

# L'evoluzione delle tecnologie per la distribuzione dei contenuti video\*

di Bianca Papini, Renato Brunetti, Mario Frullone, Luca Rea e Vincenzo Lobianco

## 1. Introduzione

Scopo del presente articolo è quello di aprire una finestra su quelle che potranno essere, a breve termine, alcune novità tecnologiche significative per lo sviluppo e la diffusione della Tv digitale in generale e in streaming in particolare.

Quelle descritte nel seguito sono novità che non rappresentano rivoluzioni della filiera della Tv ma, piuttosto, evoluzioni di alcuni aspetti specifici quali ad esempio l'accesso ai programmi distribuiti via Internet dai canali *broadcast* (la Tv ibrida), la possibilità di distribuire la Tv lineare *broadcast* sulla fibra ottica in maniera analoga alla Tv via cavo (CATV/FTTH) o il futuro standard di codifica/decodifica (*Codec*) del segnale video (H266/VVC) che consentirà una maggiore efficienza della rete con un più alto rapporto di compressione rispetto ai *Codec* attualmente in uso.

Da ultimo, ma non meno importante, si presenterà lo stato dell'arte relativo all'utilizzazione delle reti 5G per la diffusione della Tv e della radio in modalità *broadcast* che, considerato l'impatto – questo sì rivoluzionario delle reti 5G – potrà offrire un ulteriore mezzo alternativo semplice ed efficiente per la diffusione della Tv, in particolare la Tv lineare gratuita.

In alcuni casi (HbbTV, CATV/FTTH), le tecnologie descritte sono già disponibili per l'implementazione. Nei restanti casi, il processo di regolazione, standardizzazione e industrializzazione deve essere ancora consolidato. L'effe-

\*E' il testo del capitolo V di ASTRID, La televisione del futuro. Le prospettive del mercato televisivo nella transizione digitale, a cura di F. Bruno, V.Lobianco, A. Perrucci e A. Preta, Bologna il Mulino, giugno 2023

tivo successo di queste novità dipenderà evidentemente dai modelli di business che governeranno la loro introduzione e dal reale interesse dell'industria e degli utenti.

## 2. *La Tv ibrida e la «prominence»*

Negli ultimi anni si è assistito a un profondo cambiamento delle modalità di offerta dei servizi media audiovisivi e con questi si sono di conseguenza modificate le modalità di consumo da parte degli utenti.

I cambiamenti più rilevanti sono avvenuti da una parte con i diversi dispositivi mobili (smartphone e tablet) che hanno indirizzato gli utenti alla fruizione in mobilità di contenuti audiovisivi e dall'altra con il progressivo ingresso sul mercato di apparecchi Tv collegabili alla rete Internet che, emulando il comportamento degli smartphone (e per questo sono stati chiamati smart Tv), hanno avviato il processo di modifica delle modalità di consumo degli utenti.

A fine giugno 2022, in Italia sul totale di circa 24 milioni di famiglie, si contava che oltre il 55% di queste avesse uno smart Tv e il 44%, pari a oltre 10 milioni, risultava effettivamente possederne almeno uno connesso a Internet<sup>1</sup>.

Questo processo di ibridazione delle piattaforme tradizionali con la piattaforma IP ha modificato anche il modo con cui si cercano e si trovano i contenuti in considerazione delle modalità con cui i contenuti stessi vengono proposti agli utenti da parte delle piattaforme globali e degli OTT.

L'accesso attraverso il telecomando e lo zapping si è trasformato in un percorso nuovo che non sempre aiuta l'utente a trovare quello che sta cercando ma, piuttosto, gli propone quello che la piattaforma o l'operatore globale ha interesse a fargli trovare. Le nuove Tv connesse garantiscono spesso una preminenza e predominanza ai servizi OTT dei grandi operatori globali. Netflix, Prime, Google hanno tasti rapidi sempre attivi sui telecomandi, che consentono

<sup>1</sup> Dati ricerca di base Ipsos per Auditel MM1-3 2022.

di entrare nell'ambiente corrispondente con un solo click. L'accesso ai canali televisivi tradizionali sta diventando invece sempre meno agevole, richiedendo diversi passaggi nonostante questi rappresentino ancora la forma di consumo mediatico più rilevante. Oggi, infatti, il 90% del tempo di visione è dedicato alla Tv tradizionale<sup>2</sup>.

Negli ultimi anni, si sono susseguite prese di posizione e dibattiti in vari paesi europei sul tema della tutela dei servizi media audiovisivi di interesse generale, attraverso documenti e manifesti volti a generare iniziative di pressione verso gli enti regolatori e legislativi. Tale necessità di ristabilire la riconoscibilità e visibilità dei servizi di interesse generale rappresenta una misura volta a garantire la massima inclusività a tutte le fasce della popolazione e a evitare che azioni motivate dal solo interesse commerciale possano interferire con l'accesso ai servizi di pubblica utilità. In assenza di un intervento normativo in tal senso, sempre più i contenuti a cui il pubblico potrà accedere più facilmente saranno determinati solo sulla base di accordi commerciali tra gli OTT e i costruttori, con il conseguente rischio di far svanire gradualmente dalla visibilità del pubblico i contenuti erogati dai fornitori tradizionali di servizi gratuiti conosciuti dal pubblico e trasmessi via piattaforme tradizionali. E questo non perché tali servizi non siano apprezzati e popolari, ma semplicemente perché solo i *player* globali sono in grado di condizionare economicamente i costruttori per garantirsi adeguato risalto.

### 2.1. La «prominence»

Con il termine *prominence* si abbracciano tutte queste tematiche finalizzate a garantire l'accesso, la riconoscibilità e l'adeguata visibilità dell'offerta dei servizi televisivi di interesse generale sui telecomandi e sugli schermi dei nuovi televisori connessi a Internet.

<sup>2</sup> Elaborazione su dati Auditel, fine 2021.

Con la nuova direttiva sui servizi media audiovisivi<sup>3</sup>, anche il legislatore europeo ha preso atto della rilevanza della reperibilità dei contenuti dei servizi di interesse generale, specie in un contesto caratterizzato, grazie alla digitalizzazione e alla diffusione della trasmissione su IP, da una vastità e una frammentazione dell'offerta in cui non sempre risulta agevole identificare i contenuti rilevanti per la formazione dell'opinione pubblica e ha, pertanto, voluto garantire che le offerte pertinenti siano immediatamente portate all'attenzione – limitata – degli utenti e che i fornitori di contenuti multimediali siano in grado di rifinanziare la produzione di contenuti di interesse generale.

