



Gigabit Connectivity

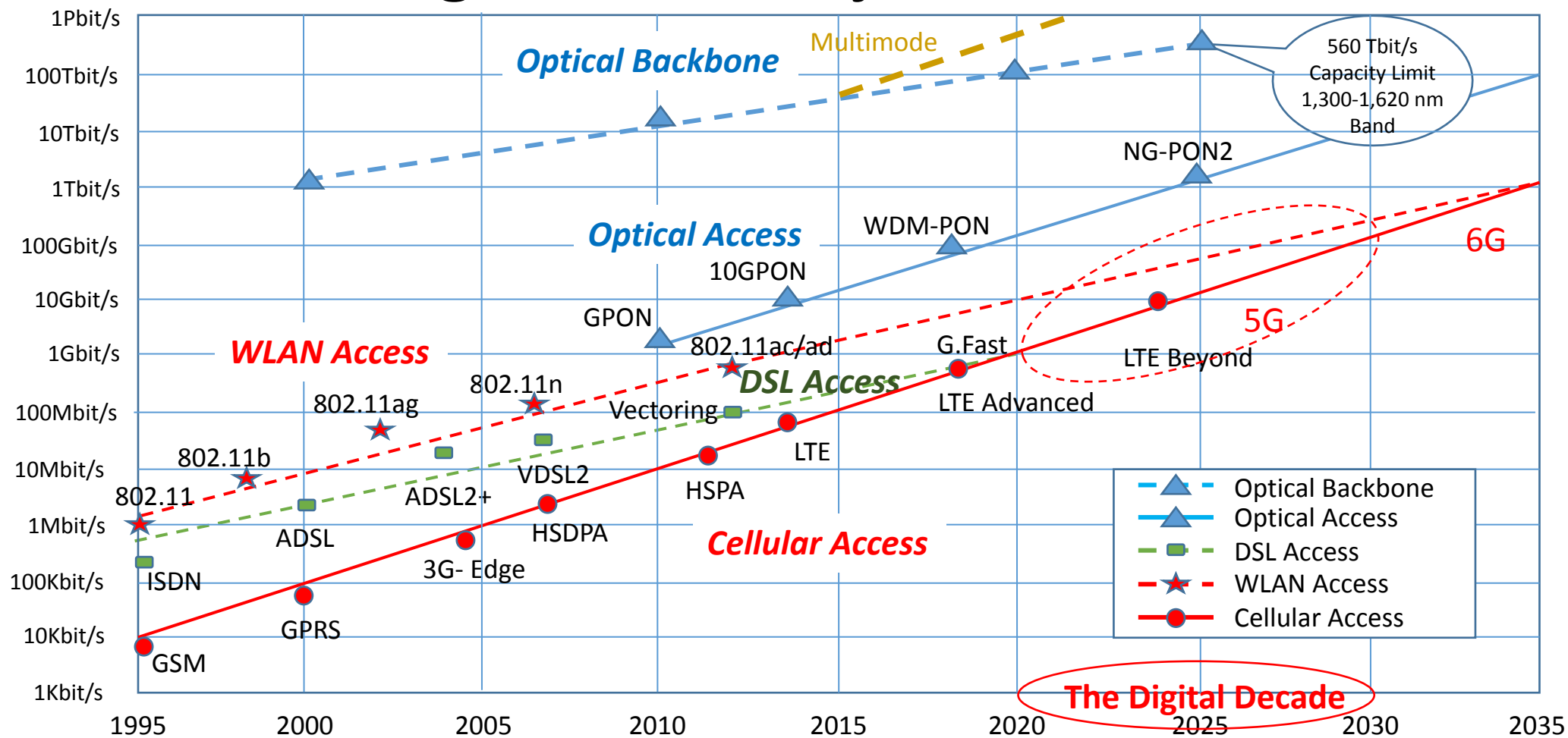
Maurizio Dècina

Professor Emeritus, Politecnico di Milano

*Consiglio Nazionale Ingegneri, Webinar, April 23rd,
2021*



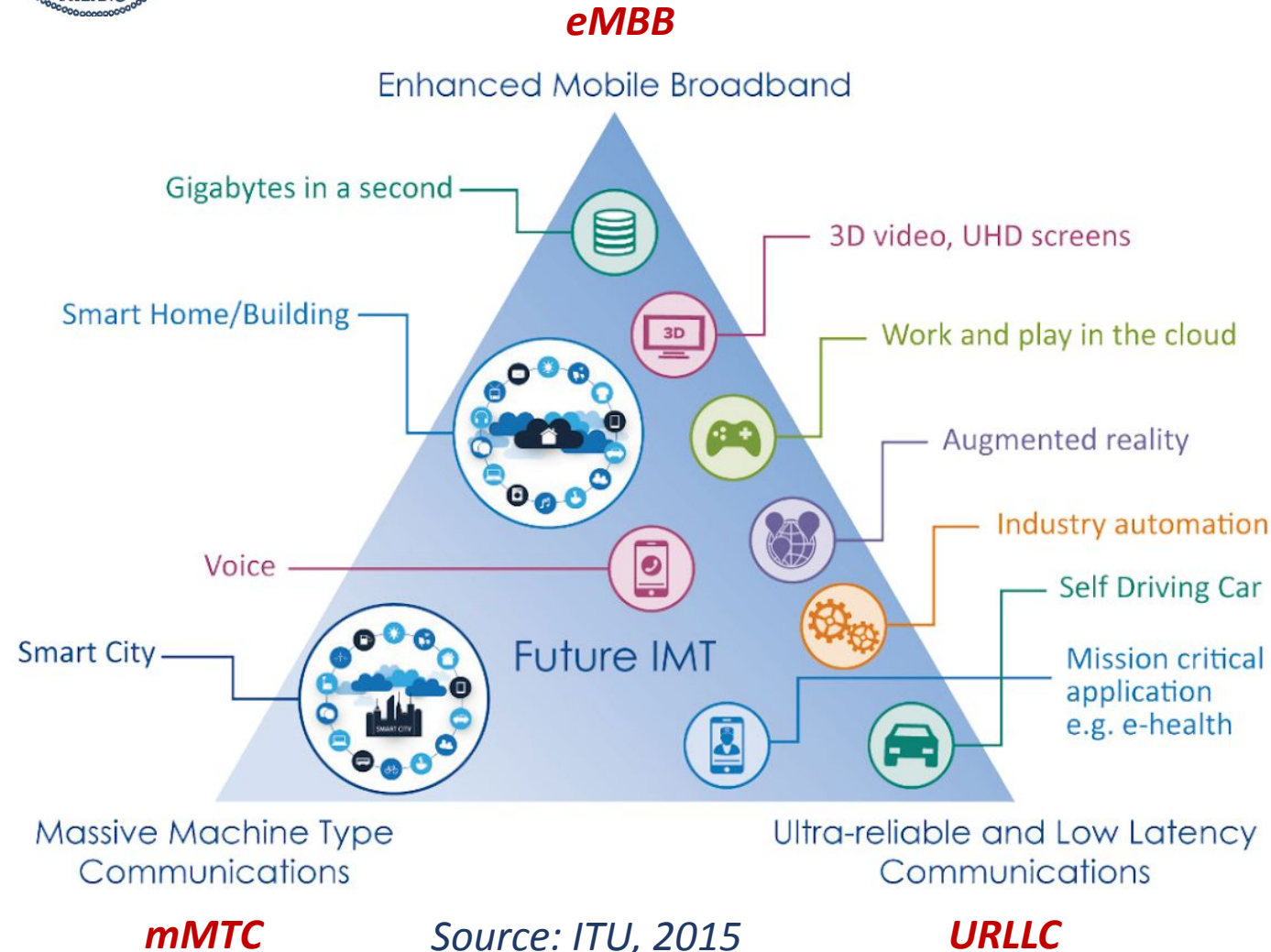
Benchmark of Wired and Wireless Technologies with Projections



