

MAGGIO 2023

Il 5G tra percezione dei rischi e impatto sulla competitività

Enrico Barsotti, Silvia Compagnucci, Alessandro D'Amato, Enrica Lipilini, Domenico Salerno

L'evoluzione tecnologica dell'offerta e della domanda hanno trasformato le telecomunicazioni in una piattaforma essenziale a supporto della trasformazione digitale del Sistema Paese. Il 5G, in particolare, rappresenta un volano di sviluppo straordinario da cui dipende e sempre più dipenderà la competitività dei singoli paesi. La necessità di cogliere tali opportunità di crescita e di centrare gli obiettivi di connettività fissati a livello europeo e nazionale impongono di accelerare il deployment delle reti rimuovendo gli ostacoli e, dunque, non solo semplificando le procedure autorizzative ma anche rivedendo la disciplina sui limiti elettromagnetici che un forte impatto esercita sulla progettazione e realizzazione delle infrastrutture di rete mobile.

- Il passaggio dalle reti 4G a quelle 5G comporterà una serie di benefici sia dal punto di vista tecnico che economico, consentendo agli operatori di gestire volumi di traffico sempre crescenti e di offrire ai propri clienti performance sempre più evolute e focalizzate sulle prestazioni richieste dalle diverse applicazioni/servizi.
- Secondo i dati del *5G Observatory* nel terzo trimestre del 2022 gli operatori italiani hanno dichiarato una copertura pari al 99,7%, il secondo valore più alto a livello europeo. Si tratta tuttavia di una copertura raggiunta grazie all'eredità storica della buona copertura 4G e dell'utilizzo della tecnologia DSS (*Dynamic Spectrum Sharing*).
- L'Italia è l'unico dei grandi paesi comunitari (con più di 15 milioni di abitanti) a non aver adottato gli standard consigliati dall'ICNIRP. La previsione di limiti alle emissioni elettromagnetiche più stringenti si traducono, secondo stime, in extra-costi di circa €4 miliardi. Le poche altre nazioni europee che, insieme all'Italia, avevano storicamente limiti stringenti li hanno alzati o stanno considerando di farlo di fronte alle nuove sfide poste dal 5G. La Polonia si è uniformata ai limiti internazionali a partire dal 1° gennaio 2020 mentre nella regione di Bruxelles è iniziato un processo di modifica della disciplina su tali limiti.
- L'analisi condotta da Bytek e I-Com per Futur#Lab ha permesso di studiare attraverso un'analisi delle ricerche sul web, i timori correlati alle reti di quinta generazione, alle antenne e all'inquinamento elettromagnetico, osservando un andamento fortemente decrescente che si attesta su numeri marginali, anche comparati con altri Paesi UE (es. Francia e Spagna) ed extra-UE (es. Stati Uniti).

EXECUTIVE SUMMARY	3
1. I BENEFICI TECNICI ED ECONOMICI DELL'EVOLUZIONE DELLE RETI MOBILI	10
1.1. <i>I benefici tecnici del 5G</i>	10
1.2. <i>L'impatto economico del 5G</i>	13
1.3. <i>Un veloce sguardo al futuro: il 6G</i>	16
2. LO STATO DI IMPLEMENTAZIONE DELLE RETI 5G IN EUROPA ED IN ITALIA	19
2.1. <i>Lo sviluppo del 5G a livello globale</i>	19
2.2. <i>Il deployment delle reti di quinta generazione: l'Italia nel contesto europeo.....</i>	22
3. DAGLI OBIETTIVI DI CONNETTIVITÀ AI LIMITI ELETTROMAGNETICI. LA NORMATIVA RILEVANTE	27
3.1. <i>Gli obiettivi europei e le policy nazionali per lo sviluppo delle reti di TLC.....</i>	27
3.2. <i>La normativa impattante sul deployment delle reti 5G. Autorizzazione e localizzazione degli impianti e disciplina sui limiti elettromagnetici.....</i>	29
3.2.1. <i>La disciplina sull'esposizione umana a campi elettromagnetici. Dalle scelte dell'Italia a quelle di Polonia e Belgio.....</i>	31
4. IL TIMORE DEL 5G NELLE PERCEZIONI DEI CITTADINI. REALTÀ O FALSO MITO?	39
4.1. <i>Le tendenze della disinformazione online</i>	43
4.2. <i>Survey sui timori della popolazione relativi al 5G</i>	44
5. UNA STIMA DEGLI IMPATTI DEI PIÙ STRINGENTI LIMITI ALLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE	54
5.1. <i>Le conseguenze in termini economici, ambientali e tecnologici</i>	54
6. CONCLUSIONI E SPUNTI DI POLICY	62

EXECUTIVE SUMMARY

I BENEFICI TECNICI ED ECONOMICI DELL'EVOLUZIONE DELLE RETI MOBILI

Dal punto di vista tecnico, i benefici del 5G si sostanziano nell'aumento della velocità di trasferimento dei dati fino a 10 Gbps, nella riduzione della latenza fino ad 1 millisecondo, nella gestione di un milione di dispositivi in 1 km² e nell'assicurare una maggiore longevità della batteria dei dispositivi, aumentando le potenzialità dei servizi di connettività di tipo fisso e di tipo mobile. I cluster applicativi in cui sarà più evidente l'impatto della nuova tecnologia fanno capo all'*Internet of Things* e utilizzeranno prevalentemente tre funzioni, ovvero *Massive Machine-type*, *Critical Machine-type* ed *Enhanced Mobile Broadband* (e-MBB).

I cluster applicativi in cui sarà più evidente l'impatto della nuova tecnologia fanno capo all'Internet of Things e utilizzeranno prevalentemente tre funzioni, ovvero Massive Machine-type, Critical Machine-type ed Enhanced Mobile Broadband (e-MBB)

In merito ai vantaggi economici, il 5G permetterà agli operatori di fornire una connettività wireless ad ampissima capacità e bassissima latenza ad una vasta gamma di industrie "verticali", cioè settori o gruppi di imprese che producono, sviluppano e forniscono prodotti sulla catena del valore. Sul punto, la stima più recente è stata pubblicata dal GSMA nel 2023 e quantifica in 950 miliardi di dollari l'impatto positivo sul PIL mondiale annuale che le reti di quinta generazione garantiranno al 2030.

Si stima che le reti di quinta generazione garantiranno un impatto positivo sul PIL mondiale annuale quantificabile in circa 950 miliardi di dollari entro il 2030

Gli effetti positivi del 5G sulla crescita trovano conferma nell'interesse delle aziende. Secondo il rapporto internazionale "*Reimagining Industry Futures Study*", pubblicato da EY a febbraio 2022, il 17% delle imprese stava già investendo sul 5G nella propria organizzazione, mentre ben il 56% stava programmando un investimento che verrà effettuato in un arco temporale che va da 1 a 3 anni. Solo il 12% dei rispondenti affermava di ritenere le reti di quinta generazione non rilevanti per la propria attività. Un dato particolarmente significativo se si considera che il campione di imprese selezionato per lo studio è estremamente variegato per settore e dimensione.

Con uno sguardo al futuro, è previsto il rilascio dello standard 6G intorno al 2025 con l'ambizione di divenire la principale tecnologia mobile dalla seconda metà del prossimo decennio. Questo aprirà la strada al passaggio da una "Giga Economy" alla "Tera Economy", favorendo sviluppi come la telepresenza olografica ad alta definizione ed il dispiegamento di reti di scopo.

LO STATO DI IMPLEMENTAZIONE DELLE RETI 5G IN EUROPA ED IN ITALIA

Uno dei parametri più rilevanti per confrontare il livello di sviluppo del sistema delle infrastrutture di telecomunicazione in un'area geografica è certamente la misurazione della velocità delle connessioni. I dati che emergono dall'analisi delle rilevazioni sulla velocità di downlink mobili effettuati da Ookla nel corso del 2022 mostrano che il vecchio continente, con 92 Mbit/s di velocità di downlink media registrata, sebbene presenti un valore medio più elevato del 21% rispetto a quello mondiale, dispone di prestazioni di rete del 39% inferiori rispetto agli USA, dell'86% parametrata alla Cina e del 154% più basse della Corea del Sud.

Il vecchio continente, con 92 Mbit/s di velocità di downlink media registrata, sebbene presenti un valore medio più elevato del 21% rispetto a quello mondiale, dispone di prestazioni di rete del 39% inferiori rispetto agli USA, dell'86% parametrata alla Cina e del 154% più basse della Corea del Sud

Altro dato estremamente interessante è relativo al numero di abbonati a servizi di connettività 5G. L'Unione Europea, presentando un numero di abbonati 5G rispetto alla popolazione pari ad appena il 6,9%, detiene il valore più basso tra tutte le aree considerate. Da questo dato si può dedurre che una migliore infrastrutturazione di rete, che consente performance di connettività più elevate, rappresenti anche un importante stimolo alla domanda di mercato per la nuova tecnologia.

Per quanto riguarda l'Italia, i dati del 5G Observatory indicano come al primo trimestre 2023 gli operatori italiani abbiano dichiarato una copertura pari al 99,7%, il quarto valore più alto tra quelli pubblicati a livello europeo. Nonostante l'ottima performance registrata dal nostro Paese, ad un'analisi più attenta emerge chiaramente come tale livello sia stato raggiunto grazie all'eredità storica della buona copertura 4G e dell'utilizzo della tecnologia DSS (Dynamic Spectrum Sharing).

Nonostante l'ottima performance registrata dal nostro Paese, ad un'analisi più attenta emerge chiaramente come tale livello sia stato raggiunto grazie all'eredità storica della buona copertura 4G e dell'utilizzo della tecnologia DSS (Dynamic Spectrum Sharing)

DAGLI OBIETTIVI DI CONNETTIVITÀ AI LIMITI ELETTROMAGNETICI. LA NORMATIVA RILEVANTE

Nel settembre 2016, la Commissione europea ha adottato il 5G Action Plan con il quale ha definito una chiara tabella di marcia per gli investimenti pubblici e privati sulle infrastrutture 5G nell'UE, il cui monitoraggio è affidato all'Osservatorio europeo 5G. Inoltre, lo scorso febbraio, è stato

lanciato il “Connectivity Package” che al suo interno contiene, fra l’altro, una nuova proposta di regolamento (*Gigabit Infrastructure Act*) che fornirà nuove norme per consentire una diffusione più rapida, economica ed efficace delle reti Gigabit in tutta l’UE.

L’ultimo quinquennio si è caratterizzato per l’adozione di una serie di importanti interventi attraverso i quali si è cercato di ridurre gli ostacoli alla realizzazione di reti moderne e performanti, tra cui quelle 5G che, insieme alla fibra, rappresenteranno per il Paese leve di competitività importanti.

L’ultimo quinquennio si è caratterizzato per l’adozione di una serie di importanti interventi attraverso i quali si è cercato di ridurre gli ostacoli alla realizzazione di reti moderne e performanti, tra cui quelle 5G che, insieme alla fibra, rappresenteranno per il Paese leve di competitività importanti

Rispetto all’esposizione umana ai campi elettromagnetici, i limiti internazionali sono stabiliti dall’ICNIRP (*Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) le cui linee guida – aggiornate nel marzo 2020 – applicando il fattore di sicurezza e il principio di precauzione di derivazione comunitaria, fissano un valore limite di 61 V/m, pari a circa 10 W/m².

Nel nostro Paese, invece, sussistono limiti più stringenti secondo quanto previsto dal DPCM 8 luglio 2003 che ha fissato il valore di attenzione e l’obiettivo di qualità a 6 V/m, mentre il limite di esposizione è fissato a 60 V/m per frequenze da 0.1 MHz a 3 MHz, a 20 V/m per frequenze da 3MHz a 3 GHz e a 40 V/m per frequenze da 3 a 300 GHz.

Per quanto concerne le scelte compiute da altri paesi che, come l’Italia, hanno adottato scelte particolarmente rigorose in materia, la Polonia si è uniformata ai livelli indicati dall’ICNIRP e adottati da quasi tutti i paesi UE, a partire dal 1° gennaio 2020. Anche nella regione di Bruxelles, in Belgio, nel 2021 è iniziato un processo di modifica della disciplina sui limiti alle emissioni elettromagnetiche, pur rimanendo – almeno per il momento – al di sotto dei limiti raccomandati dall’ICNIRP e dall’OMS.

IL TIMORE DEL 5G NELLE PERCEZIONI DEI CITTADINI. REALTÀ O FALSO MITO?

È largamente diffusa l’idea che la popolazione nutra timore e avversione per l’installazione delle reti di TLC e lo sviluppo del 5G. Invero, una serie di indagini recentemente condotte mostrano come la percezione dei cittadini rispetto allo sviluppo del 5G non sia affatto connotata da un rifiuto. Un’influenza negativa verso l’accoglimento di queste nuove tecnologie è data dalla disinformazione. Infatti, l’UE è intervenuta al fine di contrastarla a partire da marzo 2015, con il lancio della task force *East StratCom*, sino a giungere a ottobre 2018 con l’emanazione di un importante strumento di autoregolamentazione – il Codice di condotta sulla disinformazione – che

è stato firmato volontariamente da tutte le più grandi piattaforme digitali, compresi i maggiori social network e i principali player dell'industria pubblicitaria.

L'indagine condotta da Bytek e I-Com per Futur#Lab ha permesso di studiare i timori correlati al 5G in 5 paesi (Italia, Stati Uniti, Francia, Germania e Spagna) attraverso l'osservazione delle *keyword* utilizzate nelle ricerche effettuate dagli utenti a livello nazionale nel periodo compreso tra agosto 2019 e marzo 2023. Lo scopo dell'analisi è quello di rilevare quanto siano realmente diffuse le paure circa le reti di quinta generazione, le antenne e l'inquinamento elettromagnetico, concentrandosi su un momento storico molto particolare quale quello pandemico.

Sebbene la rilevazione mostri, a livello generale, un forte condizionamento esercitato dalla crisi pandemica e dalle numerose fake news su possibili collegamenti tra 5G e Covid-19 che imperversavano sul web e che hanno certamente concorso a determinare un picco di ricerche nella fase più acuta (secondo trimestre 2020), la stessa evidenzia un certo interesse per il 5G anche al di fuori di tale periodo (in Italia 5.206 ricerca ogni 100.000 abitanti nel 2022 a fronte delle 3.362 della Spagna e le 2.857 della Germania). Tuttavia, le ricerche sul 5G correlate ad un sentimento di paura, al di là del secondo trimestre 2020, mostrano un andamento fortemente decrescente e si attestano su numeri marginali. Prova ne è il fatto che in Italia passino dal 13% del totale nel 2020 al 2,8% del 2022, anno nel quale si sono registrate solo 144,5 ricerche di questo tipo ogni 100.000 abitanti.

Anche il tema dei limiti elettromagnetici, unico argomento non impattato – USA a parte – dalla crisi pandemica, sembra non appassionare particolarmente le ricerche italiane che, seppur superiori a quelle realizzate in Spagna (11,5) e Francia (5,7), si attestano a quota 12,3 ogni 100.000 abitanti nel 2022.

Le ricerche sul 5G correlate ad un sentimento di paura, al di là del secondo trimestre 2020, mostrano un andamento fortemente decrescente e si attestano su numeri marginali. Prova ne è il fatto che in Italia passino dal 13% del totale delle ricerche sul 5G nel 2020 al 2,8% del 2022, anno nel quale si sono registrate solo 144,5 ricerche di questo tipo ogni 100.000 abitanti

UNA STIMA DEGLI IMPATTI DEI PIÙ STRINGENTI LIMITI ALLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE

Stimare nel dettaglio gli impatti economici sul *deployment* di una rete 5G di una normativa più stringente sui limiti frequenziali è un compito molto complesso e articolato, in quanto richiede il confronto tra la progettazione di due reti, una con i limiti italiani (per semplicità, i 6V/m in ambito urbano) ed una applicando invece i limiti internazionali fissati dall'ICNIRP, 61V/m.

In virtù della difficoltà di replicare un'analisi così complessa, è necessario fare riferimento a uno studio presentato da ASSTEL nel corso di un'Audizione presso la IX Commissione Trasporti, Poste e Telecomunicazioni della Camera dei Deputati, i cui risultati principali in termini di impatto riguardano: l'aumento dei costi stimato pari a €9,4 miliardi, con un extra-costo di circa €4 miliardi, rispetto ai €5,5 mld che si prevedono se i limiti italiani fossero pari a quelli europei e raccomandati dall'ICNIRP; l'emergere di coperture a "macchia di leopardo", con buchi di copertura proprio nelle aree urbane laddove l'intensità di traffico è maggiore e le funzionalità richieste più stringenti limiti più stringenti; un effetto negativo sulla sostenibilità ambientale, poiché - a parità di altri fattori - un incremento della densità degli impianti comporta un maggiore consumo energetico.

Considerando che l'Italia è il 7° Paese al mondo in termini di export, fissare limiti più bassi alle emissioni elettromagnetiche ha una particolare rilevanza soprattutto per quei settori industriali, in cui l'Italia ha una posizione preminente sui mercati internazionali, quali macchinari e apparecchi n.c.a., metalli di base e prodotti in metallo, prodotti tessili e dell'abbigliamento pelli ed accessori, i cui processi saranno sempre più impattati dalle evoluzioni delle reti di telecomunicazioni e, in particolare, dalle reti 5G.

Considerando che l'Italia è il 7° Paese al mondo in termini di export, fissare limiti più bassi alle emissioni elettromagnetiche ha una particolare rilevanza soprattutto per quei settori industriali, in cui l'Italia ha una posizione preminente sui mercati internazionali, quali macchinari e apparecchi n.c.a., metalli di base e prodotti in metallo, prodotti tessili e dell'abbigliamento pelli ed accessori, i cui processi saranno sempre più impattati dalle evoluzioni delle reti di telecomunicazioni e, in particolare, dalle reti 5G

CONCLUSIONI E SPUNTI DI POLICY

L'evoluzione tecnologica dell'offerta e della domanda hanno trasformato le telecomunicazioni in una piattaforma essenziale a supporto della trasformazione digitale del Sistema Paese. Il nuovo standard di trasmissione mobile di quinta generazione costituisce un'importante opportunità di sviluppo e crescita a livello planetario, in particolare per la sua capacità di abilitare applicazioni e tecnologie avanzate assicurando performance straordinarie.

Secondo le stime realizzate dal GSMA, le reti di quinta generazione garantiranno un effetto positivo sul PIL mondiale quantificabile in circa 950 miliardi di dollari entro il 2030 ed è proprio in considerazione degli enormi benefici attesi e dell'attuale ritardo in cui versa l'UE rispetto a USA, Cina, Giappone e Corea del Sud, che le istituzioni europee e nazionali hanno fissato obiettivi di connettività molto ambiziosi rispetto al 5G.

Se l'Italia mira a rivestire un ruolo nella partita europea e globale è necessario un cambio di passo che consenta di accelerare lo sviluppo delle reti 5G attraverso azioni che, da un lato, garantiscano

l'adozione e l'uniforme applicazione sul territorio nazionale di tutte le ulteriori semplificazioni necessarie per accelerare le procedure autorizzative per lo sviluppo delle reti mobili, come già ricordato nel precedente studio I-Com per Futur#Lab¹, e, dall'altro, sulla scia di quanto sta accadendo in altre realtà europee - prime tra tutte Polonia e Belgio – di rivedere i limiti attualmente vigenti.

In questo contesto, dopo il naufragio di vari tentativi di riforma, potrebbe vedere la luce un decreto legge² che, tra le varie misure inerenti le TLC, dovrebbe prevedere l'innalzamento dei valori, nelle zone ove si renda necessario, in linea con le politiche di sviluppo dei paesi dell'Unione Europea, le indicazioni della Commissione Europea e le linee guida ICNIRP sui limiti di esposizione ai campi elettromagnetici, aggiornando conseguentemente le tabelle di cui all'allegato B del decreto del DPCM dell'8 luglio 2003. Importante sottolineare che, in base alla bozza del decreto circolata, l'incremento dei valori sarebbe subordinato ad un'attività di monitoraggio sui valori reali di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico ambientali, e gli attuali livelli di emissioni delle reti mobili svolta entro 90 giorni dalla data di entrata in vigore della legge dalla Fondazione Ugo Bordoni in collaborazione con le Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale. Sempre in capo alla Fondazione Bordoni sarebbe il compito di istituire una rete di monitoraggio nazionale con lo scopo di informare in modo corretto ed efficace la cittadinanza sui livelli di campo elettromagnetico effettivamente presenti sul territorio, fornire alle Regioni ed agli enti locali dati e informazioni utili per migliorare il processo di localizzazione e controllo degli impianti sorgenti di campi elettromagnetici al fine di mitigare l'impatto elettromagnetico.

Questa scelta metterebbe al centro un ente terzo, indipendente e altamente tecnico che certamente dispone di quelle competenze e di quella credibilità che, unite alle ulteriori ed indispensabili azioni che le autorità politiche devono mettere in campo capillarmente e regolarmente e di concerto con altri enti tecnico-scientifici complementari (es. ISPRA e ISS a livello nazionale, ARPA a livello regionale) rappresentano lo strumento vincente per trasferire alla cittadinanza conoscenza e consapevolezza, da un lato, circa gli effetti dell'elettromagnetismo sulla salute umana e, dall'altro, di concerto anche con altri attori, circa le straordinarie opportunità che offre un'ampia e diffusa disponibilità di reti 5G.

Questa scelta metterebbe al centro un ente terzo, indipendente e altamente tecnico che certamente dispone di quelle competenze e di quella credibilità che rappresentano lo strumento vincente per trasferire alla cittadinanza conoscenza e consapevolezza

¹ S. Compagnucci, M. Masulli, C. Orlando, L. Principali, D. Salerno, R. Tokong, *Da Nimby a Pimby: fare infrastrutture in Italia*, Studio I-Com per Futur#Lab, aprile 2023.

² CorCom, "Tlc, ecco il decreto: 1,5 miliardi per la ripresa e limiti elettromagnetici al rialzo", 23 maggio 2023.

Nel complesso, si tratterebbe di una modifica normativa assolutamente importante, ove effettivamente arrivasse al traguardo, attraverso la quale si potrebbe porrebbe un freno al proliferare di impianti e dunque si ridurrebbe, da un lato, l'impatto ambientale conseguente al maggior consumo di energia, di suolo e di materiali che la disciplina vigente impone; dall'altro, si favorirebbe la competitività delle imprese di TLC non più chiamate a realizzare innumerevoli nuovi siti, delle aziende italiane in generale che potrebbero più rapidamente accedere alla connettività 5G e ai servizi che lo stesso abilita e, in ultima istanza, del sistema paese complessivamente considerato.

1. I BENEFICI TECNICI ED ECONOMICI DELL'EVOLUZIONE DELLE RETI MOBILI

1.1. I benefici tecnici del 5G

Il nuovo standard di trasmissione mobile di quinta generazione costituisce un'importante opportunità di sviluppo e crescita a livello planetario, in particolare per la sua capacità di abilitare applicazioni avanzate proprie dell'*Internet of Things*. Nei prossimi anni, IoT, intelligenza artificiale e cloud computing garantiranno un'integrazione sempre più verticale e orizzontale, senza soluzione di continuità, dell'intera catena del valore di un prodotto, rispetto ai quali uno dei principali fattori abilitanti sarà costituito proprio dalle reti 5G.

Nei prossimi anni, IoT, intelligenza artificiale e cloud computing garantiranno un'integrazione sempre più verticale e orizzontale, senza soluzione di continuità, dell'intera catena del valore di un prodotto, rispetto ai quali uno dei principali fattori abilitanti sarà costituito proprio dalle reti 5G

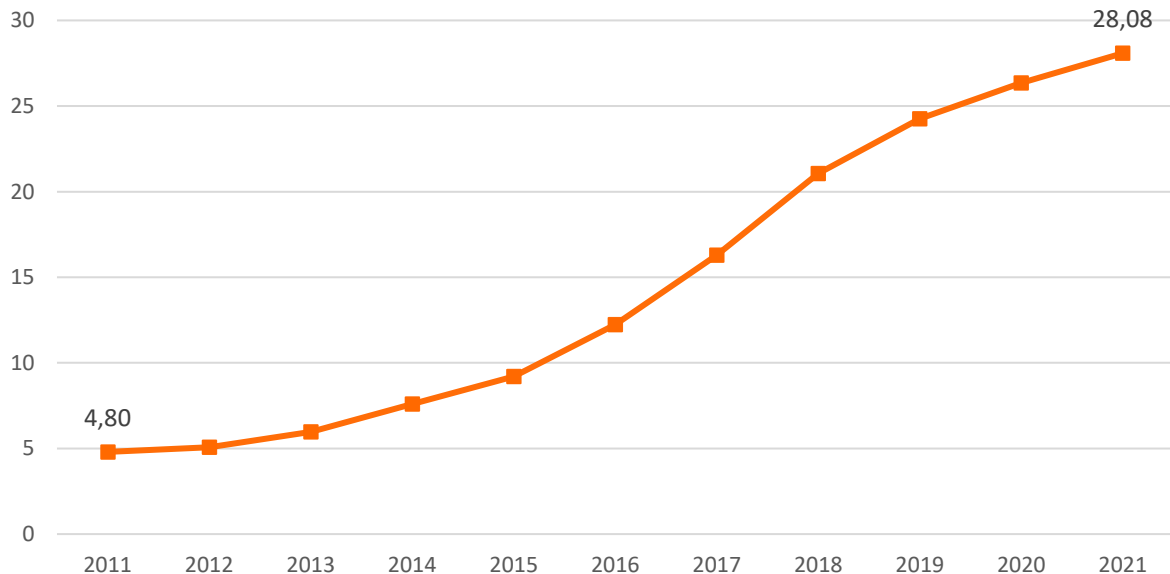
Dal punto di vista tecnico, il 5G può garantire una velocità di trasferimento dei dati fino a 10 Gbps (100 volte più veloce dell'LTE), ridurre la latenza fino ad 1 millisecondo, consentire di gestire un milione di dispositivi in 1 km² e assicurare una maggiore longevità della batteria dei dispositivi. Il 5G ha le potenzialità per ridisegnare i servizi di connettività di tipo fisso (*wireless last mile* ad altissima capacità) e di tipo mobile (altissimi volumi di dati), abilitando la diffusione pervasiva di oggetti che avranno la capacità di interagire tra di loro e con l'uomo condividendo le conoscenze acquisite.