Nel recepimento della direttiva, il nuovo Testo unico per la fornitura di servizi media audiovisivi (nuovo TUSMA) di cui al d.lgs. 8 novembre 2021, n. 208, all'art. 29 è intervenuto in materia di *prominence* e del sistema di numerazione automatica dei canali della televisione digitale terrestre, delegando all'Agcom la definizione dei criteri di qualificazione dei servizi di interesse generale e quindi

le modalità e i criteri cui i produttori di apparecchi idonei alla ricezione di segnali radiotelevisivi o radiofonici, i prestatori di servizi di indicizzazione, aggregazione o reperimento di contenuti audiovisivi o sonori o i prestatori che determinano le modalità di presentazione dei servizi sulle interfacce degli utenti, dovranno attenersi

per assicurare adeguata *prominence* ai servizi di interesse generale «forniti mediante qualsiasi strumento di ricezione o accesso a tali servizi impiegato dagli utenti, qualunque sia la piattaforma utilizzata per la prestazione dei medesimi servizi». Inoltre, il legislatore nazionale chiede che tutti gli apparecchi televisivi, compresi quelli abilitati alla connessione Internet, abbiano installato e agevolmente accessibile il sistema di numerazione automatica LCN (Logical Channel Number) dei canali della televisione digitale terrestre.

<sup>3</sup> L'art. 7-*bis* della nuova direttiva sui servizi media audiovisivi prevede che: «Gli Stati membri possono adottare misure volte a garantire che si dia debito rilievo ai servizi di media audiovisivi di interesse generale».

A giugno 2022, con la delibera n. 149/22/CONS l'Agcom ha avviato il procedimento concernente la *prominence* dei servizi media audiovisivi e radiofonici di interesse generale e del sistema di numerazione automatica dei canali della televisione digitale terrestre, con l'obiettivo di chiuderlo entro fine 2022.

## 2.2. Il DVB-I

La trasformazione dei modelli di fruizione e la disponibilità dei contenuti su piattaforme diverse e composite richiede nuove funzionalità evolute per la ricerca, reperibilità e visualizzazione dei servizi televisivi offerti sulle varie piattaforme, tradizionali e IP. Per non lasciare esclusivamente ai sistemi proprietari e alle decisioni dei costruttori la soluzione di queste problematiche, il DVB<sup>4</sup> ha ideato un nuovo standard denominato DVB-I, che si propone di veicolare i servizi televisivi lineari su Internet in modo che possano essere ricevuti e visualizzati da una varietà di ricevitori connessi (Tv, Pc, tablet, smartphone), con la stessa facilità d'uso con cui oggi si possono visualizzare i programmi ricevuti da antenna.

Il DVB-I si affianca agli esistenti DVB-T/T2, DVB-S/S2 anche se non è uno standard trasmissivo quanto piuttosto un sistema per la ricerca e la qualificazione dei servizi distribuiti da reti tradizionali e IP. In altre parole, questo standard è stato progettato per permettere ai servizi audiovisivi lineari di essere trattati e identificati con una numerazione automatica LCN indipendentemente dalla rete di distribuzione

<sup>4</sup> Fondato nel 1993, il progetto DVB - Digital Video Broadcasting è un consorzio guidato dalle principali società di media e tecnologia a livello globale che lavorano insieme per progettare specifiche tecniche aperte per la distribuzione di contenuti audiovisivi. In particolare, il DVB è un insieme di standard aperti, concepiti per lo sviluppo e la diffusione della televisione digitale. Gli standard vengono pubblicati da un comitato tecnico congiunto dell'Etsi (European Telecommunications Standards Institute), del Cenelec (European Committee for Electrotechnical Standardization) e dell'Ebu (European Broadcasting Union, associazione europea delle imprese di servizio pubblico).

utilizzata. In particolare, la specifica DVB-I Service Discovery definisce i meccanismi da utilizzare per trovare insiemi di servizi televisivi lineari forniti attraverso Internet o sistemi *broadcast* tradizionali, nonché metodi per recuperare i dati delle guide elettroniche ai programmi (EPG).

Il DVB-I offre un livello di servizio comune attraverso reti differenti, consentendo così l'integrazione delle tecnologie *broadcast* e IP in maniera *seamless* per l'utente. Di particolare rilievo ai fini dell'identificazione dei servizi di interesse generale autorizzati è l'elenco dei servizi riportato nella *Central Service List Registry* (CSR), che permette di inserire in una lista solo i servizi qualificati come tali, disponibili sulle diverse piattaforme. La CSR è in sostanza una *directory* che permette all'utente di avere accesso a un elenco di servizi regolamentati o controllati da un'unica entità.

### 2.3. HbbTV

Come visto, il DVB-I è uno standard per la presentazione di servizi televisivi lineari distribuiti su reti IP come se fossero programmi tradizionali all'interno del piano di numerazione automatica dei canali LCN.

Lo standard l'HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV) è stato invece specificato per unire l'esperienza della Tv tradizionale con le nuove funzionalità introdotte dalla diffusione di contenuti su IP e per permettere un facile e omogeneo accesso alle diverse applicazioni dei *broadcaster* su IP.

L'HbbTV è uno standard Etsi (Etsi TS 102 796) aperto e interoperabile per la segnalazione, il trasporto e la presentazione di contenuti e applicazioni interattive progettate per l'esecuzione su smart Tv. È stato adottato dai maggiori produttori di Tv per permettere agli utenti di accedere a contenuti di diversa natura e provenienza. Premendo un tasto del telecomando durante la visione *broadcast* di un programma è possibile, ad esempio, accedere a programmi on demand dello stesso editore, programmare la registrazione di programmi Tv, chattare e accedere a social network. Ogni emittente può quindi caricare, insieme al canale tra-

dizionale, informazioni aggiuntive, ulteriori programmi Tv o una completa rassegna dei programmi già andati in onda, sfruttando la connessione a Internet.

In Italia l'HbbTV è stato adottato dai *broadcaster* nel 2017. A febbraio 2022 risultano 8,06 milioni di ricevitori con HbbTV connessi<sup>5</sup>.

Un'interessante applicazione dell'HbbTV riguarda l'uso di canali ibridi su LCN della piattaforma digitale terrestre per gestire servizi in streaming. In particolare, Rai ha introdotto questa soluzione sulla posizione di telecomando (LCN) 101 per offrire le partite del campionato mondiale di calcio 2022 in 4K. Sintonizzando LCN 101 su apparecchi televisivi compatibili HbbTV 2.0 viene attivato un *launcher* che apre automaticamente il *player web*. In tal modo l'utente potrà vedere il flusso in streaming come se fosse un canale DTT.

