

A09

Sabrina Lo Bosco
Francesco Saverio Romano
Angelo Salmeri

Trasporti, logistica e 5G

Processi di ottimizzazione delle reti di mobilità
e sviluppo socio-economico

Prefazione di
Antonio Martusciello





Aracne editrice

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

Copyright © MMXX
Giacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

www.giacchinoonoratieditore.it
info@giacchinoonoratieditore.it

via Vittorio Veneto, 20
00020 Canterano (RM)
(06) 45551463

ISBN 978-88-255-3442-9

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: luglio 2020

*Il presente Lavoro
è contributo comune
degli Autori*

Indice

- 9 *Prefazione*
- 17 *Summary e Keywords*
- 21 *Capitolo I*
Il 5G come risorsa per la modernizzazione dei settori produttivi di un Paese
1.1., 21 — 1.2. Partenariato Pubblico–Privato per opere di mobilità e Partenariato per l’Innovazione, 27.
- 57 *Capitolo II*
L’impatto del 5G sulla rete stradale ed i corridoi UE
- 63 *Capitolo III*
Le frontiere della nuova logistica con il 5G
- 69 *Capitolo IV*
Le prospettive del trasporto aereo con l’apporto tecnologico del 5G
- 73 *Capitolo V*
Il 5G a servizio del “sistema città” e per una mobilità in chiave ecologica

- 81 Capitolo VI
Le applicazioni strategiche del 5G nei Sistemi Portuali
- 85 Capitolo VII
I progetti di utilizzo della tecnologia 5G nel settore ferroviario
- 91 Capitolo VIII
Un modello di analisi multiobiettivo per la scelta fra alternative di intervento
- 109 *Bibliografia*
- 113 *Presentazione degli autori*

Prefazione

Il 2020 doveva essere l'anno del 5G. È stato l'anno del Covid-19. Non solo, il 5G è stato una delle vittime illustri della pandemia. Messo all'indice come "super diffusore" del contagio, è finito nel mirino di clompottisti, che, sbandierando una presunta e mai dimostrata correlazione fra la diffusione del virus e le antenne di quinta generazione mobile, complice una vera e propria infodemia da Covid-19, si sono resi autori di atti vandalici in ben dieci Paesi europei, creando danni alle infrastrutture e rischi per la sicurezza di quanti erano intenti a lavorare sul campo per garantire il funzionamento di infrastrutture critiche quali le reti mobili e con esse l'operatività e la continuità dei servizi di emergenza e dei servizi essenziali, la sanità e l'istruzione. Né sono state sufficienti le rassicurazioni dell'*Organizzazione Mondiale della Sanità* (OMS), che, se per un verso, ha evidenziato come il Covid-19 si sia diffuso anche in paesi dove la rete 5G non è presente, dall'altro ha reso noto che, ad esito di numerose ricerche condotte, nessun effetto negativo sulla salute è stato causalmente associato all'esposizione a tecnologie wireless. La campagna denigratoria *online* è proseguita indisturbata anche a valle della netta presa di posizione della Commissione europea, che, nel ribadire che non ci sono evidenze scientifiche che indichino una correlazione tra l'epidemia e la rete 5G e nell'invitare tutti i cittadini europei a seguire i consigli delle autorità sanitarie pubbliche

