

# 5G, LA RIVOLUZIONE DELLE TELECOMUNICAZIONI

IL 5G NON SARÀ SOLO UNA NUOVA GENERAZIONE DI TELEFONIA MOBILE. LE CONTEMPORANEE E SINERGICHE EVOLUZIONI NELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE E DEL WEB 3.0 BASATO SULLE TECNOLOGIE DELLA BLOCKCHAIN CAMBIERANNO IL PARADIGMA DI USO DI RETI E OGGETTI. SERVE UNA RICERCA INTERDISCIPLINARE CHE SAPPIA GUARDARE AVANTI.

**M**i è capitato spesso di scrivere a proposito delle nuove reti della quinta generazione mobile e dei loro effetti su tutti i settori industriali e sulla trasformazione di tutti i servizi. Il 5G è stato, negli ultimi due anni, al centro delle riflessioni di molti e mi sono spesso trovato a misurarne gli effetti in ambiti diversi: dalla gestione dello spettro alla ricerca, dalla rivoluzione industriale prossima ventura alle sinergie con le altre due rivoluzioni del nostro tempo: *l'intelligenza artificiale* e il *web distribuito* (memoria, computazione, "trust"). In questo articolo ho ripreso alcuni dei temi trattati e ho provato a rileggerli in uno schema unitario. Mi scuso per possibili ripetizioni ma, forse, in questo caso *repetita iuvant*.

## Il 5G e la "scoperta del valore"

Il 5G non è soltanto la quinta generazione di telefonia mobile, ma rappresenta un salto quantico nel settore delle telecomunicazioni. Per la prima volta abbiamo uno standard di connessione che abilita e prevede non solo il collegamento Internet tra umani per mezzo di oggetti intelligenti, ma anche lo scambio di informazioni tra milioni di oggetti per chilometro quadrato; la cosiddetta *Internet of things (Iot)*. Si tratta di un salto quantico perché finora Internet ha sviluppato le sue potenzialità come abilitatrice della comunicazione tra umani (*social*) mentre, con la nuova generazione, oggetti come le automobili, le macchine utensili, i sistemi di generazione dell'energia e le flotte di navi e autotreni, per dirne alcuni, diverranno produttori e consumatori di dati e, più in generale, produttori di valore.

Il 5G consente di realizzare reti di oggetti connessi in settori industriali dove la connessione non esisteva: reti di automobili, reti di macchine utensili e robot, reti di generatori di energia (*smart-grid*), reti di veicoli da trasporto merci e



infine reti di oggetti trasportati lungo le catene logistiche. Interi settori industriali scopriranno che mettere in rete i propri oggetti finora sconnessi ha la capacità di produrre valore aggiunto, anche di proporzioni inattese.

Avremo dunque una fase di "scoperta del valore" della rete dei propri oggetti (auto, autotreni, generatori di energia, lampioni, infrastrutture di porti e stazioni), dei nuovi dati generabili e del potere contrattuale che questa "scoperta del valore" garantisce ai vari settori industriali nei confronti di coloro che fino a oggi avevano connesso gli umani (operatori di telecomunicazioni) o avevano scoperto e raccolto il valore di queste connessioni tra umani (gli operatori delle grandi piattaforme di internet).

Un esempio per tutti: le reti di automobili. Finora le auto sono state oggetti "non connessi". Raggiunte in modalità *broadcast* dalle radio (molto) e dalle televisioni (poco), hanno consentito

a questi operatori di raccogliere il valore di questa connessione unidirezionale. I dati prodotti dalle automobili sono stati finora raccolti *offline* alle case automobilistiche e costituiscono un patrimonio informativo riservato di queste ultime. Il proprietario dell'auto non ha mai forse neanche saputo di raccogliere dati e informazioni molto preziose per le case costruttrici. Ora tutto cambia. Con la tecnologia 5G, le auto possono essere connesse tra loro e scambiarsi informazioni sul traffico a breve e lunga distanza. Le strade saranno attrezzate con infrastrutture intelligenti e sistemi di comunicazione a bassissima latenza: computer in grado di processare velocemente i dati e aiutare il guidatore fino a sostituirsi a lui. Ovviamente le case automobilistiche cercheranno di valorizzare i dati prodotti da queste nuove reti di auto, sensori e computer. Ma, nella logica della "scoperta del valore", altrettanto faranno i proprietari dei veicoli, i gestori di strade e autostrade