Source: M. Dècina, 2014, based on data by Bell Labs, G. Fettweis, and others



5G Application Clusters



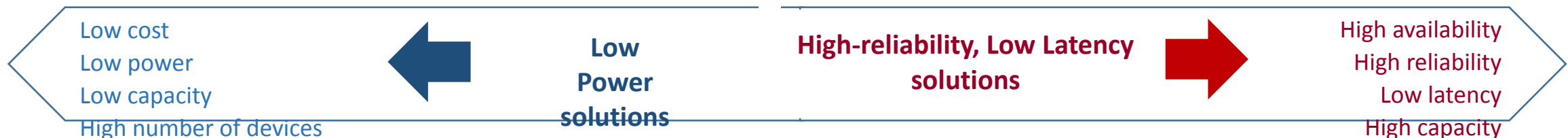
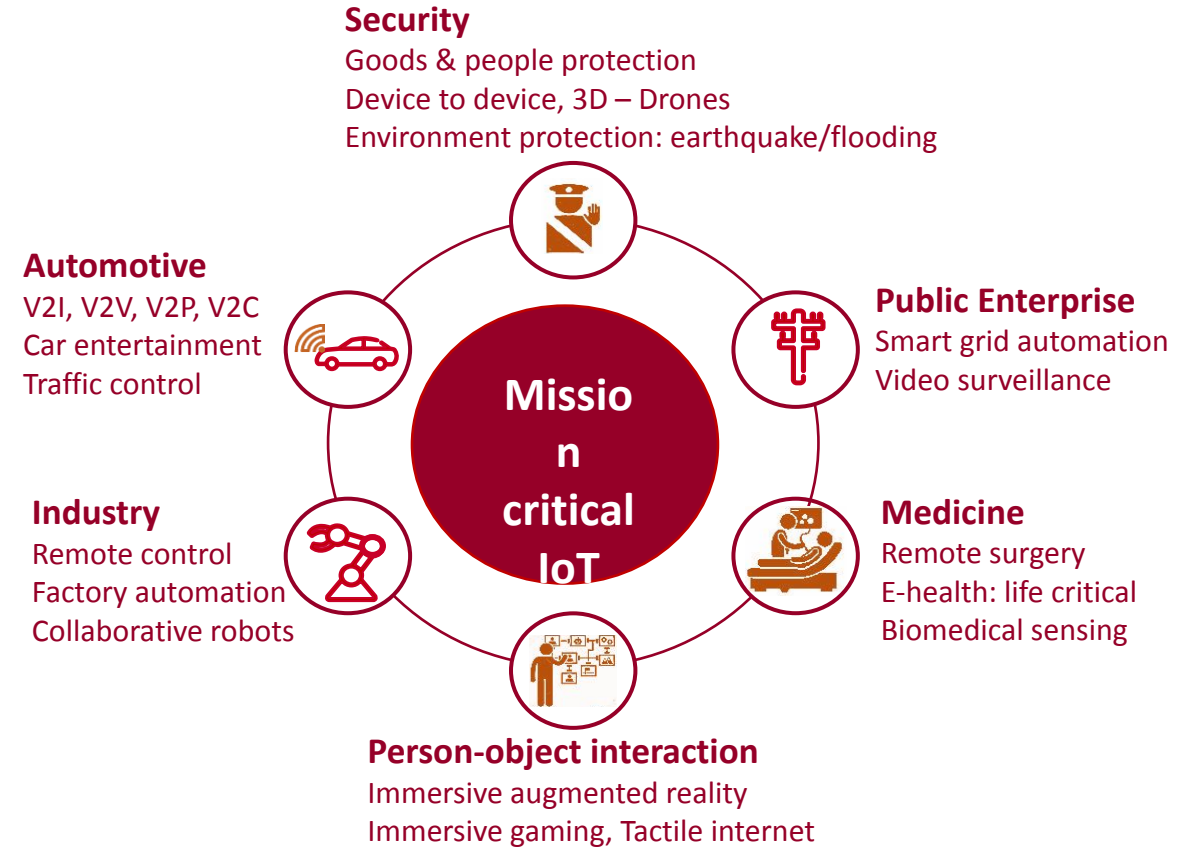
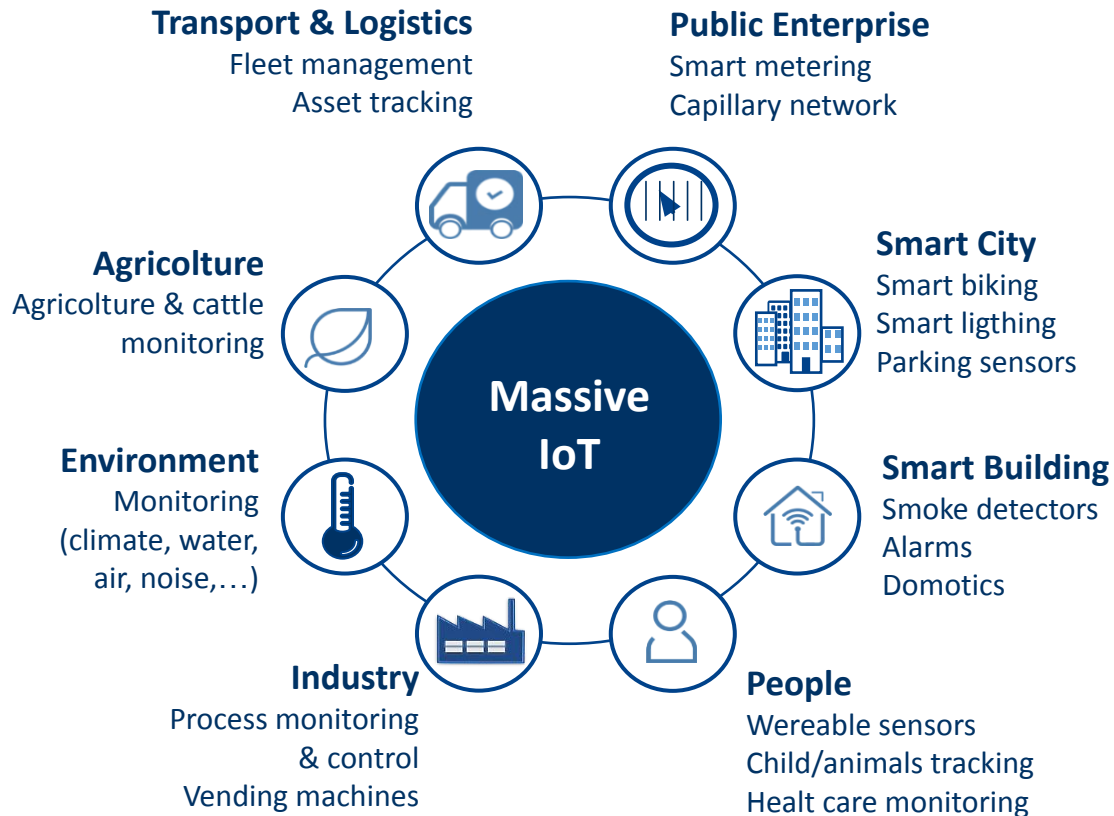
5G ARCHITECTURE KEY FEATURES