Negli ultimi anni il numero di oggetti e macchine connessi alla rete è aumentato in maniera esponenziale anche nel nostro Paese. Questa tendenza traspare in maniera chiara dall'osservazione dei dati contenuti nell'ultima Relazione annuale Agcom relativi alla diffusione delle sim Machine-to-Machine (M2M), ovvero quelle sim che hanno come fine specifico la comunicazione tra macchine. In particolare, l'analisi dei dati rivela come tra il 2011 e il 2021 il numero di sim M2M in Italia sia cresciuto del 485%, passando da circa 4,8 milioni a oltre 28 milioni (Fig.1.1).

Analizzando i dati osserviamo che tra il 2011 e il 2021 il numero di sim M2M in Italia è cresciuto del 485%, passando da circa 4,8 milioni a oltre 28 milioni

Fig.1.1: Andamento numero di sim "M2M" in Italia (in milioni)

Fonte: AGCOM - Relazione annuale 2022 sull'attività svolta e sui programmi di lavoro



I cluster applicativi in cui sarà più evidente l'impatto della nuova tecnologia – che come anticipato fanno capo all'Internet delle cose – utilizzeranno prevalentemente tre funzioni, ovvero *Massive Machine-type*, *Critical Machine-type* ed *Enhanced Mobile Broadband* (e-MBB), che definiranno il ruolo del 5G in qualità di acceleratore per la trasformazione digitale delle aziende e abiliteranno lo sviluppo di nuovi servizi avanzati. Nel cluster degli *use-case IoT Massive Machine-type* rientrano tutte le reti di sensori, contatori intelligenti, rilevatori per il monitoraggio remoto di asset strategici e strutture, con requisiti chiave in termini di durata della batteria, densità di connessione supportata, affidabilità del servizio e senza SLA particolarmente sfidanti in termini di latenza e mobilità.

Negli *use-case IoT Mission Critical Machine-Type*, invece, si annoverano tutte quelle applicazioni che necessitano di performance particolarmente elevate in termini di affidabilità del servizio (99,99%), di latenza (~ inferiore ai 10ms) e di mobilità (anche superiore ai 500Km/h). Si pensi, ad esempio, al telecontrollo remoto di smart grid con requisiti di 8ms di latenza oppure servizi IoT per treni ad alta velocità, con requisiti di mobilità > 500 Km/h e latenza < 10 millisecondi, fino a servizi sanitari avanzati come la chirurgia da remoto ed il monitoraggio a distanza dello stato di salute dei pazienti (meno di 1ms di latenza e affidabilità stimata del 99,999%).

Tra i servizi avanzati appartenenti alla categoria dell'*Enhanced Mobile Broadband*, infine, rientrano tutte quelle applicazioni che prevedono tipicamente come requisiti chiave di supportare un *throughput* estremamente elevato (anche +10Gbps) e una latenza inferiore ai 5 millisecondi, fornendo al tempo stesso servizi affidabili, di qualità e altamente efficienti (si tratta, in particolare, di servizi legati all'offerta di esperienze avanzate di intrattenimento, video e automazione domestica come esperienze immersive di gaming, e-learning e remote-training, ecc.). La piena espressione delle potenzialità dei cluster IoT *Critical Machine-type* e dei servizi in *Enhanced Mobile*

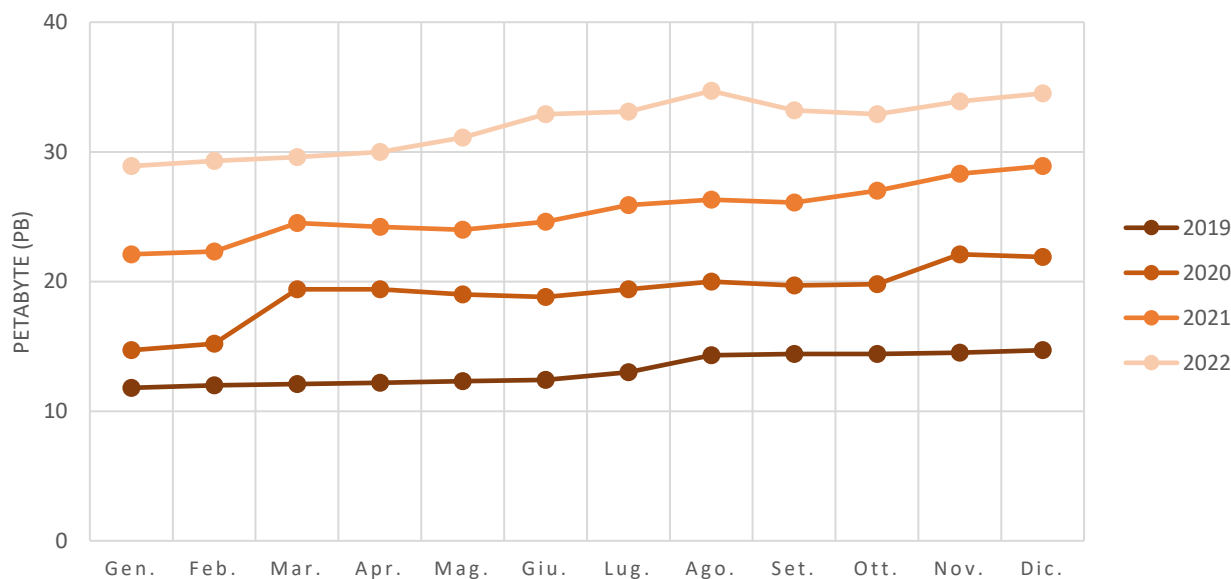
Broadband esigono lo sviluppo delle piattaforme 5G capaci di abilitare i requisiti essenziali per la loro applicazione in termini di latenza, *user throughput*, mobilità, densità di traffico, affidabilità del servizio e sicurezza.

Il graduale passaggio dalle reti 4G a quelle 5G sarà quindi fondamentale per consentire agli operatori di gestire volumi di traffico costantemente crescenti, nonché per offrire ai propri clienti performance sempre più evolute e focalizzate sulle prestazioni richieste dalle diverse applicazioni/servizi. I dati pubblicati dall'Agcom nel proprio Osservatorio trimestrale sulle Comunicazioni (1/2023) mostrano chiaramente come i volumi del traffico mobile in Italia abbiano sperimentato una crescita esponenziale negli ultimi anni (Fig.1.2).

Il graduale passaggio dalle reti 4G a quelle 5G sarà fondamentale per consentire agli operatori di gestire volumi di traffico sempre crescenti, nonché per offrire ai propri clienti performance sempre più evolute e focalizzate sulle prestazioni richieste dalle diverse applicazioni/servizi

Fig.1.2: Traffico mobile mensile in Italia

Fonte: Agcom - Osservatorio sulle Comunicazioni (1/2023)



In particolare, osservando i dati relativi al triennio 2019-2022 è possibile notare come il traffico mobile complessivo sulle reti mobili abbia registrato un incremento del 165,8%, passando da una media mensile di 12,4 ad una di 32,9 Petabyte.

Osservando i dati relativi ai primi tre trimestri del 2022 è possibile notare come il traffico mobile complessivo sulle reti mobili abbia registrato un incremento del 175% rispetto al medesimo periodo del 2019 passando da una media mensile di 11,8 ad una di 32,4 Petabyte

Le soluzioni tecnologiche, che richiederanno sia a livello industriale che civile prestazioni elevate in termini di velocità e affidabilità della rete, sono quindi destinate ad aumentare drasticamente nei prossimi anni. In quest'ottica, realizzare un'infrastruttura di rete in grado di sostenere pienamente lo sviluppo tecnologico appare oggi un imperativo fondamentale per consentire a tutti gli operatori economici di poter garantire servizi *future-proof* ai propri clienti, agli utenti di poter beneficiare di tutte le opportunità offerte dalle moderne innovazioni tecnologiche, nonché al Paese di rimanere competitivo rispetto ai principali competitor europei e globali.

1.2. L'impatto economico del 5G

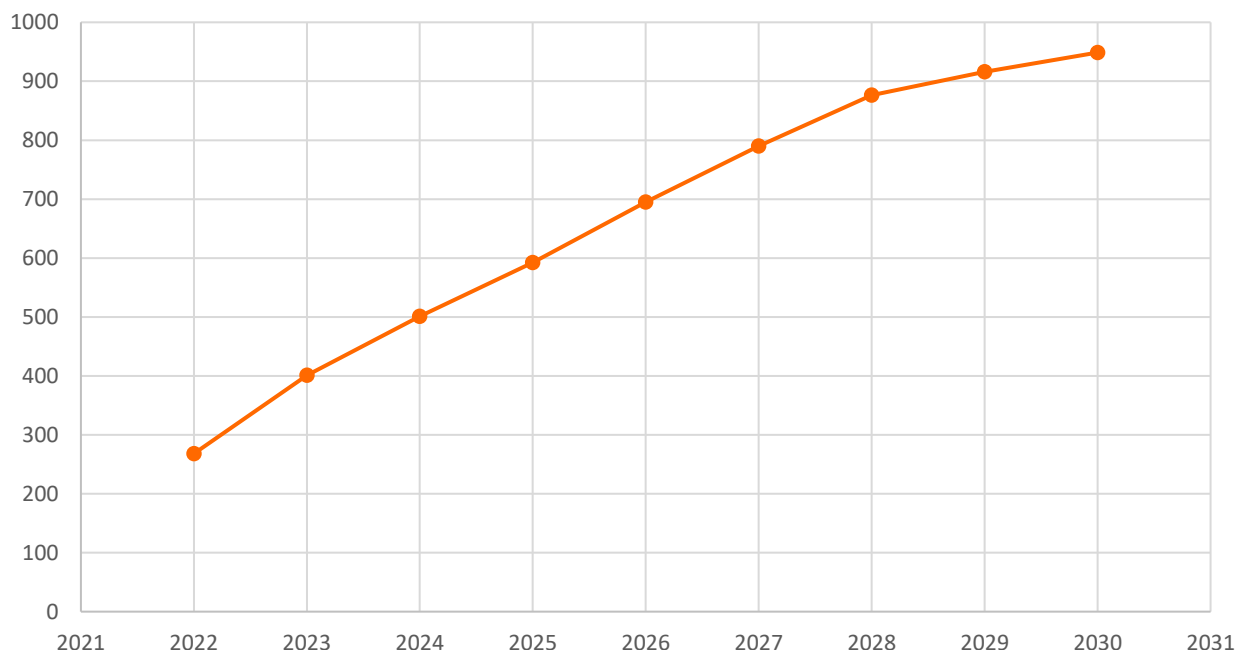
In aggiunta ai numerosi benefici dal punto di vista delle prestazioni, elencati nel paragrafo precedente, lo sviluppo delle reti di quinta generazione avrà ricadute positive dal punto di vista economico su gran parte dei settori economici. Il nuovo standard, infatti, oltre a migliorare le prestazioni delle reti mobili in termini di velocità di trasmissione, permetterà agli operatori di fornire una connettività wireless ad ampissima capacità e bassissima latenza ad una vasta gamma di industrie "verticali", cioè settori o gruppi di imprese che producono, sviluppano e forniscono prodotti sulle catene del valore.

La stima più recente relativa all'impatto che lo sviluppo del 5G potrebbe avere nei prossimi anni sulla crescita economica globale è stata pubblicata dal GSMA nel 2023 e quantifica in circa 950 miliardi di dollari l'impatto positivo sul PIL mondiale annuale che le reti di quinta generazione garantiranno entro il 2030 (Fig.1.3). Inoltre, secondo l'analisi GSMA, già nel 2022 il 5G ha contribuito alla crescita economica globale per circa 270 miliardi di dollari e questo trend dovrebbe continuare a crescere a ritmo sostenuto fino alla fine del decennio.

La stima più recente relativa all'impatto che lo sviluppo del 5G potrebbe avere nei prossimi anni sulla crescita economica globale è stata pubblicata dal GSMA nel 2023 e quantifica in circa 950 miliardi di dollari l'impatto positivo sul PIL mondiale che le reti di quinta generazione garantiranno entro il 2030

Fig.1.3: Contributo del 5G alla crescita economica globale dal 2022 al 2030 (\$ miliardi)

Fonte: GSMA - The Mobile Economy 2023

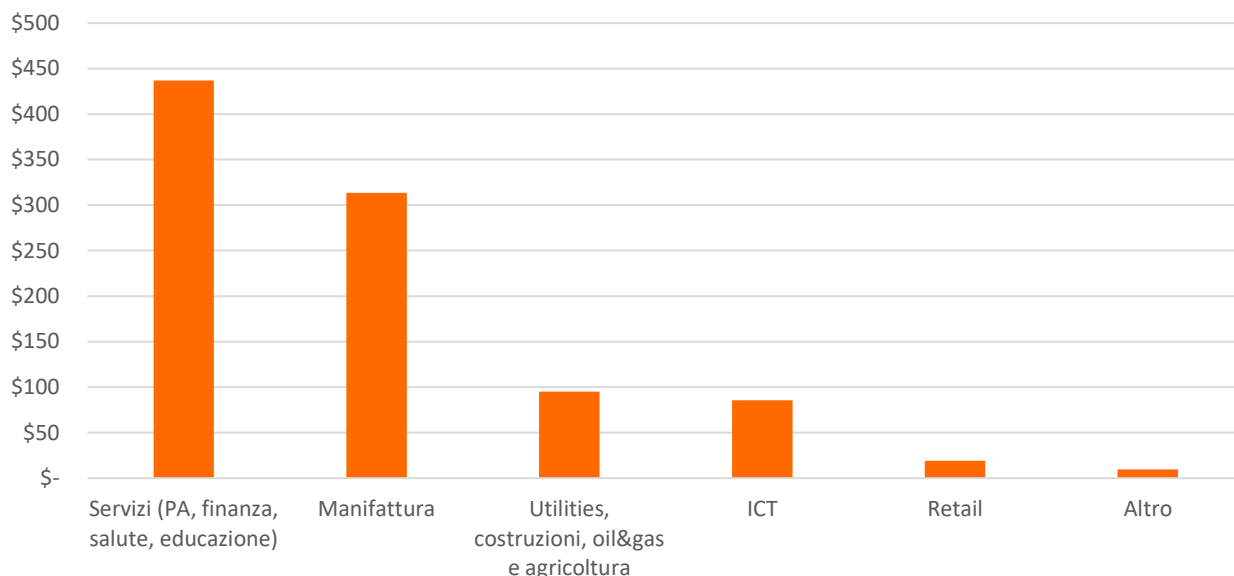


Osservando la scomposizione tra le varie attività economiche, i settori che dovrebbero beneficiare maggiormente della penetrazione delle reti 5G al 2030 sono i servizi, la cui crescita è stimata in \$437 miliardi entro la fine del decennio, seguiti da manifattura (\$313,5 miliardi), dal cluster “utilities, costruzioni, oil&gas e agricoltura” (95 miliardi), l’ICT (\$85,5 miliardi) e il retail (\$ 19 miliardi). Si tratta di evidenze importanti che dimostrano come l’impatto delle reti di quinta generazione non interessi solo il comparto delle telecomunicazioni ma rappresenti uno dei principali fattori abilitanti per tutte le altre innovazioni tecnologiche, come l’intelligenza artificiale, il cloud computing, l’IoT, la robotica e la realtà virtuale e si traduca, dunque, in un vantaggio tangibile per tutti i settori che di tali tecnologie si avvalgono.

I settori che dovrebbero beneficiare maggiormente della penetrazione delle reti 5G al 2030 sono i servizi, la cui crescita è stimata in \$437 miliardi entro la fine del decennio, seguiti da manifattura (\$313,5 miliardi), dal cluster “utilities, costruzioni, oil&gas e agricoltura” (95 miliardi), l’ICT (\$85,5 miliardi) e il retail (\$ 19 miliardi)

Fig.1.4: Contributo del 5G alla crescita economica al 2030, per settore (\$ miliardi)

Fonte: GSMA - The Mobile Economy 2023



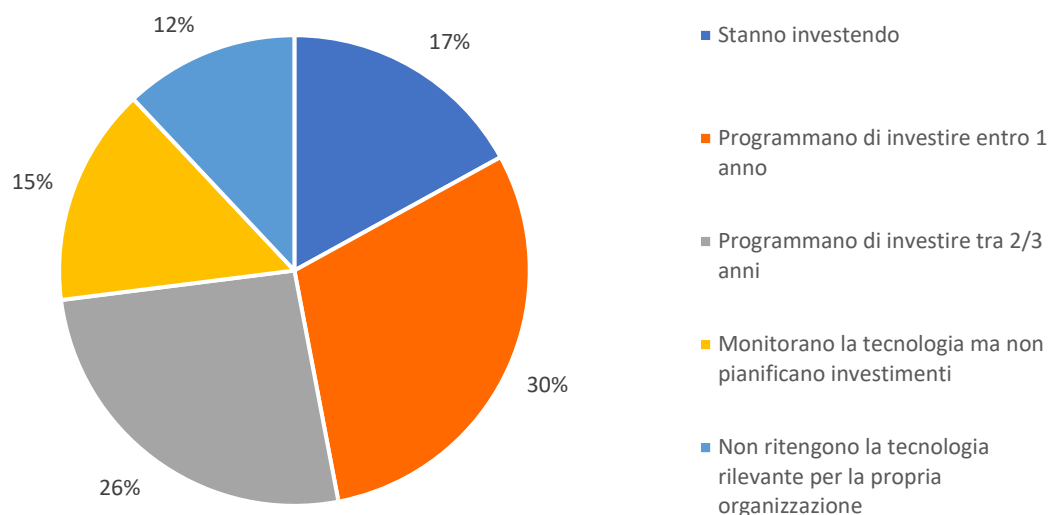
Le ottime prospettive di crescita del 5G a livello business trovano conferma anche nei dati pubblicati da EY nell'ultima versione del rapporto annuale *"Reimagining Industry Futures Study"*, intitolato nel 2022 *"Enterprise 5G: is the Industry 4.0 growth opportunity being overlooked?"*. L'analisi effettuata dalla società di consulenza si basa su un sondaggio sulle percezioni del 5G somministrato a 1.018 aziende provenienti da 13 paesi diversi tra novembre e dicembre 2021. Dalle risposte dei partecipanti allo studio emerge come il 17% delle imprese stia già investendo sul 5G nella propria organizzazione, mentre il 56% sta programmando un investimento che verrà effettuato in un arco temporale che va da 1 a 3 anni. Un ulteriore 15% sta monitorando questa tecnologia ma ancora non pianifica investimenti e solo il 12% dei rispondenti ritiene le reti di quinta generazione non rilevanti per la propria attività. Tali dati assumono ancor più valore se si considera che il campione selezionato per l'indagine è estremamente variegato per settore e dimensione (Fig.1.5).

il 17% delle imprese stia già investendo sul 5G nella propria organizzazione, mentre il 56% sta programmando un investimento che verrà effettuato in un arco temporale che va da 1 a 3 anni

Solo il 15% dei partecipanti proviene dal comparto tecnologico, mentre i restanti appartengono alla finanza (15%), al retail (14%), alla manifattura (13%), alla salute (11%), ai trasporti (11%), alle utilities (10%) e alla PA (10%). Questo a dimostrazione di quanto l'interesse verso il 5G sia trasversale rispetto a tutti i comparti economici.

Fig.1.5: Contributo del 5G alla crescita economica al 2030, per settore (\$ miliardi)

Fonte: EY (2022)



Perché una proiezione sui potenziali impatti economici di una tecnologia si verifichi è però necessario che l'implementazione di quest'ultima e di quelle ad essa connesse seguano la *timeline* preventivata nel momento in cui lo studio è stato redatto. Sfortunatamente il *deployment* delle reti, almeno in Italia, non sta seguendo un percorso lineare a causa di limitazioni normative e della resistenza di una parte (minoritaria) della popolazione e questo rallentamento potrebbe impattare in maniera negativa sul beneficio economico che il nostro tessuto industriale dovrebbe ricevere dalle nuove opportunità di business create dal 5G.

1.3. Un veloce sguardo al futuro: il 6G

Storicamente, l'evoluzione tecnologica garantisce un uso più efficiente delle limitate risorse frequenziali già disponibili. Nel corso degli ultimi decenni si è passati dalle prime reti mobili che utilizzavano la modulazione analogica e avevano un'efficienza spettrale relativamente bassa alle reti 3G e 4G che hanno migliorato l'efficienza spettrale utilizzando tecnologie avanzate come l'Accesso multiplo tramite rilevamento della portante (CDMA) e la modulazione OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), fino ad arrivare alla tecnologia 5G che ha ulteriormente esteso questo trend con tecnologie come il *beamforming*³, la modulazione *massive MIMO* (*massive multiple-input, multiple-output*)⁴ e l'Accesso multiplo non ortogonale (NOMA).

³ In sostanza, questa tecnica consente al router di modulare fase e ampiezza delle onde radio, al fine di orientarle verso le zone nelle quali si trovano i dispositivi collegati a quella rete wi-fi.

⁴ Si tratta un tipo di tecnologia applicata alle comunicazioni wireless, in cui delle base stations vengono dotate di un numero elevato di antenne per aumentare l'efficienza energetica e spettrale.

Ciò detto, va considerato che esiste un limite teorico all'efficienza spettrale delle comunicazioni mobili noto come "limite di Shannon" che definisce il massimo tasso di trasferimento di dati che può fornire il canale per un dato livello di rapporto segnale/rumore, con un tasso di errore molto basso. Questo implica che, per far fronte ai tassi di crescita dei volumi di traffico e ai miglioramenti prestazionali impliciti nelle prossime frontiere tecnologiche in termini di connettività, sarà inevitabile in prospettiva un allargamento dello spettro frequenziale, il quale ovviamente amplificherà ulteriormente il problema della compatibilità tra l'evoluzione delle reti mobili e gli attuali limiti sulle emissioni elettromagnetiche.

Guardando in avanti, il rilascio dello standard 6G è atteso intorno al 2025, con l'ambizione di divenire la principale tecnologia mobile dalla seconda metà del prossimo decennio⁵. Attualmente, mentre il 5G si affida alle bande sub-6 GHz (3,5-6 GHz) e a onde millimetriche (mmWave, 24-100 GHz), il 6G invece migliorerà nelle prestazioni grazie all'impiego delle seguenti bande di frequenza (Fig.1.6)⁶:

- da 7 a 20 GHz per le celle urbane dotate di tecnologia MIMO, un tipo di banda che verrà presumibilmente utilizzata per le applicazioni mobili e la copertura in movimento;
- e oltre 75 - 110 GHz (Banda W) e da 110 GHz a 175 GHz (Banda D), che saranno frequenze chiave per i servizi di accesso ultra-broadband e per le reti Xhaul (ad esempio *fronthaul* e *backhaul*).

Inoltre, il 6G aprirà la strada al passaggio da una "Giga Economy" alla "Tera Economy", con velocità ad oggi inimmaginabili e latenze pressoché inesistenti che, per quello che la nostra per definizione limitata immaginazione può prospettare, apriranno la porta a sviluppi come la telepresenza olografica ad alta definizione, la quale permetterà la proiezione fisica su sistemi di realtà virtuale, aumentata e mista, nonché un'inclusione sempre più avanzata dei robot nella vita quotidiana e l'evoluzione verso città sempre più intelligenti (*smart cities*).

In tutto ciò, le componenti infrastrutturali dovranno minimizzare i consumi energetici e, in particolare, sarà valutata la possibilità di sfruttare i segnali interferenti ai fini di ricarica di sensori e terminali.

Con la rete 6G saranno dispiegate le "reti di scopo", comprese quelle che potranno essere realizzate all'interno di un singolo veicolo, ovvero dedicate a sciame di droni, o quelle dedicate a monitorare e gestire micro-apparati con scopo medico (wireless pacemaker, pompe di insulina automatiche, ecc.).

In definitiva, lo sviluppo pervasivo e capillare delle reti 5G in qualità di piattaforma universale di riferimento diventa un prerequisito fondamentale su cui poggiare le evoluzioni sperimentali alla base del futuro salto tecnologico verso il 6G.

⁵ *The State of Digital Communications 2023*, pag. 88.

