



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



La rivoluzione del 5G: tecnologia e opportunità

Alessandro Vanelli-Coralli
University of Bologna, alessandro.vanelli@unibo.it

*Forum Smart Installer
20 Giugno 2018*



Sommario



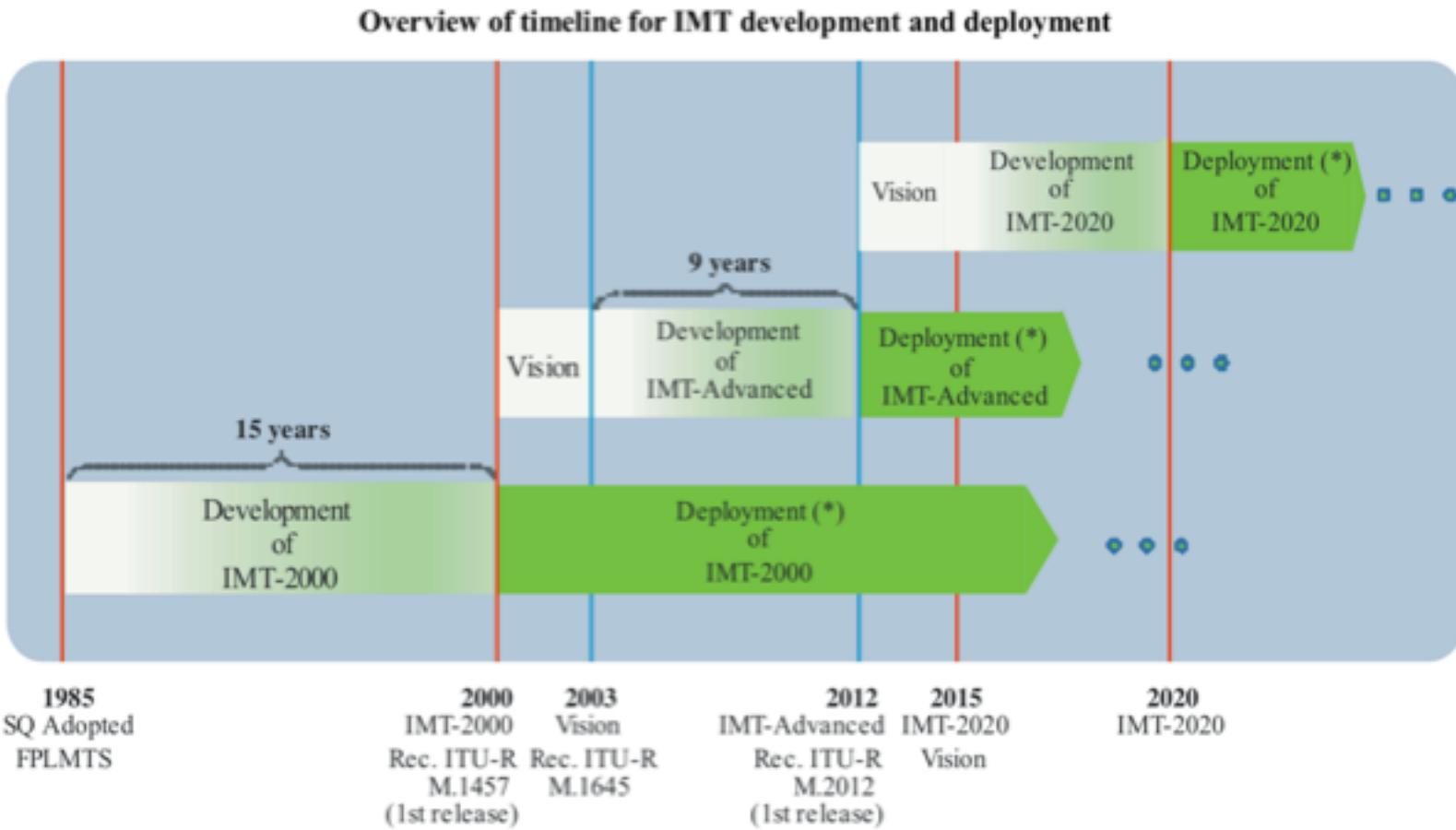
- **Il contesto**
 - ✧ IMT2020
 - ✧ I casi d'uso e i requisiti
 - ✧ La standardizzazione in 3GPP
- **5G: una panoramica**
 - ✧ Architettura
 - ✧ I protocolli
 - ✧ Possibili scenari di deployment
 - ✧ Il “higher layer splitting”
 - ✧ Il “lower layer splitting”
 - ✧ L’interfaccia radio
 - ✧ Ulteriori caratteristiche in fase di studio
- **Conclusioni**