del proprio Paese e delle competenti organizzazioni internazionali e dell'Unione europea, l'ECDC (*European Centre for Disease Prevention and Control*) e l'OMS, ha deciso di scendere in campo nella lotta alla disinformazione collaborando da vicino con le piattaforme *online* e incoraggiandole a promuovere le fonti autorevoli, a declassare i contenuti falsi o fuorvianti e a rimuovere quelli illegali o che potrebbero provocare danni alla salute. Combattere la disinformazione, infatti, non vuol dire, solo, *eliminare le fake news*. *Se da una parte è utile mettere a punto sistemi di controllo delle notizie* in modo da eliminare i contenuti falsi ed antiscientifici, dall'altra è necessario che siano le informazioni corrette ad assumere maggiore rilevanza. Nella stessa direzione si è mossa la GSMA (*Global System for Mobile Communications Association*), l'associazione che riunisce circa ottocento operatori mobili in tutto il mondo, da un lato, rivolgendo ai governi l'appello a potenziare le misure contro la diffusione delle *fake news* e gli atti di vandalismo, dall'altro, chiedendo ai colossi di Internet, ai social media e ai fornitori di contenuti, di intervenire per la rimozione delle *fake news* che collegano la pandemia allo standard mobile di nuova generazione. "La disinformazione e la falsa informazione stanno causando danni reali", ha sottolineato la GSMA. Ciò mina la fiducia e il sostegno del pubblico necessari per implementare la nuova tecnologia. Il 5G è, infatti, la base per la ripresa economica europea dopo l'emergenza coronavirus, ma, come ampiamente riconosciuto sia dagli organi dell'Unione europea, in primis Parlamento e Commissione, sia dalla comunità scientifica e dell'industria, il 5G non può esprimere appieno le proprie potenzialità se non si combattono la disinformazione e le *fake news* che lo minacciano. Dalle prime rilevazioni risulta, peraltro, un quantitativo di *post* sui social tale da far pensare a una campagna basata su *bot*, sistemi automatici per la diffusione in massa di messaggi in Rete. Non è, quindi, da escludere che la disinformazione sul 5G

sia pilotata da Stati esterni all'Unione europea, in ragione delle profonde implicazioni geopolitiche della nuova tecnologia.

Secondo uno studio del GSMA¹, il 5G contribuirà ad una crescita del PIL mondiale pari al 5,3% nei prossimi 15 anni, ovvero entro il 2034. Si gioca, dunque, attorno allo sviluppo delle nuove reti la moderna competizione tra superpotenze economiche mondiali. In base a stime dalla società *ABI Research*², nel 2025 le connessioni 5G dovrebbero raggiungere la quota dei 3 miliardi, superando le connessioni 4G, e a trainare i mercati sarà la Cina, che rappresenterà il 70% delle connessioni mondiali. Se dunque a livello di volumi l'esito del confronto sembra segnato, la situazione pare ribaltarsi guardando ai ricavi. Sebbene la maggior parte degli abbonati 5G mobili sarà in Cina, nel 2025 i ricavi degli operatori saranno più elevati negli Stati Uniti, principalmente a causa dei prezzi più alti degli abbonamenti. In questo scenario, l'obiettivo che in Europa la Commissione auspica è il dispiegamento su vasta scala delle reti 5G entro il 2025. Nella prospettiva di dare impulso agli investimenti e creare ecosistemi innovativi, la Commissione si è mossa già dal 2016, definendo un *Piano d'azione 5G*³ che incoraggia la progressiva introduzione commerciale della tecnologia su larga scala al più tardi entro la fine del 2020 e la sua diffusione capillare e ininterrotta in tutte le aree urbane e i principali assi di trasporto terrestre entro il 2025. Il Legislatore europeo ha, inoltre, inteso sostenere a 360 gradi la digitalizzazio-

1. GSMA Intelligence, report su “*The Mobile Economy 2019*”, 25 febbraio 2019 (disponibile al link www.gsma.com/mobileeconomy/).

2. “*ABI Research's Network Technology and Market Tracker*” market data report, 4Q 2019.

3. Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, “*5G per l'Europa: un piano d'azione*” (COM (2016) 588 definitivo), Bruxelles, 14 settembre 2016.

ne delle società ed economie dell'Unione attraverso l'istituzione di un programma di finanziamento per gli anni 2021–2027: il programma *Digital Europe*, che costituisce un importante strumento nell'ambito del “*Mercato unico, innovazione e agenda digitale*”, erogando finanziamenti a progetti nei settori del supercalcolo (*High Performance Computing*), intelligenza artificiale, *cybersecurity*, competenze digitali avanzate e garanzia dell'ampio utilizzo delle tecnologie digitali in tutti gli ambiti economici e sociali. Il 5G, grazie all'*Industrial Internet*, costituisce certamente per l'Europa l'occasione per un rilancio di competitività e per conseguire quella reciprocità nell'accesso ai mercati in Usa e Cina da tempo agognata. Secondo quanto di recente affermato dal Direttore generale dell'associazione ETNO (*European Telecommunications Network Operator*), “ritardare oggi la realizzazione dell'infrastruttura rischia di tradursi in un ritardo nella competitività e crescita europea di 10 anni”. In risposta alla campagna di disinformazione messa in atto ai danni del 5G, inoltre, individua proprio nel 5G l'anello mancante tra la strategia digitale europea e il *Green Deal*, il piano della Commissione Europea per combattere il cambiamento climatico e realizzare la transizione ecologica nell'Unione, conseguendo l'obiettivo dell'impatto climatico zero nel 2050.

