

Risposta a consultazione pubblica su spettro radio

Francesco Vatalaro
Professore emerito, Università di Roma Tor Vergata
francesco.vatalaro@uniroma2.it

Gianfranco Ciccarella
Professore a contratto, Università di Roma Tor Vergata
gianfranco.ciccarella@uniroma2.it

22 settembre 2025

Sommario

Questa breve relazione è stata redatta in risposta alla consultazione pubblica avviata dalla delibera n. 154/25/CONS dell'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni in materia di assegnazione delle frequenze radio 5G. Il contributo mira ad evidenziare l'importanza di intervenire sulla promozione delle tecnologie di edge-cloud computing (ECC). Si ritiene che un intervento tempestivo su questo fronte possa efficacemente indirizzare il mercato verso percorsi industriali innovativi, solidi e sostenibili nel lungo periodo, nell'interesse generale e dello stesso sistema degli Operatori.

Indice

1 Introduzione	1
2 ECC come opportunità	1
3 Definire i KPI end-to-end per promuovere l'edge computing	3
Riferimenti bibliografici	4

1 Introduzione

Si apprezza la *vision* dell’AGCOM nell’aver identificato nell’Opzione Rinnovo della delibera n. 154/25/CONS il potenziale di tecnologie abilitanti come il 5G stand-alone e l’Edge-cloud computing (ECC), e si concorda sulla necessità di superare l’attuale stallo degli investimenti e la concorrenza basata sul mero prezzo della connettività.

L’AGCOM vede la contropartita del vantaggio concesso con il rinnovo dei diritti d’uso senza asta nell’impegno degli Operatori a promuovere nuove architetture anche “facendo leva su architetture distribuite di tipo edge computing” (paragrafo 55). Viceversa, non include al momento l’ECC nell’Opzione Mista, dove i blocchi spettrali rinnovati sono inquadrati come “dotazione spettrale minima garantita” (paragrafo 39) finalizzata principalmente alla continuità dei servizi esistenti piuttosto che al finanziamento di innovazione, delegata invece allo spettro messo all’asta. Tuttavia, come si dirà, l’ECC più che un mero costo è un’opportunità per il comparto telecomunicazioni e un modo di rendere le reti più performanti e resilienti.

Si osserva anche la necessità di inserire le scelte della delibera definitiva nel quadro più ampio della nuova strategia europea EDIS (European Defence Industrial Strategy) del 2024 che stabilisce l’imperativo per gli Stati membri di “investire di più, meglio, insieme e in Europa” [1]. Questa strategia vede posto al centro il rafforzamento delle infrastrutture di telecomunicazioni in Europa, sia fisse che mobili.

2 ECC come opportunità

La Commissione europea vanta una lunga tradizione di stimoli agli Stati membri per rafforzare l’impegno nell’innovazione infrastrutturale. [2] Da ultimo, nel libro bianco del 2024 raccomanda: [3]

«Per garantire un uso più efficiente delle risorse, la UE deve definire un approccio coordinato allo sviluppo di infrastrutture integrate di connettività e calcolo, assicurandosi che gli attuali fornitori di connettività diventino i fornitori di domani di connettività e calcolo collaborativi, in grado di orchestrare i diversi elementi di calcolo richiesti da questo ecosistema.»

Due elementi strategici per l’UE emergono chiaramente: l’approccio coordinato alle infrastrutture integrate di connettività e calcolo, e la necessità che gli attuali fornitori di connettività evolvano i loro modelli di business verso un ruolo di “orchestratori dell’ecosistema”. A questo si dovrebbe affiancare l’obiettivo, dettato dall’EDIS, di “investire meglio”. Non si tratterebbe di una novità assoluta: è infatti il cosiddetto modello “TechCo per le Telco”, già implementato con successo in altri contesti. [4–6].