La soluzione introdotta dalla Rai, come indicato dalla stessa<sup>6</sup>, «fornirà importanti metriche sul reale comportamento delle reti broadband, dei servizi di CDN in live streaming e dell'accesso domestico alla risorsa internet». Effettivamente, considerato l'elevato numero di televisori con HbbTV connessi, essa può costituire uno stress test della rete anche superiore al live streaming offerto ad esempio da Dazn.

L'implementazione di questa soluzione ha quindi consentito una fruizione significativa della qualità 4K, in mancanza della connessione al satellite tivùsat e in attesa dell'avvio del DVB-T2, che offrirà questo livello di qualità anche sul DTT. Sono tuttavia emerse, secondo informazioni di stampa<sup>7</sup>, alcune incompatibilità delle componenti software per l'effettivo funzionamento dell'HbbTV dovute alla diversità dei sistemi operativi delle Tv connesse e del loro livello di aggiornamento. In particolare, era necessario l'aggiornamento alla versione 2.0.1 dello standard HbbTV, necessario per supportare la

<sup>5</sup> HbbTV Association, <https://www.hbbtv.org/deployments/>.

<sup>6</sup> Intervista al Cto Rai, novembre 2022, <https://www.tvmediaweb.it/interviste>.

<sup>7</sup> <https://www.dday.it/redazione/44351/i-mondiali-di-rai-4k-via-hbbtv-tanti-tv-restano-al-buio-i-limiti-di-una-trasmissione-mai-esplorata-prima>, 23 novembre 2022.

protezione dei contenuti (DRM) richiesta dalla Fifa, organizzatrice dei Mondiali. Inoltre, la gestione contemporanea di HbbTV, del DRM e della decodifica 4K potrebbe rivelarsi eccessiva per la capacità computazionale delle Tv, in particolare quelle relativamente più datate. In mancanza dei requisiti minimi richiesti, lo schermo rimaneva nero.

Questo ha probabilmente ridotto il numero di televisori connessi realmente in grado di fruire del servizio anche se, al momento di chiudere il testo, non sono stati diffusi risultati sull'effettiva utilizzazione della soluzione introdotta dalla Rai.

Appare tuttavia già chiaro che l'effettivo uso massivo di HbbTV richiederà che tutti i televisori connessi vengano costantemente aggiornati alle versioni più recenti degli standard. Pertanto tutti i costruttori e i fornitori di sistemi operativi e di app per le smart Tv dovranno rendere disponibili tali aggiornamenti via Internet, possibilmente in maniera automatica per semplificarne la gestione da parte degli utenti. Al momento questo obiettivo non sembra raggiunto e quindi la piena implementazione di servizi HbbTV richiederà tempo e un'attività di concertazione tra costruttori, *broadcaster* e sviluppatori software di app e sistemi operativi per le Tv connesse.

Da ultimo si segnala che l'HbbTV, nella soluzione implementata dalla Rai, è utilizzata anche per altri servizi Tv, in particolare emittenti locali, che non hanno trovato spazio – in termini di capacità trasmissiva – sulla piattaforma digitale terrestre.

### 3. *La distribuzione della banda televisiva sulla rete in fibra ottica (CATV over FTTH)*

In Italia la Tv via cavo non ha mai goduto di una diffusione a livello nazionale. Intorno al 1970 alcune televisioni private, in particolare a Torino e a Napoli, iniziarono a trasmettere su una rete via cavo coassiale. Le prime emittenti furono Telediffusione Italiana Telenapoli (nel 1970) e Tebiella (nel 1972), che avevano installato una rete di distribuzione di poche decine o centinaia di chilometri che per varie ragioni non si è poi sviluppata in sede nazionale.

## Box 5.1

*Tv via cavo in Italia*

I promotori di queste emittenti sfruttarono una «lacuna» dell'allora vigente regio decreto 27 febbraio 1936, n. 645 che non prevedeva concessioni televisive per la diffusione di trasmissioni via cavo. Nel 1973, il d.p.r. 29 marzo 1973, n. 156 (Testo unico del Codice postale) innovò la normativa vigente prevedendo anche per la Tv via cavo il regime di concessione e rendendo di fatto e di diritto illegali quelle esistenti. Dopo un'accesa disputa legale, nel 1974 la Corte costituzionale, con la sentenza n. 226, dichiarò illegittime le previsioni del sopraindicato decreto relative alla realizzazione e all'esercizio delle reti Tv via cavo. L'anno successivo la legge di riforma della Rai e del sistema radiotelevisivo (legge 14 aprile 1975, n. 103) riportò sotto la riserva statale le Tv via cavo prevedendo tuttavia la possibilità di installare, previa autorizzazione, reti Tv via cavo monocanale in ambito comunale o pluri-comunale, ma nella stessa regione, limitando a 150 mila abitanti la popolazione dell'area di diffusione di una singola rete. La legge n. 103/1975 introduce anche la possibilità di realizzare reti Tv via etere alternative al servizio pubblico nazionale, seppur limitatamente alla ripetizione dei programmi esteri. Di fatto comincia la liberalizzazione della Tv via etere che, anche sulla base di sentenze della Corte costituzionale, trova piena attuazione negli anni successivi. La progressiva liberalizzazione dell'etere, unita ai minori investimenti necessari per la diffusione del segnale, dà avvio alla parabola discendente delle Tv via cavo le quali, negli anni successivi non beneficiarono neppure della completa apertura legale al mercato nazionale, come avvenuto al contrario per la Tv via etere. Infatti, non furono modificate le disposizioni legislative che vietavano l'esercizio di reti Tv via cavo in ambito nazionale, bloccando di fatto gli investimenti su questo mezzo trasmissivo e segnandone la fine in Italia con conseguenze negative non solo per il mercato televisivo ma anche per lo sviluppo della rete Internet.

Al contrario, nel Nord Europa (in particolare Germania, Belgio, Paesi Bassi) e nel resto del mondo (in particolare Stati Uniti, Argentina) le reti Tv via cavo hanno goduto di un notevole sviluppo che ha contribuito, a partire dagli anni

Duemila, alla diffusione residenziale di Internet. Infatti, attraverso i protocolli della famiglia Docsis (Data Over Cable Service Interface Specification) è stato possibile connettere a banda larga le utenze collegate alla Tv via cavo a Internet con una velocità che partiva da 40 Mb/s nel 1997 (Docsis fino a 2.0) a 1 Gb/s (Docsis 3.0 nel 2006) e recentemente, con le versioni 3.1 (2013) e 4.0 (2017) fino a 10 Gb/s, tutte in downstream.