Contesto



- 5G è l'evoluzione della famiglia ITU IMT per il 2020 (IMT-2020)



Source: ITU-R M.2083-0, IMT Vision

I casi d'uso

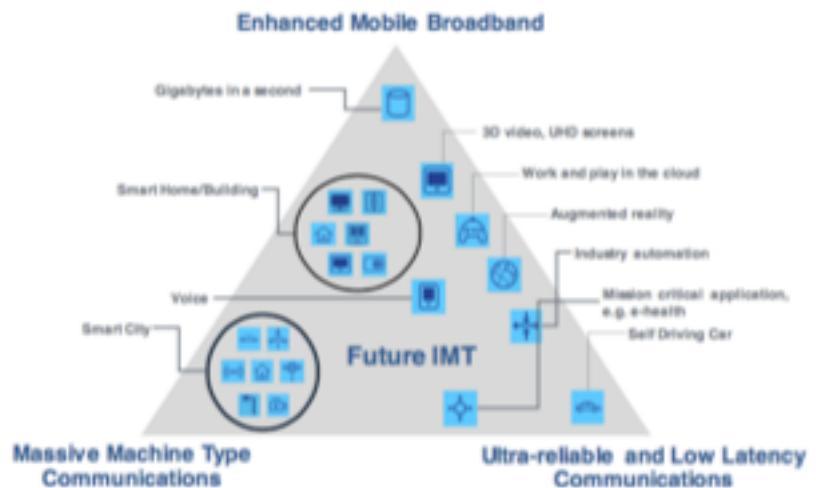


- Lo ITU ha iniziato la definizione di IMT-2020 nel 2012 (ITU-R WP 5D) con il rapporto ITU-R M.2083-0, “IMT-Vision”



