

# USO DI RETI PRIVATE 5G PER SERVIZI MUSEALI

## INTRODUZIONE ALLE RETI PRIVATE BASATE SU ARCHITETTURA 5G E RELATIVO POSSIBILE UTILIZZO IN AMBITO MUSEALE

di S. De Prai, M. Luglio, W. Munarini, C. Roseti, F. Zampognaro

Il presente articolo illustra l'uso di reti private 5G di ultima generazione impiegate in un contesto museale al fine di migliorare i servizi informatizzati.

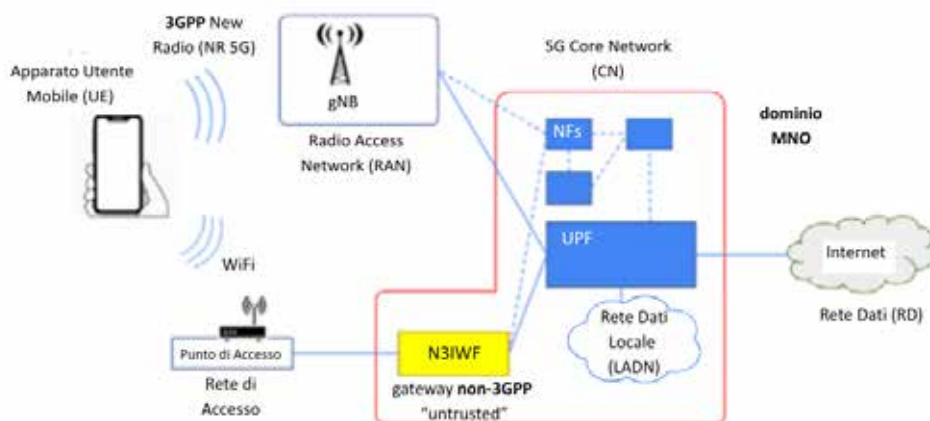


Fig. 1 - Architettura standard 5G

Le reti di telecomunicazioni moderne dalla terza generazione in poi, basate sul protocollo IP, consentono diversi livelli di flessibilità tecnologica. Un livello riguarda la possibilità di creare *reti virtuali*, gestite da operatori virtuali, ovvero non intestatari di licenza, i quali in base ad accordi tecnico/commerciali con gli operatori titolari di licenza, offrono servizi in maniera indipendente. Un altro livello riguarda la creazione di *reti private*, ovvero l'uso di infrastruttura per un insieme definito di utenti, usualmente appartenenti ad una comunità ben identificata (azienda, ente pubblico, fornitore di servizi pubblici, ecc.), che accede ad un insieme ben definito di servizi in maniera esclusiva,

connettendosi ad una core network oppure ad una parte di questa ad essa dedicata.

La tecnologia delle reti private è efficientemente utilizzabile per una pluralità di servizi ed applicazioni e tra questi l'ambito museale è sicuramente tra i più adatti ed interessanti.

Il presente articolo si concentra in particolare sull'uso di reti private 5G (ultima generazione dello standard per le reti mobili), che introduce ulteriori possibilità tecnologiche che comportano benefici sia in termini di prestazioni che di esperienza. In particolare, il 5G ha introdotto la possibilità di accedere alla core network tramite WiFi per tutti i servizi. Questa caratteristica consente di migliorare e completare la copertura del-

la rete 5G tramite RAN a costi estremamente bassi.

### INTRODUZIONE TECNICA

#### Lo standard 3GPP

Il 3GPP è l'organismo internazionale dedicato alla standardizzazione dei sistemi mobili di telecomunicazioni che ha anche curato lo sviluppo dello standard 5G, sia la Core Network (5G Core) che l'accesso radio (5G RAN). La 5G Core è sede di tutte le componenti funzionali che consentono all'operatore/gestore della rete di abilitare funzionalità avanzate e di definire le caratteristiche del servizio erogato in termini di prestazioni e sicurezza. La 5G RAN definisce le caratteristiche

dell'accesso radio dei terminali alla infrastruttura fisica.

Le principali caratteristiche innovative del 5G rispetto alla generazione precedente (4G) risiedono nella maggiore capacità trasmissiva della sezione di accesso (5G RAN) che può arrivare a 3-4 Gbit/s e nella completa softwarizzazione della Core Network che consente una notevole maggiore flessibilità nonché la possibilità della segmentazione dell'uso delle risorse (slicing).

### Reti Private

Per rete pubblica si intende quella realizzazione di un sistema di telecomunicazioni gestito da operatori di telecomunicazioni muniti di apposita licenza. Nel caso dei servizi mobili, tali operatori devono anche avere ottenuto la licenza per l'uso dello spettro radio. L'accesso alle reti pubbliche è consentito agli utenti sottoscrittori di un contratto di servizio con un operatore di telecomunicazioni su un territorio normalmente di vaste dimensioni, coincidente con l'estensione di una nazione. Lo standard 5G, come anche le precedenti generazioni, preve-

de la possibilità di realizzare reti private ma con potenzialità tecniche più evolute.