- Control & User Plane Separation
- Multi-access Edge Computing
- Massive MIMO
- Evolved vRAN (Protocol Separation)
- Full Virtualization (SDN/NFV)
- Service Based Architecture (Network Slicing)
- New Radio Spectrum (mmWave)



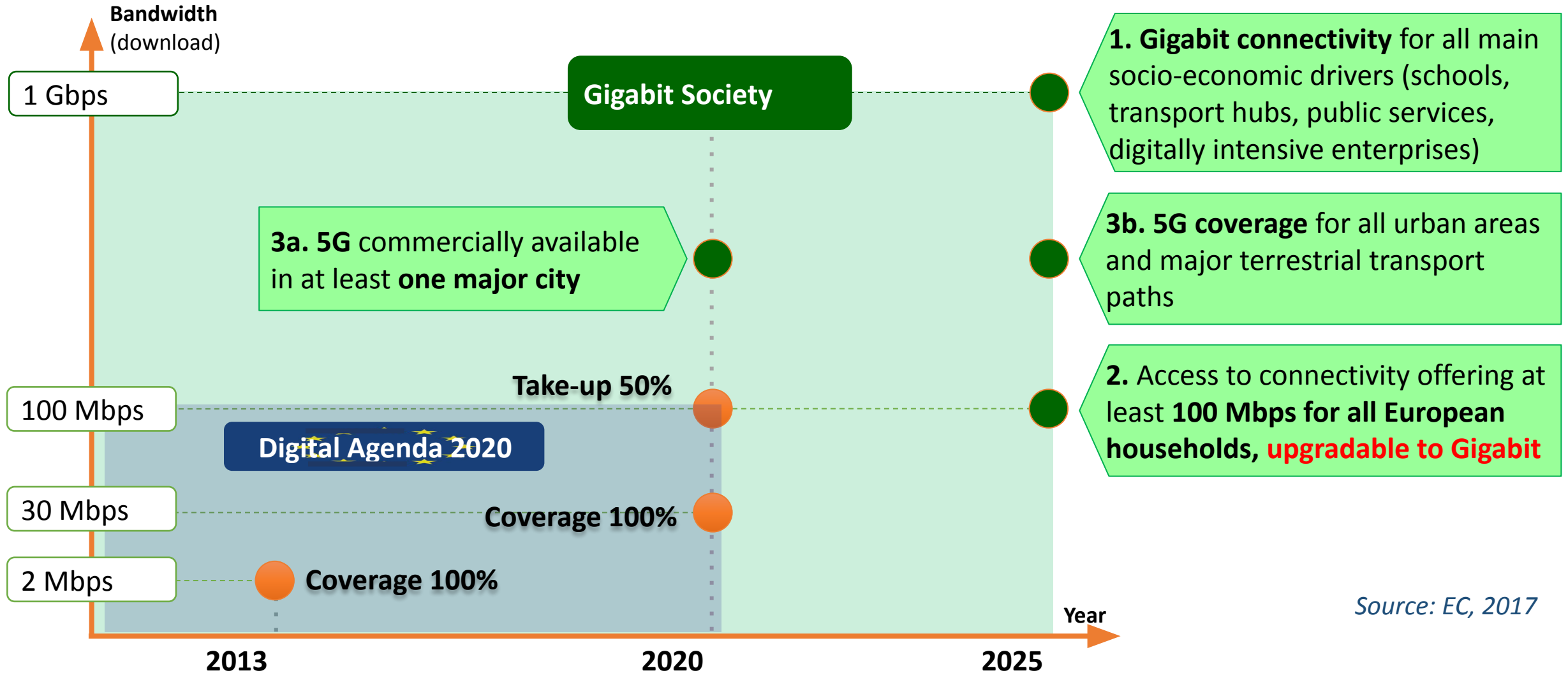
IoT Market Applications

Source: Ericsson, 2015





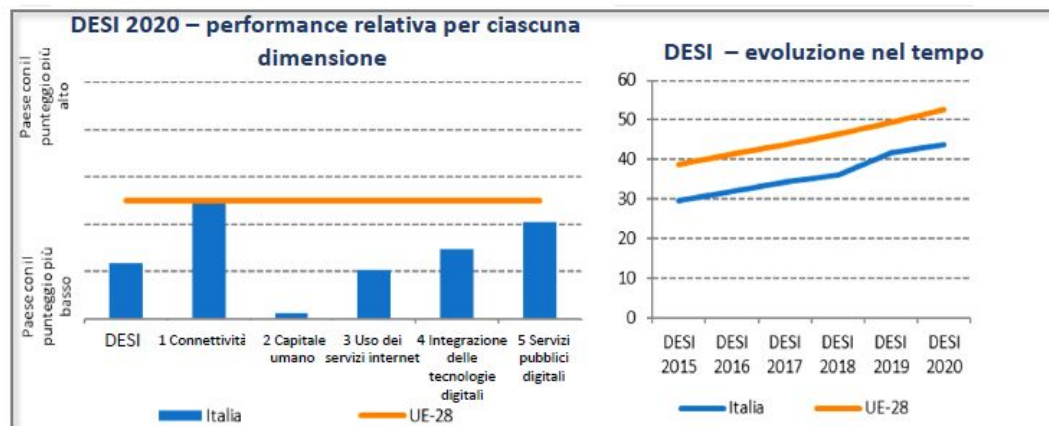
Digital Agenda 2020 & Gigabit Society 2025