È utile sottolineare come il mancato sviluppo della Tv via cavo in Italia e della relativa infrastruttura in accesso, oltre a pregiudicare in qualche misura lo sviluppo del mercato televisivo nazionale negli anni Settanta, non abbia favorito lo sviluppo nazionale della rete Internet, privando il paese di una infrastruttura di accesso alternativa alla rete in rame di Telecom Italia e incrementando il costo di realizzazione della rete in fibra ottica, in quanto le infrastrutture civili di una preesistente rete via cavo coassiale non potevano, evidentemente, essere riutilizzate.

La crescente diffusione della rete in fibra ottica in configurazione FTTH potrebbe tuttavia consentire in Italia un nuovo inizio per la Tv via cavo attraverso una tecnologia denominata CATV over FTTH.

La rete FTTH ha infatti una grandissima disponibilità di banda e potrebbe facilmente riservarne una porzione per la distribuzione via cavo della Tv. La IPTV in modalità Multicast o Unicast e la Tv in streaming, allo stato prevalentemente in modalità Unicast, costituiscono le tecnologie in uso per la trasmissione del segnale televisivo in formato digitale sulla rete Internet. La tecnologia CATV over FTTH consente invece una distribuzione in modalità *broadcast*, supportando differenti standard televisivi (DVB-C, DVB-T e anche DVB-S).

La tecnologia CATV over FTTH utilizza una lunghezza d'onda (finestra di trasmissione) dedicata, in altri termini una porzione in esclusiva della capacità trasmissiva della fibra ottica. Di norma la lunghezza d'onda dedicata è quella corrispondente ai 1550 nanometri (nm). Può anche essere utilizzata una differente lunghezza d'onda (1310 nm) ma in questo caso è richiesta una fibra ottica esclusivamente

## Box 5.2

*Il progetto SOCRATE*

Occorre dire, al riguardo che, nel 1995, Telecom Italia avviò un progetto di una rete cablata a banda larga, destinata a raggiungere 10 milioni di abitazioni. Il progetto, denominato SOCRATE (Sviluppo Ottico Coassiale Rete Accesso Telecom), contava su una tecnologia HFC (Hybrid Fibre Coaxial) con una rete dorsale in fibra ottica e l'ultimo miglio della rete di accesso costituito da cavo coassiale e mirava a fornire una connessione di 1,5 Mbit/s in downstream e 64 Kb/s in upstream. Il progetto iniziò nelle città con particolari vincoli urbanistici e architettonici quali ad esempio Bari, Venezia Siena e San Gimignano ma dopo aver cablato circa 1,5 milioni di abitazioni, il progetto si fermò nel 1998 a causa degli alti costi di realizzazione, in particolare per le opere di scavo. Nella sospensione del progetto giocò, inoltre, un ruolo il contestuale emergere della tecnologia ADSL che avrebbe consentito prestazioni analoghe, se non superiori, a costi significativamente inferiori potendo sfruttare il preesistente doppino in rame della rete di accesso di Telecom Italia. La rete già cablata, realizzata nella maggior parte fu comunque utilizzata, fino al 2003, solo per la diffusione via cavo del segnale della piattaforma di Tv digitale a pagamento Stream Tv, con il formato DVB-C. Nel 2003 Stream Tv si fuse con Tele+ Digitale, dando vita a Sky che interruppe immediatamente la diffusione via cavo mantenendo solo il mezzo di trasmissione satellitare. La rete SOCRATE fu in parte acquisita da Fastweb e la rimanente dismessa. Nel 2016, alcune opere civili di Socrate, in particolare cavidotti nelle grandi città, furono acquisite dalla società FlashFiber, joint venture tra Tim e Fastweb, creata per la cablatura FTTH.

dedicata alla CATV quando la rete FTTH è in topologia GPON (Gigabit Passive Optical Network). Con la lunghezza d'onda di 1310 nm, quindi, sono necessari due collegamenti ottici a casa dell'utente. In pratica questa configurazione viene normalmente utilizzata per reti di piccole dimensioni a causa di alcune limitazioni tecniche (ridotto *power budget*, limitata disponibilità di apparecchiature accessorie) e di un costo superiore, dovuto alla necessità di installare una secon-

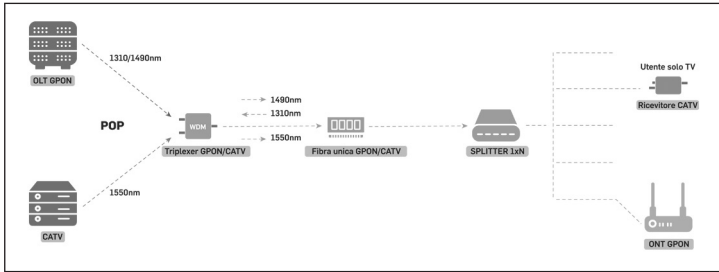


FIG. 5.1. Schema di rete in fibra per la fornitura di servizi Internet e CATV.

da fibra e duplicare i relativi apparati quali ad esempio gli splitter. Tale configurazione potrebbe tuttavia risultare utile in determinate situazioni, quando ad esempio la distribuzione televisiva e l'accesso a Internet e telefonia VoIP dovessero essere gestiti indipendentemente da differenti operatori.

Con riferimento, quindi, all'uso della lunghezza d'onda di 1550 nm per la Tv, lo schema di rete per la fornitura di accesso Internet/VoIP e di CATV over FTTH è mostrato nella figura 5.1.

Nel Point of Presence dell'operatore sono presenti i contributi per l'Internet/VoIP sull'OLT in downstream e upstream rispettivamente a 1490 nm e 1310 nm e della CATV, sulla lunghezza d'onda a 1550 nm. I tre flussi ottici vengono multiplati sulla stessa fibra attraverso un apparato WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) denominato FTTH/CATV *Triplexer*.

Il segnale risultante viene trasmesso su di un'unica fibra sino al ripartitore GPON e al punto di terminazione dell'utente. Per demodulare i segnali Internet/VoIP e CATV sono quindi possibili diverse configurazioni in dipendenza delle necessità dell'utente.