Le reti private sono caratterizzate dalla possibilità di utilizzo di servizi di telecomunicazioni per una popolazione e su aree di copertura normalmente limitate, ancorché possano essere anche estese nell'ordine dei km<sup>2</sup>. La rete privata, come la rete pubblica, è dotata di sezione di accesso e di sezione Core Network. Entrambe le sezioni possono utilizzare le stesse tecnologie delle reti pubbliche. Per quanto riguarda la sezione di accesso, la RAN dello standard 5G può anche essere complementata da tecnologia di accesso WiFi o satellite. Per quanto riguarda la Core Network, è possibile usarne una con stesse caratteristiche delle reti pubbliche ma tipicamente è conveniente usarne una con caratteristiche personalizzate sui requisiti dei servizi e delle applicazioni in uso nello specifico scenario.

La gestione della rete privata è responsabilità di un soggetto "privato" nel senso che può essere il gestore di una fabbrica, di un complesso ospedaliero, di

un museo, ecc. I servizi offerti dalla rete privata coincideranno con il sottoinsieme di interesse della comunità di utenti afferenti alla rete stessa, in funzione degli scopi della realizzazione della rete privata stessa. Il concetto di rete privata ben si adatta al concetto di slicing, precedentemente menzionato. La copertura radio della rete privata può essere ottenuta con dispositivi di proprietà del gestore della rete privata ovvero avvalendosi anche di porzioni della rete pubblica ovvero anche solamente con una delle due opzioni (solo dispositivi privati o solo dispositivi di accesso pubblico).

### Accesso radio alternativo, via WiFi o via Satellite

Il 5G offre un'elevata flessibilità nella configurazione dell'accesso radio e supporta anche configurazioni avanzate. Infatti, consente l'accesso alla Core Network anche tramite sistemi "non-3GPP" come il WiFi e/o il satellite.

Questa opportunità è stata introdotta a partire dalla versione 15 dello standard 3GPP e richiede adattamenti alla 5G Core,

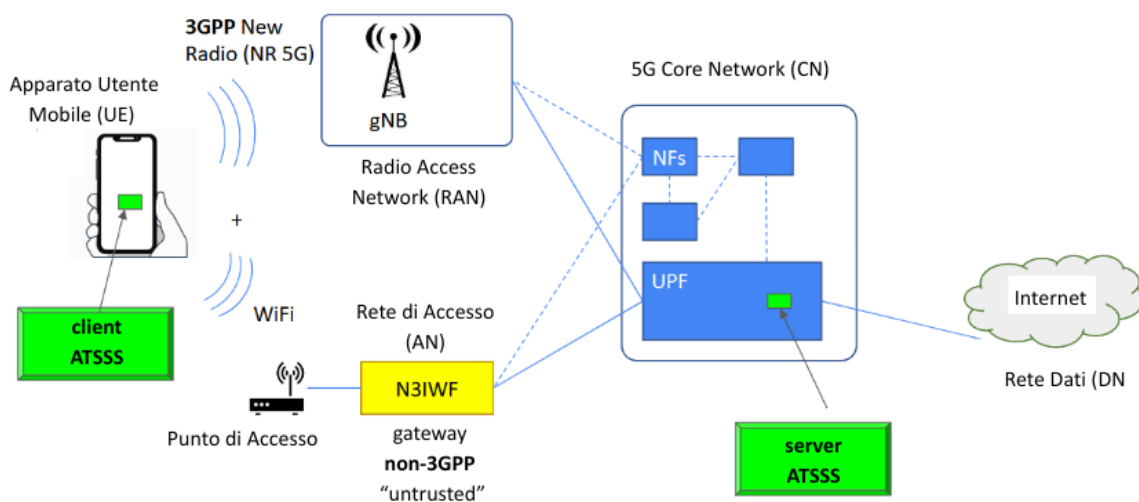


Fig. 2 - Modulo ATSSS

nonché la selezione di tecnologia di accesso (es. AP WiFi) con caratteristiche conformi ai requisiti prestazionali richiesti. Un terminale compatibile con 5G con il nuovo sistema di accesso può quindi accedere ai servizi della rete 5G sia attraverso il classico accesso radio 5G che anche via accessi alternativi, come il WiFi o satellite. La Fig. 1 illustra uno schema della soluzione prevista dallo standard 3GPP.

Al fine di consentire l'accesso alternativo alla Core Network, il 3GPP ha definito le caratteristiche del gateway N3IWF che permette l'interconnessione tra l'Access Point WiFi e il Core Network 5G, più precisamente con l'UPF mediante l'interfaccia N3 e l'interfaccia N2 verso il modulo AMF.