che vorranno valorizzare i dati raccolti e processati dai loro apparati, i proprietari degli algoritmi di intelligenza artificiale che renderanno possibile la guida autonoma e gli operatori di telecomunicazioni che avranno reso possibile la comunicazione. Come si vede, produzione di nuovo valore e nuova competizione su dati e informazioni.

Esempi analoghi possono essere formulati con riferimento alle fabbriche di Industria 4.0, alle *smart-grid* energetiche e alle reti legate alla catena logistica (navi, camion, treni, porti, stazioni, nodi di interscambio).

Il 5G non arriverà da solo. Sarà accompagnato e potenziato dallo sviluppo accelerato di altre due grandi novità tecnologiche: l'intelligenza artificiale (AI) e la *blockchain*. Il 5G incrementerà le nostre capacità di raccolta dati in tempo reale (i più preziosi) e quindi l'efficienza degli algoritmi di AI. A loro volta, le reti 5G saranno gestite e orchestrate sempre meno dal progettista umano e sempre di più e in tempo reale, da algoritmi di ottimizzazione: saranno reti intelligenti e *software-defined*. La *blockchain*, infine, consentirà micro-transazioni sicure tra oggetti dell'IoT e *smart-contracts* per facilitare e potenziare la generazione di valore nel mercato dei dati in tempo reale.

Le reti 5G saranno *reti di reti*. Ad esempio, la rete delle auto connesse

e quella delle stazioni di ricarica, oltre a consentire la connessione delle auto e delle colonnine tra loro, saranno interconnesse per consentire l'ottimizzazione delle ricariche o l'effettuazione dei pagamenti. Dunque la rete 5G sarà composta da tante fette (*slice*) logiche, ciascuna composta da una o più reti fisiche tra loro interconnesse. Le *slice* si riconfigureranno in modo dinamico, orchestrate da algoritmi di ottimizzazione. Osservazione importante: le *slice* non saranno fette della rete che conosciamo, ma sottoreti specializzate (*automotive*, distribuzione dei contenuti, energia), logicamente distinte, ma parti di una unica rete fisica.

In questo scenario, il ruolo delle reti dei classici operatori di telecomunicazioni cambia radicalmente. Finora avevano lo scopo di abilitare le comunicazioni tra utenti finali (privati e imprese) e l'*incumbent* aveva prima il monopolio e ora la fetta più grande di queste connessioni. In futuro questo scenario cambierà.

Grandi reti di oggetti (veicoli, *wearable*, infrastrutture di ogni tipo) potrebbero connettersi tra loro senza bisogno di un operatore di telecomunicazioni specializzato, magari utilizzando frequenze ad accesso libero (WiFi) o partecipando alle aste future per frequenze licenziate.

La connessione delle abitazioni potrebbe non essere più l'obiettivo principale della rete. L'acronimo Fth (*Fiber-to-*

*the-home*, cioè la fibra all'abitazione) potrebbe non essere più l'unico sinonimo di "infrastrutture a prova di futuro" ed essere affiancato dalla "fibra alle *base station*" o dalla "fibra alle infrastrutture" o dalla "fibra ad Industria 4.0". O, più in generale, dall'obiettivo più generale della copertura (fissa, wireless, rame o fibra) ad alta capacità e bassa latenza del 100% del territorio.