Nel caso l'utente abbia attivato la connessione Internet e la distribuzione Tv con lo stesso operatore, il terminale, attraverso un'unica ONT (*Open Network Termination*) provvede a separare il segnale dati da quello Tv rendendolo disponibile ai dispositivi di utente (computer e Tv su cavo

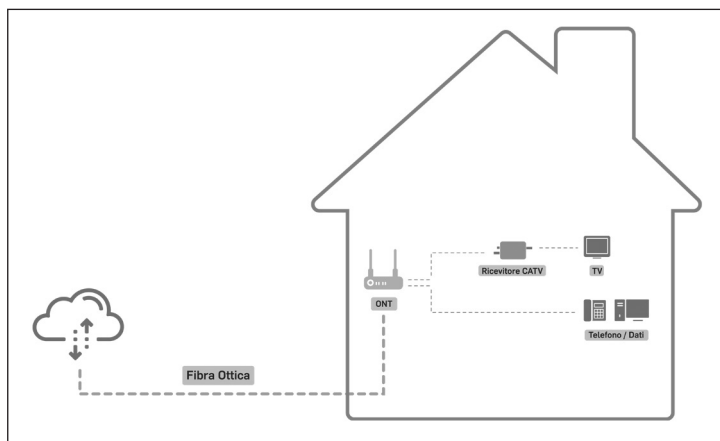


FIG. 5.2. Demodulazione del segnale Tv a valle dell'ONT.

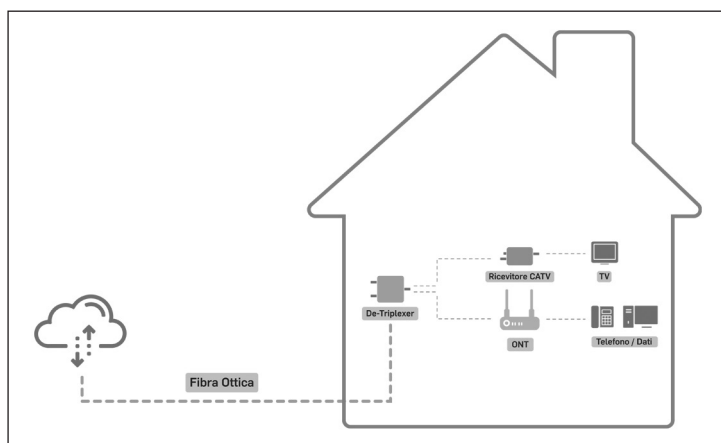


FIG. 5.3. Demodulazione del segnale Tv a monte dell'ONT.

di antenna) (fig. 5.2). In alternativa la demultiplazione può essere effettuata da un *device de triplexer* esterno prima di raggiungere il modem dati e il *device* di conversione del segnale televisivo (fig. 5.3). Analoga configurazione è anche

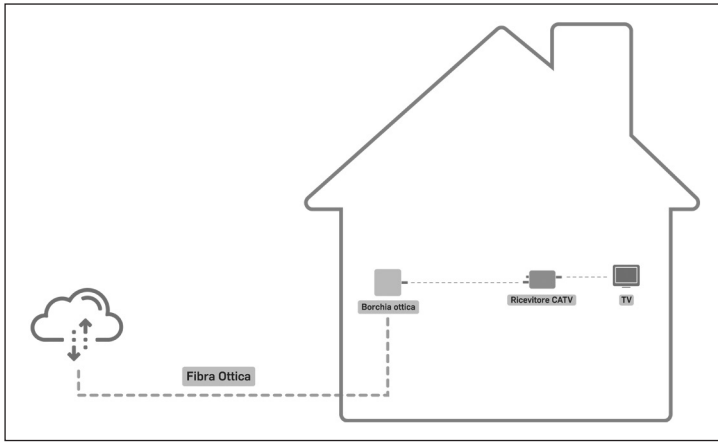


FIG. 5.4. Demodulazione del segnale Tv in assenza di accesso a Internet.

utilizzabile nel caso in cui l'utente, abbonato a Internet, non sia interessato alla ricezione della CATV. È sufficiente in questo caso bloccare la portante ottica a 1550 nm. È infine possibile fornire la CATV anche agli utenti non connessi a Internet, attraverso un filtro che blocca il segnale ottico dati in downstream (1490 nm) e demodula il solo segnale CATV rendendolo disponibile direttamente al televisore nello stesso standard del cavo di antenna a radiofrequenza (fig. 5.4).

Sono anche possibili soluzioni in cui una fibra è esclusivamente dedicata alla CATV (fig. 5.5).

Da questa breve descrizione appare chiaro che la tecnologia CATV over FTTH può costituire un'alternativa alla diffusione terrestre/satellitare o anche all'IPTV/streaming, specialmente per la Tv in chiaro, con un costo marginale rispetto all'installazione di una rete in fibra ottica FTTH GPON, in particolare quando si utilizzi la finestra di trasmissione a 1550 nm.

La CATV over FTTH presenta alcuni e significativi punti di forza:

- non utilizzando la finestra di trasmissione in downstream per Internet/VoIP non riduce la capacità del collegamento dati;

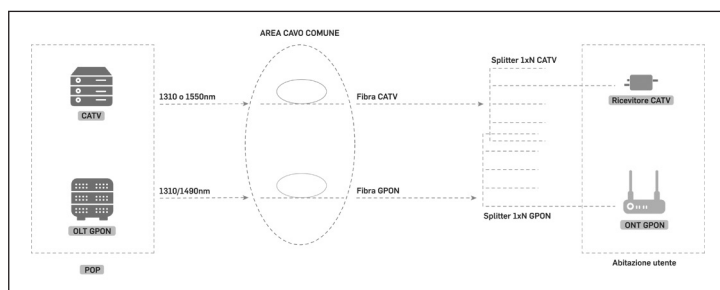


FIG. 5.5. Soluzione con 2 fibre separate per Internet e CATV.

- rispetto alla Tv in streaming la rete Internet non viene sovraccaricata, in particolare per i canali lineari in chiaro;
- non richiede uno specifico decoder in quanto l'uscita del modulo ricevitore CATV si collega direttamente all'ingresso di antenna del televisore;
- lo standard *broadcasting* in uscita può essere DVB-C, DVB-T o DVB-S, supportato quindi da tutti i televisori;
- la banda disponibile è esuberante e in grado di diffondere tutto il contenuto delle bande VHF-III e UHF;
- la facilità d'uso è massima in quanto l'utente continua a vedere la Tv in chiaro allo stesso modo della Tv sulla piattaforma digitale terrestre;
- l'uso della CATV over FTTH non richiede necessariamente per l'utente l'abbonamento a un servizio dati/VoIP;
- può contribuire alla riduzione o eliminazione delle antenne sul tetto, in particolare nelle località (borghi, centri storici) che richiedono maggiori attenzioni sotto il profilo estetico, architettonico e ambientale.