#### Come funziona

Il dispositivo 5G si accende e si registra normalmente nella rete 5G. Poi quando deve accedere ai servizi voce o dati (navigazione Internet, posta elettronica, banca, visione filmati, ecc.), richiede uno specifico

“canale dati” e quindi inizia ad usarlo. Con la nuova funzione “non-3GPP access” il dispositivo 5G può effettuare le stesse operazioni anche tramite un accesso WiFi abilitato. Tutte le operazioni avvengono automaticamente e senza intervento dell'utente.

Con tale funzionalità abilitata ed operativa, nel caso di area di servizio coperta in parte dalla rete pubblica o privata 5G ed in parte da un certo numero di punti di accesso WiFi, con le due coperture perfettamente complementari ovvero senza buchi, è possibile non perdere mai la connessione grazie a questa opportunità tecnologica, entrando e uscendo dalle celle 5G e/o WiFi. In pratica, le celle di copertura WiFi diventano delle stazioni radiobase della rete 5G ed il passaggio da una cella 5G ad una WiFi avviene grazie alla esecuzione con successo della procedura di handover, analogamente a quanto avviene tra due celle 5G pubbliche in conseguenza della mobilità dell'utente ovvero del terminale.

*Lo standard prevede anche una ulteriore opzione*

Il 3GPP ha previsto anche l'uso simultaneo dei due sistemi 5G e WiFi, permettendo di ottenere una capacità complessiva somma della capacità dei due sistemi di accesso, elevate prestazioni ed affidabilità. Questo risultato è possibile grazie ad uno specifico modulo denominato ATSSS (Access Traffic Switching, Steering, Splitting).

In Fig. 2 viene illustrato più dettagliatamente come il modulo ATSSS permette di interagire contemporaneamente con i due sistemi radio 5G e WiFi.

#### Il terminale utente

Il 3GPP ha definito una soluzione per terminali utente (UE) che permette di utilizzare il non-3GPP access, inclusa la funzione ATSSS, rendendo possibile utilizzare la soluzione da estremo a estremo per applicazioni industriali e personalizzate.

#### I vantaggi di una rete privata 5G e quelli di un accesso radio alternativo

In definitiva una rete privata offre:

- Maggiore sicurezza del traffico e dell'accesso dei dispositivi utente
- Maggior controllo delle prestazioni e della qualità delle comunicazioni
- Maggiore affidabilità

Una rete privata “5G via WiFi” consente:

- Tutta la sicurezza e il controllo delle prestazioni del 5G
- Nessun costo di licenze radio nel completare la copertura mediante Access Point WiFi
- Basso costo degli apparati utente

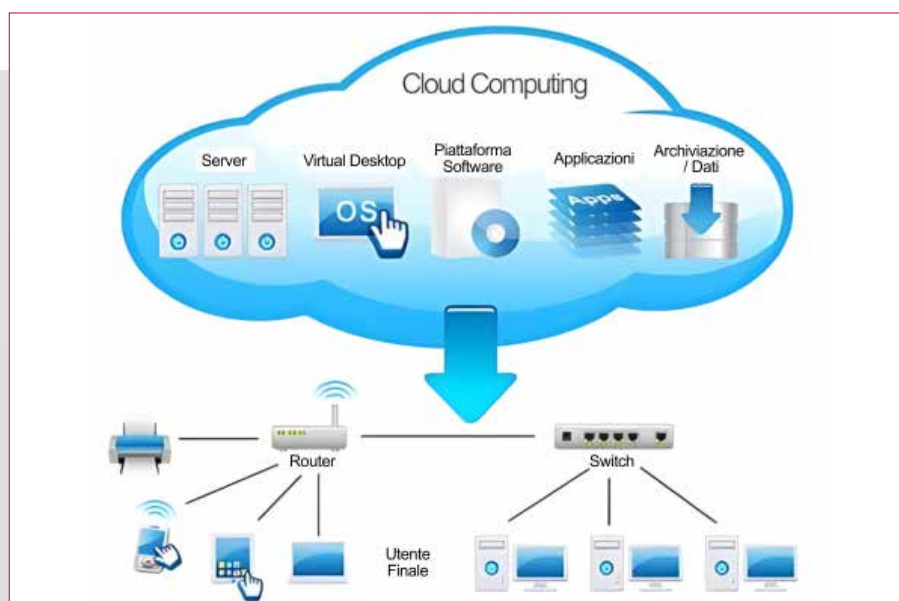


Fig. 3: Schema di principio dell'architettura cloud

- Basso costo degli apparati di rete e delle stazioni base (access point)

### INTRODUZIONE AI SERVIZI E ALLE APPLICAZIONI DELLE RETI PRIVATE

Le più importanti aziende del mondo, interessate al mercato delle telecomunicazioni, dedicano uno sforzo enorme nelle attività di standardizzazione e nella produzione di sistemi e apparati e quindi negli ultimi anni anche sul 5G. Il 5G è semplicemente la rete più moderna, essendo l'ultimo standard emesso in ordine temporale. È caratterizzata da maggiore efficienza, flessibilità e prestazioni.