Da una prima analisi post pandemia, emergono dati incoraggianti. Il mercato delle telecomunicazioni ha mostrato in questa difficile congiuntura una notevole resilienza. L'epidemia sembra aver prodotto solo un moderato ritardo nella realizzazione delle infrastrutture e nell'adozione del nuovo standard, anche a causa della sospensione in molti Paesi delle gare per l'assegnazione delle frequenze. Un recente studio della società *CCS Insight*⁴ conferma, infatti, le stime di crescita precedenti all'arrivo del virus, prevedendo che entro il 2025 il numero

4. CCS Insight, “*Market Forecast: 5G Connections*”, March 10, 2020.

delle connessioni 5G al mondo raggiungerà le 3,2 miliardi di unità. Le indagini rivelano che entro quella data una connessione mobile su quattro sarà 5G a livello globale; di queste una su tre sarà localizzata in Cina, dove, già nel 2024, sono attese oltre 1 miliardo di connessioni 5G. I dati sono incoraggianti. Il fattore tempo è, infatti, essenziale per la sostenibilità degli ingenti investimenti necessari per lo sviluppo del 5G. Ritardi eccessivi nella standardizzazione e nel dispiegamento delle reti non sarebbero tollerabili. Del resto, già prima della pandemia, il mercato esprimeva forte preoccupazione su come rispondere alle aspettative sul 5G e su come finanziare gli alti investimenti necessari per costruire l'infrastruttura di rete nei tempi indicati dalla Commissione per garantire la competitività dell'Europa a livello globale. Gli operatori mobili chiedevano alle autorità europee di inviare al mercato segnali forti, a testimonianza di una visione e di un impegno a lungo termine, che superassero le preoccupazioni sui rischi a breve termine. In questa ottica il Legislatore europeo lavora da anni per promuovere l'innovazione, la realizzazione delle reti ad altissima velocità fisse e mobili e la digitalizzazione delle imprese e della pubblica amministrazione nell'Unione, con programmi di ricerca su larga scala, quali il *5G Public-Private Partnership* (5G-PPP) avviato nel 2013, il *Piano d'azione 5G* nel 2016, l'istituzione dell'*Osservatorio europeo 5G* nel 2018, il programma *Digital Europe* nel 2019, il programma *Horizon Europe* ("figlio" di *Horizon 2020*) e, da ultimo, il programma *Connecting Europe Facility* (CEF) per lo sviluppo di reti, anche digitali, per connettere il Vecchio Continente. Oggi la politica industriale torna, dunque, come in passato, a svolgere un ruolo di primo piano. C'è però una profonda differenza rispetto al passato. Il paradigma al quale oggi l'azione è improntata è, infatti, centrato sulla promozione di una collaborazione tra le istituzioni pubbliche e il settore privato, che passa per il

sostegno economico e non solo. Politica e regolamentazione sono chiamate ad attivare le leve da cui dipende l'innovazione e rimuovere gli ostacoli allo sviluppo dei mercati.