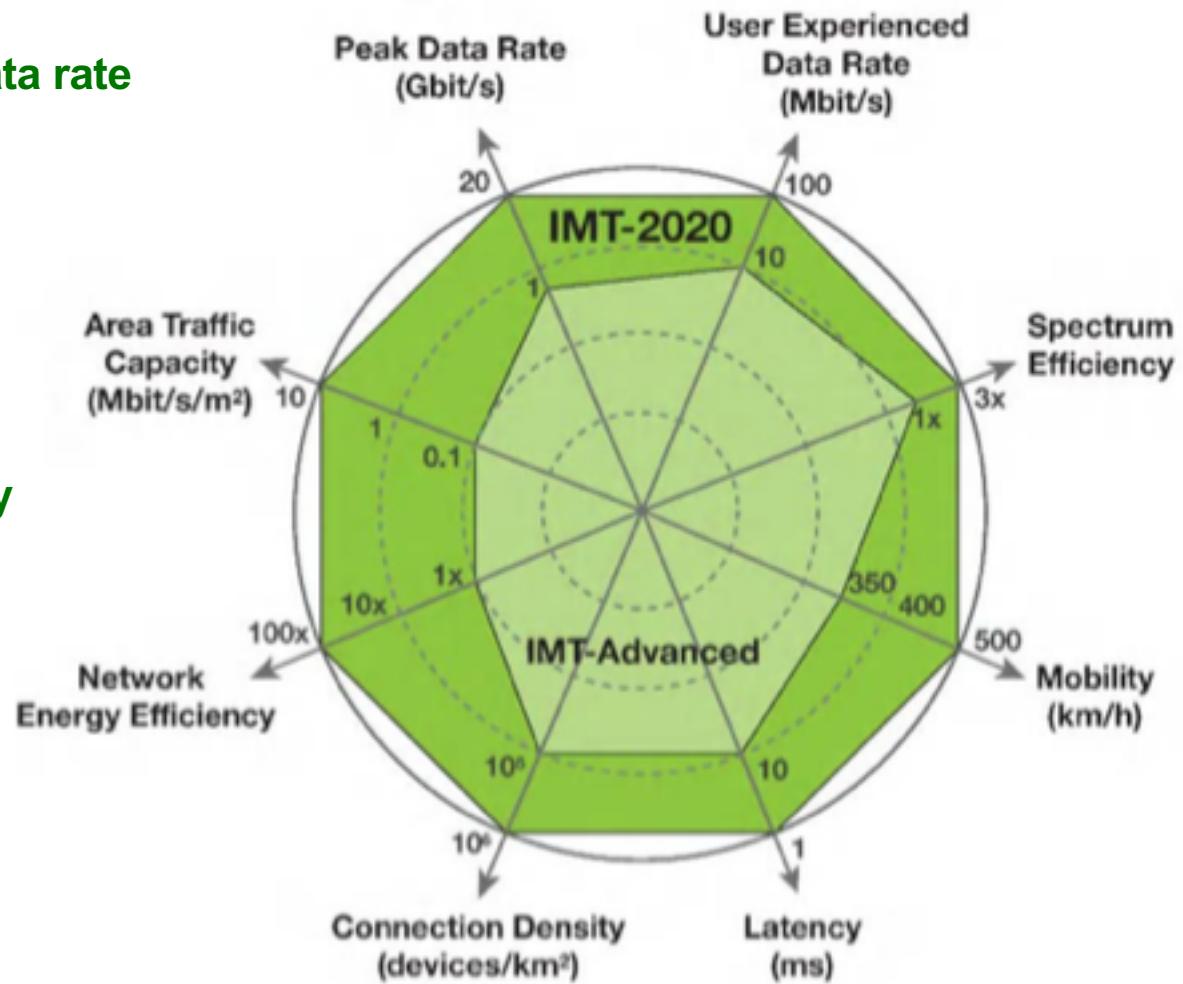
- IMT-2020 identifica tre principali casi d'uso

- ❖ Enhanced Mobile Broadband (eMBB)
- ❖ Massive Machine Type Communications (mMTC)
- ❖ Ultra-reliable and Low Latency Communications (uRLL)



