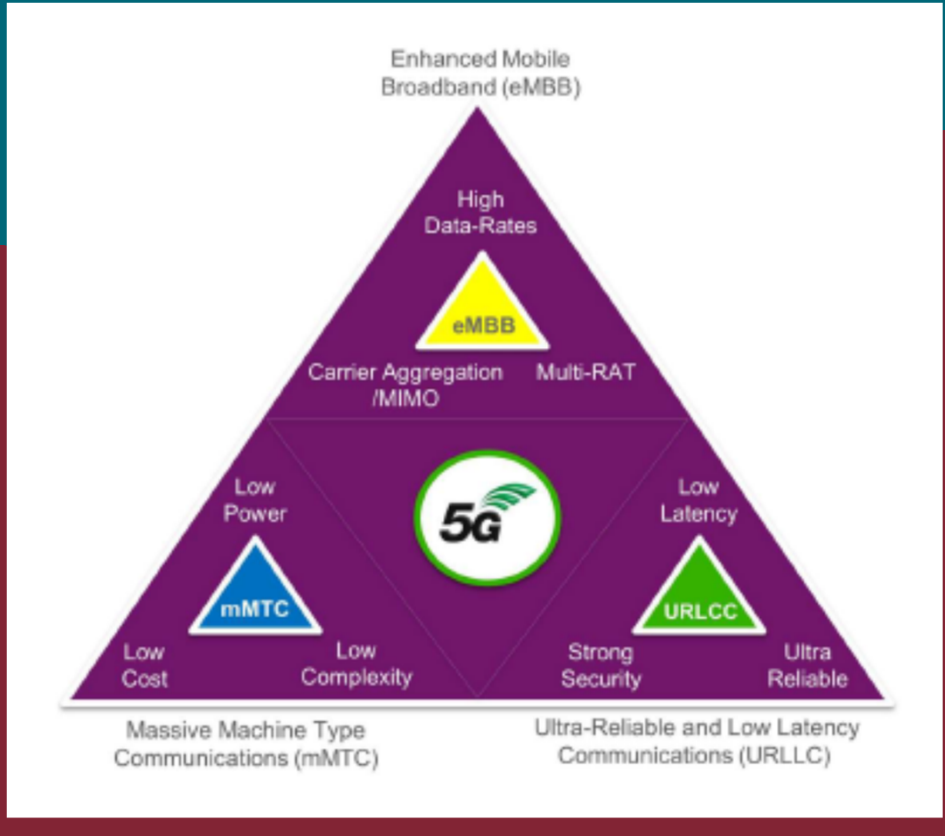
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

FUB
Fondazione Ugo Bordoni
Ricerca e Innovazione

Il ruolo del 5G nella digitalizzazione dell'Italia

I-COM - Roma 11 Luglio 2018

Antonio Sassano



La vera novità: Il servizio determina la struttura della rete

- Nel 5G è la **qualità del servizio** che ***determina*** quali **«elementi di rete»** assemblare nella **«slice» virtuale**:
  - ***Guida autonoma (o assistita) di veicoli***:
    - Capacità di calcolo distribuita (***edge computing***);
    - Integrazione di ***sottoreti di autoveicoli*** (ad esempio basati su **C-V2X**)
    - ***Volumi alti,*** bassissima ***«latency» e copertura capillare***

  - ***Broadcasting Video***
    - Integrazione di ***sottoreti di distribuzione di contenuti*** (***CDN***)
    - Alta ***copertura e capacità in «downlink»*** (***4/8k***, ***Realtà aumentata***),

  - ***Smart-Grid – e-Health***
    - Integrazione di ***sottoreti di «misuratori»*** (*sensori, smart-meter*). ***Alta densità.***
    - ***Copertura in «luoghi difficili»***, *bassa latenza & bassi volumi*