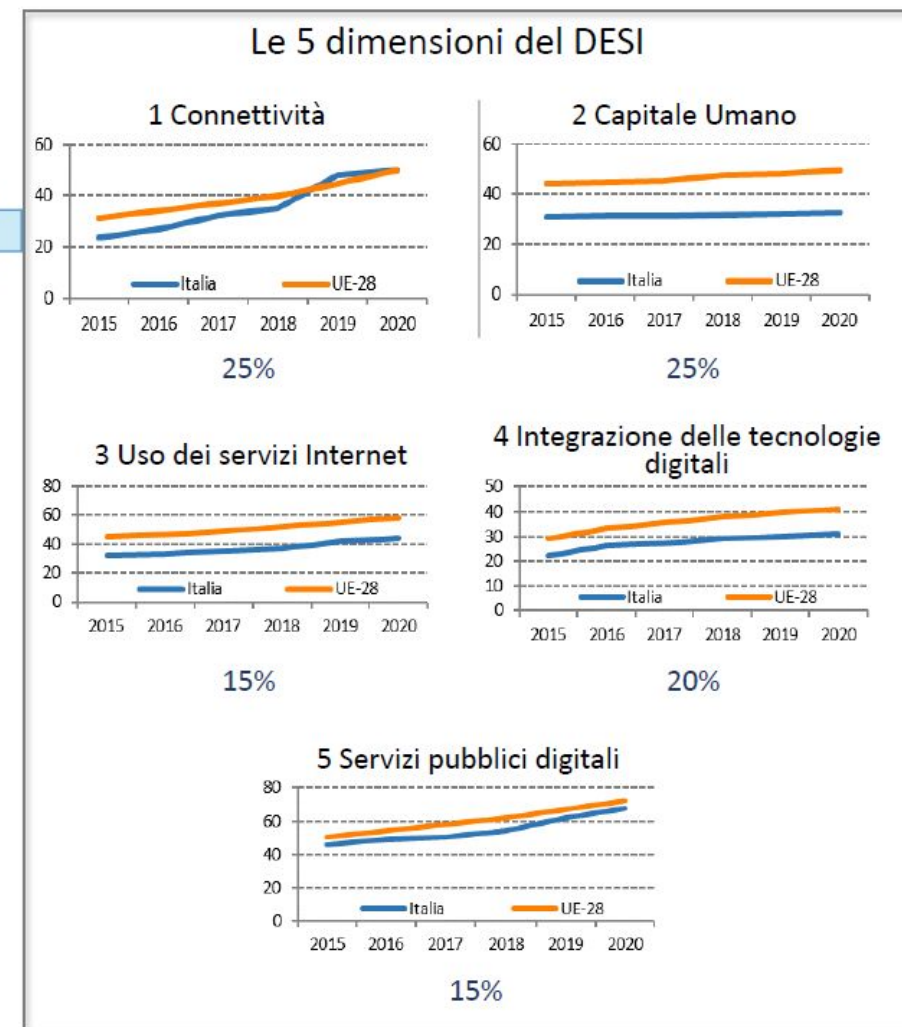
Source: EC, 2017



DESI 2020 Italy



- La connettività è «praticamente» nella media EU28 (50 vs 50,1 punti) in 17ma posizione, ma cresce poco rispetto all'anno precedente;
- L'Italia registra i valori più bassi in competenze digitali di base e avanzate, anche il numero di laureati e specialisti ICT è molto basso → **ultima posizione in Capitale Umano**;
- L'uso dei servizi Internet vede l'Italia ferma al 26mo posto e riflette il basso livello di competenze digitali;
- L'Italia è ferma per l'**Integrazione delle Tecnologie Digitali** (adozione da parte imprese di soluzioni/servizi digitali) e si piazza al 22mo posto. Il problema è soprattutto per le piccole e piccolissime imprese;
- I **Servizi Pubblici Digitali** vedono l'Italia al 19mo posto, con alcuni parametri sopra la media europea (completezza dei servizi, open data e servizi pubblici per imprese), il dato peggiore è la **bassa interazione tra utenti e autorità pubbliche**.



Source: EC 2020, edited by S. Dionisi



DESI 2020, Italy - Connectivity

Connettività	Italia			UE	
	DESI 2018 valore	DESI 2019 valore	DESI 2020 valore	DESI 2020 valore	
1a1 Diffusione complessiva della banda larga fissa % delle famiglie	57%	60%	61%	78%	+1%
1a2 Diffusione della banda larga fissa ad almeno 100 Mbps % delle famiglie	5%	9%	13%	26%	+6%
1b1 Copertura della banda larga veloce (NGA) % delle famiglie	87%	88%	89%	86%	+3%
1b2 Copertura della rete fissa ad altissima capacità (VHCN) % delle famiglie	22%	24%	30%	44%	+15%
1c1 Copertura 4G % delle famiglie (media degli operatori)	91%	97%	97%	96%	+2%
1c2 Diffusione della banda larga mobile Numero di abbonamenti ogni 100 persone	86	89	89	100	+4%
1c3 Preparazione al 5G Spettro assegnato come percentuale (%) dello spettro totale 5G armonizzato	NA	60%	60%	21%	+6%
1d1 Indice dei prezzi dei servizi a banda larga Punteggio (da 0 a 100)	NA	NA	73	64	

- La **diffusione** (% sottoscrizioni) resta il **problema maggiore** per il parametro connettività;
- La **copertura NGA** rimane sopra la **media UE**, ma ha rallentato la sua crescita; è cresciuta a livello nazionale Y2Y di un solo punto percentuale, anche se di circa **25 punti percentuali nelle zone rurali** arrivando a 68,4%.
- La copertura delle VHCN (non presente nel DESI 2019) considera i **solli sistemi FTTH/B e DOCSIS 3.1**;
- L'indice dei prezzi vede l'Italia tra i Paesi con le tariffe più basse, al **9° posto** (prima di Paesi quali Svezia, Danimarca, Olanda e Spagna)

Fonte: Report DESI 2020

Nota: le percentuali evidenziate su fondo grigio/giallo nella colonna DESI 2020 indicano la crescita rispetto al Report DESI 2019

Source: EC 2020, edited by S. Dionisi



2020 BEREC's VHCN Definition (1)

Any network which fulfils one (or more) of the following **four criteria** is a **very high capacity network**

- **Criterion 1:** Any network providing a **fixed-line connection with a fibre roll out at least up to the multi-dwelling building**
- **Criterion 2:** Any network providing a **wireless connection with a fibre roll out up to the base station.**
- **Criterion 3:** Any network providing a **fixed-line connection** which is capable of delivering, **under usual peak-time conditions**, services to end-users with the following quality of service (**performance thresholds 1)**
 - **Downlink data rate ≥ 1000 Mbps**
 - **Uplink data rate ≥ 200 Mbps**
 - IP packet error ratio (Y.1540) $\leq 0.05\%$
 - IP packet loss ratio (Y.1540) $\leq 0.0025\%$
 - **Round-trip IP packet delay (RFC 2681) ≤ 10 ms**
 - IP packet delay variation (RFC 3393) ≤ 2 ms
 - **IP service availability (Y.1540) $\geq 99.9\%$ per year**

Source: BEREC. 2020



2020 BEREC's VHCN Definition (2)

- **Criterion 4:** Any network providing a **wireless connection** which is capable of delivering, **under usual peak-time conditions**, services to end-users with the following quality of service (**performance thresholds 2**)
 - **Downlink data rate ≥ 150 Mbps**
 - **Uplink data rate ≥ 50 Mbps**
 - IP packet error ratio (Y.1540) $\leq 0.01\%$
 - IP packet loss ratio (Y.1540) $\leq 0.005\%$
 - **Round-trip IP packet delay (RFC 2681) ≤ 25 ms**
 - IP packet delay variation (RFC 3393) ≤ 6 ms
 - **IP service availability (Y.1540) $\geq 99.81\%$ per year**