“Una rete 5G è composta da una sezione di accesso (terminali, antenne, ecc.) e una Core Network che effettua le funzioni di gestione dei dati e della segnalazione.”

Si può accedere ai servizi della rete 5G anche via Satellite, WiFi o rete fissa. Non serve avere un apparato 5G o il segnale 5G «pubblico» per accedere ai servizi di rete.

Ultimo, ma non in ordine di importanza: le reti 5G non sono solo quelle pubbliche, ovvero degli operatori mobili nazionali. La tecnologia della rete 5G è anche molto usata per creare Reti Private, proprio per tutti i vantaggi tecnici e di business che ne deriva.

### IL CLOUD COMPUTING PER LE APPLICAZIONI E L'ALTERNATIVA "EDGE COMPUTING"

In una architettura Cloud Based tutti gli applicativi, i dati, le informazioni, gli algoritmi, ecc., sono memorizzati in posizione delocalizzata rispetto alla rete, in infrastrutture dedicate e centralizzate. La Fig. 3 mostra uno schema di principio dell'architettura cloud.

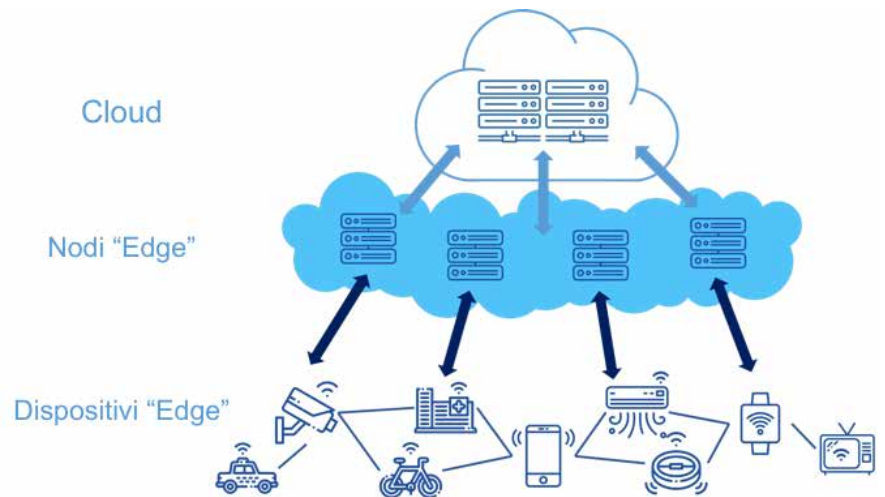


Fig. 4 - Schema di principio dell'architettura Edge Computing.

Lato cliente le infrastrutture sono minime e principalmente sono solo gli apparati di rete LAN e i dispositivi Utente (PC, Tablet, Telefono). In mezzo tra Cloud e Utente c'è la Rete, suddivisa poi in diverse tratte tra accesso, dorsale, ecc.

L'avvento dell'IA sta modificando gli applicativi usati sia in ambito cliente singolo che professionale. L'interfaccia utente di molti applicativi risulta essere basata su IA, ad esempio conversazionale, sia vocale che testuale. Questo facilita molto l'utilizzo di applicativi anche complessi da parte di personale non specializzato.

In questo senso stanno proliferando gli Agenti Virtuali, veri e propri assistenti digitali specializzati in compiti di lavoro o della vita privata.

Il modello basato su Cloud potrebbe però andare in crisi con la diffusione dell'AI a causa del:

- sovraccarico ed espansione eccessiva del Cloud centralizzato;
- sovraccarico delle reti di telecomunicazione tra Utenti e Cloud;
- aumento dei tempi di risposta, ritardo, tra Utente e Cloud.

### Evoluzione all'Edge Computing

Nelle architetture Edge, parte degli applicativi e della capacità elaborativa viene distribuita e moltiplicata in prossimità degli utenti e dei dispositivi.

La Fig. 4 mostra un'architettura di principio di Edge Computing. In questo modo si riesce a sfruttare meglio la vicinanza con il cliente, sia dedicando la giusta capacità elaborativa, sia semplificando le reti di telecomunicazione, e quindi riducendo i tempi di risposta.