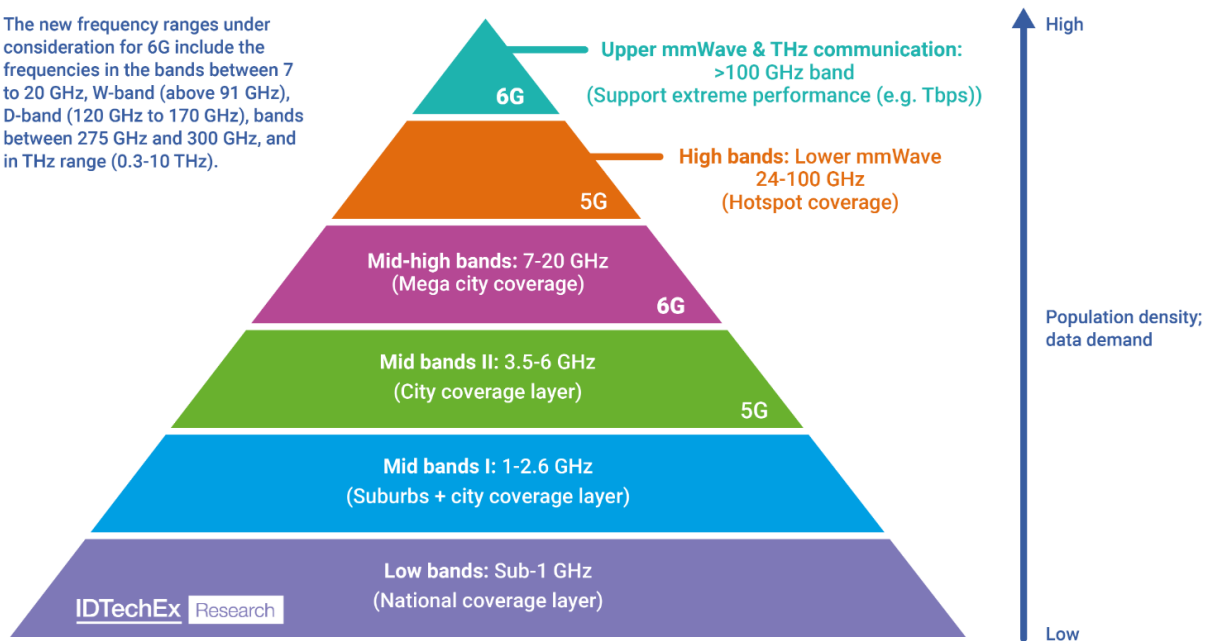
⁶ *IDTechEx Research, 6G Market 2023-2043. Technology, Trends, Forecasts, Players.*

Fig.1.6: Lo spettro delle telecomunicazioni mobili e la strategia per lo sviluppo della rete

Fonte: IDTechEX, 6G Market 2023 – 2043: Technology, Trends, Forecasts, Players

Mobile Telecommunication Spectrum and Network Deployment Strategy

The new frequency ranges under consideration for 6G include the frequencies in the bands between 7 to 20 GHz, W-band (above 91 GHz), D-band (120 GHz to 170 GHz), bands between 275 GHz and 300 GHz, and in THz range (0.3-10 THz).



2. LO STATO DI IMPLEMENTAZIONE DELLE RETI 5G IN EUROPA ED IN ITALIA

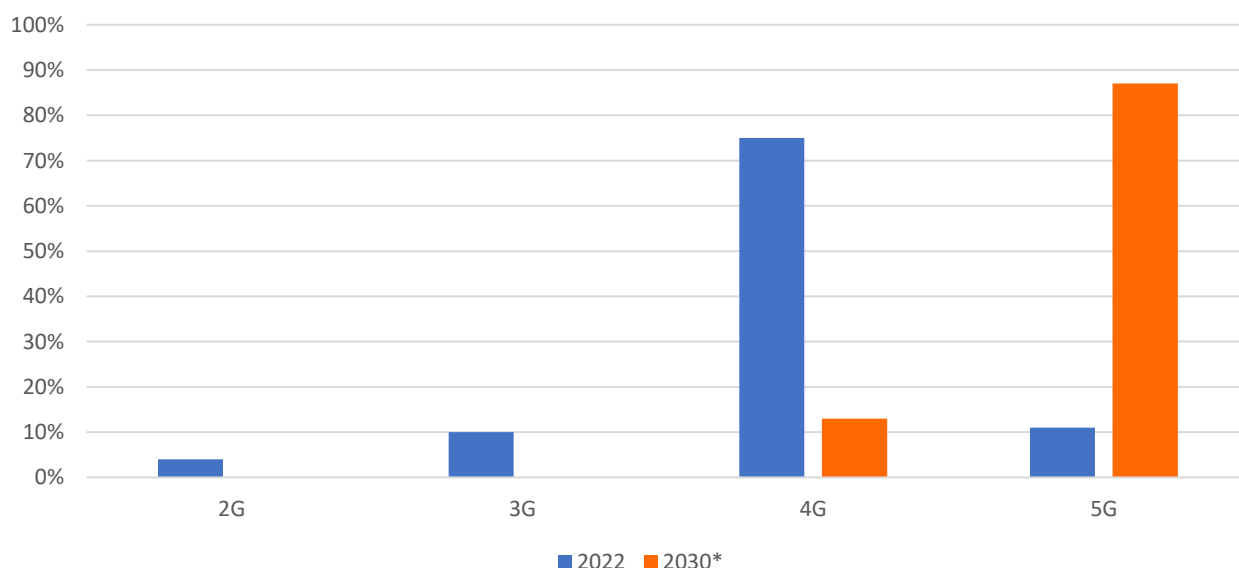
2.1. Lo sviluppo del 5G a livello globale

Il livello di avanzamento tecnologico di un Paese è da sempre direttamente correlato con il grado di sviluppo delle sue infrastrutture. Con l'avvento dell'era digitale lo sviluppo delle reti è diventato un volano di crescita economica e sociale irrinunciabile e un fattore di competitività per qualsiasi nazione.

A livello globale, gli ultimi dati diffusi dal GSMA mostrano come il mix tecnologico delle connessioni mobili a livello globale si stia gradualmente spostando verso il 5G (Fig.2.1) tanto che già nel 2022 le reti di quinta generazione hanno raggiunto un tasso di penetrazione dell'11% all'interno del mix tecnologico complessivo globale, quota che entro il 2030 è destinata a raggiungere l'87%.

Fig.2.1: Mix tecnologico delle connessioni mobili a livello globale (2022)

Fonte: GSMA - The Mobile Economy 2023



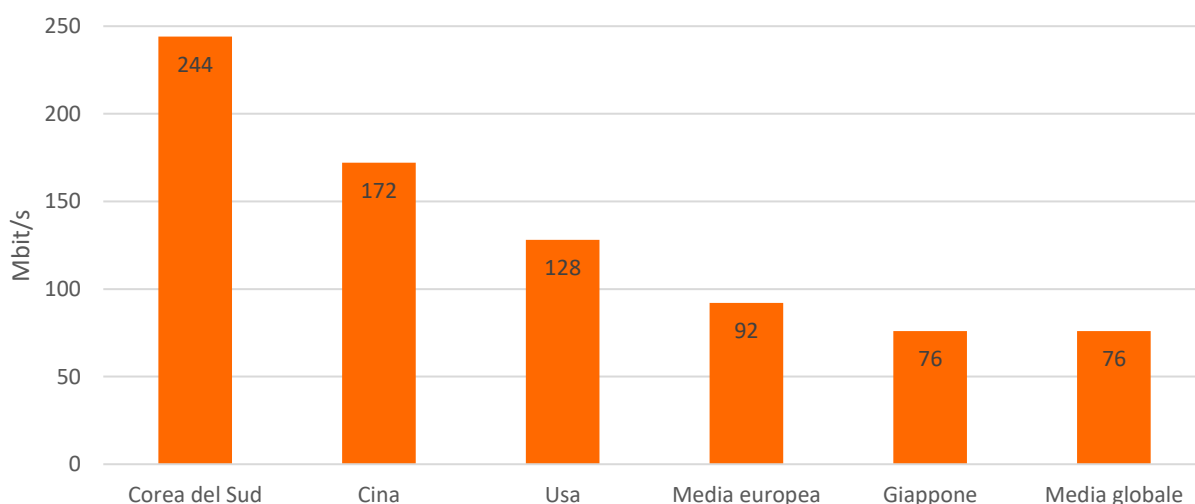
Nel 2022 le reti di quinta generazione hanno raggiunto un tasso di penetrazione dell'11% all'interno del mix tecnologico complessivo globale, quota che entro il 2030 è destinata a raggiungere l'87%

Uno dei parametri più rilevanti per confrontare il livello di sviluppo del sistema delle infrastrutture di telecomunicazione in un'area geografica è certamente la misurazione della velocità delle connessioni. I dati che emergono dall'analisi delle rilevazioni sulla velocità di downlink mobili effettuati da Ookla nel corso del 2022 mostrano un evidente ritardo delle performance europee rispetto alle altre principali economie globali. A dispetto di una media globale che si attesta sui 76 Mbit/s, l'area geografica risultata più performante è la Corea del Sud, con una velocità media di downlink pari a 244 Mbit/s, seguita dalla Cina (172 Mbit/s) e dagli Stati Uniti (128 Mbit/s). Dal canto suo, il vecchio continente con 92 Mbit/s di velocità di downlink media registrata dispone di prestazioni di rete del 39% inferiori rispetto agli USA, dell'86% rispetto alla Cina e addirittura del 154% più basse della Corea del Sud (Fig.2.2).

Il vecchio continente, con 92 Mbit/s di velocità di downlink media registrata, dispone di prestazioni di rete del 39% inferiori rispetto agli USA, dell'86% rispetto alla Cina e addirittura del 154% più basse della Corea del Sud

Fig.2.2: Velocità media di downlink mobile, Cina, Europa, Giappone, Corea del Sud e USA, 2022

Fonte: Ookla, 2022



Il primato della Corea del Sud dal punto di vista delle prestazioni di connettività trova una chiara giustificazione in una più pervasiva diffusione sul territorio del Paese di infrastrutture di rete 5G. I dati contenuti nella tabella 2.1 relativi all'avanzamento del *rollout* delle reti mostrano come in Corea del Sud siano state installate a marzo 2023 circa 215.000 *base station*, ovvero circa il 70% del totale europeo (309 mila) ma più di 6 volte superiore in valore pro-capite. Il dato europeo relativo al dispiegamento di infrastrutture di rete di quinta generazione in relazione alla popolazione (69 *base station* x 100.000 abitanti) vede il vecchio continente notevolmente indietro anche rispetto alla Cina, che a marzo 2023 aveva già provveduto all'installazione di oltre 2,3 milioni

di base station 5G (163 x 100.000 abitanti), anche se più avanti rispetto a USA (30 x 100.000 ab.) e Giappone (40 x 100.000 ab.).

Tab.2.1: Confronto dell'implementazione del 5G sui mercati internazionali (2022)

Fonte: Study on European 5G Observatory phase III

	Cina	Corea del Sud	Giappone	USA	UE
Numero approssimativo di 5G base stations	2.290.000	215.000	50.000	100.000	309.342
Popolazione totale	1.402.000.000	51.780.000	125.800.000	329.500.000	447.706.000
5G base station per 100.000 abitanti	163	415	40	30	69
Abbonati 5G indicativi	357 milioni ⁷	25 milioni ⁸	14,2 milioni ⁹	79 milioni ¹⁰ (incluso il Canada)	31 milioni ¹¹ (inclusa tutta l'Europa occidentale)
Abbonati 5G per 100.000 abitanti	25.464	48.281	11.280	23.976	6.924

Altro dato estremamente interessante è quello relativo al numero di abbonati a servizi di connettività 5G. Sebbene in valori assoluti sia la Cina a presentare il numero maggiore di abbonati, con 357 milioni di sottoscrizioni stimate, parametrando il dato alla popolazione è ancora la Corea ad avere la performance migliore con un numero di abbonati pari al 48% degli abitanti. Leggermente più indietro rispetto alla Corea troviamo Cina e Stati Uniti, con un tasso di penetrazione del 25%. Dal canto suo, l'Unione Europea, con un numero di abbonati 5G rispetto alla popolazione pari ad appena il 6,9%, detiene il valore più basso tra tutte le aree considerate. Da questo dato si può dedurre che una migliore infrastrutturazione di rete, consentendo performance di connettività più elevate, rappresenti anche un importante stimolo alla domanda di mercato per la nuova tecnologia.

L'Unione Europea, con un numero di abbonati 5G rispetto alla popolazione pari ad appena il 6%, detiene il valore più basso tra tutte le aree considerate

Il fatto che l'Europa risulti ultima per numero di sottoscrizioni 5G non stupisce se si considera che, secondo dati ITU, al 2022 presenta la quota di popolazione più bassa coperta da almeno un

⁷ Ericsson 2022

⁸ Ministry of Science and ICT

⁹ Japan Times

¹⁰ Ericsson 2022

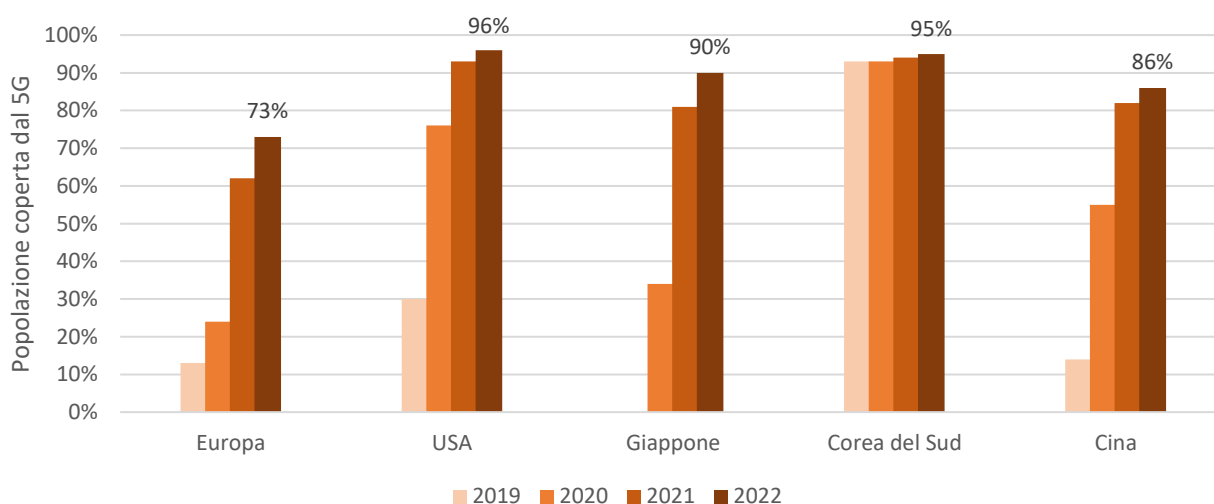
¹¹ Ericsson 2022

operatore 5G tra le aree considerate. Osservando quanto succede nel resto del mondo, vediamo come USA, Corea del Sud e Giappone presentino una percentuale di copertura della popolazione di almeno il 90% (Fig.2.3), mentre la Cina si posiziona al quarto posto raggiungendo l'86% dei propri cittadini. Al contrario, nel vecchio continente, a settembre 2022, risultavano attive 105 reti pubbliche 5G in grado di coprire solo il 73% della popolazione, dato comunque in forte crescita nel corso degli ultimi 4 anni.

Nel vecchio continente, a settembre 2022, risultavano attive 105 reti pubbliche 5G in grado di coprire solo il 73% della popolazione, dato comunque in forte crescita nel corso degli ultimi 4 anni

Fig.2.3: Percentuale di popolazione coperta da almeno un operatore mobile di 5G, Cina, Europa, Giappone, Corea del Sud e USA

Fonte: ITU, 2022



2.2. Il deployment delle reti di quinta generazione: l'Italia nel contesto europeo

Focalizzando l'attenzione sullo stato di sviluppo delle reti 5G all'interno dell'UE, e in particolare sulle performance dell'Italia, i dati del 5G Observatory (Tab.2.2) indicano come nel primo trimestre del 2023 gli operatori italiani abbiano dichiarato una copertura pari al 99,7%, il quarto valore più alto tra quelli pubblicati a livello europeo. Peraltro, è interessante notare come la percentuale di popolazione coperta dalla rete 5G in Italia risulti nettamente superiore sia alla media europea (81%) che rispetto alle altre principali economie UE, come Spagna (80%), Francia (84%) e Germania (91%)

Tab.2.2: Copertura di rete 5G tra la popolazione a marzo 2023 (in %)

Fonte: Commissione Europea

Paese	Copertura della popolazione	Persone coperte
Austria	91,7%	8.191.700
Belgio	29,6%	3.426.858
Bulgaria	67,2%	4.649.407
Croazia	82,5%	3.329.449
Cipro	100%	896.005
Repubblica Ceca	82,6%	8.839.460
Danimarca	97,8%	5.713.996
Estonia	43,3%	575.973
Finlandia	94,7%	5.238.231
Francia	88,8%	59.908.390
Germania	93,2%	77.489.249
Grecia	85,7%	9.152.325
Ungheria	57,9%	5.634.074
Irlanda	83,9%	4.201.969
Italia	99,7%	59.091.464
Lettonia	42,0%	795.187
Lituania	90,1%	2.517.677
Lussemburgo	93,2%	591.632
Malta	100,0%	516.100
Paesi Bassi	100,0%	17.473.449
Polonia	63,4%	24.002.992
Portogallo	70,1%	7.216.870
Romania	26,8%	5.132.939
Slovacchia	55,3%	3.021.669
Slovenia	63,9%	1.348.045
Spagna	82,3%	39.003.604
Svezia	20,5%	2.123.803
EU 27	81,0%	447.007.596

È interessante notare come la percentuale di popolazione coperta dalla rete 5G in Italia risulti nettamente superiore rispetto alle altre principali economie UE, come Spagna (80%), Francia (84%) e Germania (91%)

Nonostante l'ottima performance registrata dal nostro Paese, ad un'analisi più attenta emerge chiaramente come tale livello sia stato ad oggi raggiunto grazie all'eredità storica della buona copertura 4G e dell'utilizzo della tecnologia DSS (*Dynamic Spectrum Sharing*) che abilita sulla medesima banda (in particolare le frequenze 1800 Mhz e 2600 MHz) sia l'LTE 4G che il 5G FDD, gestendo attraverso una singola antenna in maniera dinamica ed intelligente l'allocazione di banda che è necessario mettere a disposizione delle due tecnologie. In altre parole, la rete sceglie in maniera intelligente sullo stesso spettro FDD tra connessione 4G e 5G in base al tipo di terminale e all'offerta sottoscritta dal cliente.

Analizzando i dati del European 5G Observatory vediamo infatti come, delle quasi 54.000 5G Base Stations che risultavano essere state installate in Italia a febbraio 2023, solo circa il 28,7% (11.358 5G Base Stations) risultano aggiornate alla tecnologia 5G TDD (*Time Division Duplex*) che necessita di una porzione di spettro riservata alle sole connessioni 5G. A tal proposito, va considerato che il processo di sviluppo è in corso e gli operatori potrebbero aver raggiunto valori più elevati¹².

Di converso, analizzando i dati emersi dall'ultima mappatura delle reti mobili italiane condotta da Infratel nel corso del 2021¹³ e pubblicati nell'edizione 2022 del "Rapporto I-Com sulle reti e i servizi di nuova generazione" (ORES) emerge chiaramente come la quota maggioritaria del territorio italiano, ovvero il 72%, sia coperta attraverso la condivisione dinamica dello spettro (Fig.2.4).

Analizzando i dati del "European 5G Observatory" vediamo infatti come, delle quasi 54.000 5G Base Stations che risultavano essere state installate in Italia a febbraio 2023, solo circa il 28,7% (11.358 5G Base Stations) risultano aggiornate alla tecnologia 5G TDD (Time Division Duplex) che necessita di una porzione di spettro riservata alle sole connessioni 5G

¹² Ad esempio Windtre ha dichiarato ad aprile di aver raggiunto una copertura del 67,9% della popolazione in modalità 5G TDD (<https://www.windtrebusiness.it/copertura-5g>)

¹³ Infratel ha svolto il monitoraggio tra il 10 giugno e il 31 agosto 2021 per individuare le aree "a fallimento di mercato" nelle quali intervenire attraverso il Piano Italia 5G.

Tab.2.3: Numero di stazioni di base per Stato membro e tipo di banda

Note: Numero di permessi radio rilasciati, nessun dato sulle stazioni di base operative

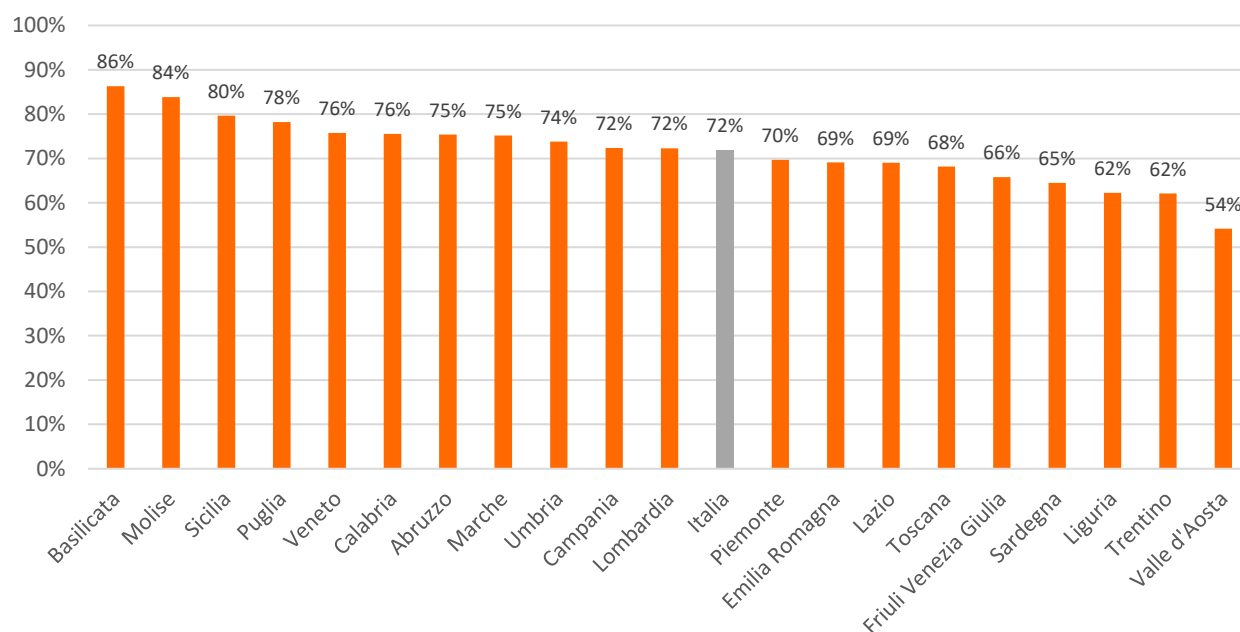
Fonte: Study on European 5G Observatory phase III

Paese	Numero di stazioni base 5G operative	700 MHz bande	3.4-3.8 GHz bande	In bande di spettro 4G (utilizzando la condivisione dello spettro dinamico, DSS)
AT	4.287	917	4.015	462
BE	2.266,5	688	843,5	1.024
BG	3.628	0	2.735	1.499
CY	979	570	108	73
CZ	8.550	1.803	1.289	5.458
DE	79.061	16.537	14.272	48.252
DK	8.553	6.819	2.580	
EE	n/a	n/a	n/a	n/a
EL	3.187	483	257	n/a
ES	18.844	13.790	4.619	11.788
FI	9.000			
FR	39.502	14.826	14.457	10.219
HR	3.533	1.963	907	663
HU	2.169	883	697	589
IE	3.098	107	1.088	1.903
IT	53.863	8.573	15.444	29.846
LT	1.610	1.317	155	138
LV	449	132	352	15
LU	887	0	164	723
MT	440	0	102	338
NL	12.858	n/a	0	n/a
PL	23.943	15	26	23.902
PT	4.634	2.622	1.811	201
RO	1.276	0	437	839
SE	4.012	2.157	2.515	
SI	906	375	501	30
SK	2.470	62	823	1.585

Fig.2.4: % di pixel coperti in DSS

Note: Per effettuare la mappatura, il territorio italiano è stato suddiviso in un reticolato di pixel che corrispondono ad un'area di dimensione di 100mt x 100mt ciascuno.

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati Infratel Italia



3. DAGLI OBIETTIVI DI CONNETTIVITÀ AI LIMITI ELETTROMAGNETICI. LA NORMATIVA RILEVANTE

3.1. Gli obiettivi europei e le policy nazionali per lo sviluppo delle reti di TLC

Considerate le straordinarie opportunità offerte dalle nuove tecnologie - prima tra tutte l'intelligenza artificiale grazie alla quale i processi produttivi e decisionali stanno vivendo una vera e propria rivoluzione - che necessitano, per esplicitare a pieno le proprie potenzialità, di reti di telecomunicazione diffuse e performanti, l'ampia disponibilità di reti 5G rappresenta uno dei principali strumenti attraverso i quali assicurare la competitività dell'Italia e dell'UE. A tal fine, nel settembre 2016, la Commissione ha adottato il 5G Action Plan con il quale ha definito una chiara tabella di marcia per gli investimenti pubblici e privati sulle infrastrutture 5G nell'UE. Per monitorare i progressi del piano d'azione 5G del 2016 e della strategia del decennio digitale, la Commissione sostiene l'Osservatorio europeo 5G, strumento di monitoraggio che individua ed analizza i principali sviluppi del mercato in Europa in un contesto globale e riferisce sulle azioni preparatorie intraprese dagli Stati membri in materia.