In tale ottica, l’ECC svolge un ruolo cardine. Non è corretto intendere l’ECC come mero costo, giacché rappresenta un’opportunità strategica per evolvere i modelli di business degli Operatori. Pertanto, l’AGCOM potrebbe includerlo negli impegni di entrambe le opzioni regolatorie, eventualmente con differenti livelli di intensità. Gli Operatori potrebbero così superare l’attuale percezione di *commodity*, realizzando infrastrutture di ECC e offrendo servizi Cloud per distribuire “vicino” ai Clienti¹ alcune componenti dei servizi

¹Si osservi che “Edge” è un termine ombrello: l’Edge per l’OTT è la rete core dei Telco; l’Edge per il Telco è il nodo, fisso o mobile, più prossimo all’End-user: con il linguaggio della regolamentazione si tratta della rete di accesso.

applicativi (capacità elaborativa e dati). Tali infrastrutture e servizi Cloud consentono di eseguire “enabling services”, che migliorano le prestazioni dei servizi oggi offerti sulle reti di telecomunicazioni e abilitano nuovi servizi. [7]

Il punto della rete più vicino ai clienti sarebbe idealmente la loro stessa sede, ma questa scelta non è, in molti casi, economicamente sostenibile (un’eccezione può essere la sede di un Grande Cliente). Pertanto, le infrastrutture ECC e i servizi Cloud –IaaS (Infrastructure-as-a-Service), PaaS (Platform-as-a-Service) e SaaS (Software-as-a-Service) – devono essere posizionati in taluni dei punti di aggregazione delle stazioni radiobase per le reti mobili (ad es. nelle Distributed Unit del Cloud RAN) e dei POP di accesso per le reti fisse. [8] È importante notare che già “vicino” alle connessioni con internet delle reti degli Operatori sono presenti infrastrutture ECC, di dimensioni molto diverse, utilizzate dagli OTT. Questi ultimi utilizzano anche altri livelli di Cloud, data la copertura mondiale dei loro servizi. Duplicare piattaforme ECC nel core delle reti degli Operatori, o in punti intermedi tra core e accesso, ha un basso impatto sulle prestazioni e non consente di ridurre i costi di rete, obiettivo che si raggiunge invece — quando sono rispettate condizioni ottenibili agevolmente — riducendo il traffico di picco nel segmento di rete compreso tra la connessione con le reti degli OTT e le reti di accesso. [8]

È provato che per gli “enabling services” i clienti enterprise e gli OTT sono disposti a pagare un premio. [8–11].

Il piano strategico dell’Unione europea per la trasformazione digitale entro il 2030 stabilisce l’obiettivo di “10.000 nodi periferici a impatto climatico zero e altamente sicuri [...] distribuiti in modo da garantire l’accesso a servizi di dati a bassa latenza (pochi millisecondi) ovunque si trovino le imprese” [2]. Quantunque la Commissione non abbia fornito esplicito chiarimento sulle *location*, per evitare sovrapposizioni con gli ECC degli OTT (già presenti e in forte crescita), è pacifico che questi 10.000 nodi periferici dovranno essere **realizzati nelle reti di accesso degli Operatori**, in linea con quanto precisato dalle principali organizzazioni del settore (Connect Europe, ETSI, GSMA, ITU, 3GPP).

Purtroppo, però, è la stessa Commissione europea a riconoscere che: [3]

«sulla base delle tendenze attuali e senza ulteriori investimenti e incentivi, è improbabile che gli obiettivi vengano raggiunti entro il 2030.»

Quindi, a parere di chi scrive, al termine della presente consultazione pubblica, l’Autorità ha l’opportunità – se non proprio l’obbligo – di incentivare questo strategico mutamento di approccio industriale, stimolando la transizione da una competizione sul prezzo, che depaupera il sistema, a una competizione sul valore, che potrebbe arricchirlo.

Gli Operatori sono infatti ingabbiati nella percezione di “dumb pipe” da consumatori che richiedono sempre più traffico a prezzo costante: l’ECC nella rete di accesso fissa e mobile degli operatori è la leva migliore per: [8, 12]

- **Offrire “Enabling Services”**, non soltanto gigabyte, a OTT e clienti (consumer e business) per ottenere alto throughput, bassa latenza, alta affidabilità ed elaborazione di prossimità dei dati.
- **Diversificare le entrate**: creare nuovi flussi di ricavo oltre la connettività, spostandosi verso servizi Cloud, con mini/micro-data center gestiti direttamente o affidati a neutral host con modello di revenue-sharing.