La realizzazione di una rete CATV over FTTH richiede un investimento limitato rispetto a quello necessario per la costruzione di una rete in fibra, in particolare nella configurazione di rete mista Internet/Tv (si veda fig. 5.1). L'operatore che gestisce la rete in fibra provvede a «iniettare» il segnale video nel *Point of Presence* (o in più PoP) della rete, attraverso un'apparecchiatura denominata *Headend* che riceve il segnale televisivo proveniente

dalla Tv digitale terrestre<sup>8</sup> e lo modula in formato ottico trasmettendolo in rete sulla portante ottica a 1550 nm, all'uopo dedicata nella rete mista. La diffusione del segnale ottico è di tipo *broadcast* e raggiunge tutti gli utenti della rete in fibra, che potranno ricevere i programmi televisivi dotandosi del dispositivo di conversione da segnale ottico a elettrico da collegare direttamente alla presa di antenna terrestre del televisore.

Inoltre non sembrerebbe esserci, *prima facie*, impedimenti sotto il profilo regolamentare in quanto si tratterebbe di una mera ritrasmissione, senza manipolazioni, del segnale disponibile *free to air* sul digitale terrestre.

In conclusione, si può ben dire che l'adozione massiva della tecnologia CATV over FTTH comporterebbe un rovesciamento di quello che è avvenuto più di vent'anni fa con la Tv via cavo.

La Tv via cavo, non in Italia però, oltre a distribuire il segnale televisivo ha successivamente offerto un contributo significativo alla diffusione di Internet, attraverso i protocolli della famiglia Docsis, fornendo accessi a banda ultralarga (e anche VHCN) prima ancora della diffusione della rete in fibra ottica, fornendo nel frattempo un'alternativa alla rete di accesso in rame.

Con la CATV over FTTH, la rete in fibra ottica, realizzata per fornire accesso di categoria VHCN a Internet, potrebbe costituire una valida alternativa alla televisione digitale terrestre sopperendo alla scarsità di frequenze per il trasporto e fornendo un contributo per la riduzione delle antiestetiche antenne sul tetto delle costruzioni, in particolare nei borghi e nei centri storici.

E qui il cerchio si chiude pensando che anche il progetto SOCRATE aveva quest'ultimo, ancorché non primario, tra i suoi obiettivi.

<sup>8</sup> Attraverso l'*Headend* possono essere trasmessi in rete anche i programmi ricevuti via satellite (DVB-S) o da qualsiasi altra fonte.

#### 4. *Il 5G Broadcast per la Tv e la radio*

Lo storico interesse verso soluzioni *broadcast* dirette a dispositivi mobili nasce soprattutto dalla maggiore efficienza nell'uso delle risorse di trasmissione rispetto alle classiche modalità Unicast. Soprattutto nel caso di eventi in diretta con ampie audience il vantaggio appare evidente (semplicemente perché si utilizzano risorse in frequenza in quantità indipendente dal numero degli utenti).

L'enorme diffusione di dispositivi mobili con schermi di dimensioni crescenti negli anni scorsi ha dato vita a una serie di iniziative tecniche e commerciali che intendevano diffondere contenuti lineari verso tali dispositivi (in Europa ricordiamo il DVB-H, negli Stati Uniti fu sviluppato da Qualcomm il MediaFLO, in Giappone lo standard ISDB-T Seg1), ma nessuna di queste iniziative ha avuto un successo duraturo.

Il sistema basato su tecnologia 5G per il *broadcast*, denominato «5G Broadcast», è stato sviluppato e specificato come parte della tecnologia di comunicazione mobile dal 3GPP<sup>9</sup> ed è stato progettato per ottimizzare la consegna di contenuti su dispositivi mobili, smartphone e tablet. Può essere utilizzato anche per la ricezione su postazioni fisse utilizzando dispositivi dotati di funzionalità IMT che lo supportano.

Questa tecnologia è stata utilizzata in varie sperimentazioni da diversi operatori televisivi, compresa la Rai.

In ambito 3GPP si stanno sviluppando specifiche per il 5G Broadcast nella banda 470-694 MHz anche con canalizzazione a 6, 7 e 8 MHz e i produttori stanno valutando una possibile implementazione negli smartphone di prossima realizzazione. Solo con un'adeguata disponibilità di terminali in grado di supportarlo sarà possibile decretare la fattibilità commerciale del 5G Broadcast.

<sup>9</sup> Third Generation Partnership Project (3GPP) è un accordo di collaborazione fra enti che si occupano di standardizzare sistemi di telecomunicazione mobili in diverse parti del mondo.

#### 4.1. *Prospettive d'uso del 5G Broadcast*

Più recentemente, sia la *release* 14 (feMBMS) che la *release* 16 (eNtv) del 5G definite dal 3GPP hanno rianimato l'interesse di molti *broadcaster*, in primo luogo, perché offrivano una nuova possibilità di utilizzo per le loro reti caratterizzate da torri del tipo HPHT (*High Power High Tower*), ma anche perché era prevista una modalità detta *broadcast standalone* in grado di consentire una modalità di sola ricezione al terminale d'utente, indipendente dalla Sim dell'operatore mobile, senza Sim e in chiaro.

Lo standard 3GPP è, peraltro, compatibile anche con topologie di rete del tipo MPMT (*Medium Power Medium Tower*) o del tipo LPLT (*Low Power Low Tower*) proprie delle reti cellulari.

Gli studi preparatori condotti dall'Ebu (European Broadcasting Union) hanno rapidamente dimostrato qualcosa che era facilmente prevedibile. Cioè, che tutte le reti omogenee, basate sull'utilizzo di una sola topologia di siti (HPHT, MPMT o LPLT) presentano limiti significativi se considerati separatamente per la copertura 5G Broadcast.

Le topologie del tipo HPHT o MPMT da sole offrono una buona copertura per collegamenti *rooftop* anche con un numero di siti contenuto ma, se ci si riferisce alla ricezione mobile, caratterizzata da un canale di propagazione più soggetto a criticità originate dai cammini multipli e dalla variabilità temporale dovuta alla mobilità stessa dell'utente, queste topologie di rete appaiono insufficienti per garantire i necessari rapporti tra segnale utile e rumore. Occorre infatti considerare che l'efficienza spettrale, esprimibile in termini di bit trasmessi per unità di banda (bit/Hz), si riduce per la necessità di adoperare schemi di modulazione e codifica con maggiore protezione. In sintesi, una buona copertura per dispositivi mobili (anche in ambiente *indoor*) richiede il ricorso a una rete LPLT, come quelle tipiche dei sistemi cellulari, e quindi un'elevata densità di siti.

