

## IL FUTURO DEL 5G

La rivoluzione digitale ha investito ogni area dell'economia e della società, in Italia, come negli altri paesi industrializzati.

Uno dei passaggi cruciali, al fine di cogliere tutte le opportunità della trasformazione digitale, è la transizione alla tecnologia 5G, nella quale l'Italia è impegnata, insieme agli altri membri dell'Unione europea; ad essa sono affidate grandi aspettative per la possibilità di migliorare le *performance* del sistema produttivo e la disponibilità di servizi innovativi per gli utenti, le imprese, la Pubblica amministrazione e i cittadini.

Cosa rappresenta questo salto tecnologico alla rete di quinta generazione? Come può modificare il nostro sistema produttivo e i nostri modelli di vita e di consumo? Quali sono le politiche pubbliche necessarie per accelerare la transizione alla tecnologia 5G? Alcune risposte a tali domande sono contenute in questo volume, che raccoglie i risultati di un gruppo di ricerca Astrid-LED coordinato da Maurizio Dècina e Antonio Perrucci.

Nel Capitolo introduttivo del libro sono riassunti i fattori che determinano il carattere *breakthrough* del 5G rispetto alle precedenti generazioni radiomobili e la portata delle innovazioni di natura tecnologica e architettonica che ne derivano; nella Parte I, è approfondito l'impatto davvero senza precedenti del 5G sui modelli di business e quindi sull'offerta e il consumo di una gamma assai ampia di servizi innovativi e, in conclusione, nella Parte II sono esaminate le sfide che ne derivano per le politiche pubbliche, con particolare attenzione alla regolazione, alla politica industriale, ai più recenti interventi in materia di golden power e cybersecurity.

**Maurizio Dècina**, Professore Emerito di Telecomunicazioni al Politecnico di Milano, Life Fellow dello IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers.

**Antonio Perrucci**, Direttore del Laboratorio sull'Ecosistema Digitale (Astrid-LED), docente presso l'Università LUMSA di Roma.



36,00 euro



In vendita sui principali  
bookstore online e su  
[egeaonline.it](http://egeaonline.it)



Dècina - Perrucci

IL FUTURO DEL 5G



# IL FUTURO DEL 5G

## MERCATO ED EVOLUZIONE TECNOLOGICA

A cura di  
**Maurizio Dècina**  
**Antonio Perrucci**

PREFAZIONE DI  
FRANCO BASSANINI

POSTFAZIONE DI  
PIETRO GUINDANI

# ASTRID

ASTRID, nata nel 2001, riunisce oggi più di 400 accademici, ricercatori ed esperti, specializzati nell'analisi, progettazione e implementazione delle politiche pubbliche, delle riforme istituzionali e amministrative, della regolazione dell'economia e delle problematiche dell'Unione europea. Tra i suoi aderenti comprende giuristi, economisti, politologi e scienziati della amministrazione, alti funzionari della p.a., amministratori locali, imprenditori e manager.

ASTRID opera prevalentemente mediante gruppi di studio o di ricerca che producono ricerche, analisi e proposte collegiali. Le ricerche di Astrid sono svolte con rigore scientifico e con metodo interdisciplinare, intendendo l'approccio interdisciplinare in senso ampio; e dunque in modo da comprendere non solo la collaborazione fra scienziati ed esperti di diverse discipline scientifiche, ma anche il confronto e l'interlocuzione tra il mondo della scienza e della tecnica e quello dei manager impegnati sul campo nella gestione e nella innovazione dei processi produttivi di beni e servizi. ASTRID organizza inoltre seminari (riservati o aperti al pubblico) e fornisce un quotidiano servizio di documentazione ai suoi soci o abbonati. Il perimetro degli studi e ricerche di Astrid comprende: i problemi della governance democratica della globalizzazione e la riforma delle organizzazioni internazionali; l'Unione europea, le sue politiche, le sue istituzioni; le trasformazioni dei sistemi politici, le riforme costituzionali ed elettorali e delle istituzioni territoriali; la digitalizzazione delle amministrazioni pubbliche, il reclutamento e la riqualificazione del personale, la riforma dei sistemi di valutazione, la semplificazione dei procedimenti; la concorrenza e la regolazione dei mercati; le trasformazioni del mercato del lavoro; la finanza pubblica, le politiche fiscali e di bilancio; i problemi dello sviluppo sostenibile dell'economia e del finanziamento delle imprese; il cambiamento climatico e la transizione energetica; il finanziamento delle infrastrutture; i diritti e le libertà costituzionali e la parità di genere; le politiche per l'istruzione, l'università, la ricerca scientifica, la cultura e i beni culturali. Nell'ambito di ASTRID opera il Laboratorio sull'Ecosistema Digitale (LED), che organizza ricerche sull'economia digitale, la sua regolazione, i problemi della trasformazione digitale e l'impatto delle nuove tecnologie sui sistemi economici e sociali.