- **Ottener un’importante riduzione del costo delle reti:** con la generazione di volumi di traffico direttamente in accesso si riduce il ritmo di crescita dei costi nelle sezioni di rete dell’Operatore a monte (reti di aggregazione, trasporto e core).²

Da un lato, gli operatori possiedono due asset che gli OTT non hanno: la rete di accesso (siti radio e centrali) e la frequenza radio per l’ultimo miglio. Dall’altro, gli OTT hanno bisogno di portare le loro applicazioni il più vicino possibile all’end-user per assicurare una qualità dell’esperienza elevata (cloud gaming, realtà aumentata, streaming ultra-HD, veicoli autonomi, etc.). Il modello di business abilitato dall’ECC distribuito in accesso consente di trasformare il rapporto con gli OTT in una partnership virtuosa per migliorare congiuntamente la qualità dell’esperienza del cliente. Può inoltre favorire uno sviluppo più capillare dell’IA, con maggiore prontezza e migliore interazione, limitando fortemente il traffico nel “core” delle reti di trasporto e, di conseguenza, il relativo costo.

A parere di chi scrive, questo è il momento per l’AGCOM di promuoverne attivamente l’adozione nel quadro dell’assegnazione delle frequenze che avverrà nel 2029, indipendentemente dall’opzione regolatoria scelta (mista o rinnovo).

3 Definire i KPI end-to-end per promuovere l’edge computing

Alla luce dello scenario delineato, è fondamentale chiedersi come incentivare l’integrazione dell’ECC nella rete di accesso mobile nell’ambito della procedura di assegnazione dello spettro.

L’AGCOM può favorire questa transizione, evitando al contempo distorsioni del mercato, attraverso l’introduzione di meccanismi premiali per gli operatori che investono in ECC. A titolo esemplificativo, è possibile prevedere:

- **Procedure comparative (beauty contest):** per le bande di frequenza messe a gara, i criteri di aggiudicazione potrebbero includere la qualità del progetto ECC e gli impegni di investimento, premiando le proposte più innovative e allineate con gli obiettivi di evoluzione della rete.
- **Obblighi di prestazione end-to-end:** per le bande riassegnate (per inciso, si suggerisce comunque di evitare la mera proroga), è possibile definire specifici obblighi di servizio basati su Key Performance Indicator (KPI) end-to-end (quali *throughput*, latenza, *jitter*, etc.) che possano essere soddisfatti in modo efficace solo attraverso l’adozione di architetture di edge computing, guidando così naturalmente gli operatori verso questo modello.

Indipendentemente dall’opzione regolatoria prescelta per ciascuna banda, il rinnovo della concessione dovrebbe definire i KPI minimi per i servizi di connettività **end-to-end (e2e)** – intesa dal terminale connesso alla rete di accesso mobile fino al punto di connessione con le reti degli OTT che spesso coincide con una CDN (Content Distribution Network) posta al bordo della rete core dell’Operatore. Tali KPI, misurati nell’ora di picco del traffico e per ogni cliente attivo, dovrebbero specificare:

- Il valore medio del *Bit Rate* disponibile (minimo garantito).

²A ciò, nel caso delle reti mobili, si cumula una riduzione del costo in accesso, potendosi adattare dinamicamente le espansioni infrastrutturali al traffico localmente richiesto.

- I valori massimi dei parametri dipendenti dalla distanza e2e, come il *Round Trip Time (RTT)* e il *Packet Loss (PL)*.

È essenziale che la misurazione non sia limitata a un singolo segmento di rete (ad es. accesso radio o *backhaul*), poiché le prestazioni finali dipendono dall'intero percorso fino all'OTT.

Al termine della presente consultazione, si raccomanda all'Autorità di considerare il lavoro in corso della Commissione europea e del BEREC su queste tematiche. In particolare, si segnala l'avanzamento dei lavori sulla definizione di KPI armonizzati per le reti 5G [13], direttamente rilevanti per il quadro regolatorio nazionale.

I KPI tradizionalmente utilizzati nei bandi presentano criticità che è necessario superare:

- **Troppi limitativi:** spesso si riferiscono a una sola parte della rete, mentre dovrebbero coprire l'intero percorso e2e, dall'utente all'OTT (estremo che, è bene ripeterlo, coincide di norma con una CDN all'IP-Edge posto alla frontiera della rete core del Telco), per essere rappresentativi della qualità del servizio sperimentata dall'utente finale.
- **Scarsa specificità temporale:** il valore dei KPI nell'ora di massimo traffico, l'unico realmente significativo, spesso non è specificato. È invece cruciale definire le prestazioni minime garantite proprio in queste condizioni di carico.