Dal canto loro, stanti gli alti costi della infrastrutturazione 5G (essenzialmente dovuti ad una densificazione dei siti di cella) gli operatori di telecomunicazione sono chiamati a sviluppare strategie di contenimento delle spese. In questo senso, già le gare sul 5G hanno costituito uno spartiacque, che ha spinto ad una netta inversione di tendenza, nella direzione di una maggiore sinergia, se non strutturale quantomeno per macro-obiettivi, degli operatori del settore mobile. Dovrà probabilmente essere valutata l'adozione di modelli di condivisione dei rischi e di coinvestimento nella realizzazione delle nuove reti ad altissima velocità, modelli di condivisione delle infrastrutture di rete e di *sharing* dello spettro radio per permetterne un uso più efficiente. Per altro verso, è fondamentale che gli operatori di telecomunicazioni puntino sul *cloud*, fino ad ora dominio incontrastato degli *Over The Top*. È proprio il *cloud*, infatti, ad offrire le migliori prospettive agli operatori mobili, consentendo un deciso abbattimento dei costi di realizzazione delle reti 5G. L'impiego delle tecnologie *cloud* nella rete di accesso radio, *Cloud Radio Access Networks* (*Cloud RAN*), ovvero la virtualizzazione delle stazioni radio-base, permette significativi risparmi grazie alla condivisione delle risorse di elaborazione, oltre alla maggiore scalabilità e flessibilità di gestione della rete di accesso radio. Gli esperti del *Cloud RAN* sostengono che questa architettura è il 30–50% più economica di una RAN distribuita e tradizionale⁵. Soprattutto, però, per cogliere appieno le opportunità offerte

5. HSBC Global research, "5G and the cloud. Will it change your life?", September 2019.

dall'avvento del 5G, gli operatori dovranno sviluppare modelli di business innovativi e virtuosi, operando nei cosiddetti mercati "verticali". La capacità di differenziazione dei servizi che il 5G supporta nativamente, grazie al *network slicing*, consente, infatti, di rendere disponibili servizi rivolti a particolari settori economici o industriali, i cosiddetti "verticali", nonché a gruppi specifici di utenti. Ciò è in grado di incidere drasticamente sui modelli di business degli operatori di rete rispetto all'attuale configurazione di mercato, in cui sono offerti servizi in gran parte standardizzati e la differenziazione è limitata ai piani tariffari. Gli operatori di telecomunicazione hanno l'opportunità di operare un netto cambio di paradigma e passare da un modello di business prevalentemente B2C (*Business to Consumer*) ad un modello B2B (*Business to Business*). Questo, in una prospettiva al 2030, costituirà il segmento in grado di generare entrate con il maggiore tasso di crescita annuale composto. Gli incentivi per il dispiegamento delle reti dipendono dalla prospettiva di entrate incrementalmente derivanti dai nuovi servizi e utenti. In alcuni settori il 5G sarà addirittura critico: i trasporti, le applicazioni mediche e, più in generale, l'*Internet of Things*. Secondo i dati pubblicati di recente da *ABI Research*⁶, l'impiego del 5G nei settori verticali dell'industria genererà ricavi per miliardi di euro, in grado di garantire il ritorno degli investimenti per il 5G.

Non si può non osservare, tuttavia, che l'emergere di innovativi modelli di business porrà nuove criticità di ordine concorrenziale nei rapporti tra gli operatori di rete e i fornitori dei servizi verticali, che potrebbero tradursi, da un lato, in un impedimento o freno all'innovazione ed alla crescita della economia digitale, dall'altro, agire a danno dell'utente e del

6. *ABI Research whitepaper, "The Five Myths of 5G"*, 26 September 2019.

consumatore. Occorrerà scongiurare l'effetto "Far West": la creazione di nuove barriere all'entrata, *bottleneck* e posizioni dominanti. Per altro verso, data la necessità, per colmare il deficit di finanziamento, di promuovere solide partnership, anche transfrontaliere, tra gli operatori di rete e i fornitori di servizi verticali, occorrerà chiarire le regole sulla cooperazione orizzontale. Sarà necessario evitare, sin dappprincipio, fenomeni di "lock in", ad esempio consentendo ai "vertical" di migrare a nuovi fornitori dei servizi di connettività e garantendo la completa portabilità dei dati.

Se questo è il quadro generale, l'Opera guarda, in particolare, alle applicazioni della tecnologia 5G alla mobilità e alla logistica, su rete stradale, ferroviaria, nel settore del trasporto aereo e nei sistemi portuali, come strumento per il miglioramento della sicurezza e della qualità delle reti in uno scenario di *smart city* e servizi *green*, nonché come mezzo per promuovere ed accelerare la ripresa economica post Covid-19. Considerate quindi le descritte criticità in ordine alla sostenibilità degli investimenti infrastrutturali, l'Opera approfondisce gli aspetti giuridici ed economico-finanziari per il ricorso a forme di Partenariato Pubblico-Privato, nell'ambito dei progetti promossi e finanziati dalla Commissione europea, e propone un originale modello di analisi sistematica degli investimenti di supporto al decisore pubblico, rappresentando un importante contributo alla costruzione dell'ecosistema 5G.