Gli operatori di telecomunicazioni non saranno i soli a estrarre valore dal collegamento di milioni di oggetti e dallo sviluppo di nuove applicazioni basate sulle reti dei clienti verticali (case automobilistiche, *utilities*, operatori della catena logistica). Al contrario, saranno costretti ad accordarsi con questi ultimi per realizzare le *slice* logiche della rete 5G. Un accordo e una collaborazione che potrebbe facilitare gli investimenti nel 5G (previsti per centinaia di miliardi di dollari a livello mondiale) e accelerare il passo di questa indispensabile trasformazione industriale.

## La competizione per lo spettro

Le nuove reti 5G consentono la realizzazione di reti eterogenee, composte da un "mix" di macro e micro celle che utilizzano in modo coordinato nuove bande di frequenza con coperture molto diverse. Questa maggior complessità ha come conseguenza l'aumento dell'attività computazionale nei nodi di rete e la



necessità di una gestione ottimizzata e centralizzata dei punti di trasmissione. Non dobbiamo dunque meravigliarci della sempre più diffusa definizione di accordi tra operatori di telecomunicazioni per la gestione comune delle torri e dello spettro e della nascita di operatori *wholesale only* o di *neutral host* per la gestione delle frequenze nelle reti virtualizzate.

L'elemento di novità nell'attuale panorama della gestione dello spettro è piuttosto la forte richiesta, da parte di nuovi attori di mercato, di porzioni dedicate dello spettro per un uso definito "regionale" e "locale", ma che sarebbe meglio definire specializzato o, per essere in sintonia con l'universo 5G, verticale. La richiesta di "spettro dedicato" viene infatti dai grandi operatori dominanti nei mercati verticali dell'automotive, dell'energia o dell'*e-health*. Si tratta spesso di grandi campioni nazionali (come le grandi case automobilistiche o il complesso delle manifatturiere), che stanno a cuore ai governi e che presentano la richiesta di un accesso preferenziale a porzioni dedicate dello spettro come uno dei punti qualificanti di una politica industriale nazionale. Rispondendo a questa pressione, l'asta 5G tedesca ha riservato, nella preziosissima banda 3,4-3,8 GHz, un blocco di 100 MHz per un uso "regionale". In realtà, una lettura accurata delle motivazioni alla base delle regole di gara mostra che uno degli obiettivi del regolatore tedesco era quello di mettere a disposizione spettro dedicato per l'importantissimo "vertical" dell'automotive. Certamente non su base "locale" o "regionale". Questa

scelta ha ovviamente reso molto più dura la competizione degli operatori di telecomunicazioni sui 300 MHz residui. A rendere il quadro ancora più complesso, si aggiunge la circostanza che la richiesta di riservare porzioni di spettro a uso "locale" non viene esclusivamente dalle grandi *industry* verticali del nascente mercato 5G, ma anche dai cosiddetti micro-operatori, ovvero operatori che hanno un ruolo di *local incumbent* in mercati molto ristretti: un porto, una stazione ferroviaria, un aeroporto, un ufficio postale, una grande installazione industriale. Potrebbe trattarsi di Isp, di operatori specializzati o degli stessi gestori o proprietari dell'infrastruttura. Recenti studi hanno mostrato come il ruolo dei micro-operatori sia molto competitivo con quello dei grandi provider di connettività.

Le competenze specifiche richieste per garantire il servizio sulle micro-reti 5G, la necessità di controllare e gestire in tempo reale reti di sensori e attuatori ad altissima densità, l'obiettivo di gestire "in casa" dell'utente e con le massime garanzie di sicurezza, enormi moli di dati, sono obiettivi molto diversi da quelli del business classico dell'operatore di telecomunicazioni, certamente abituato a connettere migliaia di utenti ma non a garantire l'azione coordinata di uomini e apparati per il raggiungimento di sofisticati obiettivi industriali o di servizio. Dunque, piattaforme hardware e software flessibili, gestite da micro-operatori specializzati, potrebbero essere in grado di rispondere meglio alle esigenze di Industria 4.0 o dei futuri servizi *data intensive* agli utenti e, quindi,

richiedere l'uso di spettro dedicato e non più gestito dagli operatori di telecomunicazioni.