Nel settembre 2016, la Commissione ha adottato il 5G Action Plan con il quale ha definito una chiara tabella di marcia per gli investimenti pubblici e privati sulle infrastrutture 5G nell'UE

Al fine di centrare gli sfidanti obiettivi di connettività che l'UE si è prefissata, la Commissione ha lanciato una serie di iniziative tese ad accelerare lo sviluppo delle reti fisse e mobili tra cui si segnala, da un lato, l'adozione del nuovo codice europeo delle comunicazioni elettroniche (Direttiva n. 1972/2018) che ha, tra l'altro, fissato principi importanti in merito alla realizzazione e all'utilizzo delle infrastrutture di TLC oltre che in materia di gestione dello spettro radio; dall'altro, l'adozione della Raccomandazione n. 2020/1307, relativa a un pacchetto di strumenti comuni dell'Unione per ridurre i costi di installazione di reti ad altissima capacità e garantire un accesso allo spettro radio 5G tempestivo e favorevole agli investimenti. Tale raccomandazione, in particolare, persegue il fine di ridurre il costo e accelerare le procedure di installazione delle reti di comunicazione elettronica (in particolare di reti ad altissima capacità), fornire, ove opportuno, un accesso tempestivo allo spettro radio 5G mediante incentivi destinati agli investimenti per l'uso dello spettro radio, come pure procedure tempestive di assegnazione dello spettro radio per le bande pioniere 5G e definire un processo di coordinamento più solido per l'assegnazione dello spettro radio, che agevoli altresì la prestazione transfrontaliera di servizi 5G innovativi.

Nel rispetto della roadmap tracciata dalla raccomandazione, il 25 marzo 2021 gli Stati membri, in stretta collaborazione con la Commissione, hanno concordato un pacchetto di strumenti per la connettività a livello di Unione ("Connectivity Toolbox") nel quale vengono indicate una serie di migliori pratiche per ridurre i costi, promuovere l'accesso alle infrastrutture fisiche e snellire le procedure di concessione delle autorizzazioni per eseguire lavori civili.

Da ultimo, non può non segnalarsi il lancio, lo scorso febbraio, del “Connectivity Package” composto da una proposta di regolamento che fornirà nuove norme per consentire una diffusione più rapida, economica ed efficace delle reti Gigabit in tutta l'UE (*Gigabit Infrastructure Act*), un progetto di raccomandazione sulla connettività Gigabit volto a fornire orientamenti alle autorità nazionali di regolamentazione sulle condizioni di accesso alle reti di telecomunicazione degli operatori che detengono un significativo potere di mercato, al fine di incentivare un più rapido abbandono delle tecnologie preesistenti e una diffusione accelerata delle reti Gigabit, ed una consultazione esplorativa sul futuro del settore della connettività e delle relative infrastrutture per raccogliere opinioni sul modo in cui l'aumento della domanda di connettività e i progressi tecnologici potrebbero incidere sulle esigenze e sugli sviluppi futuri.

La strategia nazionale BUL si compone di 7 azioni, sei delle quali vanno ad intervenire sul piano infrastrutturale: il Piano aree bianche (già attivato prima del PNRR), il Piano “Italia a 1 Giga”, per il quale sono state messe a bando oltre la metà delle risorse complessive (€3,86 miliardi), il Piano “Italia 5G” (circa €2 miliardi suddivisi in due gare) e altre 3 iniziative, rispettivamente il Piano “Scuole connesse”, il Piano “Sanità connessa” e il Piano “Isole Minori” i cui fondi messi a gara ammontavano in totale a oltre €820 milioni.

La nuova strategia nazionale BUL si compone di 7 azioni, sei delle quali vanno ad intervenire sul piano infrastrutturale: il Piano aree bianche (già attivato precedentemente), il Piano “Italia a 1 Giga”, per il quale sono state messe a bando oltre la metà delle risorse complessive (€3,86 miliardi), il Piano “Italia 5G” (circa €2 miliardi suddivisi in due gare) e altre 3 iniziative, rispettivamente il Piano “Scuole connesse”, il Piano “Sanità connessa” e il Piano “Isole Minori” i cui fondi messi a gara ammontavano in totale a oltre €820 milioni

Il Piano Italia 5G, in particolare, in coerenza con quanto disposto nel PNRR, mira ad incentivare la realizzazione delle infrastrutture di rete mobile 5G nelle aree a fallimento di mercato su tutto il territorio nazionale. La dotazione complessiva del Piano ammonta a €2,02 miliardi destinati a due linee di intervento distinte ma complementari tra loro: la prima prevede la realizzazione di una rete di *backhauling* in fibra ottica per le Stazioni Radio Base (SRB) che, secondo quanto emerso dalla mappatura effettuata da Infratel Italia, risulterebbero ancora prive di rilegamento nel 2026; la seconda, invece, prevede la realizzazione di infrastrutture di rete complete ex-novo, con capacità di almeno 150 Mbps downlink e 30 Mbps in uplink, nelle zone del Paese che risulterebbero prive di infrastrutture capaci di offrire connettività ad almeno 30 Mbps nel 2026. La cifra complessiva a cui sono state aggiudicate entrambe le gare – una indetta con bando pubblicato il 31 marzo 2022, l'altra con bando aggiornato il 20 maggio 2022 dopo che il primo era andato deserto – è di €1.070.760.477, quindi circa €950 milioni in meno rispetto a quanto inizialmente previsto nella Strategia BUL.

3.2. La normativa impattante sul deployment delle reti 5G. Autorizzazione e localizzazione degli impianti e disciplina sui limiti elettromagnetici

Sulla scia delle indicazioni provenienti dall'Europa ed al fine di imprimere un'accelerazione allo sviluppo delle reti di TLC necessario per centrare gli obiettivi di connettività fissati, l'ultimo quinquennio si è caratterizzato per l'adozione di una serie di importanti interventi attraverso i quali si è cercato di ridurre le tempistiche delle procedure di autorizzazione e chiarire le competenze ed il ruolo degli enti a vario titolo coinvolti nelle procedure di autorizzazione. Ci si riferisce, in particolare, ai decreti-legge n. 76/2020 e n. 77/2021, convertiti, rispettivamente, con L. n. 120/2020 e L. n. 108/2021, al D.Lgs. n. 207/2021 con il quale è stata recepita la direttiva 2018/1972 che istituisce il Codice europeo delle comunicazioni elettroniche, alla legge annuale per il mercato e la concorrenza 2021 (Legge n. 118/2022) nonché al D.L. n. 13/2023 convertito con legge n. 41 del 21 aprile 2023. Attraverso tali interventi si è tentato di ridurre gli oneri a carico degli operatori, semplificare e tagliare le tempistiche delle procedure autorizzative, valorizzando strumenti funzionali a tale scopo come la Conferenza di servizi, fissare termini chiari ad ENAC ed ENAV per il rilascio dei relativi pareri e nullaosta, prescrivere l'impiego di procedure digitali per gli invii documentali finanche, con il D.L. n. 13/23, prevedere l'esercizio di poteri sostitutivi da parte di soggetti individuati dal Governo nel caso di mancata adozione da parte dell'amministrazione competente, di atti o provvedimenti finalizzati all'attuazione dei progetti del PNRR (nel caso di inosservanza del termine di 15 gg assegnato dal Governo).

Si tratta di un corposo apparato di norme che va ad incidere su un insieme complesso ed articolato di procedure, nel tentativo, ancora *in progress* alla luce delle persistenti difficoltà applicative, di ridurre gli ostacoli alla realizzazione di reti moderne e performanti, tra cui quelle 5G che, insieme alla fibra, rappresenteranno per il Paese leve di competitività importanti.

Si tratta di un corposo apparato di norme che va ad incidere su un insieme complesso ed articolato di procedure, nel tentativo, ancora in progress alla luce delle persistenti difficoltà applicative, di ridurre gli ostacoli alla realizzazione di reti moderne e performanti, tra cui quelle 5G che, insieme alla fibra, rappresenteranno per il Paese leve di competitività importanti

Per quanto concerne la disciplina sul golden power, in particolare, l'inclusione del 5G nell'ambito applicativo di tale disciplina è opera del D.L. 25 marzo 2019, n. 22 (c.d. Decreto Brexit), convertito con modificazioni dalla Legge 20 maggio 2019, n. 41 e successivamente modificato dal D.L. 21/2022, che, fermi restando gli obblighi previsti dalla normativa sul perimetro di sicurezza

nazionale cibernetica¹⁴, prescrive la notifica alla Presidenza del Consiglio dei ministri di un piano annuale, modificabile con cadenza quadrimestrale, alle imprese che, anche attraverso contratti o accordi, intendano acquisire, a qualsiasi titolo, beni o servizi relativi alla progettazione, alla realizzazione, alla manutenzione e alla gestione di componenti ad alta intensità tecnologica funzionali alla realizzazione o gestione di reti 5G. Tale piano, in particolare, deve indicare il programma di acquisti, fornire dati dettagliati identificativi dei relativi, anche potenziali, fornitori, la descrizione dei beni, dei servizi e delle componenti ad alta intensità tecnologica funzionali alla progettazione, alla realizzazione ed alla manutenzione, un'informativa completa sui contratti in corso e sulle prospettive di sviluppo della rete 5G, ogni ulteriore informazione funzionale a fornire un dettagliato quadro delle modalità di sviluppo dei sistemi di digitalizzazione del notificante, nonché dell'esatto adempimento alle condizioni e alle prescrizioni imposte a seguito di precedenti notifiche, un'informativa completa relativa alle eventuali comunicazioni effettuate al CVCN, inclusiva dell'esito della valutazione, ove disponibile, e delle relative prescrizioni, qualora imposte. Tale pianificazione deve altresì contenere i contratti o gli accordi relativi ai servizi di comunicazione elettronica a banda larga basati sulla tecnologia 5G già autorizzati. Si tratta, evidentemente, di adempimenti che, sebbene perseguano il fine di garantire la sicurezza delle reti 5G e, in ultima battuta, la tutela di interessi primari dello Stato, dall'altro impongono una capacità di progettazione *ex ante* che spesso si scontra con l'assenza di una pianificazione degli spazi destinati ad accogliere gli impianti di TLC da parte dei Comuni, con la variabilità delle relazioni con i fornitori e con una serie di vincoli progettuali derivanti anche dalla disciplina sui limiti elettromagnetici.

Si tratta di adempimenti che, sebbene perseguano il fine di garantire la sicurezza delle reti 5G e, in ultima battuta, la tutela di interessi primari dello Stato, dall'altro impongono una capacità di progettazione ex ante che spesso si scontra con l'assenza di una pianificazione degli spazi destinati ad accogliere gli impianti di TLC da parte dei Comuni, con la variabilità delle relazioni con i fornitori e con una serie di vincoli progettuali derivanti anche dalla disciplina sui limiti elettromagnetici

È fuor di dubbio, infatti, che la fissazione di limiti di esposizione particolarmente stringenti rende più difficoltosa l'implementazione delle reti 5G su siti già esistenti, imponendo la proliferazione di impianti in un contesto in cui l'identificazione di nuovi luoghi dove poter costruire un sito per apparati radiomobili è un processo sempre più difficile e lento a causa del progressivo esaurimento nei centri urbani di luoghi adeguati e della scarsa disponibilità dei proprietari. A ciò si

¹⁴ Il perimetro, in particolare, è stato istituito dal decreto legge n. 105/2019, convertito con la legge n. 133/2019, al fine di assicurare un livello elevato di sicurezza delle reti, dei sistemi informativi e dei servizi informatici delle amministrazioni pubbliche, degli enti e degli operatori (pubblici e privati aventi una sede nel territorio nazionale), da cui dipende l'esercizio di una funzione essenziale dello Stato, ovvero la prestazione di un servizio essenziale per il mantenimento di attività civili, sociali o economiche fondamentali per gli interessi dello Stato e dal cui malfunzionamento, interruzione, anche parziali, ovvero utilizzo improprio, possa derivare un pregiudizio per la sicurezza nazionale. Per raggiungere tale obiettivo, la disciplina istitutiva del perimetro ha tracciato un percorso attuativo frazionato con scadenze temporali diversificate, giunto a completamento l'estate scorsa, che si snoda attraverso cinque decreti del Presidente del Consiglio dei ministri ed un regolamento governativo di esecuzione.

aggiunge, in un contesto che vede realizzare complessi calcoli teorici in vista del rilascio dei permessi ed una spiccata disomogeneità di applicazione tra le diverse ARPA, il rischio di possibili condotte opportunistiche messe in atto dagli operatori che, per accaparrarsi lo spazio elettromagnetico, dichiarano valori di potenza superiori a quelli effettivamente utilizzati.

È fuor di dubbio, infatti, che la fissazione di limiti di esposizione particolarmente stringenti renda più difficoltosa l'implementazione delle reti 5G su siti già esistenti, imponendo il proliferare di impianti in un contesto in cui l'identificazione di nuovi luoghi dove poter costruire un sito per apparati radiomobili è un processo sempre più difficile e lento a causa del progressivo esaurimento nei centri urbani di luoghi adeguati e della scarsa disponibilità dei proprietari

Se a ciò si aggiungono i costi realizzativi, uniti all'impatto ambientale conseguente al proliferare degli impianti e dunque all'incremento dei consumi energetici, di spazi e materiali e dei mezzi in circolazione per finalità manutentive ed il tutto si colloca in una cornice che vede l'Italia impegnata nel raggiungimento di obiettivi di copertura assolutamente sfidanti entro il 2026 e nella necessità di non ridurre la competitività delle proprie imprese sia di TLC che, più in generale, delle aziende interessate a beneficiare delle opportunità offerte dal 5G, ben si comprendono le ragioni a sostegno di una riflessione circa l'opportunità, se non addirittura la necessità, di rivedere la disciplina sui limiti elettromagnetici.

3.2.1. La disciplina sull'esposizione umana a campi elettromagnetici. Dalle (non) scelte dell'Italia alla revisione di quelle di Polonia e Belgio

Rispetto all'esposizione umana a campi elettromagnetici, i limiti internazionali sono stabiliti da una commissione scientifica internazionale denominata *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) il cui operato, riconosciuto dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, è a partire dal 1992 sottoposto a periodici aggiornamenti. L'ICNIRP ha pubblicato, nel marzo 2020, le proprie linee guida per l'esposizione a campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza compreso tra 100 kHz e 300 GHz che hanno aggiornato quelle precedenti, pubblicate nel 1998. Le grandezze fisiche di riferimento utilizzate per fissare i limiti sono il SAR (*Specific Absorption Rate*) misurato in W/kg (watt per chilogrammo), che misura la potenza assorbita dal corpo, e la densità di potenza (P) in W/m² (watt per metro quadro), che è la grandezza fisica caratterizzante la propagazione dell'onda elettromagnetica nell'ambiente. Applicando il fattore di sicurezza, le linee guida ICNIRP indicano, per le frequenze considerate in questo studio, un valore limite di 61 V/m, pari a circa 10 W/m². Tali limiti rispettano il principio di precauzione, scientificamente quantificato con un fattore di abbattimento della densità di potenza dei campi elettromagnetici pari a 50 volte rispetto alla soglia minima in cui sono riscontrati effetti termici dannosi dall'esposizione di biosistemi a campi elettromagnetici.

Applicando il fattore di sicurezza, le linee guida ICNIRP indicano, per le frequenze considerate in questo studio, un valore limite di 61 V/m, pari a circa 10 W/m². Tali limiti rispettano il principio di precauzione, scientificamente quantificato con un fattore di abbattimento della densità di potenza dei campi elettromagnetici pari a 50 volte rispetto alla soglia minima in cui sono riscontrati effetti termici dannosi dall'esposizione di biosistemi a campi elettromagnetici

A livello europeo, invece, il principale riferimento è costituito dalla Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 (1999/519/CE) *“Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz”* che definisce, sulla base di una serie di studi internazionali condotti dalla Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP), i livelli di riferimento per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Entrando nello specifico, sulla base di un approfondito esame di tutta la letteratura scientifica pubblicata fino ad allora, che peraltro continua a rappresentare un punto di riferimento, non essendo emerse, negli anni, evidenze nuove, la raccomandazione europea ha elaborato limiti di base e livelli di riferimento per frequenze da 0 Hz a 300 GHz che variano al variare della frequenza considerata.

Nell'esercizio della facoltà rimessa agli Stati membri di definire livelli di protezione diversi, il nostro Paese ha adottato la legge 22 febbraio 2001, n. 36 *“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”* con la quale sono state innanzitutto precisate le funzioni di competenza dello Stato, delle regioni e dei comuni. Allo Stato, in particolare, spetta la determinazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, la promozione di attività di ricerca e di sperimentazione tecnico-scientifica, l'istituzione del catasto nazionale delle sorgenti fisse e mobili dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici e delle zone territoriali interessate, la determinazione dei criteri di elaborazione dei piani di risanamento, l'individuazione delle tecniche di misurazione e di rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico, la realizzazione di accordi di programma con i gestori di elettrodotti ovvero con i proprietari degli stessi o delle reti di trasmissione o con coloro che ne abbiano comunque la disponibilità nonché con gli esercenti di impianti per emittenza radiotelevisiva e telefonia mobile al fine di promuovere tecnologie e tecniche di costruzione degli impianti che consentano di minimizzare le emissioni.

Sono di competenza regionale, invece, nel rispetto dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità nonché dei criteri e delle modalità fissati dallo Stato, l'esercizio delle funzioni relative all'individuazione dei siti di trasmissione e degli impianti per telefonia mobile, degli impianti radioelettrici e degli impianti per radiodiffusione, la definizione dei tracciati degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV, le modalità per il rilascio delle autorizzazioni alla installazione degli impianti, la realizzazione e la gestione, in coordinamento con il catasto nazionale, di un catasto delle sorgenti fisse dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ed il concorso all'approfondimento delle conoscenze scientifiche relative agli effetti per la salute, in

particolare quelli a lungo termine, derivanti dall'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Ai comuni, infine, è riconosciuta la possibilità di adottare un regolamento per assicurare il corretto insediamento urbanistico e territoriale degli impianti e minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici con riferimento a siti sensibili individuati in modo specifico, con esclusione della possibilità, come già evidenziato nell'analisi degli interventi di semplificazione, di introdurre limitazioni alla localizzazione in aree generalizzate del territorio di stazioni radio base per reti di comunicazioni elettroniche di qualsiasi tipologia e, in ogni caso, di incidere, anche in via indiretta o mediante provvedimenti contingibili e urgenti, sui limiti di esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, sui valori di attenzione e sugli obiettivi di qualità, riservati allo Stato.

Si tratta di previsioni molto importanti che, sebbene condivisibilmente orientate a garantire ordine nella pianificazione e progettazione delle reti, sono rimaste, di fatto, per la gran parte inattuata. Si pensi, ad esempio, alle difficoltà implementative legate al catasto nazionale ed agli equivalenti regionali, che potrebbero ricoprire un ruolo importante in termini di pianificazione e progettazione degli investimenti sulle reti riducendo in buona misura le attuali criticità realizzative.

Precisate le rispettive competenze, la legge quadro rimetteva ad un DPCM la fissazione dei limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione dalla esposizione della popolazione, nonché le tecniche di misurazione e di rilevamento dei livelli di emissioni elettromagnetiche. Ebbene, tale DPCM è stato adottato l'8 luglio 2003 (successivamente modificato dal decreto-legge n. 179 del 2012) e ha fissato il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità a 6 V/m mentre il limite di esposizione è fissato a 60 V/m per frequenze da 0.1 MHz a 3 MHz, a 20 V/m per frequenze da 3 MHz a 3 GHz e a 40 V/m per frequenze da 3 a 300 GHz.

Il valore di attenzione di 6 V/m per il campo elettrico, in particolare, è da applicare per esposizioni in luoghi in cui la permanenza di persone è superiore a 4 ore giornaliere mentre l'obiettivo di qualità di 6 V/m per il campo elettrico è da applicare all'aperto in aree e luoghi intensamente frequentati, dunque praticamente in tutti i contesti urbani.

Il valore di attenzione di 6 V/m per il campo elettrico, in particolare, è da applicare per esposizioni in luoghi in cui la permanenza di persone è superiore a 4 ore giornaliere mentre l'obiettivo di qualità di 6 V/m per il campo elettrico è da applicare all'aperto in aree e luoghi intensamente frequentati

Quanto alle tecniche di misurazione da impiegare per verificare il rispetto di tali limiti, il decreto rimanda a quelle indicate nella norma CEI 211-7 (e/o in specifiche norme emanate successivamente dal CEI). Il quadro complessivo, importante in una logica comparativa visto l'impatto che i limiti esercitano sulla progettazione degli impianti e soprattutto sulla possibilità di

utilizzare i siti già esistenti per l'installazione della nuova tecnologia, è sintetizzato nella tabella che segue.

Tab.3.1: Quadro complessivo sui limiti e sulle relative metodologie di rilevazione

Fonte: ENEA, 2022

Frequenza	Raccomandazione europea 1999/519/CE	Legislazione italiana			ICNIRP 2020
		Limite di esposizione	Valore di attenzione	Obiettivo di qualità	
694-790 MHz	36.2 - 38.6 V/m Mediato su 6 min	20 V/m Mediato su 6 min	6 V/m Mediato su 24 h	6 V/m Mediato su 24 h	36.2 - 38.6 V/m Valori quadratici mediati su 30 min
3.6-3.8 GHz	61 V/m Mediato su 6 min	40 V/m Mediato su 6 min	6 V/m Mediato su 24 h	6 V/m Mediato su 24 h	61 V/m Valori quadratici mediati su 30 min
26.5-27.5 GHz	61 V/m Mediato su 2,2 min	40 V/m Mediato su 6 min	6 V/m Mediato su 24 h	6 V/m Mediato su 24 h	61 V/m Valori quadratici mediati su 30 min

Se questa è la scelta di estremo rigore adottata dall'Italia, è interessante evidenziare, da un lato, come essa costituisca un *unicum* a livello europeo e, dall'altro, come anche i paesi tradizionalmente più restii ad innalzare i limiti stiano di fatto tornando sui propri passi.

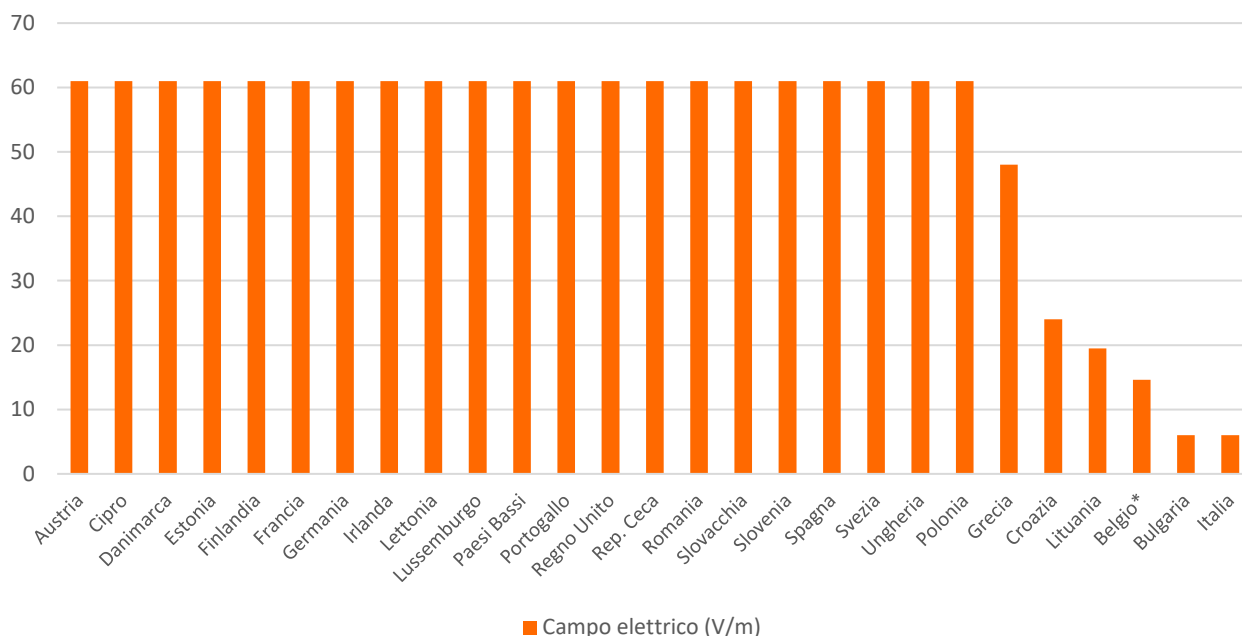
L'assoluta unicità della scelta italiana è ben evidenziata dalla Fig.3.1 la quale testimonia la quasi totale adesione, a livello di paesi UE, alle indicazioni fornite dall'ICNIRP (valore limite di 61 V/m).

La Polonia, in particolare, come testimoniato dalla Fig. 3.1, dopo aver previsto limiti molto vicini a quelli italiani, ha aderito alle ultime linee guida dell'ICNIRP a partire dal 1° gennaio 2020. Si è trattato di una scelta importante, che è stata preceduta da una serie di campagne informative a cura del Ministro per gli Affari Digitali sin dal 2016, al fine di far comprendere in maniera chiara e accessibile l'impatto delle infrastrutture di telecomunicazione, comprese le reti 5G, sull'ambiente e sui cittadini e rendere dunque consapevole la popolazione della scelta politica che si intendeva compiere. Parallelamente, sono state intraprese intense attività di informazione ed educazione sui campi elettromagnetici e le reti 5G, come risposta all'intensificarsi – dal dicembre 2018 – di atti di disinformazione su tali temi, a cui si sono aggiunte le *fake news* sul Covid-19, che sono addirittura culminate nella distruzione di infrastrutture di telecomunicazione in varie zone della Polonia.