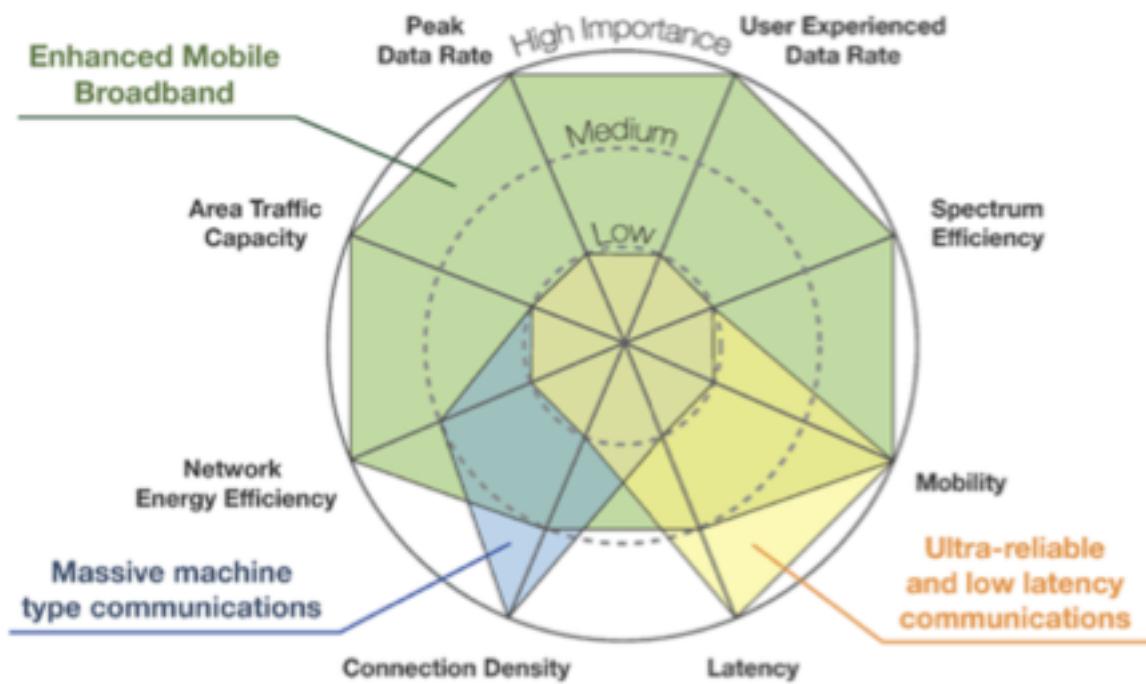
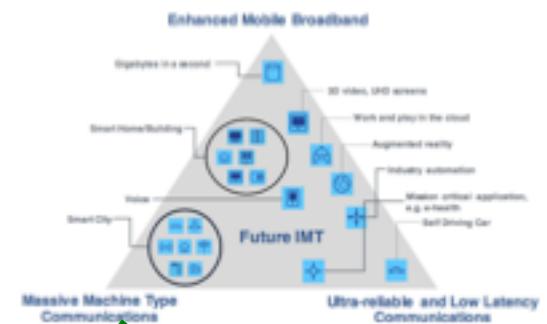
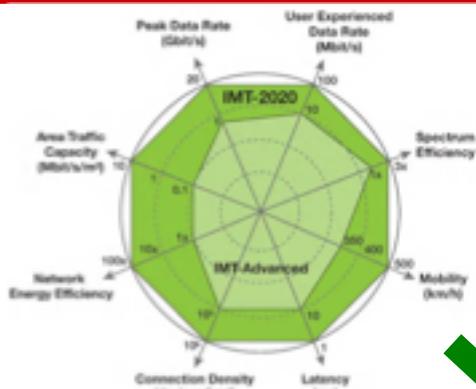
- In linea con il documento di vision IMT-2020 deve soddisfare i seguenti requisiti :

- ❖ Peak data rate
- ❖ User experienced data rate
- ❖ Spectrum efficiency
- ❖ Mobility
- ❖ Latency
- ❖ Connection density
- ❖ Network Energy Efficiency
- ❖ Area Traffic Capacity