ASTRID vive grazie al lavoro volontario dei propri soci; si finanzia con i proventi degli abbonamenti agli studi, ricerche e documenti di Astrid sottoscritti da imprese private, amministrazioni pubbliche, dipartimenti universitari e studi professionali e con i proventi derivanti da convenzioni o contributi per progetti di ricerca.

Presidente di ASTRID è Franco Bassanini, presidente del Comitato scientifico Enzo Cheli.

Del Direttivo di ASTRID fanno parte Franco Bassanini (Presidente), Luigi Abete, Vincenzo Cerulli Irelli, Giovanna De Minico, Valerio Francola, Marzia Gandiglio, Amedeo Lepore, Giorgio Macciotta, Federico Merola, Alessandra Miraglia, Alessandro Natalini, Antonio Perrucci, Giovanni Puglisi, Luisa Torchia, Giovanni Valotti, Filippo Vecchio.

Del Comitato scientifico fanno parte Giuliano Amato, Gregorio Arena, Enzo Balboni, Salvatore Biasco, Marco Cammelli, Mimmo Carrieri, Giuseppe Coco, Paolo Costa, Marco D'Alberti, Gianfranco D'Alessio, Gaetano D'Auria, Gian Candido De Martin, Claudio De Vincenti, Maurizio Dècina, Bruno Dente, Giovanni Maria Flick, Franco Gallo, Piero Giarda, Tania Groppi, Mario Libertini, Massimo Luciani, Alfredo Macchiatì, Elisenda Malaret, Andrea Manzella, Oreste Massari, Bernardo Giorgio Mattarella, Mario Rosario Mazzola, Francesco Merloni, Marcello Messori, Giulio Napolitano, Fabrizio Onida, Valerio Onida, Alessandro Pajno, Stefano Passigli, Cesare Pinelli, Franco Pizzetti, Alberto Quadrio Curzio, Pippo Ranci, Giampaolo Rossi, Maria Teresa Salvemini, Cesare Salvi, Bernard Spitz, Domenico Sorace, Gian Luigi Tosato, Tiziano Treu, Adriana Vigneri, Massimo Villone.

[www.astrid.eu](http://www.astrid.eu)

HANNO CONTRIBUITO A QUESTO VOLUME: Raimondo Anello, Francesco Argano, Sabrina Baggioni, Franco Bassanini, Marco Benacchio, Quirino Brindisi, Cinzia Campanella, Marco Campione, Luca Cardone, Maurizio Dècina, Nicola Di Candia, Patrizio Diodati, Claudio Diotallevi, Francesco Donadio, Virginia Fascina, Valerio Francola, Luigi Gambardella, Mauro Grigioni, Pietro Guindani, Fabio Graziosi, Andrea Guidarelli Mattioli, Juljana Hysenbelli, Alessia Luisi, Giuseppe Malacarne, Riccardo Mascolo, Fabio Massimiani, Marzia Minozzi, Alessandro Neri, Carlo Ongini, Alessandro Pane, Paolo Paolini, Loredana Parpaglioni, Onofrio Pecorella, Marco Pennarola, Fabrizio Pennisi, Alessandro Perrino, Antonio Perrucci, Paolo Pinzoni, Giuseppe Pignari, Leonardo Rescia, Lavinia Ricciolio, Piero Rubino, Ivano Russo, Antonio Sfameli, Maurizio Scintu, Renato Sicca, Giovanni Silvestro, Francesca Squillante, Vincenzo Strangis, Luca Stroppolo, Pasquale Tarallo, Giovanna Tebano, Eleonora Troiani e Massimo Zinzi.

*Ha inoltre dato un prezioso contributo Asstel che si ringrazia vivamente.*

*La redazione del volume è stata curata da Valerio Francola e Loredana Parpaglioni.*

# Indice

<b>Prefazione</b> , di <i>Franco Bassanini</i>	XVII
<b>Postfazione</b> , di <i>Pietro Guindani</i>	XXV

## CAPITOLO INTRODUTTIVO

<b>Una introduzione agli aspetti tecnici, di mercato e industriali</b> a cura di <i>Marzia Minozzi e Andrea Guidarelli Mattioli</i>	1
1. Introduzione alla tecnologia 5G	1
1.1 Lo sviluppo delle tecnologie radiomobili	1
1.2 Il 5G: genesi, caratteristiche distintive e suo ecosistema	2
1.2.1 Privacy e cyber-security	6
1.3 Impatti sui servizi	7
2. Rassegna della letteratura su effetti attesi dell'introduzione della tecnologia	9
2.1 Il 5G a livello mondiale	9
2.2 L'Europa e il 5G	10
2.3 L'Action Plan per lo sviluppo del 5G in Europa	12
2.4 Altre iniziative europee	14
2.5 Il Nuovo Codice delle Comunicazioni Elettroniche	14
2.6 Le sperimentazioni 5G avviate dal MISE in Italia	15
2.7 Assegnazione delle frequenze in Italia	16
3. Conclusioni	18