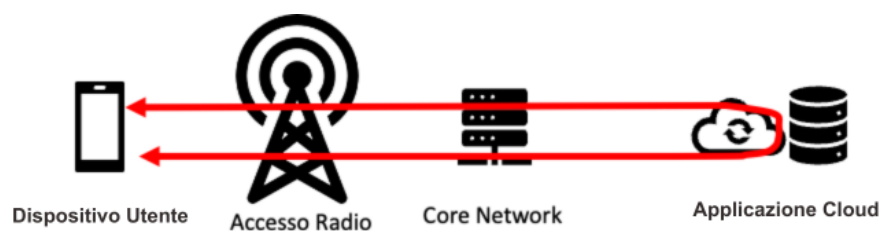


Fig. 5 - Schema di architettura Cloud

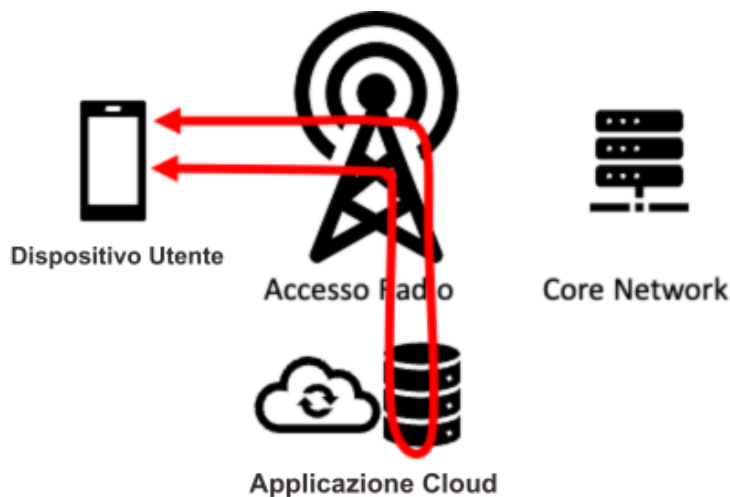


Fig. 6 - Schema di architettura con Local Break out.

*La rete 5G è compatibile con l'Architettura EDGE*

In un'architettura Cloud il traffico utente deve percorrere tutta la tratta da dispositivo utente fino al cloud e quindi ritornare al dispositivo utente. La Fig. 5 mostra uno schema di principio di un'architettura Cloud.

L'architettura del 5G definita dal 3GPP permette un «local break out», ovvero una deviazione del traffico utente direttamente presso la prima connessione alla rete.

Con la separazione tra User Plane e Control Plane, l'architettura 5G permette di deviare il traffico utente verso server locali direttamente presso il

cliente. La Fig. 6 mostra uno schema di principio di un'architettura con Local Break out.

Più nello specifico, presso il cliente si trova l'accesso alla rete che può essere 5G Radio, WiFi o anche Cavo.

Tramite il nodo di controllo UPF (User Plane Function), localizzato presso il cliente, la rete 5G (MNO CN - Core Network) decide come instradare il traffico verso gli applicativi e in particolare se dirottare il traffico verso server remoti oppure server locali (vedi Fig. 7).

*Maggiore flessibilità nella rete di accesso: il Multi Accesso*

Lo standard 3GPP prevede la

possibilità di accedere ai servizi di rete anche mediante diverse tecnologie di accesso e non necessariamente antenne e frequenze 5G. In questo modo si può usare il Wi-Fi, lo Zigbee e/o altre tecnologie radio.

Un primo vantaggio è quello di utilizzare frequenze non licenziate, ovvero dove non è richiesto un costo per utilizzarle. In questo caso spesso anche gli apparati sono meno costosi. Nel caso del Wi-Fi, con il recente Wi-Fi7 le prestazioni sono comunque elevate, soprattutto in ambiente interno.

Altro importante vantaggio è che si possono integrare diverse tipologie di sensori, apparati, dispositivi, ciascuno anche con tecnologie radio diverse, grazie ad opportune soluzioni tecnologiche che garantiscano la compatibilità con standard diversi.

La Fig. 8 mostra un'architettura per la raccolta dati da sensori con tecnologia di gateway multistandard.