L'Ebu<sup>10</sup> giunge alla conclusione che reti ibride che includono tre livelli di HPHT, MPMT e LPLT offrono il miglior compromesso tra una buona copertura per dispositivi mobili e la necessaria densità dei siti. La topologia immaginata è costituita da siti HPHT che fungono da ombrello, integrati da siti MPMT in alcune aree rurali e suburbane, a loro volta integrati da siti LPLT nelle aree urbane. Tali topologie ibride possono fornire livelli di rapporto segnale/rumore (SINR) sufficientemente elevati (fino a 15 dB) per la ricezione mobile e *indoor*. Il ricorso a reti SFN (Single Frequency Networks), laddove possibile, offre un ulteriore miglioramento delle prestazioni, grazie alla diversità spaziale intrinseca in tali reti.

La reale sostenibilità del modello di business, come sempre, dipende ovviamente dalla capacità trasmissiva resa disponibile in relazione agli investimenti infrastrutturali per la realizzazione della rete.

E qui qualche perplessità nasce proprio dalle densità di siti che appaiono necessarie alla luce del Rapporto tecnico Ebu prima richiamato.

La ricezione da parte di dispositivi *car-mounted* richiederebbe secondo il Rapporto una modesta densità di siti in aree rurali, pari a circa 22 siti per 10.000 kmq.

All'estremo opposto, nel caso smartphone in aree urbane e suburbane, la situazione diventerebbe meno accettabile perché la distanza tra siti dovrebbe scendere attorno ai 3 km, cui corrisponde una densità di 1.284 siti per 10.000 kmq. Densità economicamente molto impegnativa.

In conclusione, perché questa soluzione tecnica possa apparire effettivamente perseguibile sarebbe necessaria una disponibilità di risorse spettrali, nelle bande dedicate al *broadcasting*, sufficiente a garantire un'adeguata capacità trasmissiva, cosicché agli investimenti necessari per garantire un'adeguata copertura nelle aree urbane (anche *indoor*) possa corrispondere un'offerta di contenuti lineari quantitativamente adeguata allo sforzo.

<sup>10</sup> Ebu, *TR 063 5G Broadcast Networkplanning and Evaluation*, agosto 2021.

Da questa disponibilità di banda dipenderà la sostenibilità del modello di business.

#### 4.2. *Il 5G Broadcast per la radio*

L'esperienza radiofonica è al giorno d'oggi ibrida, con i programmi radiofonici accessibili tramite FM e DAB o tramite reti a banda larga fisse o mobili utilizzando lo streaming IP.

La trasmissione del servizio radiofonico attraverso il 5G Broadcast potrebbe consentire un consumo della radio su dispositivi mobili con caratteristiche di ricezione in alta qualità all'intera gamma di programmi radiofonici, di copertura ubiqua (quella del servizio mobile) su qualsiasi dispositivo in mobilità.

La trasmissione 5G Broadcast combina i vantaggi del 5G (standard di comunicazione mobile) e della trasmissione *broadcast*, consentendo un'efficienza molto elevata in termini di utilizzo dello spettro, costi di rete, copertura e consumo di energia. Lo streaming IP punto-punto, attualmente in uso per la radio in streaming su Internet viene sostituito da una trasmissione *broadcast* con una migliore efficienza sia dal punto di vista spettrale sia dal punto di vista energetico offrendo vantaggi significativi per i clienti, considerato che con il 5G Broadcast i servizi audio potrebbero essere ricevuti su tutti i dispositivi mobili compatibili senza costi aggiuntivi e senza erodere il limite di dati mobili disponibile agli utenti.

#### 5. *La codifica H.266/VVC*

Lo standard H.266 o VVC (*Versatile Video Coding*) sviluppato dal gruppo di lavoro JVET (*Joint Video Experts Team*), costituitosi nel 2018 e che vede la presenza di esperti Itu e Iso, è stato sviluppato con lo scopo di definire, dopo un primo studio esplorativo iniziato nel 2015, un nuovo standard di codifica video che vada oltre le caratteristiche della codifica HEVC. Il primo prototipo del VVC è stato



FIG. 5.6. Schema comparativo dei formati di risoluzione video da HD a UHD-8K.

dimostrato all'Ibc (International Broadcasting Convention) nel 2018, mostrando un rapporto di compressione migliore del 40% rispetto all'HEVC.

Nel mese di agosto del 2020 è stata pubblicata la prima versione dello standard. La raccomandazione è stata progettata con due obiettivi primari: il primo è quello di specificare una tecnologia di codifica video con una capacità di compressione notevolmente superiore a quella delle generazioni precedenti; il secondo è quello di rendere questa tecnologia molto versatile per un uso efficace in una gamma ancora più ampia di applicazioni rispetto a quelle, già numerose, supportate dagli standard precedenti.

Le aree di applicazione previste per questo standard includono, oltre alle applicazioni che sono state supportate dai precedenti standard di codifica video, nuovi scenari e condizioni come in particolare:

- video ad altissima definizione, ad esempio (fig. 5.6) con risoluzione dell'immagine  $3840 \times 2160$  o  $7620 \times 4320$ ;
- profondità di bit pari a 10 per video con un'elevata gamma dinamica e un'ampia gamma di colori, ad esempio con la quantizzazione percettiva o le caratteristiche di trasferimento ibrido log-gamma specificate nella raccomandazione Itu citata;
- video per applicazioni multimediali immersive, come video omnidirezionale a  $360^\circ$ , utilizzati con un formato di proiezione comune, come quelli di proiezione equirrettangolare (che permette di ri-mappare una porzione della superficie della sfera in un'immagine bidimensionale)

o *cube-map* (dove l'ambiente viene proiettato sui lati di un cubo).

Lo standard definisce una compressione, come di norma, con perdite di contenuto informativo (*lossy*); tuttavia sono anche inclusi alcuni modi che forniscono capacità di codifica senza perdite (*lossless*), lasciando quindi il contenuto informativo inalterato

Lo sviluppo del VVC assume particolare rilevanza in relazione alla diffusione delle reti 5G in quanto il *Codec* è stato pensato, già nella sua progettazione, per supportare i nuovi servizi e le nuove funzionalità disponibili con il 5G stesso.

Il VVC migliora i singoli moduli che ha ripreso dal suo predecessore HEVC e introduce nuovi algoritmi e specifiche.