## Parte I – Le prospettive di mercato dei principali «verticali» 5G

a cura di *Maurizio Dècina*

### CAPITOLO 1 – 5G e Digital Education

di *Marco Pennarola*

	23
1. Premessa	23
2. Progettare con il 5G la scuola del futuro	24
3. L'analisi del contesto	28
3.1 Le sfide per l'istruzione	28
3.2 I nuovi sistemi educativi e l'evoluzione della didattica	31
3.3 Il contesto italiano	33
3.4 Gestione dell'emergenza Covid-19	36
3.5 Gli attori coinvolti nel processo di sviluppo delle competenze	37
3.6 5G: la risposta tecnologica ai bisogni della didattica	39
4. Le tecnologie per lo sviluppo della didattica digitale	42
4.1 La tecnologia 5G	42
4.2 Network slicing	42
4.3 Edge computing	43
4.4 IoT – La tecnologia e l'innovazione rendono «smart» la scuola	44
4.5 Big data, analytics e artificial intelligence	45
4.6 Realtà aumentata e realtà virtuale	45
5. Le aree di intervento per l'evoluzione digitale della didattica	46
5.1 Infrastruttura abilitante – Gli scenari 5G per una connettività diffusa	47
5.2 Adozione di nuovi modelli e percorsi formativi – Didattica e curriculum	49
5.2.1 Virtual classroom	49
5.2.2 Gamification	53
5.3 Sviluppo delle competenze: data analytics, AI, robot e apprendimento personalizzato	54
5.4 Riprogettazione degli spazi e degli ambienti per l'apprendimento	55

5.4.1	Laboratori remotizzati	55
5.4.2	IoT e smart building (e smart city)	56
5.5	Nuovi sistemi gestionali – La gestione digitale della scuola	57
5.6	Focus sui tre target particolari (disabili, ospedalizzati, bambini piccoli)	58
5.7	«L'education journey» di uno studente 4.0	60
5.7.1	Esempio di scuola primaria	60
5.7.2	Esempio di scuola secondaria di secondo grado	61
5.7.3	Esempio di istituto tecnico	61
5.8	La timeline	61
6.	Impatto socio-economico	62
6.1	Incremento di occupazione, reddito e produttività	63
6.1.1	Prospettive di occupazione e di reddito	63
6.1.2	Performance produttiva	65
6.1.3	Aumento della competitività della forza lavoro	66
6.2	Forte incremento del PIL di lungo periodo	66
6.3	Riduzione dei costi scolastici	67
6.4	Riduzione della dispersione scolastica	68
6.5	Miglioramento dell'inclusività sociale	69
6.6	Riduzione dell'impatto ambientale	70
6.7	Resilienza a nuove crisi e gestione efficace dell'incertezza	71
7.	Modello di business	71
7.1	Stima del mercato potenziale	71
7.2	Erogazione dei finanziamenti statali	72
7.3	Un'ipotesi di modello	73
7.4	Un approccio integrato per la realizzazione del modello	76
7.5	Ulteriori possibili iniziative per abilitare la didattica innovativa	78
8.	Conclusioni e raccomandazioni	79
9.	Appendice: casi d'uso del 5G in ambito didattico	80

9.1	La collaborazione di t-mobile e sprint per colmare UBB divide	80
9.2	Verizon Innovative Learning Program	81
9.3	La 5G-Powered Education di Samsung e KDDI nella scuola elementare giapponese	82
9.4	Lezioni 4.0 di Vodafone: classe virtuale	83
9.5	Fastweb per la formazione e la misurazione delle competenze digitali	84
9.6	King's College London ed Ericsson: lezioni di pianoforte e artificial intelligence	85
9.7	La rete 5G per rendere le classi più intelligenti: la dimostrazione di China Unicom	86
9.8	La gamification a supporto della didattica: il caso di U-Start	87
9.9	Games for learning: un supporto alla creatività, al problem solving e alla programmazione	87
9.10	Collaborazione tra aziende e istituti tecnici superiori sul territorio	88
9.11	Precision education: iniziative	89
9.12	La realtà virtuale come catalizzatore per promuovere l'istruzione	89
10.	Ringraziamenti	90

## **CAPITOLO 2 – Il 5G su misura per l'Industria 4.0, una tecnologia per la quarta rivoluzione industriale**

	di <i>Riccardo Mascolo</i>	91
1.	Contesto e scopo	91
2.	Bisogni del mercato manufacturing e come il 5G può indirizzarli	92
3.	Identificazione dei cluster di servizio e dei processi in cui il 5G può accelerare trasformazione digitale delle aziende manifatturiere	96
4.	Il 5G come unico layer di connettività in una manifatturiera (a sostituzione progressiva delle connessioni in cavo, Wi-Fi, ecc.): requisiti, barriere all'adozione, vantaggi e criticità	101
4.1	Requisiti	102
4.2	Barriere all'adozione	102