Fig. 3.1: Limiti campo elettrico

Note: Il dato del Belgio fa riferimento alla regione di Bruxelles che ha innalzato i limiti elettromagnetici da 6 V/m a 14.5 V/m nel 2021. In altre aree del Paese esistono limiti differenti, ad esempio nelle Fiandre il limite è più elevato ed è pari a 20 v/m

Fonte: documentazione audizione Asstel e Politecnico di Milano presso IX Commissione Camera dei Deputati del 9 aprile 2019, GSMA, EMF health



Se questa è la scelta di estremo rigore adottata dall'Italia, è interessante evidenziare, da un lato, come essa costituisca un unicum a livello europeo e, dall'altro, come anche i paesi tradizionalmente più restii ad innalzare i limiti, stiano di fatto tornando sui propri passi

Pertanto, da un lato, sono stati diffusi alcuni filmati informativi riguardanti le TLC sulle reti televisive nazionali e, dall'altro, è stato pubblicato e diffuso un *white paper* intitolato “*The electromagnetic field and people. On physics, biology, medicine, standards and 5G networks*” (2020). Il paper, in particolare, mirava a rispondere con argomentazioni di tipo scientifico alle principali domande e, conseguentemente, a sfatare i falsi miti connessi ai temi delle emissioni elettromagnetiche e delle telecomunicazioni, focalizzandosi su quattro ambiti cruciali: fisica, biologia e medicina, standard e metodi di misurazione, tecnologia 5G. In primo luogo, dal punto di vista fisico, si specifica che ogni corpo nell'Universo è una fonte di onde elettromagnetiche e che quelle non-ionizzanti sono emesse, ad esempio, dai più comuni elettrodomestici oltre che dai dispositivi mobili, dal wi-fi, dal bluetooth, dalla radio AM e FM e altri *device*.

In secondo luogo, con un approccio medico e biologico, si spiegava che le radiazioni non-ionizzanti causano tutt'al più un effetto termico, cioè il mero riscaldamento del corpo (che si traduce in una rapida rimozione del calore dal tessuto interessato), in particolar modo a livello della pelle e degli strati superficiali. Inoltre, viene evidenziato come non esista una correlazione causale tra aumento di alcuni tipi di cancro e le radiazioni non-ionizzanti, parimenti ai sintomi connessi alla c.d.

ipersensibilità elettromagnetica (o elettrosensibilità), i quali sarebbero invece da ricondurre a un fenomeno puramente psicologico.

In terzo luogo, con riguardo agli standard e ai metodi di misurazione, viene chiarito che i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici sono stabiliti a seguito di ricerche scientifiche e prevedono comunque un margine di sicurezza molto ampio. Peraltro, lo sviluppo di dispositivi che generano un campo elettromagnetico artificiale (es: *smartphones*) sono accompagnati dall’emanazione di standard tecnici e leggi che hanno l’obiettivo di tutelare le persone e l’ambiente.

Infine, con riferimento alla tecnologia 5G, il paper si focalizza prima sul funzionamento di questa tipologia di connettività, puntualizzando che – diversamente da come generalmente si crede – una maggiore distanza dall’infrastruttura TLC comporta, di solito, una più elevata esposizione alle radiazioni elettromagnetiche per gli utilizzatori di reti mobili; in una seconda parte, invece, si sposta l’attenzione sui principali vantaggi e ambiti di applicazione del 5G, tra i quali industria 4.0, *e-health*, *smart cities* e IoT, nonché intrattenimento ed educazione.

Se la Polonia si è uniformata a pieno ai livelli indicati dall’ICNIRP e adottati da quasi tutti i paesi UE, anche in Belgio è iniziato un processo di modifica della disciplina in materia.

Se la Polonia si è uniformata a pieno ai livelli indicati dall’ICNIRP e adottati da quasi tutti i paesi UE, anche in Belgio è iniziato un processo di modifica della disciplina in materia

Ed infatti, ad agosto 2021, anche la regione di Bruxelles ha innalzato i limiti elettromagnetici da 6 V/m a 14,5 V/m, rimanendo – almeno per il momento – al di sotto dei limiti raccomandati dall’ICNIRP e dall’OMS, nonché da quelli fissati nella regione delle Fiandre, in cui vige un valore soglia pari a 20 V/m. Nonostante ciò, sia il governo fiammingo che quello vallone stanno monitorando da tempo – con il supporto delle autorità competenti o con gruppi multidisciplinari di esperti – gli impatti a 360 gradi (sociali, salute, ambiente, protezione dalle radiazioni) inerenti la realizzazione delle reti 5G e l’esposizione alle radiazioni elettromagnetiche. Pertanto, è immaginabile che – sulla scorta di valutazioni scientifiche – prossimamente anche il Belgio si adegui alle linee guida dell’ICNIRP, così come hanno fatto col tempo la maggior parte degli Stati Membri dell’Unione Europea.

3.1.2. L’Italia alla prova del cambiamento. Il (nuovo) tentativo di modifica della disciplina sull’esposizione umana a campi elettromagnetici e la centralità degli enti tecnici

In un contesto che vede l’Italia tra i pochissimi paesi europei disallineati dalle linee guida ICNIRP, dopo il naufragio di vari tentativi di riforma, potrebbe vedere la luce un decreto legge¹⁵ che, tra le varie misure inerenti le TLC, dovrebbe prevedere l’innalzamento dei valori, nelle zone ove si renda necessario, in linea con le politiche di sviluppo dei paesi dell’Unione Europea, le indicazioni della

¹⁵ CorCom, “Tlc, ecco il decreto: 1,5 miliardi per la ripresa e limiti elettromagnetici al rialzo”, 23 maggio 2023.

Commissione Europea e le linee guida ICNIRP sui limiti di esposizione ai campi elettromagnetici, aggiornando conseguentemente le tabelle di cui all'allegato B del decreto del DPCM dell'8 luglio 2003. Molto interessante la previsione che prevede l'innalzamento ad un valore di 24 V/m nel caso di mancato raggiungimento di un'intesa entro 120 gg dall'entrata in vigore della legge, dei limiti di cui alle tabelle 2 e 3 dell'allegato B. Importante sottolineare che, in base alla bozza del decreto circolata, l'incremento dei valori sarebbe subordinato ad un'attività di monitoraggio sui valori reali di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico ambientali, e gli attuali livelli di emissioni delle reti mobili svolta entro 90 giorni dalla data di entrata in vigore della legge dalla Fondazione Ugo Bordoni in collaborazione con le Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale. Sempre in capo alla Fondazione Bordoni sarebbe il compito di istituire una rete di monitoraggio nazionale con lo scopo di informare in modo corretto ed efficace la cittadinanza sui livelli di campo elettromagnetico effettivamente presenti sul territorio, fornire alle Regioni ed agli enti locali dati e informazioni utili per migliorare il processo di localizzazione e controllo degli impianti sorgenti di campi elettromagnetici al fine di mitigare l'impatto elettromagnetico.

L'Italia sta dunque rimettendo al centro dell'attenzione la necessità di rivedere al rialzo i limiti elettromagnetici attualmente vigenti così come d'altronde già fatto da altri paesi che avevano tradizionalmente aderito ad un approccio particolarmente rigoroso, come Belgio e Polonia.

Nel procedimento delineato dalla bozza di decreto circolata, un ruolo centrale è affidato alla Fondazione Ugo Bordoni non solo per l'attività di monitoraggio, da svolgere di concerto con le ARPA, ma anche con riguardo alle attività informative da rivolgere alla cittadinanza. La Fondazione Ugo Bordoni, nello specifico, è un'istituzione nata nel 1952 in seno al Ministero delle poste e delle telecomunicazioni - riconosciuta dalla legge 3/2003 e con un modello di governance pubblica riconosciuto dalla legge 69/2009, che ne garantisce il carattere di terzietà e di indipendenza - e persegue lo scopo di effettuare e sostenere ricerche e studi scientifici e applicativi nella materie delle comunicazioni elettroniche, dell'informatica, dell'elettronica, dei servizi pubblici a rete, della radiotelevisione e dei servizi audiovisivi e multimediali in genere nell'ottica di fornire alle PA e alle Autorità indipendenti gli strumenti tecnologici e il know-how tecnico-scientifico per promuovere il progresso e l'innovazione tecnologica e favorire la diffusione della cultura digitale.

Si tratta di una scelta senza dubbio rilevante che sottende un'idea di fondo: l'importanza, per i decisori politici, di avvalersi di enti, autorità, istituti ed organi tecnici in grado di offrire quel supporto scientifico e quella terzietà da cui discende l'autorevolezza e la credibilità nei confronti soprattutto della cittadinanza e rappresenta un modello sicuramente virtuoso che trova ampio impiego nel nostro ordinamento.

In ambito salute, infatti, l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) rappresenta il principale centro di ricerca, controllo e consulenza tecnico-scientifica in materia di sanità pubblica che opera a supporto del Ministero della Salute, delle Regioni e dell'intero Servizio Sanitario Nazionale (SSN) al fine di orientare le politiche sanitarie sulla base di evidenze scientifiche, mentre a supporto delle politiche del Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica (MASE) opera l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), dotato di autonomia tecnica, scientifica, organizzativa, finanziaria, gestionale, amministrativa, patrimoniale e contabile e chiamato a svolgere funzioni di supporto in favore di tale ministero.

È, dunque, la scienza, in questi modelli, ad offrire ai decisori politici le necessarie conoscenze alla base delle scelte che hanno forti implicazioni tecniche.

Oltre a tali tipologie di soggetti che costituiscono enti di supporto alle scelte dei ministeri e sono sottoposti alla vigilanza degli stessi, operano le autorità indipendenti¹⁶, soggetti o enti pubblici, istituiti con legge, che esercitano in prevalenza funzioni amministrative in ambiti considerati sensibili o di alto contenuto tecnico (concorrenza, privacy, comunicazioni ecc.) e a rapida evoluzione, tali da esigere una spiccata posizione di autonomia e di indipendenza nei confronti del Governo, nella logica di assicurare neutralità rispetto agli interessi coinvolti.

¹⁶ Autorità garante della concorrenza e del mercato (AGCM), Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (AGCom), Banca d'Italia, Commissione nazionale per le società e la borsa (CONSOB), Istituto per la vigilanza sulle assicurazioni private e di interesse collettivo (ISVAP), Garante per la protezione dei dati personali, Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA), Autorità di Regolazione dei Trasporti (ART), etc.

4. IL TIMORE DEL 5G NELLE PERCEZIONI DEI CITTADINI. REALTÀ O FALSO MITO?

L'analisi fin qui condotta ha dimostrato quanto sia indispensabile, in una logica di competitività generale del sistema Paese e di raggiungimento degli ambiziosi obiettivi di connettività fissati a livello europeo e nazionale, accelerare lo sviluppo delle reti 5G. Ciò richiede senza dubbio un ulteriore sforzo, soprattutto nella fase applicativa delle norme, per rendere più agili e meno onerose le procedure autorizzative e certamente un grande impegno finanziario e realizzativo da parte degli operatori, ma impone anche di riavviare in maniera costruttiva e non divisiva un confronto sui limiti elettromagnetici e sull'opportunità di modificarne la relativa disciplina.

Si tratta di un'annosa questione che, sebbene nel tempo si sia anche tradotta in timidi tentativi di modifica, ad oggi continua a rimanere irrisolta. Le ragioni dell'insuccesso di tali iniziative, nonostante la mancanza di evidenze scientifiche contrarie, sono molteplici e complesse ma necessitano di essere inquadrare in una riflessione che inevitabilmente parta dall'aspetto cruciale per le scelte dei policy makers: il sentire della popolazione.

È largamente diffusa, infatti, l'idea che la popolazione nutra timore se non addirittura avversione per l'installazione delle reti di TLC e lo sviluppo del 5G. Invero, una serie di indagini recentemente condotte, confermate anche da quanto emerso dall'analisi condotta da Bytek e I-Com di cui si parlerà approfonditamente nei paragrafi successivi, mostrano come la percezione dei cittadini rispetto allo sviluppo del 5G non sia affatto connotata da un rifiuto.

In particolare, il 2° rapporto sul valore della connettività in Italia *"Vivere e valutare la digital life"* (giugno 2022), redatto dalla Fondazione Censis, rivela come per il 57,1% degli italiani sia fondamentale garantire una connessione 5G a tutti ovunque e solo il 14,9% pensa che il 5G abbia un impatto negativo sulla salute.

Anche il report *"5G e cultura digitale"*, realizzato da una nutrita compagine di associazioni di consumatori¹⁷ attraverso un'indagine su larga scala¹⁸, offre una fotografia incoraggiante anche se al contempo pone numerosi spunti di riflessione sulle iniziative da mettere in campo per accrescere la conoscenza e la consapevolezza dei cittadini in merito alle opportunità e ai benefici che il 5G è in grado di assicurare non solo a livello di sistema Paese e di imprese, ma anche a livello di singoli individui. Entrando nel merito delle evidenze emerse, partendo dalla precisazione che la maggior parte del campione appartiene alla fascia d'età 44-58 anni e dunque a categorie di soggetti non nativi digitali e quindi tendenzialmente meno interessati, per propensione naturale e formazione ricevuta, a tematiche legate alle tecnologie digitali, esiste, a livello generale, interesse nei confronti del 5G tanto che il 50% degli intervistati ha manifestato il desiderio di passare al nuovo standard. Persiste ancora, però, una certa inconsapevolezza sullo stato dell'arte (il 45% dei

¹⁷ Adiconsum, Associazione per la difesa e l'orientamento Consumatori, Cittadinanzattiva, Altroconsumo, Federconsumatori e Unione per la Difesa dei Consumatori.

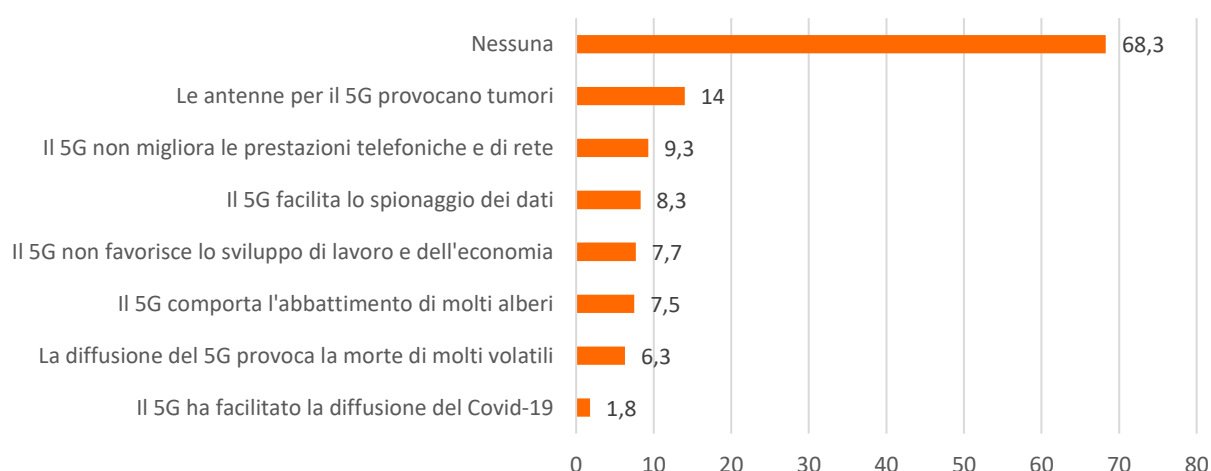
¹⁸ Il questionario, composto da 21 domande a risposta chiusa, è stato somministrato attraverso i siti web ed i canali social delle varie associazioni ed ha ricevuto 5.952 risposte di cui il 53,1% appartenente alla popolazione maschile, il 46,5% alla popolazione femminile (uno 0,4% si è identificato usando l'opzione di input personalizzato). Il 32,3% appartiene alla fascia d'età 44-58 anni, il 25,5% e 25,4% alle fasce 29-43 e 59-70 anni ed infine il 5% alla fascia over 70.

rispondenti non sa se la rete 5G è disponibile nella zona in cui vive) e sulle opportunità dallo stesso offerte (il 6,8% dei rispondenti non conosce affatto la tecnologia di quinta generazione mentre il 18% dichiara di non conoscerne i possibili vantaggi o caratteristiche ed il 41% rivela di possedere una conoscenza minima del 5G).

È molto positiva, invece, la capacità, dimostrata dai dati contenuti nella Fig. 4.1, di discernere le *fake news* che circolano sul 5G in merito a possibili impatti sulla salute e sull'ambiente. Ed infatti, solo il 14% ritiene che le antenne per il 5G provochino tumori, il 9,3% assume l'incapacità del 5G di migliorare le prestazioni telefoniche e di rete e l'8,3% ritiene che il 5G possa agevolare lo spionaggio dei dati. Il dato più interessante, tuttavia, è che ben il 68,3% degli intervistati non condivide nessuna delle paure riportate, numero che assume ancor più rilevanza alla luce del fatto che il 61% dei rispondenti ha come titolo di studio la licenza media inferiore o il diploma.

Fig. 4.1: Percentuale di intervistati che sono d'accordo sulle principali fake news sul 5G

Fonte: "5G e cultura digitale", Adiconsum, Associazione per la difesa e l'orientamento Consumatori, Cittadinanzattiva, Altroconsumo, Federconsumatori e Unione per la Difesa dei Consumatori, 2023

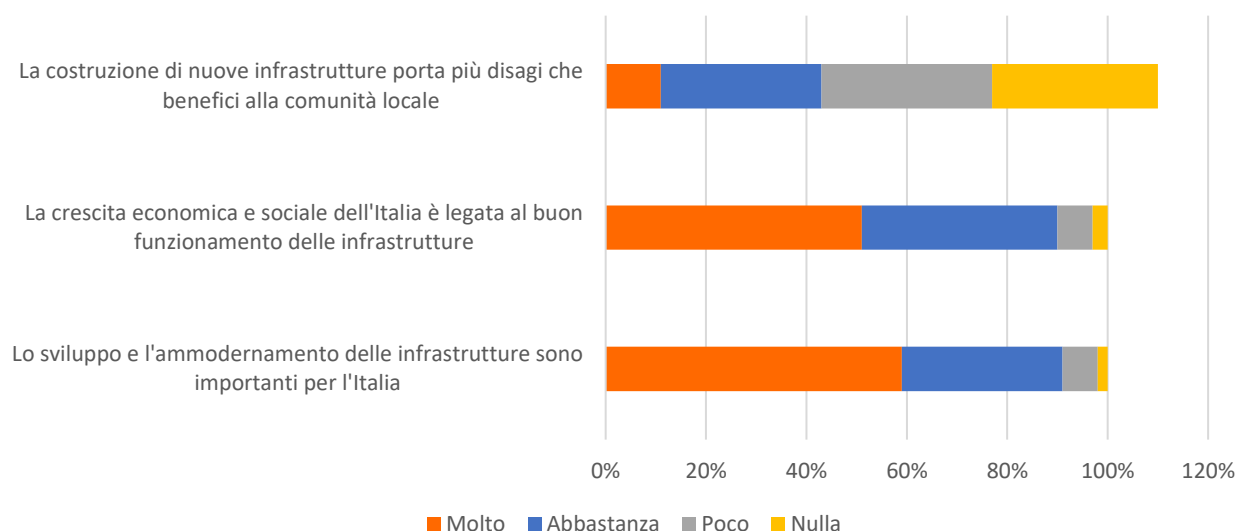


Evidenze positive emergono anche dall'indagine "Infrastrutture digitali e crescita del paese" pubblicata a maggio 2023 dall'Istituto Piepoli, condotta su un campione di 1.500 individui, con l'obiettivo di rilevare il livello di conoscenza e la percezione della popolazione italiana rispetto al tema delle infrastrutture digitali, con specifica attenzione per digitalizzazione, 5G e limiti di esposizione elettromagnetica. Le risultanze emerse sono molto interessanti ed attestano una consapevolezza diffusa circa l'importanza e le opportunità offerte dalla digitalizzazione e dallo sviluppo delle infrastrutture digitali. Ed, infatti, ben il 91% del campione riconosce il valore delle infrastrutture digitali per la crescita e lo sviluppo sostenibile del Paese mentre il 90% che la crescita economica e sociale del Paese sia legata al buon funzionamento delle infrastrutture (fig. 4.2).

Fig. 4.2: "Quanto è d'accordo con le seguenti affermazioni?"

Note: Al netto del "non so" – Base totale campione = 1.500

Fonte: Indagine "Infrastrutture digitali e crescita del Paese" Istituto Piepoli – mag 2023



Dall'indagine emerge anche come l'87% del campione analizzato associ la digitalizzazione al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità mentre risulta abbastanza radicata la consapevolezza circa il contributo che il potenziamento delle infrastrutture digitali offre in termini di riduzione del digital divide (50% del campione) e di trasformazione digitale della PA (46%).

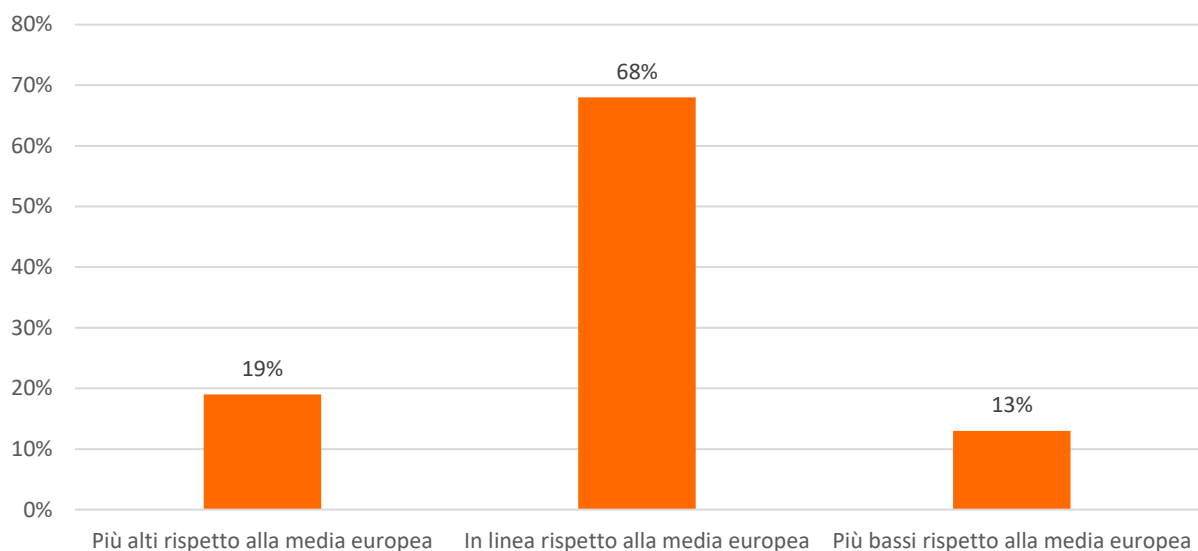
Focalizzando l'attenzione sulle infrastrutture digitali, l'indagine rivela che la connettività è percepita dagli italiani come un diritto che deve essere garantito su tutto il territorio nazionale (88%) e che 6 italiani su 10 sarebbero disposti ad accettare alcuni disagi pur di avere una connessione di ultima generazione (61%). Il 5G, in particolare, è percepito come una grande opportunità dall'89% degli italiani.

Per quanto concerne, invece, il tema dei rischi sulla salute connessi al 5G e, nello specifico, l'esposizione ai campi elettromagnetici del 5G, l'indagine in questione attesta come solo un intervistato su 10 sia consapevole del fatto che i limiti alle emissioni elettromagnetiche prodotte dalle antenne in Italia sono i più bassi rispetto alla media europea. La maggioranza, al contrario, ritiene che siano in linea (7 su 10) mentre 2 intervistati su 10 pensano addirittura che siano più alti (Fig. 4.3).