**RETI PRIVATE IN AMBITO MUSEALE: UN ESEMPIO PRATICO**

*Controllo centralizzato e prestazioni distribuite*

La flessibilità delle reti 5G permette anche di ampliare ed

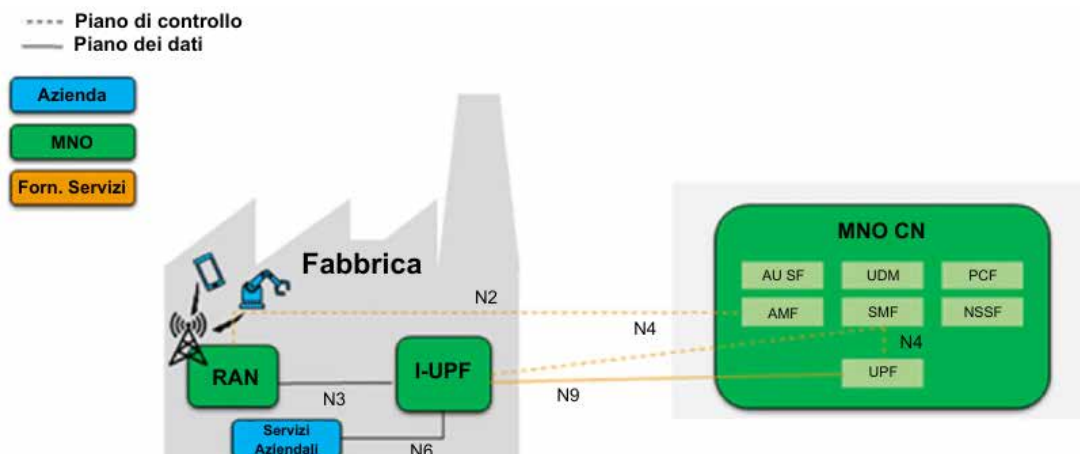


Fig. 7 - Schema di Core Network presso MNO.

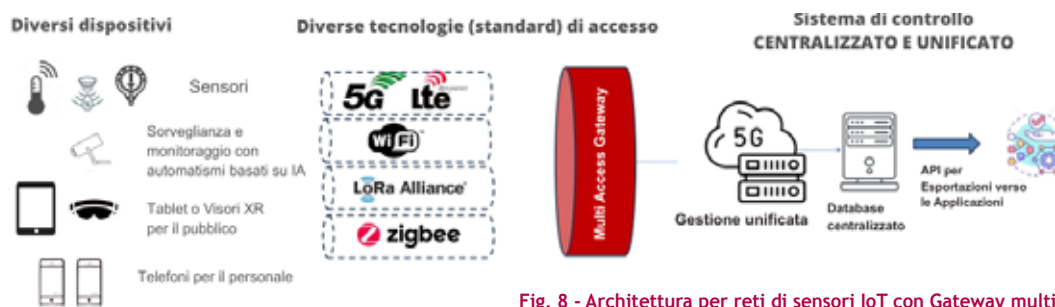


Fig. 8 - Architettura per reti di sensori IoT con Gateway multistandard.

estendere ad una rete di più musei il controllo e le prestazioni richieste.

Un primo approccio è quello di replicare per ogni sito una rete privata completa.

Un secondo approccio, molto flessibile e scalabile, è quello di concentrare in un sito centralizzato tutte le regole di controllo principali (5G Core) e poi presso i diversi Musei installare solo le applicazioni e server locali e relativi dispositivi e reti di collegamento. In questo caso occorre assicurarsi della disponibilità di un collegamento di telecomunicazioni tra il sito remoto ed il museo ad elevate prestazioni soprattutto in termini di capacità trasmissiva ed affidabilità. La Fig. 9 mostra un esempio schematico di uso di tecnologie per scopi museali.

*Esempi di applicativi che beneficino di una rete privata e di un ambiente di Edge computing*

Con una rete di telecomunicazioni con elevate prestazioni, affidabile e sicura, ottenibile grazie alla tecnologia delle Reti Private, è possibile erogare e fruire di diverse tipologie di servizi e per una molteplicità di categorie di utenti, ed in particolare grazie ad una pluralità di applicativi utilizzabili in ambito museale.

È molto importante ricordare che una buona rete di telecomunicazioni, dotata anche di capacità di elaborazione nelle infrastrutture locali (cioè do-

tata di tecnologia edge computing), rende possibile l'esecuzione anche degli applicativi più critici che richiedono prestazioni maggiori. Allo stesso tempo rende possibile la convivenza di

questi servizi diversi con prestazioni diverse, tutti che possono comunque coesistere ed essere eseguiti da una unica infrastruttura di telecomunicazioni ed elaborazione.

### SERVIZI PER IL PUBBLICO

Di seguito un primo elenco di possibili applicativi per il pubblico

- Visite guidate e interattive con assistenti Virtuali: assistente digitale per Utenti con interfaccia utente con comandi vocali; robot e droni come assistente per biglietteria e benvenuto; assistente per guida museale;
- Applicazioni con Realtà Aumentata o Realtà Virtuale: Visori a realtà aumentata per sovrapporre informazioni e descrizioni durante la visita del museo;
- Ambienti immersivi e multisensoriali mediante l'utilizzo di proiettori e ologrammi per ricostruire ambienti arricchiti e virtuali;
- Supporto Tablet e dispositivi multimediali: Possibilità di usare i dispositivi del cliente ed erogare i servizi su una APP del museo;

I servizi possono essere erogati sia sui dispositivi dei clienti (telefoni, tablet), ma in generale non utilizzando la rete privata, sia su dispositivi dedicati (visori AR/VR). Stanno emergendo anche altri dispositivi come Droni e Robot che possono assistere il visitatore durante il percorso di acquisizione e fruizione della visita. Esempio: <https://www.finestresullarte.info/attualita/arriva-adriano-primorobot-dipendente-della-pubblica-amministrazione-italiana>