4.3	Vantaggi	103
4.4	Criticità sicurezza	105
5.	Architetture, tecnologie e scenari di deployment 5G per implementare progressivamente i cluster di servizio e use cases, anche in riferimento alla gestione e al trattamento dei dati	105
6.	Ruolo degli operatori: ecosistema, modelli di business e distribuzione del valore, GTM e modello di offerta	109
7.	Aspetti regolatori abilitanti	110
8.	Impatto socio-economico dall'adozione del 5G nel manufacturing	112
8.1	Impatto finanziario	113

### **CAPITOLO 3 – Il 5G quale abilitatore dei servizi di Pubblica Sicurezza**

	di <i>Andrea Guidarelli Mattioli</i>	117
1.	Introduzione	117
2.	I bisogni degli utilizzatori	118
3.	Identificazione delle iniziative e delle aree in cui il 5G è più promettente nel breve e medio/lungo periodo	121
4.	Identificazione delle tecnologie 5G da adottare	124
5.	Tecnologie di tipo 5G per PS	126
5.1	I servizi Mission Critical	128
5.1.1	I servizi Mission Critical Push to Talk (MCPTT)	128
5.1.2	I servizi Mission Critical Data (MCData)	129
5.1.3	I servizi Mission critical video (MCVideo)	130
5.2	Soluzioni per il Monitoraggio degli edifici (Structural Health Monitoring)	130
5.3	Pronta Allerta ai Terremoti (Earthquake Early Warning)	131
5.4	Prevenzione e gestione delle alluvioni ed inondazioni	132
5.5	Cosa occorre nella slice per i servizi di Pubblica Sicurezza	135
5.6	Dispositivi 5G	135

5.7	Tecnologie sicure a supporto della distribuzione del valore	136
5.8	Intelligenza artificiale	136
6.	Modelli di business e distribuzione del valore	137
6.1	Trend dei ricavi dei servizi di comunicazione elettronica	137
6.2	Cosa influenza i modelli di business	138
6.3	Modelli di business ipotizzabili	140
7.	Impatto socioeconomico della proposta che si vuole promuovere	142
7.1	Impatto economico	142
7.2	Impatto socioeconomico – Aree sismiche in Italia	143
7.3	Impatto socioeconomico – Gestione dei mutamenti climatici	144
8.	Conclusioni	144
<b>CAPITOLO 4 – 5G e Sanità</b>		
di <i>Sabrina Baggioni</i>		
1.	Premessa	151
2.	Evoluzione dei bisogni degli utilizzatori e dei trend di mercato	153
2.1	Il ruolo dei dati e dell'IoT	156
2.2	Casi d'uso esplorati	160
3.	Identificazione delle aree in cui il 5G può fare la differenza	161
3.1	La tecnologia 5G	161
3.2	Applicazioni del 5G in sanità	163
3.2.1	Emergenza urgenza	163
3.2.2	Degenza, cura e ospedalizzazione	166
3.2.3	Post-ricovero e de-ospedalizzazione	170
4.	Scenari d'uso implementati e impatto economico	172
4.1	Emergenza urgenza	172
4.1.1	La catena del valore	173
4.1.2	Caso d'uso: ambulanza connessa	173
4.1.2.1	Impatti e benefici	175
4.1.2.2	Benefici socio-economici	176
4.1.2.3	Analisi critica e replicabilità	179

4.2	Degenza, cura e ospedalizzazione	180
4.2.1	La catena del valore	181
4.2.2	Caso d'uso: l'ospedale diffuso	181
4.2.2.1	Impatti e benefici	183
4.2.3	Caso d'uso: sicurezza delle terapie e delle trasfusioni	184
4.2.3.1	Impatti e benefici	186
4.2.4	Caso d'uso: geo-localizzazione e controllo degli asset e dei pazienti critici	187
4.2.5	Caso d'uso: chirurgia da remoto	189
4.2.5.1	Impatti e benefici	191
4.2.5.2	Benefici socio-economici	191
4.2.5.3	Analisi critica e replicabilità	193
4.3	Post-ricovero e de-ospedalizzazione	194
4.3.1	La catena del valore	195
4.3.2	Caso d'uso: IoT per la telemedicina	195
4.3.2.1	Impatti e benefici	196
4.3.2.2	Quantificazione dei benefici socio-economici	198
4.3.2.3	Analisi critica e replicabilità	199
5.	Considerazioni finali e ruolo delle istituzioni	201
5.1	Un nuovo ecosistema sanitario nazionale a prova di futuro	203
5.2	Recenti iniziative nazionali ed europee in risposta all'emergenza sanitaria	204
5.3	Azioni necessarie per accelerare il cambiamento	205
6.	Conclusioni	208