Fig. 4.3: "Che lei sappia, in Italia i limiti alle emissioni elettromagnetiche prodotte dalle antenne sono"

Note: Base totale campione = 1.500

Fonte: Indagine "Infrastrutture digitali e crescita del Paese" Istituto Piepoli – mag 2023

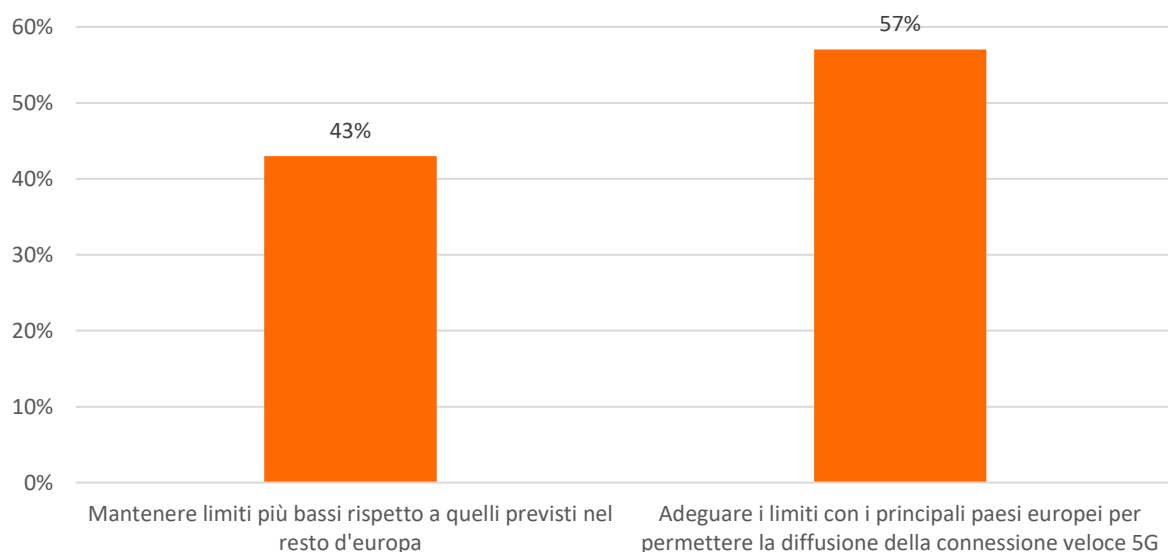


I dati, come visto, dimostrano dunque una scarsa conoscenza dell'attuale situazione. La stessa indagine afferma che, qualora fossero correttamente informati delle conseguenze in termini di minore connettività e di maggiore proliferazione di antenne, ben il 57% degli italiani sarebbe d'accordo ad adeguare i limiti a quelli adottati dai principali paesi UE (Fig. 4.4).

Fig. 4.4: L'adozione di limiti sensibilmente più bassi provoca in Italia una difficile diffusione della connessione veloce 5G e l'installazione di un numero consistente di antenne di medie dimensioni sul territorio e in città da parte degli operatori. Lei personalmente preferisce...?

Note: Base totale campione = 1.500

Fonte: Indagine "Infrastrutture digitali e crescita del Paese" Istituto Piepoli – mag 2023



4.1. La disinformazione online e le risposte di policy a livello UE

Parlando di 5G e dei falsi miti che ruotano intorno allo sviluppo di tale tecnologia, non si può prescindere dallo svolgere qualche riflessione in merito alla disinformazione ed alle tendenze in atto a livello generale.

La disinformazione – in gergo, *fake news* – si sostanzia, in particolare, in un contenuto falso o fuorviante, diffuso con l'intento di ingannare od ottenere un guadagno economico e che può provocare danni pubblici. Viceversa, la cattiva informazione (*misinformation*) è costituita da contenuti falsi o fuorvianti, condivisi senza intenzione fraudolenta, anche se gli effetti possono comunque essere dannosi, ad esempio quando le persone condividono informazioni false con amici e familiari in buona fede. Questo tipo di notizie ormai proliferano nelle democrazie di tutto il mondo, potendo arrivare a destabilizzare le rispettive istituzioni e minare la fiducia dei cittadini anche rispetto ad argomenti, come lo sviluppo delle infrastrutture di TLC, cruciali per lo sviluppo del Paese e l'accesso a servizi digitali straordinariamente importanti dal punto di vista socio-economico.

Al fine di limitarne il più possibile gli effetti negativi, è necessario affrontare il problema con diverse risposte strategiche. L'Unione Europea è intervenuta contro la disinformazione a partire da marzo 2015, con il lancio della *task force East StratCom*, sino a giungere a ottobre 2018 con l'emanazione di un importante strumento di autoregolamentazione – il Codice di condotta sulla disinformazione – che è stato firmato volontariamente da tutte le più grandi piattaforme digitali, compresi i maggiori *social network* e i principali *player* dell'industria pubblicitaria. Il documento è funzionale a garantire maggiore trasparenza e responsabilità delle piattaforme online, nonché un quadro per monitorare e migliorare le loro politiche in materia di disinformazione.

L'Unione Europea è intervenuta contro la disinformazione a partire dal marzo 2015, con il lancio della task force East StratCom, sino a giungere a ottobre 2018 con l'emanazione di un importante strumento di autoregolamentazione – il Codice di condotta sulla disinformazione – che è stato firmato volontariamente da tutte le più grandi piattaforme digitali, compresi i maggiori social network e i principali player dell'industria pubblicitaria

In attuazione del Piano d'azione per la democrazia europea della Commissione¹⁹, il Codice è stato poi rafforzato nel 2022²⁰ – pur rimanendo volontario – per cui attualmente le piattaforme online molto grandi aderenti, da un lato sono esentate da alcuni obblighi richiesti dal *Digital Services Act*

¹⁹ Lo stato di attuazione del Codice e delle altre misure previste dal presente Piano sarà esaminato nel corso di quest'anno dalla Commissione, in virtù dello svolgimento delle elezioni europee del 2024.

²⁰ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/it/policies/code-practice-disinformation>.

(DSA) e, dall'altro, possono essere sanzionate – a norma del DSA – dalle istituzioni europee in caso di inosservanza di quanto stabilito dal nuovo Codice di condotta²¹.

Invece, gli attori più piccoli potranno scegliere quali impegni desiderano sottoscrivere in base ai loro servizi e alle loro capacità.

Parallelamente, l'UE ha realizzato una serie di azioni per contrastare la disinformazione su alcuni temi specifici, soprattutto sul covid-19²² e sulla propaganda e le informazioni provenienti da Paesi extra-UE, in particolare dalla Russia e dalla Cina²³.

Parallelamente, l'UE ha realizzato una serie di azioni per contrastare la disinformazione su alcuni temi specifici, soprattutto sul covid-19²⁴ e sulla propaganda e le informazioni provenienti da Paesi extra-UE, in particolare dalla Russia e dalla Cina²⁵. In questo senso, sarebbe interessante capire se siano state compiute o siano tuttora in atto interferenze riguardanti il 5G.

4.2. Survey sui timori della popolazione relativi al 5G

Il presente paragrafo analizza i timori correlati al 5G in 5 paesi (Italia, Stati Uniti, Francia, Germania e Spagna) attraverso l'osservazione delle keyword utilizzate nelle ricerche effettuate in rete dagli utenti nel periodo compreso tra agosto 2019 e marzo 2023. L'intento dell'indagine qui presentata, realizzata da Bytek e I-Com, consiste nel comprendere quanto siano realmente diffuse le paure relative alle reti di quinta generazione, alle antenne e all'inquinamento elettromagnetico, mettendo in evidenza analogie e differenze tra i vari paesi analizzati, in un momento storico molto particolare in cui la pandemia ha certamente influenzato la percezione degli individui e, dunque, la qualità e quantità delle ricerche effettuate.

L'analisi per il presente studio è basata su dati raccolti in rete da Bytek, società specializzata in soluzioni software proprietarie di Intelligenza Artificiale che annoverano tra le altre finalità la possibilità di misurare i trend online, valutando la dinamica del volume delle ricerche effettuate sul motore di ricerca di Google in termini di argomenti correlati alla paura verso il 5G. Ci si è avvalsi, dunque, di una metodologia generalmente impiegata per la realizzazione di indagini di mercato online che presenta, tra gli altri, il vantaggio di riuscire a bypassare le tradizionali reticenze a rispondere da parte degli intervistati o i fenomeni quali il "response set"²⁶.

Dal punto di vista pratico, l'analisi riportata nel presente paragrafo è stata svolta seguendo differenti step.

²¹ Il Codice è stato adottato da 34 firmatari che hanno aderito al processo di revisione della versione del 2018. In particolare, il nuovo codice contiene 44 impegni e 128 misure specifiche in alcuni aspetti chiave, tra cui la demonetizzazione della disinformazione, la trasparenza della pubblicità politica e tematica, la garanzia sull'integrità dei servizi, la responsabilizzazione dei ricercatori, la creazione di un Centro per la trasparenza, nonché la previsione di un quadro di monitoraggio rafforzato nell'ambito del quale una particolare attenzione è posta alle piattaforme online molto grandi, così come definite dal DSA.

²² https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/coronavirus-response/fighting-disinformation_it.

²³ <https://euvsdisinfo.eu/learn/>.

²⁴ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/coronavirus-response/fighting-disinformation_it.

²⁵ <https://euvsdisinfo.eu/learn/>.

²⁶ La tendenza degli intervistati a rispondere in maniera piuttosto simile a tutte le domande, spesso in accordo con l'idea di ciò che il rispondente si è fatto rispetto a ciò che l'intervistatore sta cercando di misurare

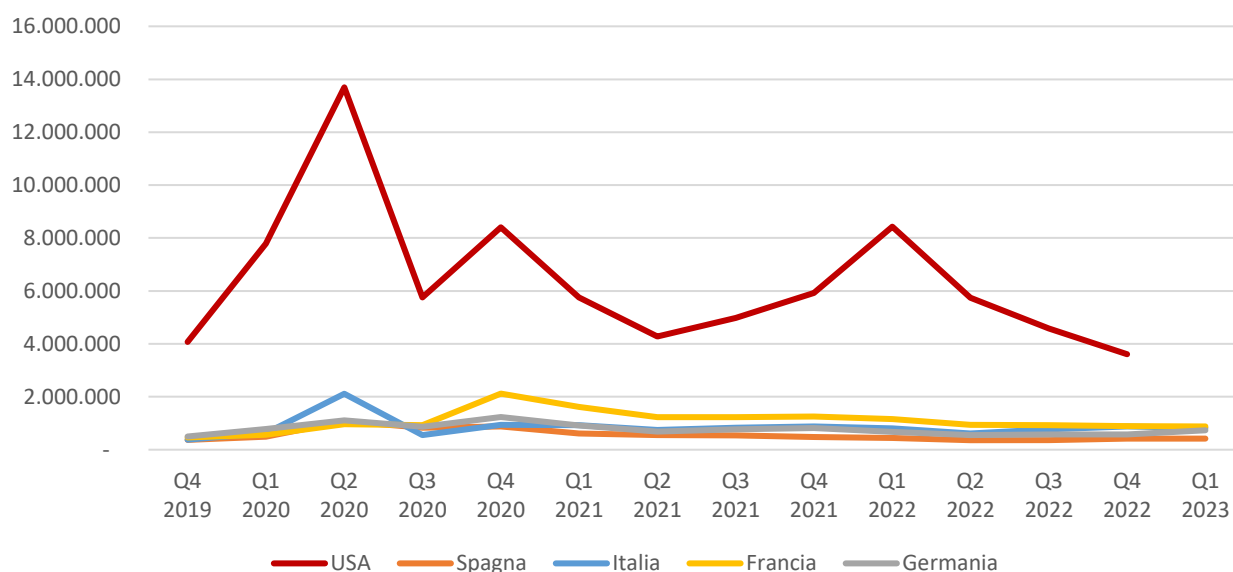
In primo luogo, a partire dall'argomento oggetto di indagine "la paura verso il 5G" sono state individuate una serie di "keyword" o "query di ricerca" che generalmente gli individui inseriscono su Google per cercare informazioni di loro interesse. Questo set iniziale è stato espanso in modo da cercare di coprire le principali query di ricerca utilizzate dagli utenti. Infine, per ognuna di queste query è stato individuato il volume di ricerca mensile.

Una volta individuate tutte le query di interesse e i loro relativi volumi di ricerca, queste sono state raggruppate in sottoinsiemi omogenei per "argomento" di ricerca. Ciò significa che, partendo da un argomento molto generale, come la paura verso 5G, le informazioni sono state clusterizzate (ovvero suddivise in insiemi più piccoli) relativamente, ad esempio, alle antenne, all'inquinamento elettromagnetico e più in generale ai danni alla salute al fine di fornire una fotografia dei timori specifici che i consumatori associano alle reti di quinta generazione.

Il primo dato interessante che emerge dall'analisi è relativo all'interesse generale che gli utenti del web mostrano nei confronti delle reti di quinta generazione. Interesse che esiste ed ha registrato un evidente picco durante il periodo pandemico (Fig. 4.5). Le ragioni alla base di tale fenomeno sono senza dubbio molteplici ma trovano sicuro fondamento, da un lato, nelle restrizioni alla mobilità imposte dai governi per limitare il diffondersi del contagio che ha costretto milioni di individui a rimanere nelle proprie case determinando un uso massiccio degli strumenti informatici e, dall'altro, nella messa in atto di una campagna di disinformazione che ha correlato (evidentemente senza il minimo fondamento scientifico) la diffusione del Covid-19 con il 5G. Si tratta di un andamento simile in tutte le aree geografiche considerate, che hanno registrato un picco corrispondente allo scoppio della crisi pandemica seguito da un successivo appiattimento nei trimestri successivi, ad eccezione degli Stati Uniti che hanno vissuto vari picchi nel corso del periodo di osservazione.

Fig.4.5: Ricerche totali sul 5G per trimestre

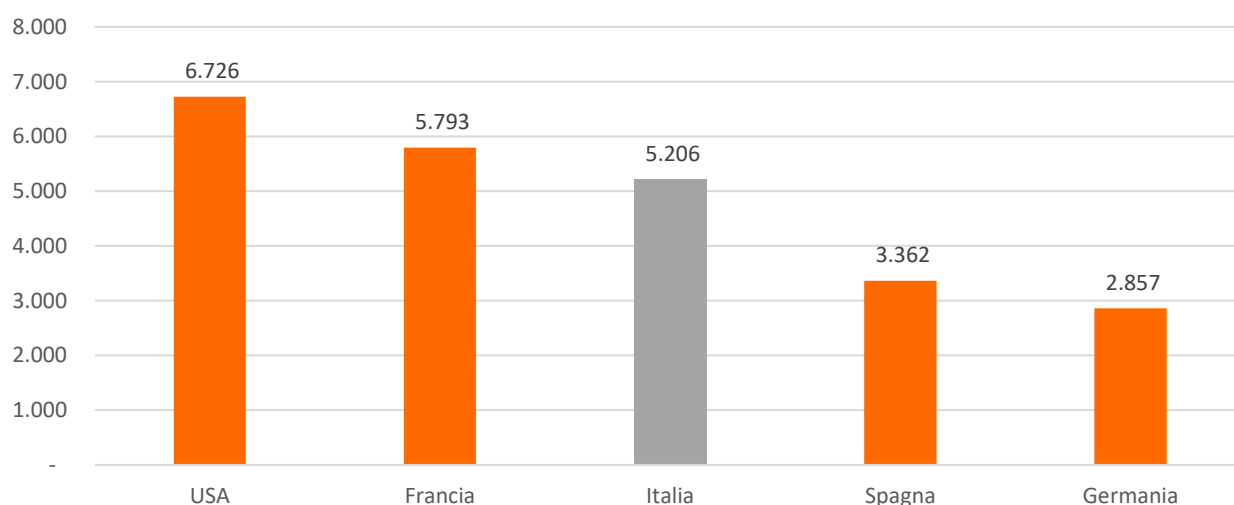
Fonte: Elaborazioni I-Com su dati ByteK



Andando a parametrare le ricerche sul 5G alla popolazione nell'anno 2022, quindi in un momento in cui la crisi pandemica si poteva definire ormai superata, vediamo come gli USA rappresentino l'area geografica in cui si è registrato il maggior interesse verso l'argomento, con 6.726 ricerche ogni 100.000 abitanti (Fig.4.6). L'Italia si trova, invece, con 5.206 effettuate nel corso dello scorso anno, al terzo posto dietro la Francia.

Fig.4.6: Ricerche sul 5G effettuate nel 2022 per 100.000 abitanti

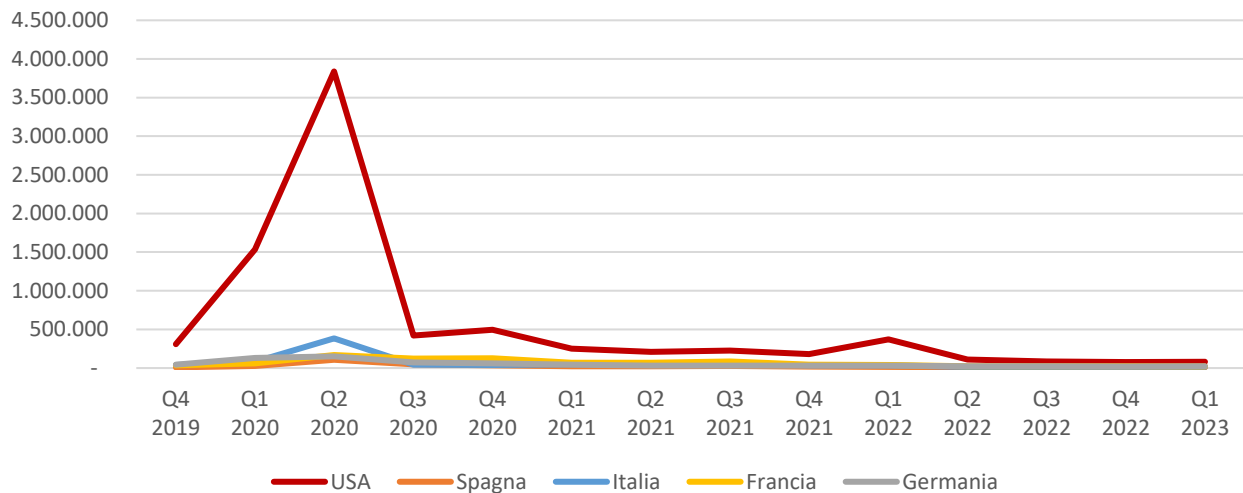
Fonte: Elaborazioni I-Com su dati Bytek



Passando all'argomento specifico dell'analisi, ovvero le ricerche sul 5G correlate ad un sentimento di paura, possiamo notare anche in questo caso un picco nel secondo trimestre del 2020, in coincidenza con lo scoppio della pandemia. In particolare, osservando l'andamento tra il quarto trimestre del 2019 e il secondo del 2020, risulta che le ricerche correlate alla paura sono aumentate di oltre 12 volte negli USA e in Spagna, di oltre 10 in Italia, di 5 volte in Francia e di oltre tre volte in Germania. Parimenti a quanto emerso per le ricerche riguardanti il 5G in generale, anche in questo caso si segnala un repentino calo nel trimestre successivo ed un progressivo appiattimento nei periodi successivi (Fig.4.7).

Fig.4.7: Ricerche sul 5G correlate alla paura per trimestre

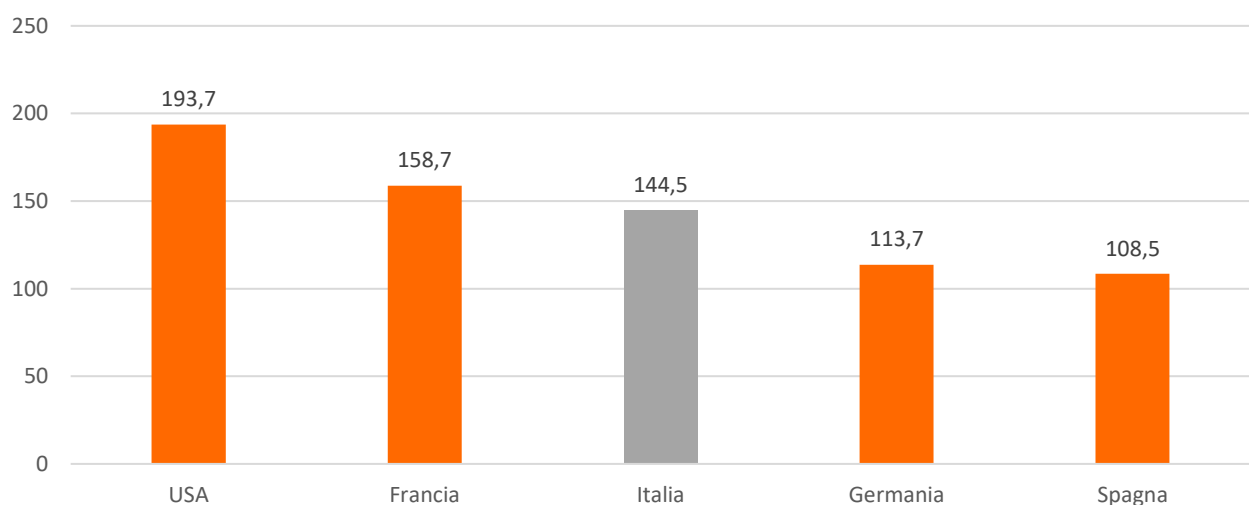
Fonte: Elaborazioni I-Com su dati Bytek



Normalizzando le ricerche web rispetto alla popolazione, i dati 2022 si attestano su valori nettamente inferiori, secondo una tendenza simile a quella riscontrata per il 5G in generale - con l'unica eccezione rappresentata dall'inversione di posizione tra Spagna e Germania - con gli Stati Uniti che occupano il primo posto con 193,7 ricerche ogni 100.000 abitanti (Fig.4.8). Focalizzando ora l'attenzione sull'Italia, le ricerche sul 5G correlate ad un sentimento di paura sono state nel 2022 piuttosto marginali, attestandosi a quota 144,5 unità per 100.000 abitanti, un valore più basso di quanto registrato in Francia (158,7), anche se più elevato di quello individuato in Germania (113,7) e Spagna (108,5).

Fig.4.8: Ricerche sulla paura correlata al 5G effettuate nel 2022 per 100.000 abitanti

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati Bytek

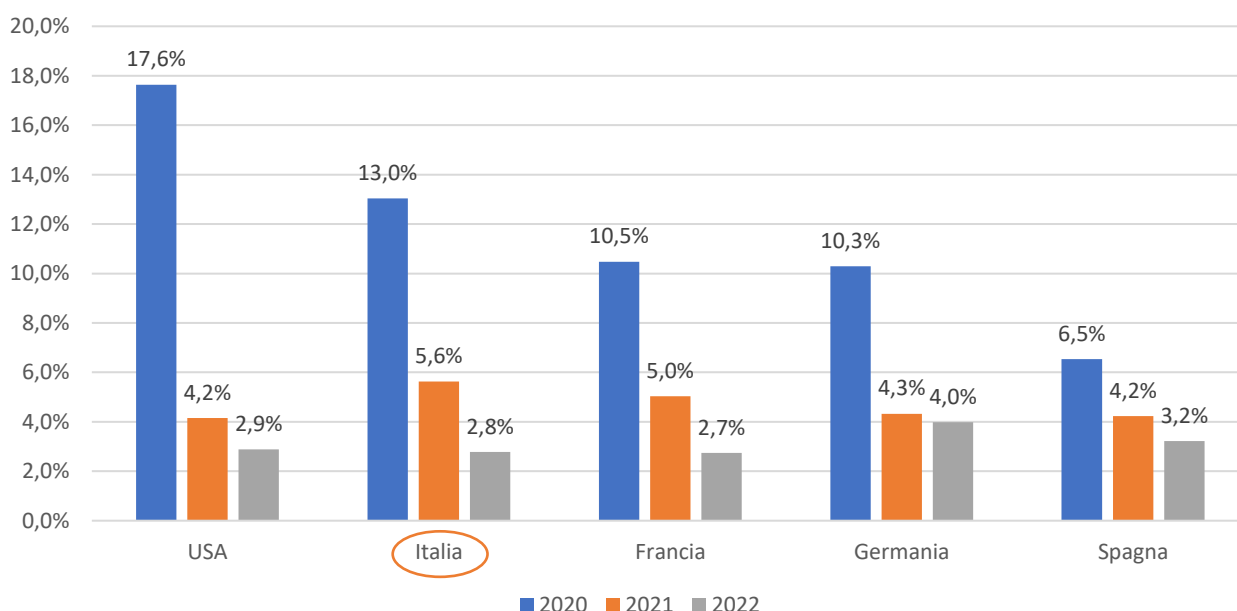


Passando all'analisi del peso sul totale complessivo delle ricerche sul 5G correlate alla paura, i dati (Fig. 4.9) dimostrano come in tutti i paesi considerati la quota delle ricerche relative ai timori sulle reti di quinta generazione effettuate dagli individui nel 2020 risultino notevolmente più elevate di quelle registrate nel biennio successivo. In particolare, in quattro dei cinque paesi osservati, la quota di ricerche correlate alla paura sul totale ha superato la soglia del 10%, per poi scendere a meno della metà nei periodi successivi. Osservando nel dettaglio l'andamento del dato italiano, mentre nel 2020 l'Italia (con una quota del 13%) si posizionava al secondo posto dopo gli Stati Uniti per quota di ricerche correlate alla paura sul totale, nel 2022 la percentuale di ricerche degli utenti italiani sui timori verso il 5G rispetto al totale è scesa al 2,8%, la più bassa dopo la Francia.