La rete di telecomunicazioni, con incluse le funzionalità di edge computing, può fornire agli applicativi le seguenti potenzialità:

- Capacità dedicata nella tratta in discesa per inviare immagini o video ai diversi dispositivi;
- Capacità differenziata per i diversi applicativi e dispositivi;
- Definizione delle politiche di QoS centralizzata, attuazione della QoS all'edge e nei dispositivi utente;
- Capacità elaborativa in locale per realizzare scenari virtuali da condividere con i dispositivi di realtà aumentata;
- Immagazzinamento locale di video e dati al fine di ottimizzare il ritardo e l'utilizzo della capacità trasmissiva;
- Sistemi di Autenticazione e Autorizzazione dei diversi clienti e relativi dispositivi per l'accesso alla rete del museo (possibilità di usare eSIM scaricabili via software senza l'utilizzo di SIM fisiche);
- Continuità di copertura interno/esterno mediante l'uso di una rete ibrida 5G e WiFi.

## SERVIZI PER LA GESTIONE E IL PERSONALE DEL MUSEO

Una rete di telecomunicazioni con elevate prestazioni può abilitare anche applicativi e servizi per la gestione del museo e per il relativo personale e addetti ai lavori, in questo caso utilizzando e sfruttando le potenzialità della rete privata.

Di seguito un elenco di applicativi suddivisi in macro categorie:

### *Servizi per la gestione del personale e del museo*

- Monitoraggio per immagini per controllo flussi Utenti
- Analisi dei flussi dei visitatori, numero delle persone, tempi di sosta, accumulo e deflusso (per ottimizzazioni dei percorsi e miglioramento dell'esperienza di visita al museo); strumenti avanzati di marketing e promozione, profilazione clienti, comunicazione personalizzata; gestione multimediale della collezione e dell'archivio museale; strumenti di restauro digitale
- Applicazioni che simulano virtualmente il restauro di opere, aiutando i restauratori a pianificare interventi senza toccare fisicamente i manufatti: formazione e aggiornamento
- Piattaforme per la formazione a distanza degli operatori museali su temi quali conservazione, nuove tecnologie o strategie di comunicazione.

### *Servizi per la sicurezza, monitoraggio, manutenzione*

- Applicativi legati alla sicurezza  
Videosorveglianza con riconoscimento delle immagini basata su AI: gli algoritmi di Imaging Recognition con possibilità di individuare comportamenti anomali dei visitatori come spostarsi in zone non autorizzate, toccare gli oggetti esposti, correre, persone a terra, ecc;
- Utilizzo di dispositivi in movimento come Robot (all'interno) e Droni (all'esterno) per Sorveglianza di ampie aree museali;
- Monitoraggio continuo delle opere d'arte mediante utilizzo di telecamere e termocamere con Algoritmi di AI per l'individuazione di anomalie o modifiche delle opere d'arte;
- Monitoraggio continuo e in tempo reale delle condizioni ambientali e climatiche (temperatura, umidità, CO2, ecc.) tramite reti di sensori.

### *Servizi legati alle utility e domotica*

- Controllo consumi elettrici di tutti gli apparati principali mediante distribuzione di punti di misura e sensori distribuiti;
- Controllo impianto di riscaldamento e dei parametri ambientali in prossimità delle opere d'arte mediante sensori senza filo;
- Gestione porte e finestre automatizzate

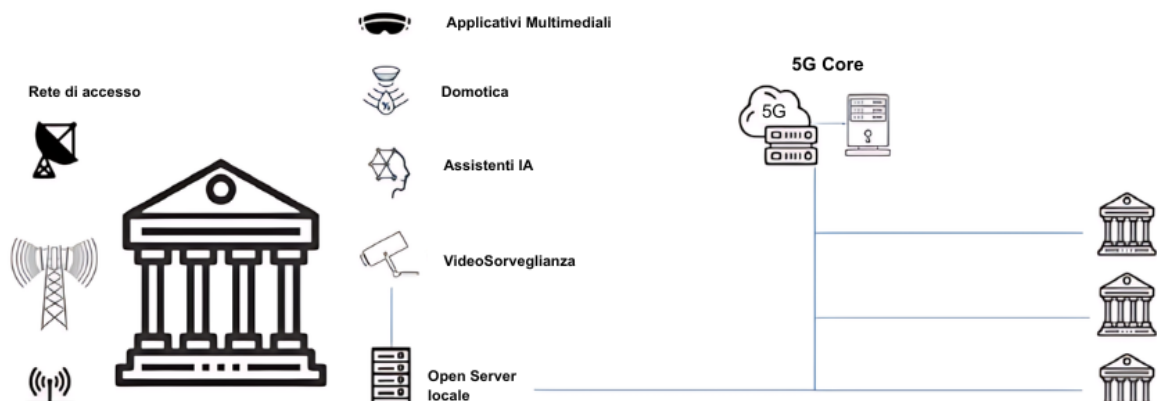
La rete di telecomunicazioni, dotata di funzionalità di edge computing, può offrire agli applicativi le seguenti potenzialità:

- Capacità nella tratta in salita dedicata e controllata nelle prestazioni per l'invio di immagini in tempo reale o di caricamento di dati registrati;
- Capacità nella tratta in discesa dedicata per videosorveglianza in tempo reale;
- Potenza di elaborazione locale (Edge Computer) per analisi in tempo reale delle immagini;
- Rete di telefonia basata su IMS;
- Sicurezza e protezione dei dati del museo;
- Continuità di copertura interna/esterna mediante l'uso di una rete ibrida 5G e WiFi;
- Capacità di immagazzinamento locale per immagini e dati generati dagli applicativi del museo.

Tutti gli applicativi elencati possono funzionare in un ambiente virtualizzato e possono essere forniti da terze parti. La rete privata può ospitare ed eseguire gli applicativi in Docker o Virtual Machine presso l'Edge Computer «Museale».

In questo modo gli applicativi beneficiano di una architettura preinstallata e condivisa, con connessioni già predisposte sia verso i singoli utenti (cavo o senza filo) che lato dorsale (WAN).

Fig. 9 - Esempio di sistemi tecnologici in ambito museale.



Considerando il tipo di utilizzatore finale, i servizi possono essere raggruppati nelle seguenti categorie:

- Servizi per il pubblico
- Servizi per la gestione e il personale del museo

## CONCLUSIONI

Una Rete 5G Core permette di centralizzare il controllo e mantenere presso il sito del museo tutta la capacità elaborativa e di connessione per i dispositivi presenti.

È possibile installare un application server presso il museo smart e caricare in modo «open» tutti gli applicativi. In questo modo possono essere coinvolti anche diversi fornitori di contenuti e creare un ampio portafoglio di applicazioni dedicate all'ambiente museale.

L'architettura di rete consente di controllare clienti, utenti, applicazioni, accessi, qualità, sicurezza, modello di business, ecc. Il centro di controllo della rete (Core) può essere centralizzato, mentre il server con gli applicativi e la rete di accesso può essere localizzato in posizione remota o presso il museo. Uso di tutti i tipi di accesso: fisso (fibra, xDSL), senza filo (5G, WiFi), Satellite.

## ABSTRACT

Modern telecommunications networks, from third generation onwards, based on the IP protocol, allow for varying levels of technological flexibility. One level involves the ability to create virtual networks, managed by virtual operators (VNOs), i.e., non-licensed operators who, based on technical/commercial agreements with licensed operators, offer services independently.

Another level involves the creation of private networks, i.e., the use of infrastructure for a defined set of users, usually belonging to a well-defined community (company, public entity, public service provider, etc.), who access a well-defined set of services exclusively by connecting to a core network or a dedicated portion of it.

Private network technology can be efficiently used for a variety of services and applications, and among these, the museum sector is certainly among the most suitable and interesting.

This article focuses specifically on the use of 5G private networks (the latest generation of the mobile network standard), which introduces additional technological possibilities that bring benefits in terms of both performance and user experience. In particular, 5G introduced the ability to access the core network via WiFi for all services. This feature allows for improved and complete 5G network coverage via RAN at extremely low costs.

## PAROLE CHIAVE

RETI PRIVATE 5G; MUSEI; SMARTMUSEUM; SERVIZI MUSEALI; EDGE COMPUTING; CLOUD COMPUTING; WIFI; SATELLITI

## AUTORE

DE PRAI\*, M. LUGLIO\*°, W. MUNARINI\*, C. ROSETI\*°, F. ZAMPOGNARO\*\*°

\* ROMARS (COGNOME@ROMARS.TECH)

° UNIVERSITÀ DI ROMA TOR VERGATA (LUGLIO@UNIROMA2.IT, ROSETI@ING.UNIROMA2.IT)

°° UNIVERSITÀ DEGLI STUDI LINK CAMPUS UNIVERSITY (F.ZAMPOGNARO@UNILINK.IT)

## LISTA ACRONIMI

RAN - RADIO ACCESS NETWORK

UPF - USER PLANE FUNCTION

AMF - ACCESS AND MOBILITY MANAGEMENT FUNCTION

3GPP - 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT

AP - ACCESS POINT

MNO - MOBILE NETWORK OPERATOR

ATSSS - ACCESS TRAFFIC SWITCHING, STEERING, SPLITTING

N3IWF - NON 3GPP INTER WORKING FUNCTION

UE - USER EQUIPMENT

WAN - WIDE AREA NETWORK