## **CAPITOLO 5 – Le prospettive a medio-lungo termine del 5G nell'ambito dei Trasporti e della Mobilità**

	di <i>Antonio Sfameli</i>	211
1.	Introduzione	211
2.	I bisogni del mercato Trasporti e Mobilità	212
3.	Modelli di business e distribuzione del valore	216
3.1	I Big Data nei Trasporti e nella Mobilità	216
3.2	I Modelli di Condivisione	218

3.3	I Modelli Assicurativi	219
3.4	I Modelli V2X Mission Critical per la Sicurezza Stradale	221
3.5	I Modelli di Automazione del Trasporto su Rotaia	222
3.6	I Modelli di Automazione Industriale negli Hub Logistici	222
3.7	Il Modello di Massive Machine Type Communication (IoT)	224
4.	Tecnologie, architetture ed esempi applicativi	226
5.	La 5G-Automotive Association	226
6.	Dimostrazione di C-V2X in Europa – Convex	227
7.	Il 5G nel trasporto ferroviario	228
8.	Gestione remota di veicoli con 5G	228
9.	La Realtà Virtuale e la Realtà Aumentata	229
10.	Le Sperimentazioni	231
11.	Indicazioni di policy	232
12.	Conclusioni	236

## **Parte II – Il ruolo delle politiche pubbliche: i principali interventi degli ultimi anni**

a cura di *Antonio Perrucci*

Presentazione	239
<b>CAPITOLO 1 – La politica industriale italiana per il 5G e per la banda ultra-larga</b> di <i>Renato Sicca</i>	241
Premessa	241
1.1 La Strategia italiana per la Banda Ultra larga del 2015	242
1.2 La politica industriale a sostegno dell'offerta e della domanda	244
<b>CAPITOLO 2 – L'evoluzione della regolamentazione delle comunicazioni elettroniche</b> di <i>Marco Benacchio</i>	255
1. Il 5G nella nuova regolamentazione delle comunicazioni elettroniche	255

INDICE	XV
2. Le principali novità del Codice che possono condizionare lo sviluppo del 5G	258
3. Quale competizione infrastrutturale con servizi 5G	266
4. 5G e il paradigma della neutralità della rete	267
<b>CAPITOLO 3 – La regolazione economica dei verticali nell’esperienza italiana</b>	
di <i>Antonio Perrucci</i>	271
Premessa	271
3.1 Trasporti e Mobilità	271
3.2 Sicurezza Pubblica	275
3.3 Manifattura	280
3.4 Istruzione e Formazione	282
3.5 Sanità e salute	285
<b>CAPITOLO 4 – L’estensione dei poteri speciali del <i>golden power</i> ai servizi 5G e le misure in materia di cyber-security</b>	
di <i>Francesca Squillante</i>	291
Premessa	291
4.1 Punti di forza e limiti dell’applicazione del golden power alle reti 5G	292
4.2 La concreta applicazione del golden power alle reti 5G	295
4.3 Il perimetro di sicurezza nazionale cibernetica	297
4.4 Verso la cornice di sicurezza cibernetica	298
4.5 Conclusioni	300
<b>Glossario</b>	303
<b>Autori</b>	315

## Prefazione

### Il futuro del 5G, tra mercato ed evoluzione tecnologica: una ricerca interdisciplinare

di *Franco Bassanini*

Dalla capacità di cogliere tutte le opportunità offerte dalla trasformazione digitale e di governarne e mitigarne i rischi dipende il futuro del nostro Paese. La consapevolezza della centralità di questa sfida è cresciuta molto negli ultimi tempi: ne è segno la previsione, nel nuovo governo guidato da Mario Draghi, di un ministro per l'innovazione tecnologica e la transizione digitale, e la nomina a quell'incarico di un grande esperto del settore, Vittorio Colao.

Uno dei passaggi cruciali, al fine di cogliere tutte le opportunità della trasformazione digitale, è la transizione alla tecnologia 5G, nella quale l'Italia è impegnata, insieme agli altri membri dell'Unione europea; ad essa sono affidate grandi aspettative per la possibilità di migliorare le *performance* del sistema produttivo e la disponibilità di servizi innovativi per gli utenti, le imprese, la Pubblica amministrazione ed i cittadini.

Cosa rappresenta questo salto tecnologico alla rete di quinta generazione? Come può modificare il nostro sistema produttivo e i nostri modelli di vita e di consumo? Quali sono le politiche pubbliche necessarie per accelerare la transizione alla tecnologia 5G?