Criterion 4 to be updated ASAP with the 5G introduction

- A **'wireless very high capacity network'** (i.e. a network that meets criteria 2 or 4, or both), **may also meet the performance thresholds of criterion 3** and, if this is the case, **it may be considered equivalent to a 'fixed very high capacity network'**. This may apply in particular to wireless networks providing services that compete in the same market with services provided by fixed networks (such networks and services are often marketed under the term **'Fixed Wireless Access'** or **'FWA'**)

Source: BEREC. 2020



Very High Capacity Networks

Wired Access, FO VHCN

- **FTTB/H (1)**
- Minimum 1 Gbit/s Down & 200 Mbit/s Up (3)
- DOCSIS 3.1 & 3.2
- FTTP + G.FAST & XG.FAST
- **NO FTTC + Vectoring**

• Wireless Access, WA VHCN

- **Fiber connected Radio Tower (2)**
- Minimum 150 Mbit/s Down & 50 Mbit/s Up (4)

• Fixed Wireless Access, FWA VHCN

- Minimum 1 Gbit/s Down & 200 Mbit/s Up (3)

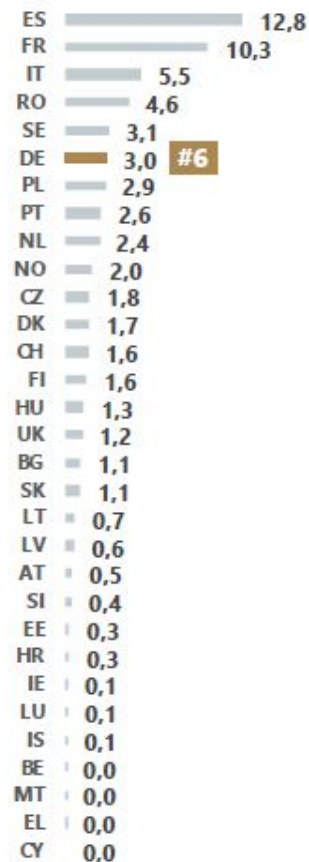
• **Berec Criteria (1),(2),(3),(4)**

Source: BEREC. 2020

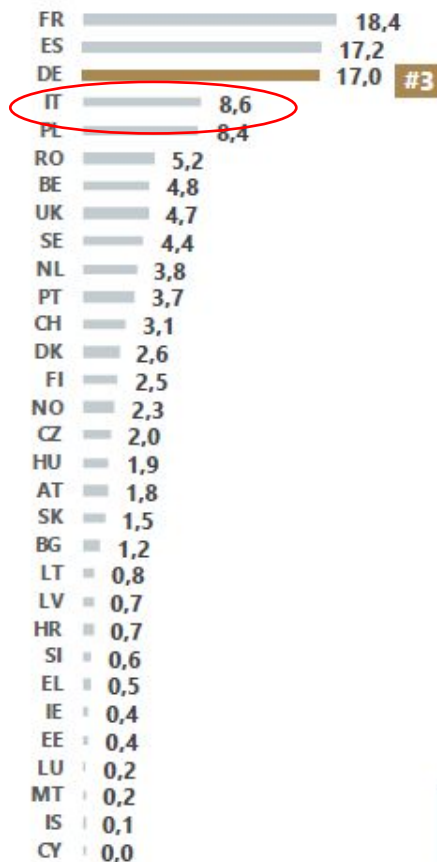


FTTH/B + DOCSIS 3.1 in Europe Home Passed, 2017-2022

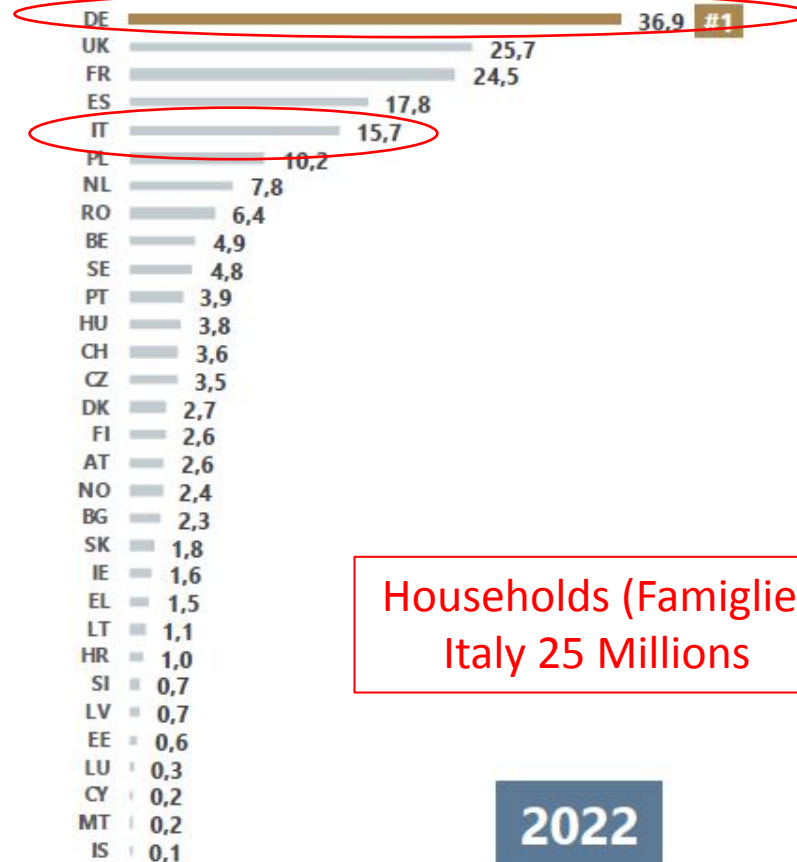
ENTWICKLUNG DER GIGABIT-HAUSHALTE (HOMES PASSED; FTTH/B+DOCSIS 3.1) IN EUROPA (EU 28+3) 2017-2022, IN MIO.