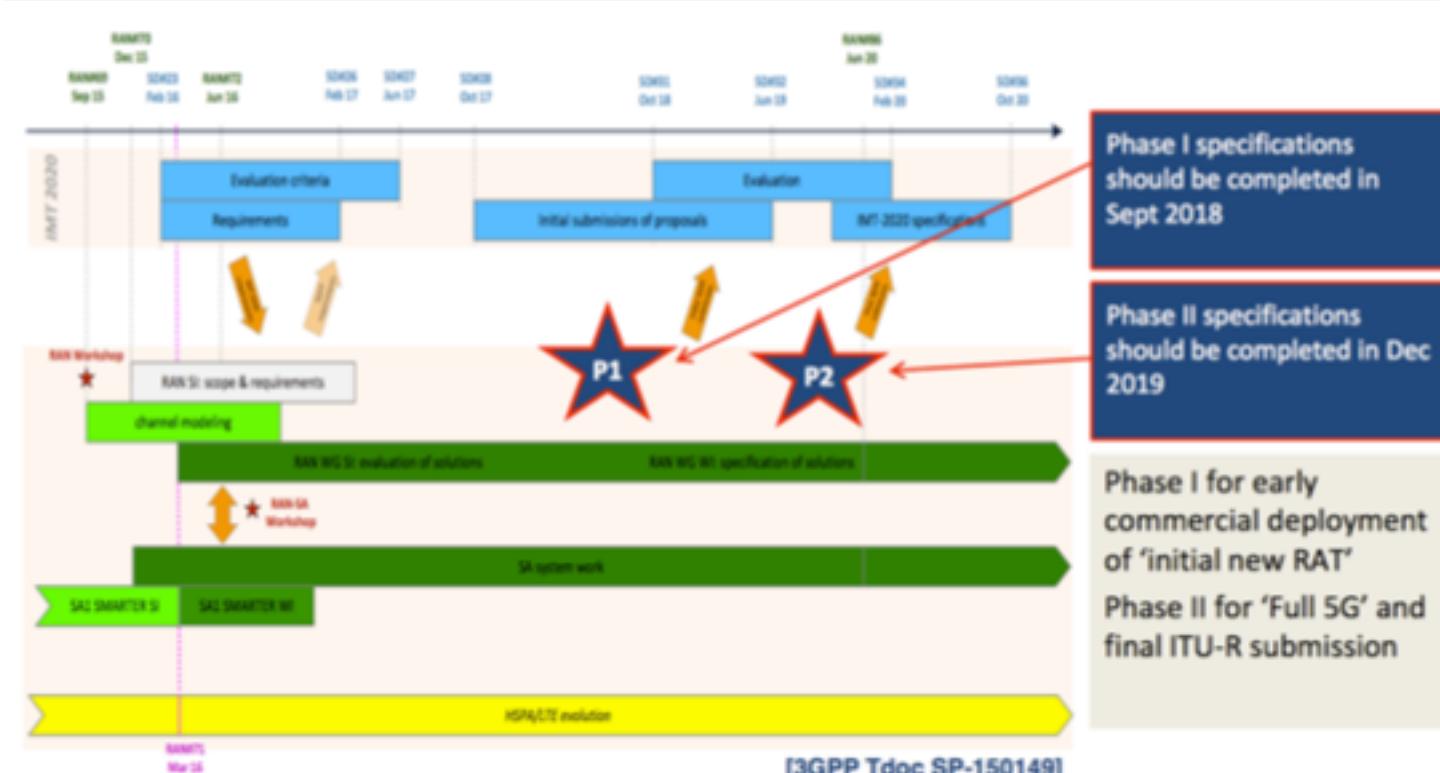
Source: ITU-R M.2083-0, IMT Vision

Requisiti e casi d'uso





- Nel processo di definizione di ITU-2020 ITU ha invitato a proporre nuove interfacce radio (che soddisfino i requisiti)
 - 3GPP sta definendo una interfaccia radio (NR) per IMT-2020 che sarà contenuta nelle release 15 e 16



La standardizzazione in 3GPP [2/2]



● Phase I:

- ❖ Release 15 (1st Rel. for 5G) Giugno 2018
- ❖ Risponde ai requisiti dei principali casi d'uso commerciali (eMBB)

● Phase II:

- ❖ Release 16 (2nd Rel. for 5G) by Marzo 2020
- ❖ Risponderà ai requisiti di tutti i casi d'uso previsti e sarà proposta come IMT-2020



Note: dates above refer to official 3GPP release freeze (ANS.1 freeze)