Alcune risposte a tali domande sono contenute in questo volume, che raccoglie i risultati di un gruppo di ricerca Astrid coordinato da Maurizio Dècina e Antonio Perrucci. Nella prima parte del libro, sono riassunti i fattori che determinano il carattere *breakthrough* del 5G rispetto alle precedenti generazioni radiomobili e la portata delle innovazioni di natura tecnologica ed architeturale che ne derivano. Nella seconda, è approfondito l'impatto davvero senza precedenti del 5G sui modelli di business e quindi sull'offerta e il consumo di una gamma assai ampia di servizi innovativi. Nella terza sono esaminate le sfide che ne derivano per le politiche pubbliche.

In questa sede, appare utile richiamare preliminarmente ciò che il 5G non è.

Non si tratta del semplice passaggio da una (la quarta) ad un'altra (la quinta) generazione di reti radiomobili, come è avvenuto finora. Non siamo di fronte a meri miglioramenti della qualità del servizio e della banda disponibile per gli utilizzatori, anche se – ovviamente – notevoli progressi si registrano anche con riguardo a questi aspetti.

Del resto, e più in generale, sbaglierebbe chi ritenesse il salto tecnologico del 5G circoscritto alla telefonia mobile: l'infrastruttura del 5G ha infatti un carattere ibrido, riconducibile alla forte integrazione con la rete fissa, in primo luogo quella in fibra ottica. Qualcuno ha definito la rete 5G «agnostica», ossia indifferente rispetto alla tipologia di servizio finale (fisso o mobile). Proprio in forza di questa integrazione, il primo problema per il Paese è quello di dotarsi al più presto di una infrastruttura di ultima generazione ad altissima capacità e a copertura universale, che utilizzi tutte le opportunità della fibra ottica e quelle della tecnologia 5G.

Peraltro, la rete 5G non è una rete «unica», ma è, come ci ricordano i maggiori esperti del settore (da Maurizio Dècina ad Antonio Sassano), un insieme di reti, grazie alla tecnica dello *slicing*, che consente la coesistenza di decine di reti-servizio dedicate a specifiche applicazioni.

Ma soprattutto la rete 5G è una infrastruttura abilitante dell'Internet delle Cose e dello sviluppo di nuovi servizi e mercati, soprattutto con riguardo ai cosiddetti «verticali». Ad essi è dedicata la Parte I di questo volume, senza dubbio quella che ha maggiormente impegnato il gruppo di ricerca, con la partecipazione di molti tra i maggiori esperti, ma anche di diverse decine di manager, sia del comparto ampio delle comunicazioni elettroniche, sia dei vari «verticali» che utilizzeranno la rete 5G.

È peraltro una delle caratteristiche metodologiche tradizionali delle ricerche di Astrid – collaudata in vent'anni di lavoro e in alcune centinaia di ricerche e rapporti – quella di lavorare con metodo interdisciplinare intendendone l'approccio in senso ampio; e dunque in modo da comprendere non solo la collaborazione fra scienziati ed esperti di diverse discipline scientifiche, ma anche il confronto e l'interlocuzione tra il mondo della scienza e della tecnica e quello dei manager impegnati nella gestione e nella innovazione sul campo dei processi produttivi di beni e servizi.

La scelta dei «verticali», di cui esaminare le prospettive di sviluppo legate al passaggio al 5G, è avvenuta sulla base di un preliminare confronto

tra i partecipanti al gruppo di ricerca, avvalendosi anche della letteratura empirica disponibile. In questa prima ricerca sul tema, sono state alla fine selezionate cinque «verticali»: sanità/salute, mobilità/trasporti, istruzione/formazione, sicurezza pubblica e manifattura 4.0. Altri potranno essere esaminati in futuro, come i servizi finanziari e assicurativi, le pubbliche amministrazioni, i beni e i servizi culturali, il turismo.

Per ognuno di questi primi cinque verticali, la ricerca ha approfondito quattro principali dimensioni: i) l'analisi dei bisogni del mercato; ii) l'individuazione dei possibili modelli di business e della ripartizione del valore; iii) la rassegna delle tecnologie, architetture ed esempi applicativi; iv) le indicazioni di *policy*.

Queste ultime sono state poi riprese e sistematizzate nella Parte II del libro, dove si esaminano le politiche pubbliche, sia riguardo al comparto delle comunicazioni elettroniche, e del 5G in particolare, sia con riferimento a misure che riguardano i diversi verticali.

I risultati conseguiti dal gruppo di ricerca mi sembrano rilevanti sotto diversi punti di vista.

In primo luogo, forniscono una panoramica ampia delle potenzialità del 5G per lo sviluppo dei verticali esaminati, individuando numerosi use cases che possono effettivamente stimolare la domanda e accrescere la disponibilità a pagare degli utenti grazie ad una maggiore consapevolezza dei benefici in termini di prestazioni e – soprattutto – di nuovi servizi.