5G: Software Defined Network → Algorithm is the king

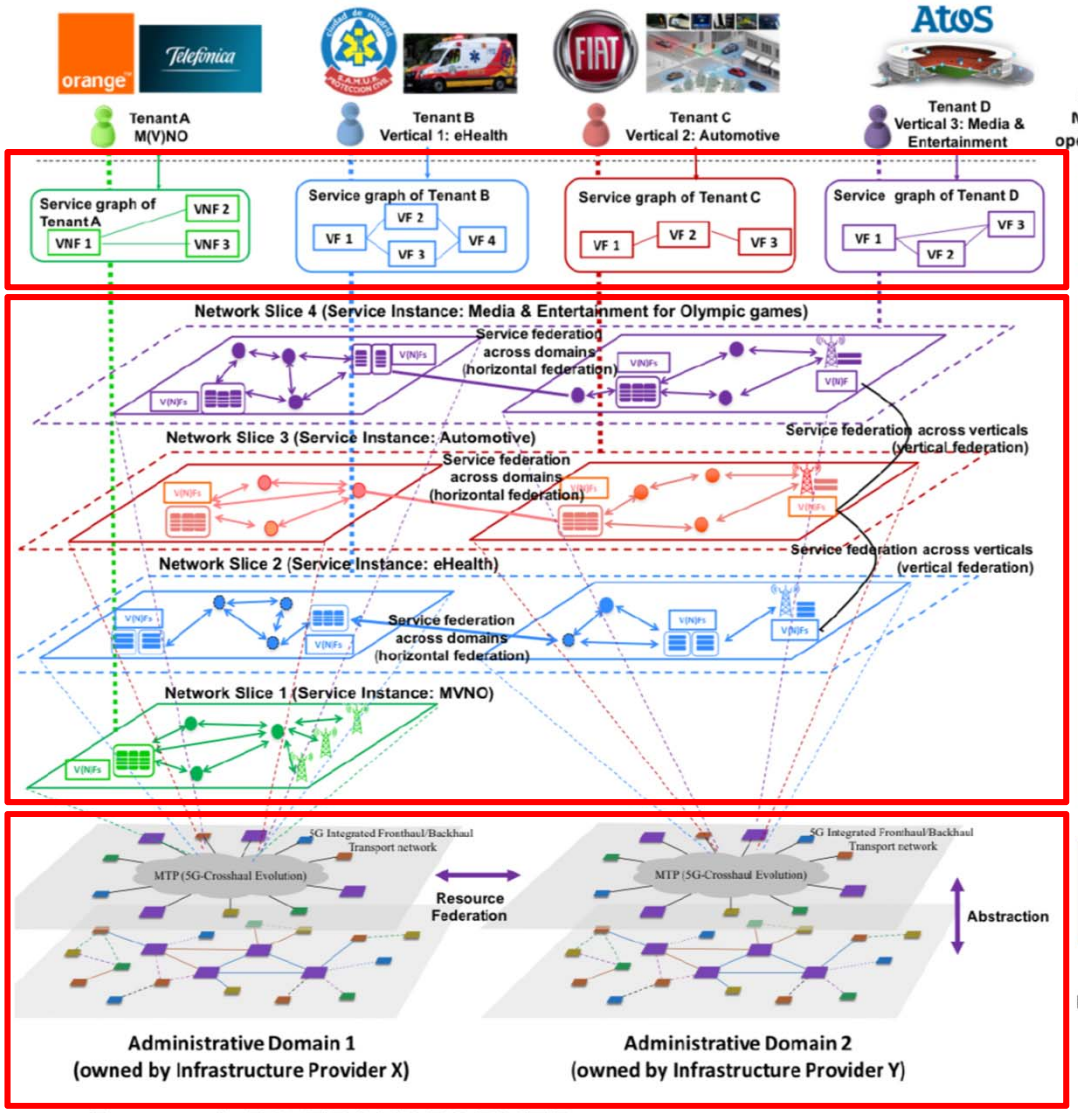


FIGURE 1: 5G-TRANSFORMER INITIAL DRAFT ARCHITECTURE CONCEPT

«Vertical Slicer»
Algoritmi di Definizione della struttura logica delle reti **virtuali**

«Service Orchestrator»
Algoritmi di Allocazione e Monitoraggio delle risorse **virtuali** nelle «slice»

Trasporto e Calcolo
Algoritmi di gestione e riconfigurazione delle reti **fisiche** di trasmissione e calcolo (*Data Center*)

Ruolo del 5G nella digitalizzazione

- **I servizi del futuro (tutti!) hanno bisogno del 5G**
  - **Dipendenti dai dati** *(**data** driven);*
  - **Gestiti e ottimizzati da algoritmi complessi** *(**cloud+edge** computing);*
  - **Supportati da reti di comunicazione definite «ad hoc» (SDN)**
  - **Esempi:**
    - **Distributed Ledger** *(BlockChain e altro) eMBB + URLLC*
    - **V2X** *(Guida assistita, strade intelligenti) URLLC + mMTC*
    - **IOT** *(Metering, Asset management) mMTC + eMBB*

- ***Il ruolo delle istituzioni***
  - *Nuove regole per il **«roll-out»** (permessi, inquinamento em)*
  - *Chiara strategia di **uso dello spettro** (**«spectrum review»**)*
  - *Ruolo importante dal **lato domanda** (strade e infrastrutture «smart», medicina pubblica, gestione delle risorse pubbliche)*
  - Una nuova regolazione dell'***accesso***, della ***sicurezza delle reti*** e dell'***accountability degli algoritmi***