Osservando nel dettaglio l'andamento del dato italiano, mentre nel 2020 l'Italia (con una quota del 13%) si posizionava al secondo posto dopo gli Stati Uniti per quota di ricerche correlate alla paura sul totale, nel 2022 la percentuale di ricerche degli utenti italiani sui timori verso il 5G rispetto al totale scende al 2,8%, la più bassa dopo la Francia

Fig.4.9: Quota di ricerche correlate alla paura sul totale di quelle relative al 5G per anno

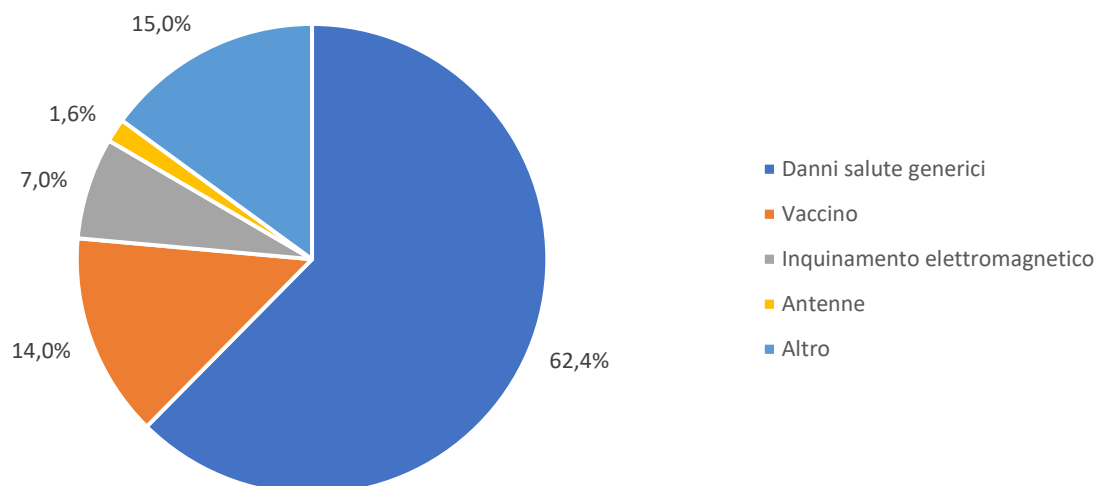
Fonte: Elaborazioni I-Com su dati ByteK



Entrando nel dettaglio delle ricerche correlate alla paura effettuate in Italia da ottobre 2019 a marzo 2023 (Fig. 4.10), a primeggiare sono quelle relative a danni generici alla salute (62,5%) anche se il vaccino continua a catturare l'attenzione degli utenti (14%).

Fig.4.10: Dettaglio ricerche correlate alla paura per parola chiave effettuate in Italia (ott 2019-mar 2023)

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati Bytek

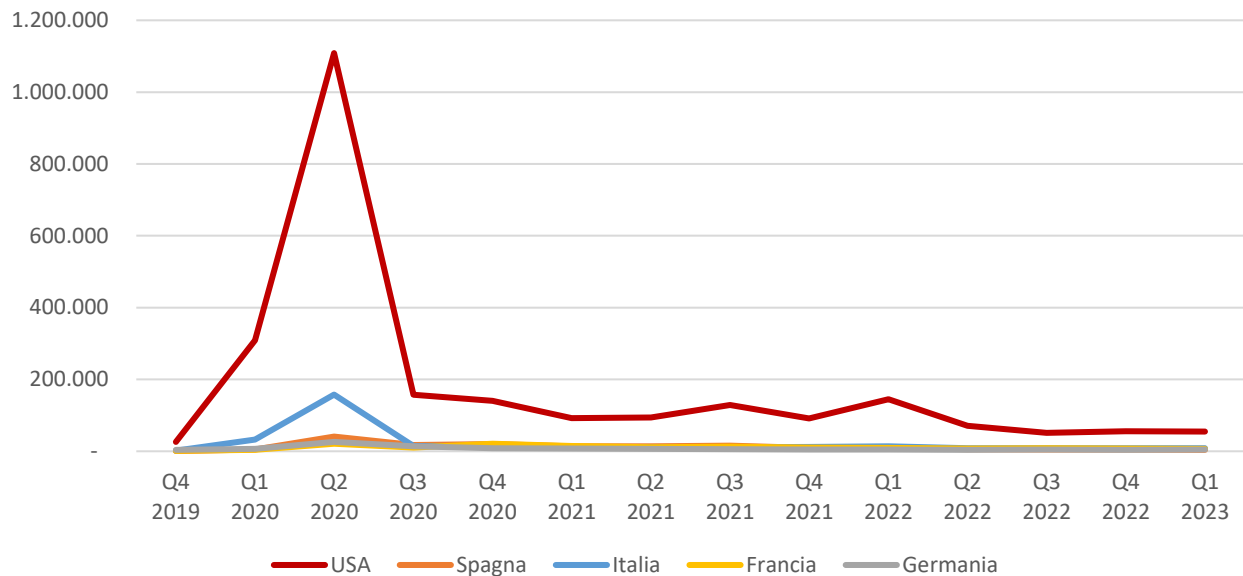


In considerazione dell'importanza delle antenne ai fini del raggiungimento degli obiettivi di connettività fissati a livello europeo e nazionale, uno degli ambiti specifici verso cui si è concentrata la ricerca è relativo ai potenziali timori che i consumatori avrebbero nei confronti delle antenne.

La figura 4.11, in particolare, mostra i dati relativi alle ricerche sulle antenne in generale e, dunque, non necessariamente correlate ad un sentimento di paura verso le stesse, rivelando ancora una volta un andamento correlato al picco pandemico che per le ragioni già esposte ha certamente influito sul proliferare delle ricerche sull'argomento. A primeggiare sono sempre gli USA con un valore davvero impressionante nel secondo trimestre del 2020, pari a 1.108.730. Anche in Italia si registra, nello stesso trimestre, un innalzamento del numero delle ricerche (157.800) che si rivelano comunque sostanzialmente modeste e che inoltre decrescono drasticamente a partire dal terzo trimestre 2020 per appiattirsi in tutti i periodi successivi con dati allineati a quelli degli altri paesi europei analizzati.

Fig.4.11: Ricerche sulle antenne non necessariamente correlate alla paura

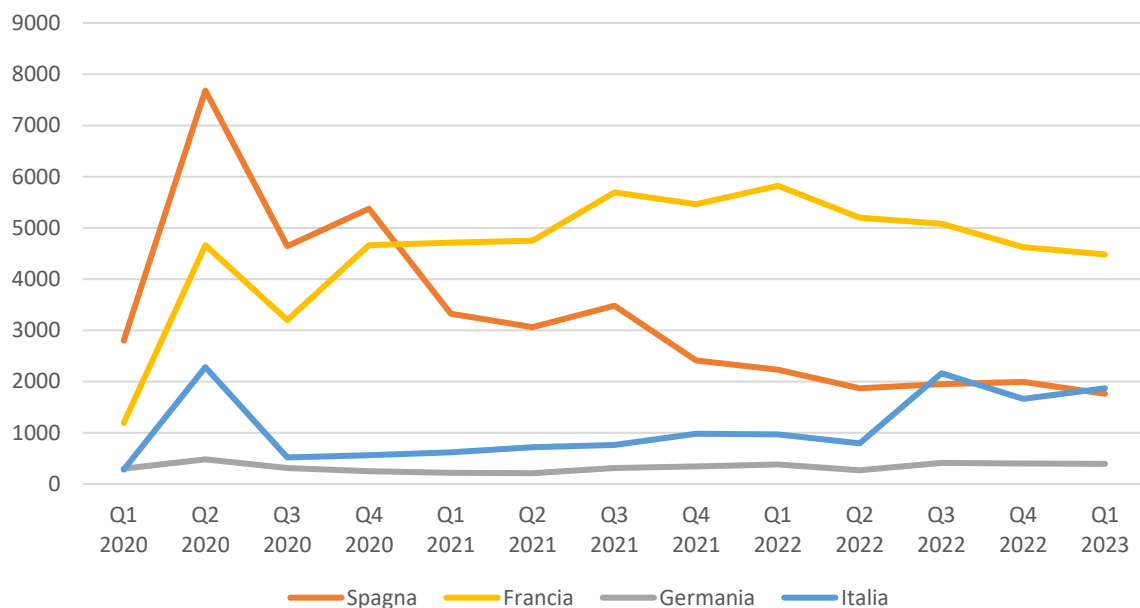
Fonte: Elaborazioni I-Com su dati Bytek



Se i dati relativi alle ricerche generali sulle antenne sono allineati a quelli degli altri paesi europei, quelli relativi alle ricerche sulle antenne correlate ad un sentimento di paura (Fig. 4.12), invece, nonostante un paio di picchi nel secondo trimestre 2020 e nel terzo 2022, si rivelano, in generale, sempre inferiori rispetto a quelli registrati negli altri paesi osservati con l'unica eccezione rappresentata dalla Germania dove anche l'effetto pandemico ha giocato un ruolo marginale.

Fig.4.12: Ricerche sulle antenne correlate ad un sentimento di paura

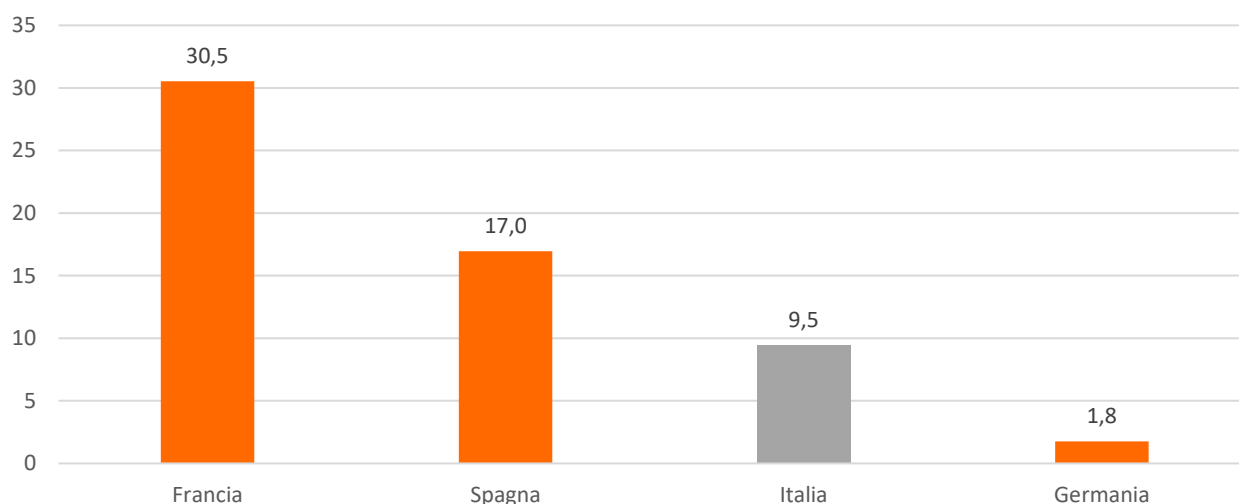
Fonte: Elaborazioni I-Com su dati Bytek



La marginalità delle ricerche sulle antenne correlate alla paura emerge con particolare evidenza se si correlano i dati alla popolazione (Fig. 4.13).

Fig.4.13: Ricerche sulle antenne correlate ad un sentimento di paura effettuate nel 2022 per 100.000 abitanti

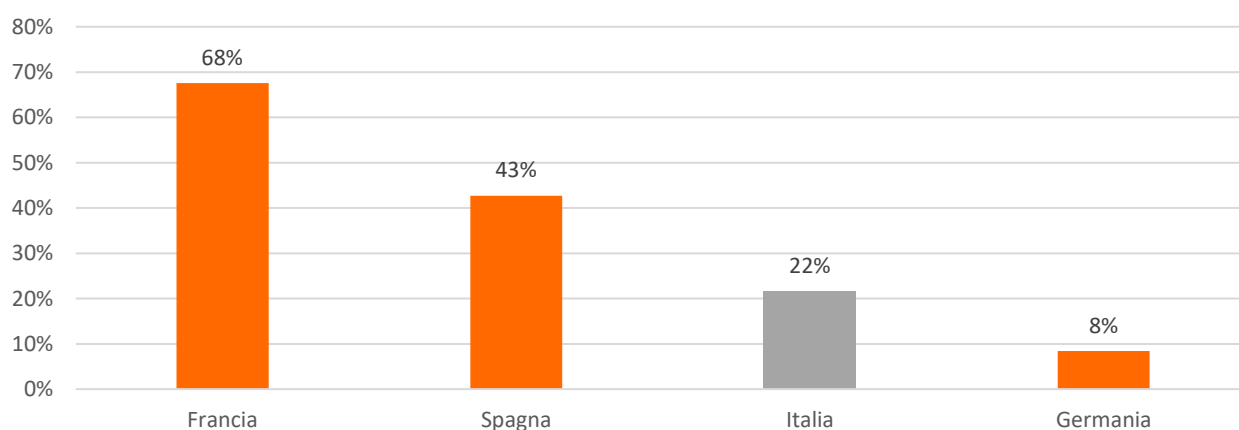
Fonte: Elaborazioni I-Com su dati Bytek



Limitate appaiono le ricerche correlate alla paura sul totale delle ricerche relative alle antenne nel primo trimestre nel 2023. Ed infatti in Italia la percentuale si ferma al 22%, dato inferiore solo a quello tedesco (8%) (Fig. 4.14).

Fig.4.14: Quota di ricerche correlate alla paura sul totale delle ricerche relative alle antenne nel primo trimestre nel 2023

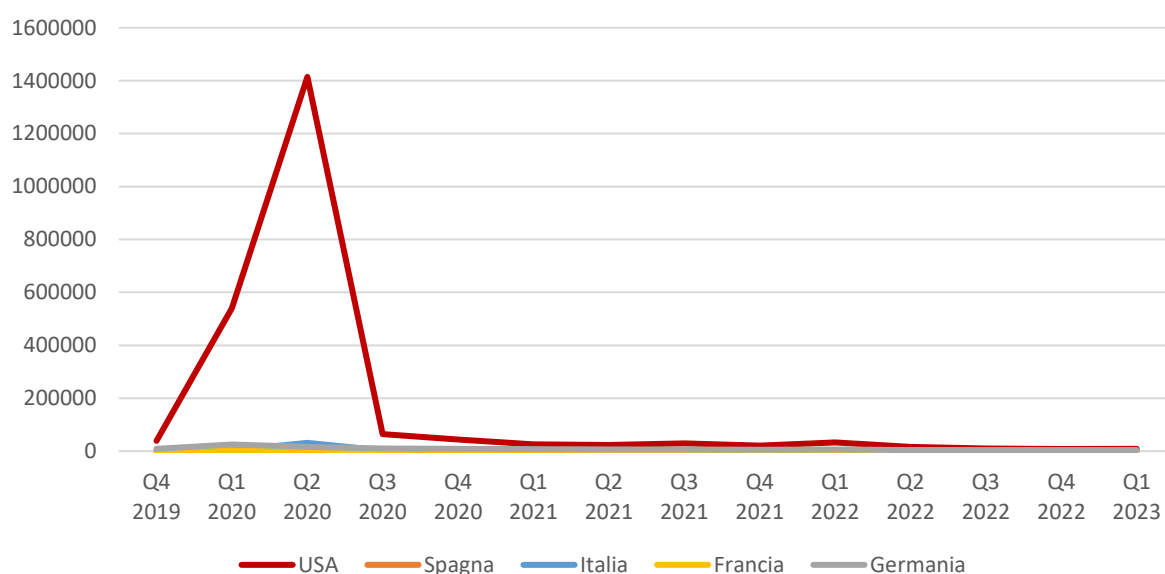
Fonte: Elaborazioni I-Com su dati Bytek



Focalizzando invece l'attenzione sulle ricerche sull'inquinamento elettromagnetico e partendo dalla constatazione che si tratta di un tema piuttosto tecnico non facilmente fruibile, si registra un generale disinteresse per l'argomento in tutti i paesi europei analizzati anche nel periodo pandemico, a differenza degli USA dove contestualmente all'esplosione del fenomeno pandemico può essere osservato un picco straordinariamente importante di ricerche in materia (Fig. 4.15).

Fig.4.15: Ricerche sull'inquinamento elettromagnetico

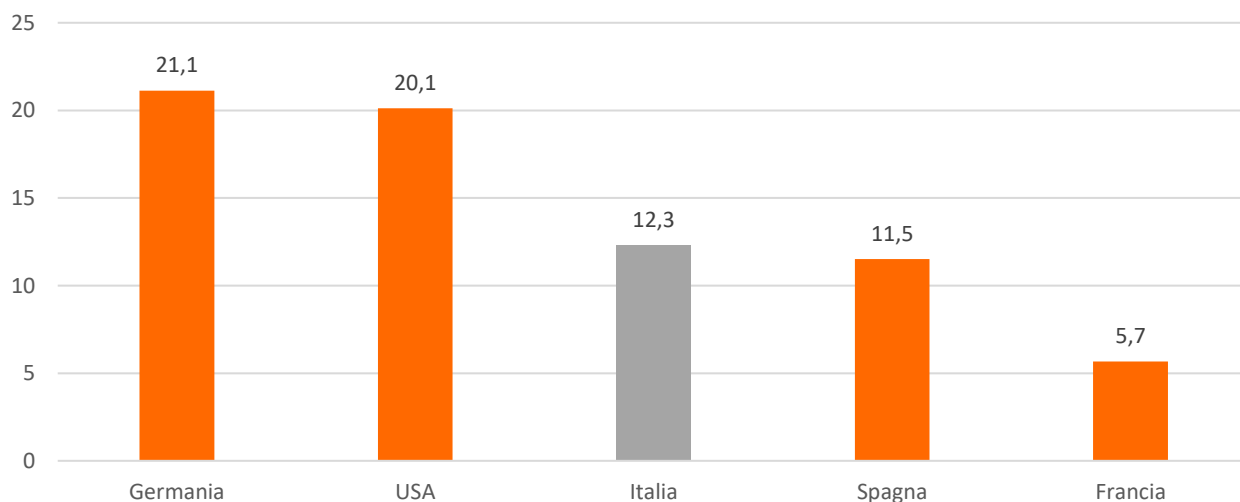
Fonte: Elaborazioni I-Com su dati Bytek



Tale disinteresse si traduce in numeri davvero molto modesti, che per l'Italia nel 2022 non vanno oltre le 12,3 ricerche ogni 100.000 abitanti.

Fig.4.16: Ricerche sull'inquinamento elettromagnetico nel 2022 per 100.000 abitanti

Fonte: Elaborazioni I-Com su dati Bytek



Tirando le fila delle principali evidenze emerse, si può affermare che il 5G rappresenta un tema di indiscusso interesse. Ed infatti, sebbene l'indagine Bytek-I-Com riveli, a livello generale, un forte condizionamento esercitato dalla crisi pandemica e dalle numerose fake news su possibili collegamenti tra 5G e Covid-19 che hanno certamente concorso a determinare un picco di ricerche nella fase pandemica più acuta (secondo trimestre 2020), la stessa evidenza, comunque, un certo interesse per il 5G anche al di fuori di tale periodo (in Italia 5.206 ricerche ogni 100.000 abitanti nel 2022 a fronte delle 3.362 della Spagna e delle 2.857 della Germania). Le ricerche sul 5G correlate ad un sentimento di paura, in particolare, al di là del secondo trimestre 2020, mostrano un andamento fortemente decrescente e si attestano su numeri marginali. Prova ne è il fatto che in Italia, rispetto al totale delle ricerche sul 5G, quelle associate a possibili paure sono passate dal 13% del 2020 al 2,8% del 2022, anno nel quale sono state realizzate solo 144,5 ricerche di questo tipo ogni 100.000 abitanti.

Anche il tema dei limiti elettromagnetici, unico argomento non impattato – USA a parte – dalla crisi pandemica, sembra non appassionare particolarmente le ricerche italiane che, seppur superiori a quelle realizzate in Spagna (11,5) e Francia (5,7), si sono attestate nel 2022 a quota 12,3 ogni 100.000 abitanti.

5. UNA STIMA DEGLI IMPATTI DEI PIÙ STRINGENTI LIMITI ALLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE

5.1. Le conseguenze dirette in termini economici, tecnologici ed ambientali

Stimare nel dettaglio gli impatti economici sul *deployment* di una rete 5G di una normativa più stringente sui limiti frequenziali è un compito molto complesso e articolato, in quanto richiede il confronto tra la progettazione di due reti, una con i limiti italiani (per semplicità, i 6V/m in ambito urbano) ed una applicando invece i limiti internazionali fissati dall'ICNIRP, 61V/m.

Ogni progetto di rete è influenzato da molteplici fattori quali le caratteristiche orografiche del territorio, la concentrazione della popolazione nelle aree urbane, i vincoli di copertura *indoor* ed *outdoor* delle licenze, la velocità effettiva di realizzazione delle reti, lo stato delle reti mobili esistenti, il livello di *sharing* e l'esistenza di un efficiente mercato delle infrastrutture passive, lo stato delle infrastrutture di rete fissa, la presenza o meno di un *backhauling* in fibra, la presenza e la numerosità dei poli industriali, delle infrastrutture passive, ecc.

In virtù della difficoltà di replicare un'analisi così complessa, è necessario fare riferimento a uno studio del Politecnico di Milano per conto di ASSTEL. Seppur del 2019, l'analisi può essere ritenuta ancora pienamente attuale per una serie di ragioni, in particolare:

- i parametri industriali e di progettazione delle reti mobili sono stabili;
- il numero degli operatori infrastrutturali presenti sul mercato è rimasto invariato;
- il quadro normativo e dei limiti elettromagnetici è immutato.

L'elemento che è cambiato maggiormente è l'aumento dei costi di esercizio per l'effetto inflattivo in atto in particolare, ma non solo, sui costi energetici non previsti all'interno dello studio del 2019. Conseguentemente, è presumibile che la stima degli extra-costi effettuata nel 2019 debba essere considerata ad oggi approssimata per difetto.

Riassumendo, lo studio Polimi identifica i seguenti 3 impatti principali derivanti dagli attuali limiti elettromagnetici:

- un aumento dei costi di sviluppo e di esercizio delle reti 5G che rende ancor più critico il tasso di rendimento atteso dagli investimenti in reti mobili italiane già afflitti da dinamiche recessive dei ricavi e da un'incidenza record degli investimenti. L'aumento dei costi stimato è di € 9,4 miliardi, con un extra-costo di circa €4 miliardi rispetto ai € 5,5 mld che si prevedono se i limiti italiani fossero pari a quelli europei e raccomandati dall'ICNIRP. I valori presentati fanno riferimento ad un extra-costo spalmato su di un arco temporale di 10 anni, tempo stimato per lo sviluppo completo di una rete 5G;
- un freno allo sviluppo delle reti perché in alcuni casi è evidente l'impossibilità, per limiti fisici e per la contemporanea presenza di vincoli ambientali e paesaggistici,

dell'implementazione della dotazione frequenziale necessaria per la gestione dei crescenti volumi di traffico e delle funzionalità richieste per lo sviluppo di servizi innovativi. Il risultato è l'emergere di coperture a "macchia di leopardo"²⁷, con buchi di copertura proprio nelle aree urbane laddove l'intensità di traffico è maggiore e le funzionalità richieste più stringenti (come nel caso delle *smart cities*);

- un effetto negativo sulla sostenibilità ambientale, tema particolarmente attuale e rilevante per l'impatto che le recenti vicende geopolitiche stanno avendo sui costi energetici. Il 5G è la tecnologia a minor consumo energetico rispetto a tutte le precedenti, mentre limiti più stringenti, a parità di altri fattori, implicano un incremento della densità degli impianti, comportando un maggiore consumo energetico.

Lo studio identifica i seguenti 3 impatti principali derivanti dagli attuali limiti elettromagnetici: un aumento di € 4,4 miliardi dei costi di sviluppo e di esercizio delle reti 5G che rende ancor più critico il tasso di rendimento atteso dagli investimenti in reti mobili italiane già afflitti da dinamiche recessive dei ricavi e da un'incidenza record degli investimenti; un freno allo sviluppo delle reti perché in alcuni casi è evidente l'impossibilità, per limiti fisici e per la contemporanea presenza di vincoli ambientali e paesaggistici, dell'implementazione della dotazione frequenziale necessaria per la gestione dei crescenti volumi di traffico e delle funzionalità richieste per lo sviluppo di servizi innovativi; un effetto negativo sulla sostenibilità ambientale

Come conseguenza di tutti questi elementi, è evidente che i livelli di densità di copertura raggiunti da Corea del Sud e Cina sono chiaramente non raggiungibili con gli attuali limiti elettromagnetici applicati in Italia.

Come conseguenza di tutti questi elementi, è evidente che i livelli di densità di copertura raggiunti da Corea del Sud e Cina sono chiaramente non raggiungibili con gli attuali limiti elettromagnetici applicati in Italia

²⁷ Con i limiti attualmente vigenti in Italia, il 62% dei siti esistenti nelle aree urbane è risultato non aggiornabile al 5G.

5.2. Gli impatti sul settore e sul sistema industriale italiano

L'evoluzione tecnologica dell'offerta e della domanda hanno trasformato le telecomunicazioni in una piattaforma essenziale a supporto della trasformazione digitale del Sistema Paese. La repentina virata del processo di globalizzazione e le nuove sfide geostrategiche impongono un aumento dell'autonomia europea e nazionale sulle sfide tecnologiche che configureranno il mondo che verrà. Quindi, la presenza dei più stringenti limiti alle emissioni elettromagnetiche rispetto alla normativa presente in altri paesi europei e raccomandati dall'ICNIRP rappresenta un incontestabile elemento di freno che impatta come abbiamo già visto direttamente sulla sostenibilità economica ed ambientale delle aziende del settore ma ovviamente anche:

- sulle capacità competitivo-strategiche dei nostri operatori in una fase di probabile consolidamento del mercato;
- sulla capacità del sistema Paese di rimanere sulla frontiera dell'evoluzione tecnologica e conseguentemente sulla capacità competitiva del sistema manifatturiero italiano.