Sotto questo aspetto, il valore aggiunto di questo lavoro, rispetto ad altre analisi di portata merceologica più circoscritta, sta nell'offrire un'analisi comparata delle diverse traiettorie di sviluppo dei cinque verticali analizzati.

Inoltre, la ricerca ha consentito di individuare quali spazi vi siano per un intervento pubblico a sostegno del mercato, ossia a supporto dell'impegno delle imprese in termini di investimenti e adeguamento dei modelli di business.

A tale riguardo, è interessante la ricognizione svolta nella Parte II del volume con riferimento alle politiche industriali avviate nel decennio scorso dai governi che si sono susseguiti, a cominciare dal Piano Banda Ultra Larga del 2015, per arrivare alle più recenti misure di sostegno alla domanda (*voucher*) notificate alla Commissione europea.

Oltre la politica industriale, viene esaminata anche l'evoluzione della regolamentazione settoriale dell'industria delle comunicazioni elettroni-



che, con particolare riguardo alle reti mobili ed al 5G. Si conferma, per questa via, che l'impostazione del nuovo Codice Europeo delle Comunicazioni Elettroniche tende ancor più a sfumare la tradizionale distinzione tra reti fisse e reti mobili, divenendo ormai riferimento utile quello alle reti ad altissima capacità (*Very High Capacity Network*, VHNCN).

Altri temi rilevanti di politica pubblica che hanno riflessi sullo sviluppo del 5G riguardano l'estensione delle norme sul *golden power* alle reti 5G e la disciplina del Perimetro Nazionale di Sicurezza Cibernetica.

Specifici approfondimenti, sempre con riguardo alla relazione con lo sviluppo di reti e servizi 5G, sono poi dedicati ai problemi della protezione dei dati personali e della tutela della concorrenza.

Da ultimo, la ricerca ha consentito di evidenziare le ragioni per le quali l'intervento pubblico a sostegno del 5G deve assumere una dimensione di sistema. Oltre a misure specifiche, ma molto rilevanti quanto ai loro effetti, come la revisione dei limiti di campo elettromagnetico oggi alquanto più severi della media europea, vi è infatti necessità di interventi che riguardano l'industria delle comunicazioni elettroniche nel suo complesso: per fare un solo esempio, le ulteriori semplificazioni legislative e amministrative che valgano a ridurre i tempi per la realizzazione delle infrastrutture, attualmente dilatati dal rilascio di autorizzazioni e permessi da parte di varie amministrazioni e dalla applicazione, per le infrastrutture in concessione, del codice europeo dei contratti pubblici.

L'approccio di sistema indica anche la necessità che le misure dal lato dell'offerta siano coerenti e coordinate con quelle dal lato della domanda. A tale riguardo, la politica per la Banda Ultra Larga presenta alcune luci, dal momento che fin dall'inizio le due leve (offerta e domanda) erano state pensate in modo sinergico, ma anche talune ombre, se si tiene conto che la Strategia Digitale per i servizi della Pubblica amministrazione ha – oggettivamente – registrato tempi di attuazione più lunghi di quelli impiegati per la realizzazione delle reti a banda ultra-larga, che pure ha conosciuto rallentamenti ascrivibili sia ai ritardi prima menzionati nella concessione dei permessi, sia ad un contenzioso decisamente anomalo.

Infine, un approccio di sistema richiede che le misure dedicate al comparto delle comunicazioni elettroniche siano in sintonia con interventi di carattere orizzontale, quale ad esempio le iniziative per innalzare le competenze digitali dell'Italia, vero tallone d'Achille del nostro Paese,

come conferma da alcuni anni la Commissione europea in occasione della presentazione del Rapporto DESI.

In questo ambito, ricadono anche le proposte di *policy* segnalate dalla ricerca con riguardo ai singoli verticali, in particolare sanità/salute e mobilità e trasporto.

Ad esempio, con riferimento a trasporti e mobilità, si sostiene che lo sviluppo dei veicoli a guida assistita od autonoma richiede che, accanto alle norme del settore delle comunicazioni elettroniche, vi sia un adeguamento delle specifiche discipline settoriali, a cominciare da quelle relative ai dati. Ciò riguarda sia le nuove proposte di regolamento della Commissione europea in materia di big data e mercati digitali<sup>1</sup>, sia la necessità di rivedere discipline recenti, come il Regolamento Generale per la Protezione Dati.

Il volume rappresenta la situazione come si configurava a fine 2020, con alcune riflessioni circa gli impatti della pandemia sullo sviluppo dei verticali 5G.

Nell'ambito della ricerca, non vi è dunque stato modo, al di là di qualche limitato accenno, di valutare le opportunità offerte dal Recovery Plan e i progetti necessari per coglierle. Posso notare tuttavia che l'ultima versione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), presentata dal governo Conte nel gennaio 2021, appare, alla luce di quanto emerso da questa ricerca, del tutto insoddisfacente.