2017



2019



Households (Famiglie)
Italy 25 Millions

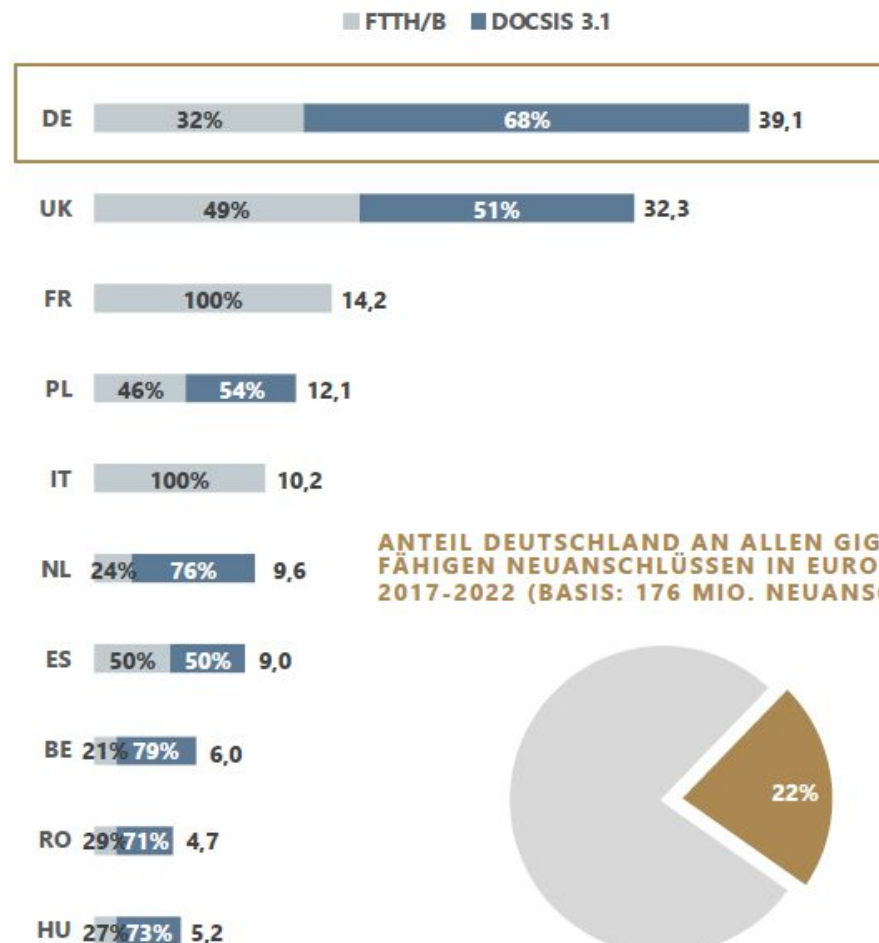
2022

Source: Goldmedia Analyse, 2020



Gigabit Connections EU, Homes Passed 2022

ANZAHL GIGABIT-FÄHIGE NEUANSCHLÜSSE ZWISCHEN 2017 UND 2022, IN MIO. (HOMES PASSED; BRUTTOZAHLE FTTH/B+DOCSIS 3.1, INKL. OVERLAP) MIT ANTEIL VON FTTH/B UND DOCSIS 3.1 (TOP 10)



New Connections 2017-2022

In Deutschland werden zwischen 2017 und 2022 39,1 Mio. neue Gigabit-fähige Anschlüsse entstehen (brutto inkl. Overlap zwischen FTTH/B und DOCSIS 3.1) – europaweit die größte Zahl. Davon werden zwei Drittel (68 %) durch DOCSIS 3.1 realisiert.

Europaweit werden in diesem Zeitraum 176,2 Mio. neue Gigabit-fähige Anschlüsse entstehen. Der Anteil Deutschlands an den Neuanschlüssen beträgt damit rund 22 %.

Quelle: Goldmedia Analyse 2020

Source: Goldmedia Analyse, 2020



FO VHCN & FWA NGN, End of 2022

Infratel Consultation, Aree Nere e Grigie 2020 + Aree Bianche Update

31 M Indirizzi Civici

25 M Famiglie

35 M Unità Immobiliari

- **Fiber Optic VHCN**

Coverage: **47%**

- From Friuli Venezia Giulia (80%) to Calabria (14%)

- **FWA NGN (= WA VHCN)**

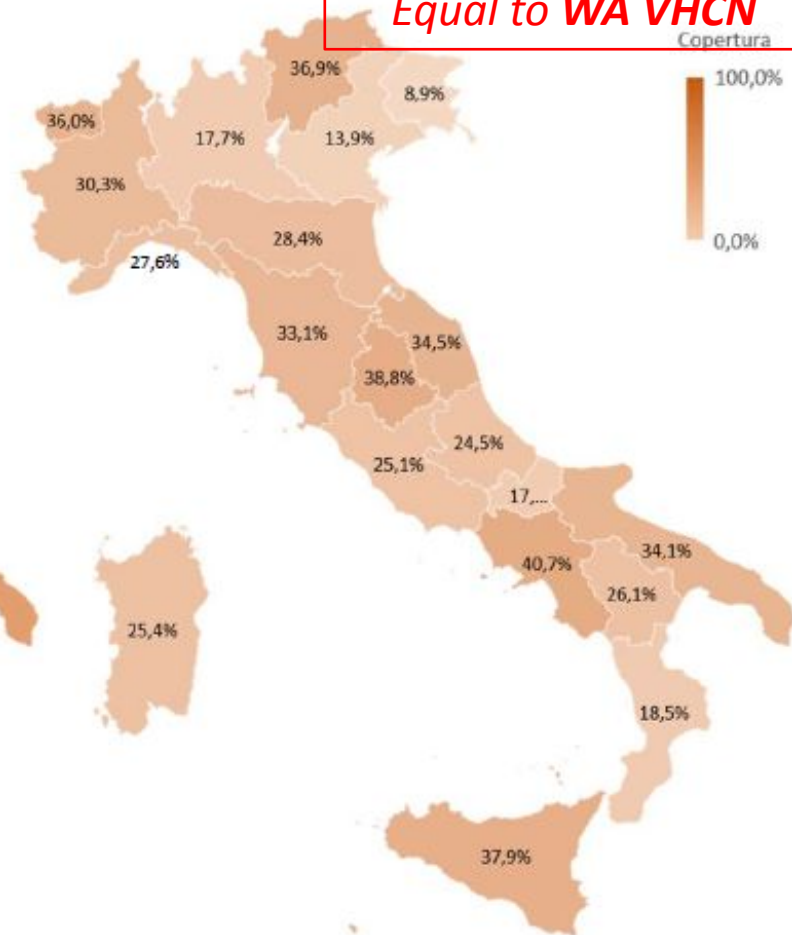
Coverage: **28%**

- From Campania (41%) to Friuli Venezia Giulia (9%)

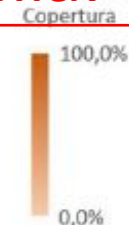
Fiber Optic VHCN



FWA NGN



**FWA NGN Performance
Equal to WA VHCN**



Source: I-Com, Infratel, Open Fiber, 2020



NGN Coverage, End of 2022

Coperture NGN (≥ 30 Mbps): 90,7%

- sopra l'89% in ogni regione
- High performers: Emilia Romagna (93,1%) e Calabria (92,4%), Toscana (91,2%), Sardegna (91,1%) e Abruzzo (91%).