Quali conclusioni trarre da queste dinamiche di mercato. Certamente la prima è che la richiesta spesso avanzata dagli operatori di telecomunicazioni ai governi di mettere a disposizione in modo gratuito le risorse frequenziali non risponde più alle mutate condizioni tecnologiche e di mercato. Piuttosto, gli operatori di telecomunicazioni dovrebbero riconoscere che uno dei loro maggiori vantaggi competitivi nello scenario attuale deriva dal controllo dello spettro e, strategicamente, ricordare ai governi di aver pagato (e molto) per averne l'uso esclusivo e pretendere che, anche in futuro, ogni porzione di spettro venga assegnata con le procedure competitive che meglio ne rivelano il grande valore industriale e sociale. Le Istituzioni, a loro volta, dovrebbero meglio valutare la qualità e l'attuale utilizzazione dello spettro elettromagnetico, evitando le situazioni di sottoutilizzazione e accaparramento e, soprattutto, evitando accuratamente di assegnare a operatori in concorrenza tra loro porzioni di spettro equivalenti a condizioni economiche o con impegni di copertura molto diversi.

## Orientare sperimentazione e ricerca

Guardare all'evoluzione tecnologica causata dal solo avvento del 5G, dimenticando le contemporanee e sinergiche evoluzioni nell'intelligenza artificiale e dell'avvento del web 3.0, decentralizzato e basato sulle tecnologie di *distributed ledger (blockchain)*, è certamente un errore per gli addetti ai lavori ma è un doppio errore per il mondo della ricerca scientifica.

La convergenza di queste tre rivoluzioni epocali dice con chiarezza che nessuno dei tre temi può essere studiato da solo e con l'armamentario metodologico di una sola delle comunità scientifiche di riferimento. Un ingegnere delle telecomunicazioni che non conosca gli ultimi sviluppi dell'*Ottimizzazione combinatoria* o del *Deep learning* o un ottimizzatore che non abbia padronanza della teoria dei protocolli e della crittografia e delle tecnologie del web 3.0 non hanno alcuna possibilità di contribuire all'avanzamento delle conoscenze in questi tre settori fondamentali per il nostro futuro. Alcuni esempi:

- l'efficienza della *blockchain* richiede reti a bassa latenza (come le reti 5G) per il



broadcasting degli aggiornamenti; a sua volta il progetto e la gestione delle reti 5G richiede efficienti algoritmi di AI - l'efficienza degli algoritmi di AI richiede le grandi quantità di dati che verranno prodotti dall'*Internet of things*. L'Iot a sua volta genererà milioni di micro-transazioni al secondo; micro-transazioni che potranno essere gestite soltanto in modo automatico e con i micro-pagamenti diretti resi possibili dalla *blockchain*

- oggetti autonomi (auto, robot...)

potranno essere controllati in modalità remota dall'AI solo con reti 5G a bassa latenza

- l'accesso al livello MAC delle reti 5G sarà garantito a milioni di oggetti per km<sup>2</sup> dalla tecnologia *blockchain* e da algoritmi di *clustering* e AI.

Dunque, sembrerebbe essere necessaria una ricerca interdisciplinare su questi temi decisivi per il nostro futuro.

E, parallelamente a questa, la formazione di esperti in un settore totalmente nuovo, che nasce dalla convergenza di temi che sono stati studiati finora da gruppi di ricerca diversi; con formazione, obiettivi e sensibilità scientifiche diverse. Molto difficile.

Difficile perché molti, e io fra questi, credono che la ricerca interdisciplinare non esista e che l'evoluzione dei paradigmi scientifici (che invece esiste) sia sempre interna alle dinamiche dei singoli gruppi disciplinari. Ma se anche questa visione epistemologica fosse falsa (ed è possibile), sarebbe la struttura stessa dell'università italiana, organizzata per raggruppamenti scientifico/disciplinari raramente comunicanti, a rendere complesso lo sforzo di organizzare gruppi di ricerca interdisciplinari.