Questioni Regolatorie: Net Neutrality, Parità di Accesso

- Se ***il servizio determina la rete*** il concetto di ***Net Neutrality*** *assume un nuovo significato, infatti:*
  - ***Ogni «slice» della rete gestisce il traffico in modo diverso***
  - ***Ogni servizio può essere uno «specialized service»*** (*def. Berec*)
  - ***Perde dunque significato*** la ***Neutralità dei «pacchetti»***
- Invece … il ***Communication Service Provider (CSP)*** gestisce il *«vertical slicer»* e il *«service orchestrator»*.
  - ***Agisce*** su reti «*standardizzate*» ed *interoperabili* (**ruolo *Over The Top***)
  - ***Determina*** le risorse virtuali assegnate ai ***fornitori di servizi*** («accesso» alla rete 5G);
  - ***Utilizza Algoritmi*** di «*slicing*» e *orchestrazione*.
  - ***Necessaria (e difficile)*** la verifica ***ex-post*** della ***Parità di Accesso***
- ***Chi svolgerà il ruolo di CSP?*** Importante la sua *Neutralità*
- *Indispensabile* la **separazione** tra ***CSP*** e ***fornitori di servizi***

Costruire e gestire le nuove reti

- **Chi costruirà le nuove reti?**
  - *Ovviamente i principali operatori (Evoluzione 4G) ma anche …*
  - *Reti realizzate da «Neutral Host»*
    - *ARQIVA (UK): 1500 Torri Broadcasting; 8000 BS; Reti FWA / LPWA (IoT)*
    - *TDF (FR): 5000 Km Fibra; 12.000 Torri*
    - *ElTowers(IT): 6000 Km Fibra; 2300 Torri HTHP; 1000 BS; Reti LPWA (IoT)*
    - *Open Fiber: FTTH, Fiber to the Base Station*
  - *Reti realizzate dagli stessi operatori dei mercati verticali:*
    - *ENEL: Reti di «Smart Meter» (Contatori Intelligenti)*
    - *ANAS: Reti di «Smart Road»*
    - *E poi … reti di Automobili, Wearable Meter, Oggetti ….*
  - *Reti esistenti ma accese su nuove frequenze (es. FWA)*
- **Chi avrà le frequenze?**
  - *Ovviamente i principali operatori … ma le nuove?*
  - *In esclusiva o no? (per le frequenze «alte» … esclusiva naturale)*
  - *Frequenze a «wholesaler» di capacità trasmissiva?*

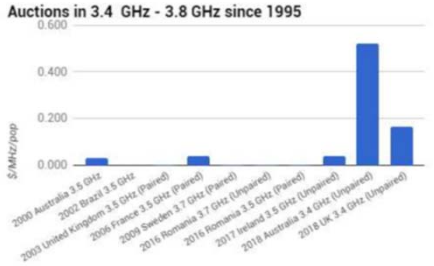
E quanto valgono le frequenze?

- **Asta UK (Aprile 2018)**

Company	Band	MHz	Amount paid	Price in USD	$/MHz/pop
BT/EE	3.5 GHz	40	£302,592,000	$426,654,720	$0.162498
Hutchison	3.5 GHz	20	£151,296,000	$213,327,360	$0.162498
Telefónica	3.5 GHz	40	£317,720,000	$447,985,200	$0.170622
Vodafone	3.5 GHz	50	£378,240,000	$533,318,400	$0.162498

Valore ($) *dello spettro 3.5 GHz* ≅ **0.16 × MHz × Pop**

Base d'asta (3.5): **1 M£ (5 Mhz block)** → Pagato: **38 M£**



- **Asta Corea del Sud (Giugno 2018)**

Anni	**Band**	**MHz**	**Amount Paid** (Won)	**Price in** USD	**$/MHz/Pop**
10	**3.5** GHz	**280**	*3.6 trillion*	**3.2 b**	$0.19
5	**28** GHz	**2400**	622 billion	560M	$0.005

Condivisione: «sharing» and «slicing»

- ***La suddivisione «a priori» condiziona la qualità del servizio***

RF Channel Width (MHz)	Peak Data Rate (Gb/s)	Average Data Rate (Gb/s)
40	1.2	0.3
100	3.0	0.8
200	6.0	1.6
400	12	3.2

Banda 3GHz

La banda a 40 Mhz è «stretta» (no Gigabit)

Minimo 100 Mhz per una «Gigabit Network»

- *Il **costo di realizzazione** delle reti 5G è **(molto) più alto rispetto al 4G***
- *Lo **«sharing»** di larghi blocchi di spettro è **più economico ed efficiente** **rispetto alla frammentazione (in piccoli blocchi o geografica)**.*
- *Lo **«slicing» 5G** rende possibile la **condivisione per servizi diversi***
- ***Solo un operatore «wholesale only» garantisce parità e neutralità***

"If you have a single 500MHz spectrum, the advantage for carriers is much faster speeds and wider coverage more quickly where you can potentially reuse existing 4G cell towers," said Hung. "But the major downside is that it's never been done before. I don't think any of the carriers would buy into a plan like this because they all want their own networks."

***Mark Hung**, Research Vice President at Gartner*