2022 NGN Coverage $\approx$ 90%

Copertura UIT $\approx$ 24 mUI

≥ 100 Mbit/s $\approx$ 30%



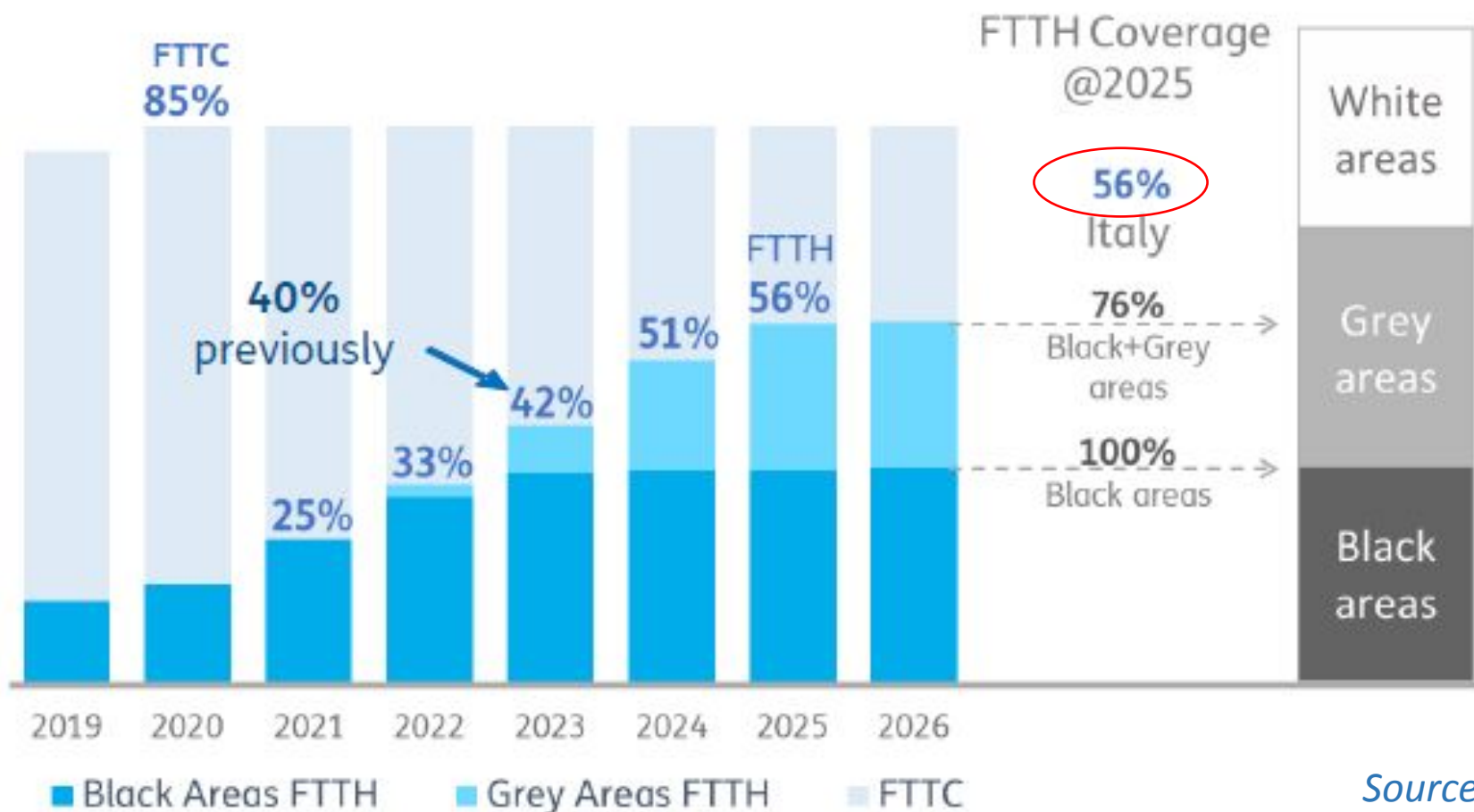
Source: I-Com, 2020



FiberCop FTTH & FTTC Coverage Plan

Coverage of technical units ⁽¹⁾

%



Anno*	Comuni	UIT (78%)
2021	13	1,790,466
2022	0	0
2023	257	6,284,053
2024	136	898,155
2025	1,204	3,882,015
Totale	1,610	12,854,689

* Anno di completamento

UITecniche: con borchia ≈ 24 M
 $13/24 \approx 55\%$

Source: TIM, August 2020 & January 2021



Open Fiber: Aree Nere Coverage Plan

	Fine Anno		Incremento Annuo	
	UI ISTAT	Coperte OF	UI ISTAT	Coperte OF
2020	8.846.154	6.900.000		
2021	10.512.821	8.200.000	1.666.667	1.300.000
2022	11.923.077	9.300.000	1.410.256	1.100.000
2023	13.205.128	10.300.000	1.282.051	1.000.000

UI ISTAT *78% coverage*
Prime e seconde case = 31M

Fonte: M. Dècina, elaborazione su dati OF, 2021



Connettività al Gigabit: VHCN Very High Capacity Networks

1. Completamento della Rete a Banda Ultralarga VHCN al 2026

- **VHCN ≥ 1 Gbit/s : Connessioni fisse in Fibra Ottica e Fixed Wireless Access**
- **Le unità immobiliari (UI)** di tutto il Paese sono circa **35 milioni**, tra prime e seconde case, negozi e imprese
- **Copertura VHCN delle Aree Nere e Grigie:** 25 milioni di UI sono nelle aree nere e grigie. Si propone di coprire entro il 2026 il 30% circa delle aree nere e grigie senza connettività VHCN secondo i piani degli operatori **≈ 8 mUI**
- **Copertura VHCN delle Aree Bianche:** 10 milioni di UI sono nelle aree bianche. Si propone di coprire entro il 2026 il 30% circa delle aree bianche senza connettività VHCN secondo i piani degli operatori **≈ 3 mUI**

2. Accelerazione delle Reti 5G mobili e delle applicazioni 5G al 2025

- **Applicazioni di particolare rilievo: Trasporti, Sanità, Sicurezza Pubblica, Istruzione e Manifattura**
- **Si propongono incentivi alla copertura 5G di tutto il territorio nazionale**, in Spagna e Germania stanziati **5-6 b€**
- **Si propongono incentivi alle imprese e ai distretti industriali** che adottano il modello **5G Manufacturing**
- **Si propongono incentivi alla ricerca nazionale sulle reti 5G/6G**, ad esempio su **Open RAN** tramite il **Consorzio CNIT**
- **Le misure 1 e 2 necessitano di una Riforma Amministrativa e di un Rafforzamento delle PA territoriali** (comuni, provincie, sovrintendenze, ecc.) per accelerare (60gg, no 360gg) i permessi per scavi e impianti radio
- **Stanziati nuovi 2,2 b€, necessari 10 b€**

Fonte: M. Dècina, Audizione Commissione Trasporti, 10 Febbraio 2021



Connessioni VHCHN fisse (FO & FWA)

Intensità media di traffico nell'ora di punta, famiglie italiane 2020-2021 in Mbit/s



Crescita traffico 2020-2021 maggiore del 50%
Media 2021 = 1,65 Mbit/s, proiezione al 2027 = 10 Mbit/s