Cosa fare dunque? Certamente il Cnr è la migliore alternativa per la creazione di istituti e centri dedicati allo studio di temi che affondano le loro radici in settori disciplinari diversi. Dobbiamo però riconoscere che i tempi di reazione del nostro sistema scientifico non sono compatibili con la tumultuosa accelerazione della tecnologia. Quanto ci vorrebbe a mettere in piedi un istituto dedicato allo studio di questi tre settori, a concentrare le competenze e a focalizzare gli obiettivi? Temo un tempo troppo lungo per dare risposte avanzate alle questioni che ponevo sopra.

E allora? Dobbiamo rassegnarci all'idea che saranno gli altri a farlo per noi? Ma quali altri? Non le università o i centri di ricerca di altri paesi. I gruppi disciplinari non sono certo nazionali. Sappiamo perfettamente che i colleghi



di altri paesi della nostra stessa disciplina hanno obiettivi analoghi ai nostri e la stessa nostra difficoltà di comunicazione verso altri settori scientifici. Dunque quando dico *altri*, dico i grandi *players* industriali di questo settore. Le Telco, i produttori di apparati, ma soprattutto i grandi dinosauri di questa era del web 2.0: gli Ott (*over-the-top*, le imprese che forniscono servizi, contenuti e applicazioni).

Non credo sia una buona idea lasciare solo a loro un compito così importante come quello di dare forma e sostenibilità alle reti di comunicazione del futuro, all'intelligenza artificiale e al prossimo web 3.0 della *blockchain*. Potremmo ritrovarci in un web 3.0 a immagine e somiglianza del web centralizzato attuale e non arrivare mai a realizzare le promesse di decentralizzazione che ora appaiono all'orizzonte con la *blockchain*. Chi allora? Provo a dare una risposta. La nostra soluzione deve essere quella di una massiccia e convinta partecipazione ai programmi che la DG Connect e l'Unione europea stanno lanciando. Credo che solo a livello comunitario e nel naturale approccio interdisciplinare e di collaborazione tra Accademia e Industria dei progetti promossi dall'Unione europea ci sia la risposta all'esigenza di studio combinato delle tre rivoluzioni tecnologiche del nostro tempo.

Iniziative europee quali l'Osservatorio della *blockchain*, lo sviluppo dei Corridoi europei 5G, i progetti 2020 5G, Big-Data e e-Health, la creazione di Centri di competenza regionale sono appuntamenti ai quali l'Italia non potrà mancare. È tuttavia necessario non presentarsi

a livello europeo in ordine sparso. Si deve creare un ecosistema nazionale, finanziare la ricerca, favorire la sperimentazione delle aziende private e incoraggiare la nascita di startup innovative. Ho l'impressione che, con una visione bipartisan e lungimirante, il governo abbia intenzione di seguire questo percorso virtuoso, potenziando le iniziative già in atto sulla diffusione della banda larga, sull'uso dello spettro e sulla sperimentazione 5G in molti comuni italiani. La focalizzazione dei finanziamenti sui temi della *blockchain* e dell'intelligenza artificiale e la definizione di tavoli di coordinamento su questi due temi centrali sono certamente iniziative positive e destinate a contrastare la tendenza del mondo della ricerca a lavorare per "silos", a favorire la comunicazione tra gruppi di ricerca pubblici e privati e a incoraggiare la sperimentazione delle nuove tecnologie. In particolare, suggerirei, con progetti pilota nella pubblica amministrazione che, proprio per la sua storica "lentezza" nell'adozione di nuove tecnologie e la sua altrettanto storica resistenza al cambiamento tecnologico deve, contrariamente a quanto fanno le aziende private, guardare non al domani, ma al dopodomani. Ogni politica pragmatica del "risultati subito" sarebbe, a mio avviso, destinata a produrre scarsi frutti.

**Antonio Sassano**

Presidente della Fondazione Ugo Bordoni