Nello sviluppo del VVC sono stati anche eseguiti studi sulla comparazione della qualità percepita che, in breve, confermano gli obiettivi posti per il VVC ovvero di mantenere una qualità paragonabile all'HEVC, con un notevole risparmio di banda specialmente per i formati più esigenti.

Infine, come prima detto, il gruppo JVET si è costituito nel 2018, in prossimità dell'avvio commerciale del 5G avvenuto in pratica nello stesso anno. L'obiettivo primario del VVC, ovvero la riduzione del *bitrate*, è apparso quindi coerente con l'introduzione della nuova tecnologia di rete, considerato che il traffico di rete, secondo Ericsson, nel 2025 sarà per oltre il 75% composto di video<sup>11</sup>. In pratica il VVC, utilizzato con le reti 5G, consentirà la trasmissione di un maggior numero di contenuti a parità di qualità e/o contenuti di maggior qualità, grazie ai fattori di compressione riportati in figura 5.7.

Allo stato, la codifica video più utilizzata per i servizi *broadcast* è la H.264: con la tecnologia H.266/VVC si avrebbe una compressione dati che, in pratica, potrebbe consentire di trasmettere sulla stessa banda e a parità di qualità, una quantità di contenuti di oltre 2,5 volte quelli trasmessi con la H.264. Si è visto come la qualità del contenuto video

<sup>11</sup> Stime operate da altre aziende vedono una percentuale maggiore, ad esempio dell'82% già nel 2022.

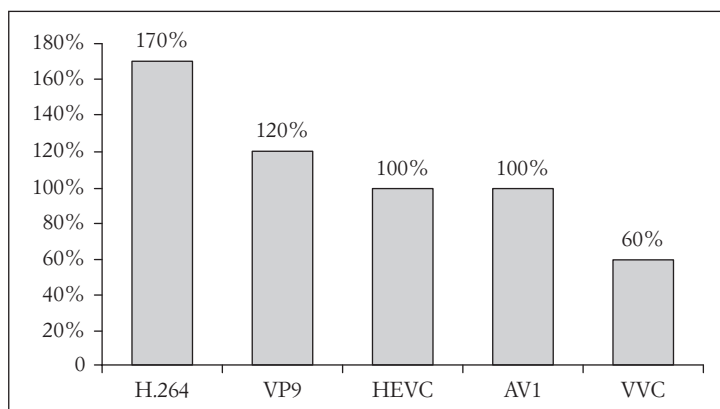


FIG. 5.7. Efficienza di codifica per video di medesima qualità per i differenti *Codec*.

Fonte: Ericsson.

dipenda da diverse caratteristiche come un'elevata profondità di bit dei pixel, un'elevata frequenza dei fotogrammi, un'ampia gamma di colori (WCG) e un'elevata gamma dinamica (HDR), oltre alla risoluzione (il numero di pixel in un'immagine video) che è più direttamente associata alla larghezza di banda richiesta per la trasmissione. Altri fattori chiave che determinano la larghezza di banda necessaria sono legati al tipo di contenuto video e alla latenza con cui il contenuto è consegnato all'utente finale.

Inoltre, con il VVC sono state prese in considerazione, in fase di progettazione dello standard, tutte quelle funzionalità e specifiche necessarie a soddisfare i casi di uso delle tecnologie di rete di nuova generazione, e in particolare del 5G che i codificatori video precedenti non permettevano. Le innovazioni nelle reti 5G offrono nuove opportunità per servizi *video-enabled* sia per i consumatori (ad es. realtà virtuale/estesa, contributi da remoto, *cloud gaming* avanzato, ecc.) sia per le industrie, in particolare per quanto riguarda l'Internet delle cose (IoT, Internet of Things) e il settore dell'automotive. Questi nuovi servizi/scenari dovrebbero

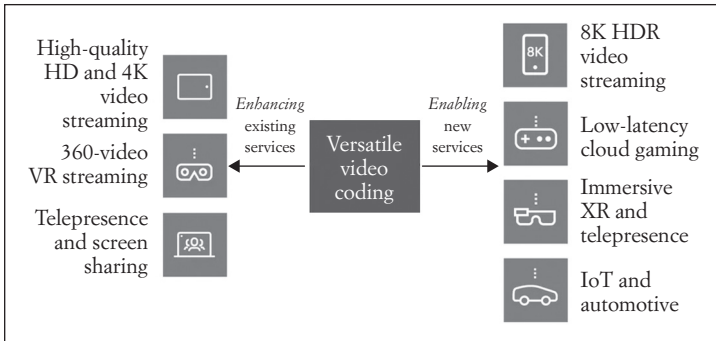


FIG. 5.8. Il VVC e i servizi e i casi di uso nel 5G.

Fonte: Ericsson.

basarsi sulla continua evoluzione del video verso risoluzioni 8K e oltre, e su nuovi severi requisiti come la bassa latenza *end-to-end* per la distribuzione video. Poiché il *data rate* di tali servizi *video-enabled* è molto elevato, il costo sarebbe proibitivo – anche nelle reti più moderne – a meno che il video non fosse trasportato in formato compresso, con l’ausilio di un *Codec* video di nuova generazione che ne riduca il *bitrate* a livelli sostenibili per la rete.

Lo standard H.266 offre la più alta efficienza di compressione disponibile ed è quindi il codificatore video più adatto per offrire un livello di prestazioni adeguato per i nuovi servizi multimediali su reti 5G. Non solo, può anche migliorare l’esperienza utente per i servizi video esistenti offrendo una qualità sostanzialmente superiore a parità di *bitrate*. Inoltre, supporta e si adatta a una serie di casi d’uso specifici delle potenziali aree di applicazione del 5G, come mostrato in figura 5.8.

Ed è proprio in conformità a quest’ultimo punto che il gemellaggio tra casi d’uso dei servizi di rete e VVC (o suoi successori) nasce per la prima volta, e mette in stretta relazione le attività di sviluppo della rete e della codifica video, agevolando esplicitamente il progresso del 5G e dell’audiovisivo come attività collaborative se non addirittura sinergiche.

Data l'importanza del video e della compressione per i casi d'uso della banda larga (fissa e mobile) di prossima generazione, e l'onere che tale traffico grava sulle reti, VVC sarà di fondamentale importanza nei prossimi anni, consentendo l'implementazione di alcune delle tecnologie per l'audiovisivo più interessanti: dai giochi in VR (Virtual Reality) completamente immersivi, alla telemedicina, alle auto con guida autonoma, e non ultimo l'*entertainment* di alta qualità.