimento dei dati, bassa latenza ed elevato numero di dispositivi collegati,

ed anche della virtualizzazione e orchestrazione che l'ecosistema 5G metterà a disposizione.

È in corso la realizzazione di una piattaforma tecnologica *end-to-end* che permetterà di valutare le prestazioni della rete 5G sia per servizi destinati al pubblico (4K, 3D, realtà immersiva, viewing-angles, interazione utenti in diretta col programma, ...) sia per applicazioni B2B come, ad esempio, i servizi di ausilio alla produzione televisiva e multimediale (evoluzione delle funzionalità degli attuali *zainetti* alle caratteristiche 5G di alta capacità, bassa latenza e QoS).

L'impatto atteso sulle attività di produzione televisiva è quello di un miglioramento della qualità e flessibilità delle riprese in molteplici contesti, dalle news agli eventi live, e di un'ottimizzazione delle attività coinvolte nell'attuale workflow produttivo con l'introduzione di elementi di *remote production*.

Per quanto riguarda il lato servizi e applicazioni per gli utenti finali, il broadcaster potrà sfruttare un'ampia gamma di dispositivi che si trovano o si stanno affacciando sul mercato consumer, TV connessi ma anche smartphone di nuova generazione, apparati wearable fino ad arrivare ai visori per realtà virtuale/aumentata/mixed per fornire nuove esperienze agli utenti, ad oggi difficili da prevedere, che costituiranno una sfida tecnica, editoriale e creativa da affrontare nei prossimi anni.

In questo modo la rete 5G viene sfruttata sia per la produzione e la gestione dei servizi erogati, sia per la distribuzione dell'esperienza multimediale agli utenti, esperienza che non sarà solo video ma una forma di intrattenimento che sfrutterà le poten-

zialità offerte dai dispositivi di nuova generazione.

La realizzazione della piattaforma *end-to-end* vede coinvolti, oltre naturalmente a *RaiWay*, il *Centro Ricerche, Innovazione Tecnologica e Sperimentazione* e la *Direzione CTO-Tecnologie*.

Gli scenari d'uso attualmente in corso di realizzazione riguardano un'ipotetica copertura televisiva di un evento all'aperto tramite:

- **Remote Production:** riprese in un contesto strutturato con l'impiego di telecamere *HD/UHD* in grado di generare uno *streaming IP* per l'interfacciamento verso la rete 5G, ricevibile da una regia remota *all-in-one* su flight case. La sperimentazione prevede la realizzazione di un'infrastruttura IP che si interfaccia con la rete 5G e che permette, con appositi apparati di aggregazione su IP di segnali audio-video e controlli, di remotare non solo i segnali audio-video, ma anche i controlli camera, le segnalazioni (*tally*) e l'audio di coordinamento per gli ordini di regia (*intercom*). Al fine di salvaguardare la

latenza minima e la qualità tecnica, i segnali audio-video saranno codificati ad alto bit rate per la trasmissione dei contenuti a qualità broadcast: si ipotizza di utilizzare sulla rete 5G una banda complessiva di circa *200 Mbps*, con flussi video da *80 Mbps* codificati *JPEG-2000*. I flussi saranno quindi ricevuti da apparati installati presso i *Centri di Produzione TV* di Rai per il collegamento alla regia che sarà utilizzata per la produzione del programma.

- **Riprese in mobilità:** utilizzo di camcorder tipo professionale *UHD/4K*, dotati di kit di contribuzione costituito da *encoder video* in alta qualità (codifiche *H.264/H.265*) e *modem 5G* (si ipotizza l'uso di un sistema ultraleggero *a zainetto* da collegare al camcorder).

In questo scenario la rete 5G consente, con le caratteristiche native di elevata capacità trasmissiva e bassa latenza, un'efficace trasporto dei contenuti video ad alta qualità fino alla regia locale o eventualmente ad un *POP* per la connessione in fibra ottica fino al *Centro di Produzione TV* di Rai in cui sarà ubicato l'*head-end* OTT.