In primo luogo, si pone un problema di risorse per il 5G, nel senso che quelle attualmente previste dal PNRR oscillano – a seconda del modo di computare le singole voci – tra lo 0,5% e l'1% delle risorse totali a disposizione. Si tratta di risorse decisamente inferiori a quelli previste da altri paesi europei, quali ad esempio Spagna e Germania.

Ovviamente, secondo la metodologia stabilita dalle linee guida europee, la previsione di ogni allocazione di risorse ad una componente deve esplicitare con chiarezza gli obiettivi e i progetti cui destinare i fondi. Un primo obiettivo è quello di estendere la copertura in fibra ottica FTTH e

---

<sup>1</sup> Tra fine novembre e metà dicembre 2020, la Commissione europea ha sottoposto a consultazione pubblica tre proposte di regolamento, denominate Data Governance Act, Digital Services Act, Digital Markets Act, destinate a sostituire la Direttiva e-commerce del 2000 e ad introdurre una disciplina *ad hoc* per i mercati digitali, con particolare riguardo alle piattaforme online di maggiori dimensioni (*gatekeepers*).

in 5G a tutto il territorio nazionale e di farlo entro il 2025, estensione necessaria per evitare quella nuova forma di *digital divide* di cui l'Italia soffre fin dall'esordio della banda larga, ovvero della divisione tra chi ha accesso alle infrastrutture ad alta capacità proprie della Gigabit Society e chi invece è rimasto prigioniero del medioevo digitale della Copper Society. I dati disponibili, elaborati sulla base dei piani degli operatori di TLC fissa e mobile nonché dei pochi operatori infrastrutturali *wholesale only* (come Open Fiber), indicano – infatti – che, nel 2025, ci sarà ancora una parte non piccola del territorio nazionale priva di copertura 5G e ci saranno ancora diversi milioni di unità immobiliari e alcune centinaia di migliaia di imprese che non saranno state raggiunte dalla rete fissa in FTTH.

Un secondo obiettivo è sostenere la ricerca nelle tecnologie 5G, in particolare la tecnologia *Open Radio Access Network (Open RAN)* quale scelta di riferimento per le future reti mobili a vantaggio dei clienti consumer e aziendali in tutta Europa. Le soluzioni Open RAN sfruttano le nuove architetture virtualizzate aperte, software e hardware per costruire reti mobili più agili e flessibili nell'era del 5G.

Il terzo obiettivo è stimolare l'offerta di nuovi servizi ed applicazioni 5G, a cominciare dai verticali più promettenti, incentivando in particolare la nascita e il consolidamento di *start up* anche mediante la promozione della cooperazione tra Università e imprese private. In questo modo, si favorirebbe un contesto maggiormente concorrenziale, evitando che l'Internet delle Cose sia caratterizzato da un elevato grado di concentrazione del mercato.

Da ultimo, è opportuna un'azione anche dal lato della domanda, sia business che residenziale, attraverso il ricorso a strumenti quali il credito d'imposta e i bonus, sperimentati in altre recenti occasioni sia nel settore delle comunicazioni elettroniche (pc, tablet, accesso a banda larga), sia in altri comparti (super-bonus ecologico per le ristrutturazioni edilizie, super-bonus sisma).

Il credito d'imposta potrebbe incentivare innanzitutto il completamento della infrastruttura in fibra con la costruzione dei cosiddetti verticali di rete, la costruzione delle infrastrutture (LAN) interne ad abitazioni, uffici e fabbriche, il completamento della copertura 5G nelle aree interne del territorio nazionale, l'acquisto di apparati e terminali da parte di imprese e famiglie. Ma dovrebbe anche essere indirizzato a finanziare programmi di innalzamento delle capacità digitali, sia dei lavoratori che dei consuma-

tori, favorendo in questo modo un'efficace interazione *user/producer* (asset fondamentale per lo sviluppo dei servizi innovativi) e l'affermazione delle condizioni di *mass market* tipiche dei servizi radiomobili.

Si tratta, come è evidente, di una radicale riscrittura della versione del PNRR definita nel gennaio del 2021. Ma non è un obiettivo utopistico, visto che il nuovo Governo presieduto da Mario Draghi è nato (certo non solo, ma) anche per definire un piano nazionale di ripresa e resilienza davvero all'altezza del compito che l'Unione europea assegna a questo eccezionale strumento: quello di riportare l'Italia, colpita dagli effetti devastanti della pandemia, sulla strada di uno sviluppo duraturo equo e sostenibile, elevando in modo permanente e strutturale il potenziale di crescita e il potenziale di resilienza del Paese. Sprecare questa straordinaria opportunità condannerebbe il Paese, come ormai è chiaro, ad un inarrestabile declino.