Fonte: Agcom, 2021



Velocità di Picco vs. Capacità di Canale

- Il dimensionamento dell'infrastruttura, sia in fibra ottica, sia di tipo FWA, va effettuato assumendo che l'intensità media di traffico generato da ciascuna unità immobiliare è uguale a 10 Mbit/s nell'ora di punta della giornata. Tale valore tiene conto dell'incremento di traffico che si avrà nei prossimi 6 anni
- Si osserva che, detta **C** la capacità del canale ottico oppure del canale radio disponibile al civico considerato, la velocità di picco **V** offerta alle UI coperte nell'ora di punta è uguale approssimativamente a:

$$V = C(1 - \rho)$$

- Ove: **$0 \leq \rho \leq 0,5$** è il fattore medio di carico del canale. **ρ** è uguale alla somma delle intensità medie di traffico prodotte nell'ora di punta da tutte le UI coperte divisa per la capacità del canale C.
- I parametri C, V, ρ , vanno considerati separatamente per download e upload

Fonte: Politecnico di Milano, Infratel, Agcom, 2021



Europe's Digital Decade towards 2030

Brussels, 9 March 2021

Today the Commission presents a vision, targets and avenues for a successful **digital transformation of Europe by 2030**. This is also critical to achieve the transition towards a **climate neutral, circular and resilient economy**. The EU's ambition is to be digitally sovereign in an open and interconnected world, and to pursue digital policies that empower people and businesses **to seize a human centred, sustainable and more prosperous digital future**. This includes addressing vulnerabilities and dependencies as well as accelerating investment.

Today's Communication follows President **von der Leyen's** call to make the next years Europe's '**Digital Decade**'; responds to the European Council's call for a '**Digital Compass**'; and builds on the Commission's digital strategy of February 2020. The Communication proposes to agree on a set of digital principles, to rapidly launch important **multi-country projects**, and to prepare a legislative proposal setting out a robust governance framework, to monitor progress of the **Digital Compass**

Source: EC, 2021



Digital Compass Objectives by 2030

1) **Digitally skilled citizens and highly skilled digital professionals**; By 2030, **at least 80% of all adults should have basic digital skills, and there should be 20 million employed ICT specialists in the EU – while more women should take up such jobs**;

2) **Secure, performant and sustainable digital infrastructures**; By 2030, **all EU households should have gigabit connectivity and all populated areas should be covered by 5G**; the production of cutting-edge and sustainable semiconductors in Europe should be 20% of world production; **10,000 climate neutral highly secure edge nodes should be deployed in the EU**; and Europe should have its first quantum computer;

3) **Digital transformation of businesses**; By 2030, **three out of four companies should use cloud computing services, big data and Artificial Intelligence**; more than 90% SMEs should reach at least basic level of digital intensity; and the **number of EU unicorns should double**;

4) **Digitalisation of public services**; By 2030, all key public services should be available online; **all citizens will have access to their e-medical records; and 80% citizens should use an eID solution**.

Source: EC, 2021



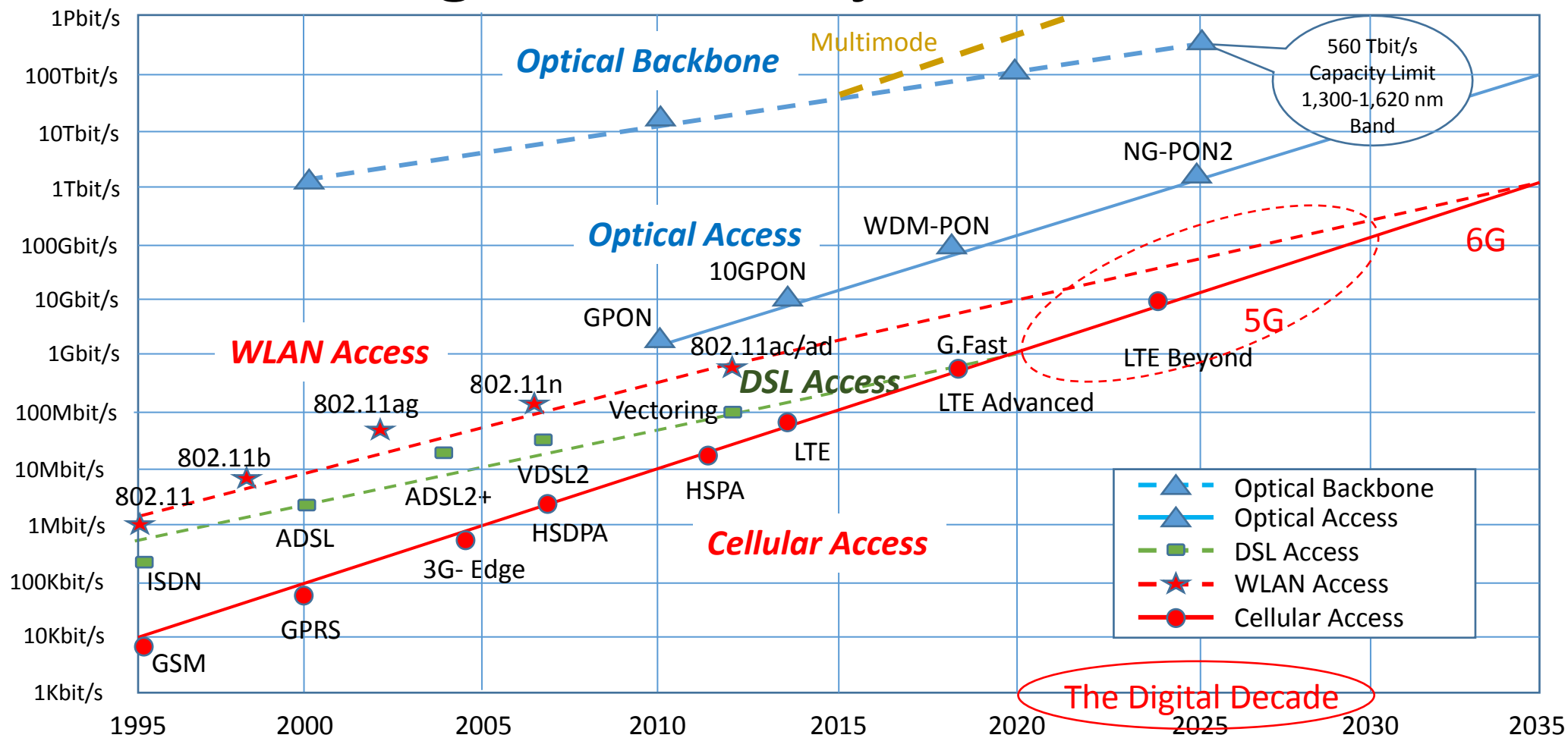
Obiettivi Italia vs. Digital Compass

Obiettivo	Italia Digitale 2026	Digital Compass 2030
Identità Digitale % pop	70%	80%
Competenze Digitali % pop	70%	80%
Adozione Cloud %	75% Delle PA	75% Delle imprese
Servizi pubblici online % servizi pubblici	80%	100%
Connessioni BUL % famiglie	100%	100%

Fonte: M I TD, 2021



Benchmark of Wired and Wireless Technologies with Projections



Source: M. Dècina, 2014, based on data by Bell Labs, G. Fettweis, and others