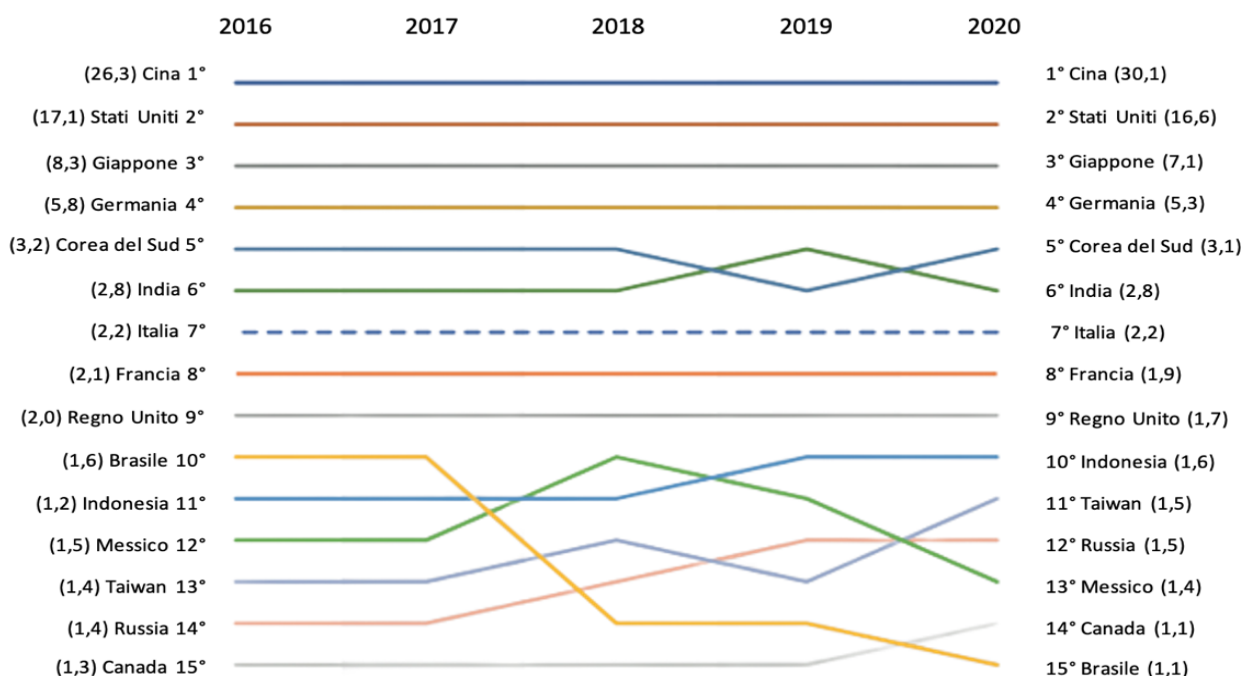
I dati sin qui presentati indicano univocamente un ritardo nello sviluppo delle reti 5G europee rispetto ai principali operatori asiatici e statunitensi. In tale contesto, l'Italia non fa eccezione. Anzi, nel nostro Paese il ritardo rischia di essere ancor più accentuato per la somma di fattori tecnico/regolatori – tra cui rientrano i limiti elettromagnetici più stringenti – ed economico/finanziari.

I dati sin qui presentati indicano univocamente un ritardo nello sviluppo delle reti 5G europee rispetto ai principali operatori asiatici e statunitensi. In tale contesto, l'Italia non fa eccezione. Anzi, nel nostro Paese il ritardo rischia di essere ancor più accentuato per la somma di fattori tecnico/regolatori – tra cui rientrano i limiti elettromagnetici più stringenti – ed economico/finanziari

Le telecomunicazioni sono una delle piattaforme fondamentali per la digitalizzazione del sistema economico, industriale e tecnologico a cui appartengono. In particolare, sono essenziali per lo sviluppo delle tecnologie che sono sulla frontiera dell'innovazione e che trovano la loro primaria applicazione in ambito industriale e manifatturiero. In quest'ottica, non possono che risultare un fattore strategico in un Paese come l'Italia, che occupa il 7° posto a livello globale e il 2° a livello europeo in termini di valore aggiunto manifatturiero (Fig.5.1).

Fig.5.1: Valore aggiunto manifatturiero in dollari correnti (% sul totale mondiale tra parentesi, 2020)

Fonte: Elaborazioni Centro Studi Confindustria su dati UNIDO, Eurostat, Banca mondiale e IHS-Markit



Questa arretratezza nell'implementazione del 5G potrebbe erodere la competitività internazionale dell'Italia che, lo ricordiamo, è il settimo Paese al mondo in termini di export, classificandosi al secondo posto tra i paesi europei e posizionandosi tra la Germania, che è terza nella classifica globale, e la Francia che è nona (Tab.5.1).

Tab.5.1: I principali esportatori mondiali di beni nel 2022, con relative quote di mercato (pesi percentuali)

Fonte: Elaborazioni Osservatorio Economico su dati FMI-DOTS

Posizione	Paesi esportatori	2019	2020	2021	2022
1	Cina	13,3	15,0	15,3	14,6
2	Stati Uniti	8,8	8,2	8,0	8,4
3	Germania	7,9	8,0	7,4	6,7
4	Paesi Bassi	3,8	3,9	3,8	3,9
5	Giappone	3,8	3,7	3,4	3,0
6	Corea del Sud	2,9	3,0	2,9	2,8
7	Italia	2,9	2,9	2,8	2,7
8	Belgio	2,4	2,4	2,5	2,6
9	Francia	3,0	2,8	2,7	2,5
10	Hong Kong	2,9	3,2	3,0	2,5

Tale dato assume una particolare rilevanza in tema di limiti alle emissioni elettromagnetiche, soprattutto se si considera che l'Italia ha una posizione preminente in settori industriali i cui processi industriali sono e saranno sempre più pesantemente impattati dalle evoluzioni delle reti di telecomunicazioni ed in particolare dalle reti 5G (Tab.5.2).

Tab.5.2: I principali prodotti esportati dall'Italia

Fonte: Elaborazioni Osservatorio Economico su dati Istat

Pos.	Prodotto	2019		2020		2021		2022		Var. % 2021/2022
		Mln euro	Peso %	Mln euro	Peso %	Mln euro	Peso %	Mln euro	Peso %	
1	Medicinali e preparati farmaceutici	29.633	6,2	31.139	7,1	30.618	5,9	44.652	7,1	45,8
2	Altre macchine di impiego generale	25.913	5,4	24.109	5,5	26.975	5,2	29.712	4,8	10,1
	Forni, bruciatori e sistemi di riscaldamento	1.345	0,3	1.173	0,3	1.332	0,3	1.596	0,3	19,8
	Macchine e apparecchi di sollevamento e movimentazione	6.582	1,4	5.735	1,3	6.525	1,3	7.738	1,2	18,6
	Macchine e attrezzature per ufficio (esclusi computer e unità periferiche)	541	0,1	476	0,1	501	0,1	563	0,1	12,4
	Utensili portatili a motore	276	0,1	262	0,1	280	0,1	282	0,0	0,6
	Attrezzature di uso non domestico per la refrigerazione e la ventilazione	6.617	1,4	6.360	1,5	7.360	1,4	8.450	1,4	14,8
	Altre macchine di impiego generale n.c.a.	10.551	2,2	10.103	2,3	10.978	2,1	11.083	1,8	1,0
3	Macchine di impiego generale	24.327	5,1	21.231	4,9	24.864	4,8	27.529	4,4	10,7
4	Prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio	13.287	2,8	8.019	1,8	13.671	2,6	24.597	3,9	79,9
5	Autoveicoli	21.207	4,4	18.844	4,3	21.534	4,1	23.276	3,7	8,1
6	Altre macchine per impieghi speciali	21.573	4,5	17.859	4,1	20.974	4,0	23.222	3,7	10,7
	Macchine per la metallurgia	1.242	0,3	897	0,2	926	0,2	1.024	0,2	10,7
	Macchine da miniera, cava e cantiere	3.981	0,8	3.086	0,7	3.901	0,7	4.398	0,7	12,7
	Macchine per l'industria alimentare, delle bevande e del tabacco	3.799	0,8	3.274	0,7	3.845	0,7	4.138	0,7	7,6
	Macchine per le industrie tessili, dell'abbigliamento	2.406	0,5	1.886	0,4	2.501	0,5	2.831	0,5	13,2

	e del cuoio (incluse parti e accessori)									
	Macchine per l'industria della carta e del cartone (incluse parti e accessori)	1.329	0,3	1.091	0,2	1.305	0,3	1.440	0,2	10,3
	Macchine per l'industria delle materie plastiche e della gomma (incluse parti e accessori)	2.089	0,4	1.847	0,4	2.049	0,4	2.199	0,4	7,3
	Macchine per impieghi speciali n.c.a. (incluse parti e accessori)	6.727	1,4	5.779	1,3	6.446	1,2	7.192	1,2	11,6
7	Articoli di abbigliamento, escluso l'abbigliamento in pelliccia	19.535	4,1	16.279	3,7	18.998	3,6	22.078	3,5	16,2
8	Prodotti chimici di base, fertilizzanti e composti azotati, materie plastiche e gomma sintetica in forme primarie	14.266	3,0	13.486	3,1	17.219	3,3	20.623	3,3	19,8
9	Metalli di base preziosi e altri metalli non ferrosi; combustibili nucleari	12.572	2,6	15.426	3,5	17.079	3,3	19.362	3,1	13,4
10	Articoli in materie plastiche	12.710	2,6	12.052	2,8	14.199	2,7	16.051	2,6	13,0
11	Parti e accessori per autoveicoli e loro motori	14.091	2,9	11.975	2,7	13.888	2,7	15.427	2,5	11,1
12	Prodotti della siderurgia	8.927	1,9	7.126	1,6	12.119	2,3	14.727	2,4	21,5
13	Altri prodotti in metallo	10.973	2,3	9.705	2,2	12.052	2,3	14.051	2,2	16,6
	Bidoni in acciaio e contenitori analoghi	271	0,1	270	0,1	344	0,1	401	0,1	16,6
	Imballaggi leggeri in metallo	728	0,2	720	0,2	784	0,2	997	0,2	27,1
	Prodotti fabbricati con fili metallici, catene e molle	1.140	0,2	1.005	0,2	1.367	0,3	1.609	0,3	17,7
	Articoli di bulloneria	1.818	0,4	1.586	0,4	1.986	0,4	2.304	0,4	16,0
	Altri prodotti in metallo n.c.a.	7.016	1,5	6.124	1,4	7.571	1,5	8.741	1,4	15,5
14	Cuoio conciato e lavorato; articoli da viaggio, borse, pelletteria e selleria; pellicce preparate e tinte	13.047	2,7	9.936	2,3	12.128	2,3	13.821	2,2	14,0
15	Calzature	10.640	2,2	8.956	2,1	10.661	2,0	12.832	2,1	20,4

Peraltro, limiti così bassi rispetto ai competitor europei e globali vanno ad infierire ulteriormente sugli operatori italiani già gravati dal maggior costo delle frequenze 5G e dall'impossibilità di operare sulla banda 3.X su 100MHz contigui, requisito tecnico minimo definito dall'ITU per avere la massimizzazione delle prestazioni di rete²⁸. Nel dettaglio, la tabella 5.3 va ad analizzare l'impatto del costo delle frequenze 3.6 GHz in Italia, Germania, Spagna e UK. Dall'analisi emerge come il prezzo per MHz rapportato al PIL sia notevolmente più basso negli altri paesi considerati e nello specifico 3,15 volte più basso in Germania, 2,2 volte più basso in Spagna e 4,13 volte più basso nel Regno Unito.

Tab.5.3: Costo delle frequenze 3.6 GHz

Fonte: Elaborazione Join

Paese	Costo	Banda	Larghezza di banda (MHz)	Durata in anni	Popolazione (Mln 2017)	PIL pro-capite 2018 (USD)	PIL pro-capite Ratio	Prezzo per MHz/Anno PIL Adeguato (€/100mila abitanti)	Risparmio rispetto all'Italia
Italia	4.346.820.000	3,6 GHz	200	19	60,6	34.527	1,0	1.888	1,00
Germania	4.145.200.000	3,6 GHz	300	20	82,5	48.158	1,4	600	3,15
Spagna	1.410.700.000	3,6 GHz	200	20	46,5	30.562	0,9	856	2,20
UK	1.143.714.909	3,6 GHz	150	20	65,8	43.733	1,3	457	4,13

Limiti così bassi rispetto ai competitor europei e globali vanno ad infierire ulteriormente sugli operatori italiani già gravati dal maggior costo delle frequenze 5G. Se si va ad analizzare l'impatto del costo delle frequenze 3.6 GHz in Italia, Germania, Spagna e UK, emerge come il prezzo per MHz rapportato al PIL sia notevolmente più basso negli altri paesi considerati e nello specifico 3,15 volte più basso in Germania, 2,2 volte più basso in Spagna e 4,13 volte più basso nel Regno Unito

Probabilmente, non è un caso che Germania e Francia, i nostri principali competitor industriali europei, nonché principali mercati di sbocco dei nostri manufatti, abbiano politiche sui limiti elettromagnetici allineate alle linee guida ICNIRP. Inoltre, come evidenziato *supra* (par. 3.2.1), anche la Polonia, potenza manifatturiera emergente e più in generale in ascesa in termini di rilievo geopolitico, nel 2020 ha adottato i limiti ICNIRP, mentre l'anno seguente la regione di Bruxelles,

²⁸ Dal censimento effettuato nel rapporto ETNO "The State of digital communications, 2023", 19 dei 36 paesi europei hanno almeno un operatore con 100MHz contigui, 16 paesi tre o più operatori.

altro hub industriale e logistico del continente, ha cominciato a lavorare per un graduale innalzamento dei limiti (Tab.5.4).

Tab.5.4: Le politiche attuali sui limiti elettromagnetici in UE

Fonte: Study on European 5G Observatory phase III

Paesi	<i>I limiti ICNIRP sono utilizzati?</i>	Dettagli
Austria	Sì	
Belgio	No	Più restrittivi di quelli ICNIRP. Ogni regione ha i suoi limiti, ma quelli di Bruxelles sono stati estesi ad agosto 2021
Bulgaria	No	Limite di esposizione al pubblico di 0.1 W/m ² (300 MHz to 30 GHz)
Croazia	No	I limiti di densità della potenza sono il 16% delle linee guida ICNIRP
Cipro	Sì	Limiti ICNIRP adottati nel 2004
Repubblica Ceca	Sì	Limiti ICNIRP adottati nel 2000
Danimarca	Sì	
Estonia	Sì	Limiti ICNIRP adottati nel 2002. Nessun permesso in caso di ERP power <100W
Finlandia	Sì	
Francia	Sì	Limiti ICNIRP adottati nel 2002
Germania	Sì	
Grecia	No	60% delle linee guida ICNIRP per le stazioni base situate a meno di 300 m da scuole, ospedali... 70% delle linee guida ICNIRP in altre aree
Ungheria	Sì	Limiti ICNIRP adottati nel 2004
Italia	No	20 V/m come limite generale in aree aperte. 6 V/m all'interno di edifici utilizzati per più di quattro ore al giorno
Irlanda	Sì	
Lettonia	Sì	
Lituania	Sì	
Lussemburgo	No	Limite a 3 V/m per operatore e per sistema di antenne. Circa lo 0.2% del limite ICNIRP superiore a 2 GHz
Malta	Sì	
Paesi Bassi	Sì	
Polonia	Sì	Limiti ICNIRP adottati nel 2020
Portogallo	Sì	Limiti ICNIRP adottati nel 2004
Romania	Sì	
Slovacchia	Sì	Limiti ICNIRP adottati nel 2007
Slovenia	No	Per le aree sensibili e protette i limiti sono più bassi
Spagna	Sì	Limiti ICNIRP adottati nel 2001
Svezia	Sì	
UK	Sì	Limiti ICNIRP adottati nel 2000

In definitiva, appare inevitabile che un ritardo nel *deployment* delle reti di ultima generazione rischi di comportare la riduzione della competitività del sistema manifatturiero italiano, con un conseguente declino tecnologico e produttivo dell'intero Paese.

6. CONCLUSIONI E SPUNTI DI POLICY

Il nuovo standard di trasmissione mobile di quinta generazione costituisce un'importante opportunità di sviluppo e crescita a livello planetario, in particolare per la sua capacità di abilitare applicazioni e tecnologie avanzate. Dal punto di vista tecnico, infatti, il 5G può garantire straordinarie performance in termini di velocità di trasferimento dei dati, latenza, capacità di gestire un elevato numero di dispositivi (un milione di dispositivi in 1 km²) e di assicurare una maggiore longevità della batteria dei dispositivi. Il 5G ha le potenzialità per ridisegnare i servizi di connettività di tipo fisso (wireless last mile ad altissima capacità) e di tipo mobile (altissimi volumi di dati), abilitando la diffusione pervasiva di oggetti che avranno la capacità di interagire tra di loro e con l'uomo condividendo le conoscenze acquisite.

Si tratta di benefici enormi che vanno direttamente ad impattare sulla competitività delle imprese, sulla natura e la complessità dei servizi accessibili agli individui ed alle pubbliche amministrazioni e sulla capacità dei singoli paesi di ricoprire un ruolo da protagonisti nel panorama internazionale e che hanno spinto le istituzioni europee a fissare obiettivi di connettività ambiziosi al 2030, anticipati dall'Italia, al 2026.

Secondo le stime prodotte da GSMA, le reti di quinta generazione garantiranno un effetto positivo sul PIL mondiale quantificabile in circa 950 miliardi di dollari entro il 2030. Appare dunque irrinunciabile, per ciascun Paese, accelerare lo sviluppo delle reti 5G quale preconditione per l'offerta e l'accesso ai servizi e dunque alla crescita economica che lo stesso abilita.

Se è globale la tendenza allo spostamento verso il 5G, l'Europa, nonostante l'accelerazione registrata, continua ad essere in ritardo rispetto a USA, Giappone, Cina e Corea del Sud sia in termini di popolazione coperta, sia in termini di adozione. In questa partita che si gioca su un campo globale, l'Italia, se da un lato rivela una copertura 5G (resa possibile dall'utilizzo della tecnologia DSS) pari al 99,7%, dall'altro, con riferimento alla copertura 5G stand alone, si posiziona tra gli ultimi paesi con solo il 7,3% di copertura.

È fuor di dubbio che, oltre alle risorse messe a disposizione dal PNRR attraverso il piano Italia 5G (e anzi per meglio valorizzarle), sia necessario un cambio di marcia deciso che, da un lato, garantisca l'adozione e l'uniforme applicazione sul territorio nazionale di tutte le ulteriori semplificazioni necessarie per accelerare le procedure autorizzative per lo sviluppo delle reti mobili, come già evidenziato nello studio I-Com per Futur#Lab "Da Nimby a Pimby: fare infrastrutture in Italia (aprile 2024) e, dall'altro, sulla scia di quanto sta accadendo in altre realtà europee - prime tra tutte Polonia e Belgio - porti a compimento l'iniziativa attualmente al vaglio del Consiglio dei Ministri che prevede l'innalzamento dei limiti attualmente vigenti. La bozza di decreto legge è ancora nelle fasi preliminari e sarà interessante seguirne le vicende anche alla luce degli aspetti che devono essere meglio precisati – si pensi ad esempio alla necessità, per garantire certezza del diritto, di meglio circostanziare i casi in cui si rende necessario l'innalzamento (la bozza iniziale parla genericamente di "zone ove si renda necessario"). Tuttavia, ha certamente l'innegabile pregio di aver compreso la necessità ormai improrogabile di adeguamento se si intende centrare

gli obiettivi di connettività fissati e non frenare la crescita del paese, di rivedere la disciplina vigente uniformandola o quantomeno avvicinandola a quella adottata dagli altri paesi UE.

È chiaro, infatti, che la disciplina vigente determina la rapida saturazione degli impianti esistenti imponendo il proliferare di nuovi siti in un contesto in cui l'identificazione di nuovi luoghi dove poter costruire apparati radiomobili è un processo sempre più difficile e lento a causa del progressivo esaurimento nei centri urbani di luoghi adeguati e della scarsa disponibilità dei proprietari cui si aggiungono i numerosi contenziosi attivati contro l'installazione di nuove antenne. Se a ciò si aggiungono i costi realizzativi, uniti all'impatto ambientale conseguente al proliferare degli impianti e dunque all'incremento dei consumi energetici, di spazi e materiali e dei mezzi in circolazione per finalità manutentive ed il tutto si colloca in una cornice che vede l'Italia impegnata nel raggiungimento di obiettivi di copertura assolutamente sfidanti entro il 2026 e nella necessità di non ridurre la competitività delle proprie imprese sia TLC che, più in generale, di tutte le aziende interessate a beneficiare delle performance garantite dal 5G, è evidente la necessità di:

- portare a compimento l'iniziativa di revisione della disciplina italiana sui limiti elettromagnetici, che rappresenta un unicum a livello europeo, con l'obiettivo ultimo di conformarla o quantomeno avvicinarla significativamente alle indicazioni fornite dall'ICNIRP;
- completare il processo di allocazione delle frequenze, assicurando che almeno qualcuno degli operatori disponga di 100MHz contigui in quanto requisito tecnico minimo definito dall'ITU per avere la massimizzazione delle prestazioni di rete e network operation più efficienti.

La bozza di decreto legge circolata con la quale si prevederebbe l'innalzamento dei valori, nelle zone ove si renda necessario, in linea con le politiche di sviluppo dei paesi dell'Unione Europea, le indicazioni della Commissione Europea e le linee guida ICNIRP sui limiti di esposizione ai campi elettromagnetici, rappresenta un'ottima notizia per il paese chiamato ad affrontare la transizione digitale e la competizione globale in una condizione di attuale ritardo che ci impone di accelerare il *deployment* delle reti ed in particolare delle reti 5G che costituiscono un volano di sviluppo irrinunciabile per poter far fronte alle sfide tecnologiche del futuro. Molto rilevante il ruolo attribuito dalla bozza di decreto alla Fondazione Ugo Bordoni sia rispetto alle attività di monitoraggio che con riguardo alle azioni di informazione da rivolgere alla cittadinanza per accompagnare il processo di adeguamento della disciplina nazionale a quella europea ed internazionale. Si tratta di una scelta che mette al centro un ente terzo, indipendente e altamente tecnico che certamente dispone di quelle competenze e di quella credibilità che, unite alle ulteriori ed indispensabili azioni che le autorità politiche devono mettere in campo capillarmente e regolarmente e di concerto con altri enti tecnico-scientifici complementari (es. ISPRA e ISS a livello nazionale, ARPA a livello regionale) rappresentano lo strumento vincente per trasferire alla cittadinanza conoscenza e consapevolezza, da un lato, circa gli effetti dell'elettromagnetismo sulla salute umana e, dall'altro, di concerto anche con altri attori, circa le straordinarie opportunità che offre un'ampia e diffusa disponibilità di reti 5G.

D'altronde l'interesse per il 5G è importante e diffuso. Lato imprese, in particolare, esso appare elevato a livello internazionale, come dimostra il rapporto EY *"Reimagining Industry Futures Study"*, pubblicato a febbraio 2022, secondo cui il 17% delle imprese stava già investendo sul 5G

nella propria organizzazione, mentre ben il 56% stava programmando un investimento che verrà effettuato in un arco temporale che va da 1 a 3 anni. Solo il 12% dei rispondenti affermava di ritenere le reti di quinta generazione non rilevanti per la propria attività. Un dato particolarmente significativo se si considera che il campione di imprese selezionato per lo studio è estremamente variegato per settore e dimensione.

Lato utenti, sebbene l'analisi delle ricerche web condotta sulla base dei dati raccolti da ByteK e I-Com riveli, a livello generale, un forte condizionamento esercitato dalla crisi pandemica e dalle numerose fake news su possibili collegamenti tra 5G e Covid-19 che imperversavano in rete e che hanno certamente concorso a determinare un picco di ricerche nella fase più acuta (secondo trimestre 2020), la stessa evidenza che le ricerche sul 5G correlate ad un sentimento di paura mostrano un andamento fortemente decrescente e si attestano su numeri marginali. Prova ne è il fatto che in Italia si è passati dal 13% del totale delle ricerche sul 5G associate a paure del 2020 al 2,8% del 2022 e che nel 2022 sono state realizzate solo 144,5 ricerche di questo tipo ogni 100.000 abitanti.

Anche il tema dei limiti elettromagnetici, unico argomento non impattato – USA a parte – dalla crisi pandemica, sembra non appassionare particolarmente gli italiani, le cui ricerche, seppur superiori a quelle realizzate in Spagna (11,5) e Francia (5,7), non vanno oltre la soglia delle 12,3 ogni 100.000 abitanti nel 2022.

Si tratta di evidenze rilevanti, di un forte interesse potenziale da un lato e di una largamente maggioritaria assenza di paura e/o avversione nei confronti di tale tecnologia dall'altro, che dovrebbero spingere i decisori a mettere in campo ogni iniziativa utile in una logica di semplificazione ed accelerazione dello sviluppo delle reti 5G. Con una nuova consapevolezza di dovere recuperare un ritardo e sanare quel deficit di competitività, presente e futuro, che inevitabilmente discende dalla presenza dei più stringenti limiti alle emissioni elettromagnetiche in Europa, ben distanti da quelli raccomandati dagli organismi tecnico-scientifici preposti.

Lo studio I-Com – Join Group è stato realizzato nell’ambito di Futur#Lab, il progetto promosso da I-Com e WINDTRE, in collaborazione con Join Group e con la partnership di Ericsson e INWIT.