ANTONIO MARTUSCIELLO

già Commissario Agcom

Docente di Diritto delle Comunicazioni

presso IULM

Riassunto

Miglioramento della sicurezza e della qualità delle reti di mobilità e logistica, ripresa economica post Covid-19, sostenibilità ambientale e inclusione sociale sono obiettivi possibili solo grazie ad un programma coordinato di investimenti che preveda anche le nuove tecnologie 5G. Opportuni progetti strategici potranno fare conseguire per le reti nazionali e TEN, ma anche in ambito urbano, un contenimento del costo generalizzato del trasporto ed un migliore rapporto “*mobilità sostenibile-territorio-sviluppo economico*”.

I benefici dovuti al 5G potranno essere sempre più rilevanti: veicoli a guida autonoma e connessi in rete, droni e strumenti innovativi per la logistica, sensori per il monitoraggio continuo della sede stradale e di quella ferroviaria (binario, deviatoi, etc.), incremento della sicurezza e del comfort nelle stazioni, aeroporti, porti e interporti, che potranno anche trasformarsi in *Hub hi-tech*, sdoganamenti della merce più rapidi, *smart city* e servizi *green*. Questi sono gli argomenti sviluppati nel lavoro, dove vengono svolti specifici “focus” sulle diverse opere di mobilità e di logistica. Sono pure approfonditi gli aspetti giuridici ed economico-finanziari per il ricorso a forme di *Partenariato Pubblico-Privato* PPP ed il trasferimento del rischio al mercato assicurativo, oltre che al *Partenariato per l'innovazione*, previsto dall'art. 65 del Codice degli Appalti (D.

Lgs. N. 50/2016), in recepimento della Direttiva 2014/24/UE. Infine, viene proposto un originale approccio metodologico per l'analisi sistematica degli investimenti, attraverso un modello *multi-obiettivo*, individuando la soluzione "ottima" di intervento (vettore colonna di *ordine n*) fra un *set* di possibili alternative nello spazio vettoriale, tenuto anche conto del sistema di vincoli, espressi da equazioni e/o disequazioni.

Summary

Improving the safety and quality of the mobility and logistics networks, post-Covid-19 economic recovery, environmental sustainability and social inclusion are possible objectives only thanks to a coordinated investment program that also includes new 5G technologies. Appropriate strategic projects may lead to a reduction in the *generalized cost of transport* and a better "*sustainable mobility-territory-economic development*" ratio for national and TEN networks, but also in the urban area.

The benefits due to 5G may be increasingly significant: self-driving and networked vehicles, drones and innovative tools for logistics, sensors for continuous monitoring of the road and railway site (track, switches, etc.), increase safety and comfort in stations, airports, ports and interports, which can also be transformed into *hi-tech hubs*, faster customs clearance of goods, smart cities and green services. These are the topics developed in the work, where specific "focus" on the various mobility and logistics works is carried out. The legal and economic-financial aspects for the use of forms of PPP *Public-Private Partnership* and the transfer of risk to the insurance market, as well as to the *Innovation Partnership*, provided for by art. 65 of the Procurement Code (Legislative De-

cree No. 50/2016), in implementation of Directive 2014/24 / EU. Finally, an original methodological approach is proposed for the systematic analysis of investments, through a *multi-objective model*, identifying the “*optimal*” intervention solution (vector column of *order n*) among a set of possible alternatives in the vector space, also kept account of the system of constraints, expressed by equations and/or inequalities.

KEYWORDS: Network infrastructures, Logistics and transport, Transport systems, Safety, Reliability, Resilience analysis, Critical network infrastructure, Artificial intelligence, 5G, Innovative technologies, Mathematical models, Multi-Objective models, Risk analysis, Operative research, Project Management, Public-Private Partnership, Innovation Partnership, Insurance market.