La valutazione della copertura mobile è intrinsecamente più complessa di quella fissa a causa della variabilità del mezzo radio, soggetto a interferenze e condizioni atmosferiche (parametri RSSI e SINR). Sebbene il documento [13] rappresenti un progresso nel definire valori di riferimento per il *bit rate* radio, i parametri legati alla “distanza” (latenza, *packet loss*) non sono ancora completamente definiti a livello europeo.

In sede di prima attuazione, l'Autorità potrebbe pertanto definire il quadro generale dei KPI e2e, rinviando a un successivo provvedimento la determinazione dei valori soglia specifici, in attesa del completamento dei lavori del BEREC e della Commissione o sulla base dei risultati dei *field trial*. [12] Questo approccio garantirebbe al contempo una visione chiara e forward-looking e la necessaria flessibilità per adeguarsi al rapido evolvere della tecnologia e degli standard.

Riferimenti bibliografici

- [1] European Commission. “La prima strategia industriale della difesa e un nuovo programma di investimenti nel settore della difesa per un'Europa più pronta e più sicura.” Press release, Brussels, 4 min di lettura. indirizzo: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/ip_24_1321.
- [2] Commissione europea. “Bussola per il digitale 2030: il modello europeo per il decennio digitale.” [Online; accessed 18-Sep-2025]. indirizzo: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0118>.
- [3] European Commission. “How to master Europe's digital infrastructure needs?” [Online; accessed 18-Sep-2025]. indirizzo: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/white-paper-how-master-europes-digital-infrastructure-needs>.

- [4] M. Newman e D. Ramsay. “Telco to TechCo — Capex and Opex implications.” [Online; accessed 18-Sep-2025].
- [5] L. E. Nielsen, T. Joseph, J. Leonardo e B. Vanderspar. “Thinking like a ‘Serv.Co’: how telcos can drive B2C growth.” [Online; accessed 18-Sep-2025], McKinsey.
- [6] F. Debenedetti e F. Vatalaro, “La via del futuro per TIM,” *Il Foglio*, gen. 2023, [Online; accessed 18-Sep-2025]. indirizzo: <https://francodebenedetti.it/la-via-del-futuro-per-tim/>.
- [7] GSMA, *The Internet Value Chain 2022*, GSMA Report, [Online; accessed 18-Sep-2025], mag. 2022. indirizzo: <https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/public-policy/gsma-resources/internet-value-chain/>.
- [8] G. Ciccarella, F. Vatalaro, R. Giuliano, A. Vizzarri e F. Mazzenga, “Why and How Edge Cloud Computing can address Performance and Economic Sustainability Issues for the Telco Domestic Networks,” *ITU Journal*, vol. 4, n. 1, pp. 221–240, 2023.
- [9] G. Ciccarella, D. Roffinella, M. Vari e F. Vatalaro, “Performance improvement and network TCO reduction by optimal deployment of caching,” in *2014 Euro Med Telco Conference (EMTC)*, IEEE, 2014, pp. 1–6. DOI: [10.1109/EMTC.2014.6996626](https://doi.org/10.1109/EMTC.2014.6996626).
- [10] G. Ciccarella, R. Giuliano, F. Mazzenga, F. Vatalaro e A. Vizzarri, “Edge cloud computing in telecommunications: Case studies on performance improvement and TCO saving,” in *2019 Fourth International Conference on Fog and Mobile Edge Computing (FMEC)*, IEEE, 2019, pp. 113–120. DOI: [10.1109/FMEC.2019.8795330](https://doi.org/10.1109/FMEC.2019.8795330).
- [11] F. Vatalaro e G. Ciccarella, “A network paradigm for very high capacity mobile and fixed telecommunications ecosystem sustainable evolution,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 135 075–135 090, 2020. DOI: [10.1109/ACCESS.2020.3008937](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3008937).
- [12] Dipartimento per la Trasformazione Digitale del Governo Italiano, “Avviso pubblico per la selezione di proposte progettuali finalizzate alla realizzazione di field trial con piattaforme edge cloud computing nelle reti degli operatori di telecomunicazioni,” Dipartimento per la Trasformazione Digitale, rapp. tecn., ott. 2024, Available: <https://innovazione.gov.it>.
- [13] Commissione europea, *Methodology for the Mapping of Quality of Service of 5G Mobile and 5G Fixed Wireless Access Network — 2nd Draft*, Consultazione pubblica, [Online; accessed 18-Sep-2025], mag. 2025. indirizzo: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/events/mapping-5g-quality-service-europe-draft-methodology-presentation>.