● Caratteristiche principali di Rel. 15

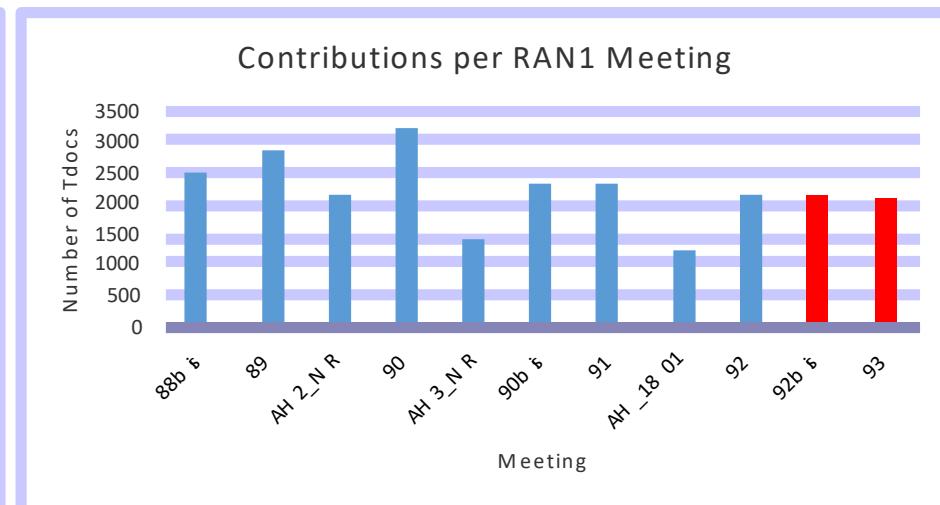
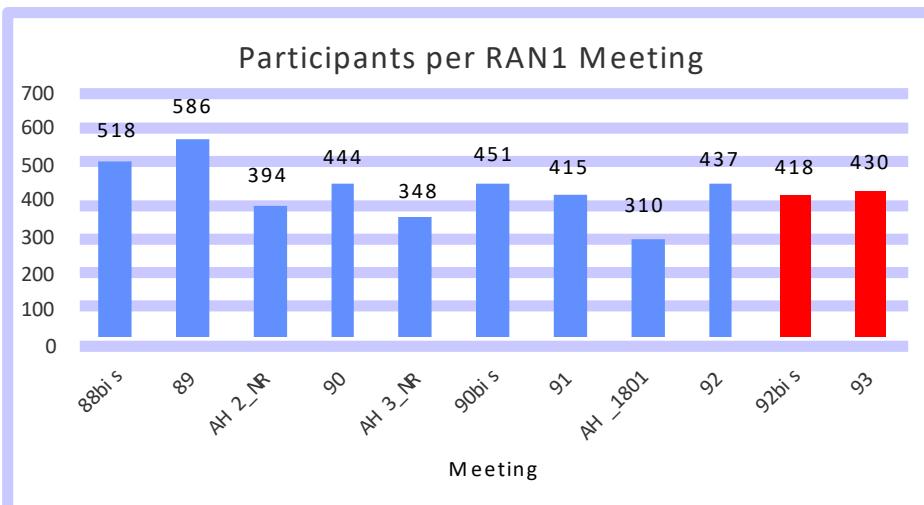
- ❖ Deployment di tipo Non-standalone (NSA) e standalone (SA)
 - ❖ NSA: NR e LTE sono integrati
 - ❖ SA: NR è realizzato senza il supporto di LTE
- ❖ Risponde ai requisiti eMBB and ed ad alcuni scenari per uRLL
- ❖ Due range di frequenze :
 - ❖ Sub 6GHz (450 MHz- 6 GHz)
 - ❖ Above 6GHz (24- 52 GHz)





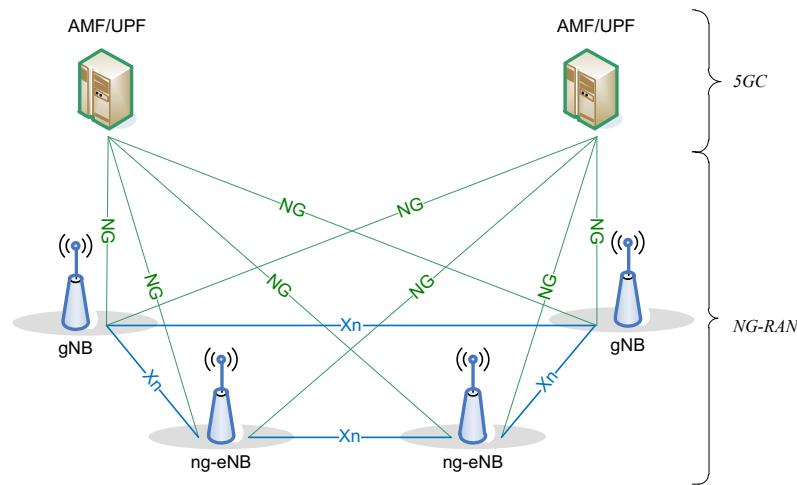
5G: UNA PANORAMICA

- **5G è chiamata New Radio (NR) in 3GPP**
- **NR è descritta dalle specifiche della serie 38.xxx, e.g.,**
 - ✧ **TS 38.201 → NR; Physical layer; General description**
 - ✧ **TS 38.300 → NR; Overall description;**
 - ✧ ...
 - ✧ **TR 38.811 → Study on NR to support non-terrestrial networks**
 - ✧ ...



- L'architettura della Next Generation Radio Access Network (NR-RAN) è rappresentata da un insieme di nodi connessi

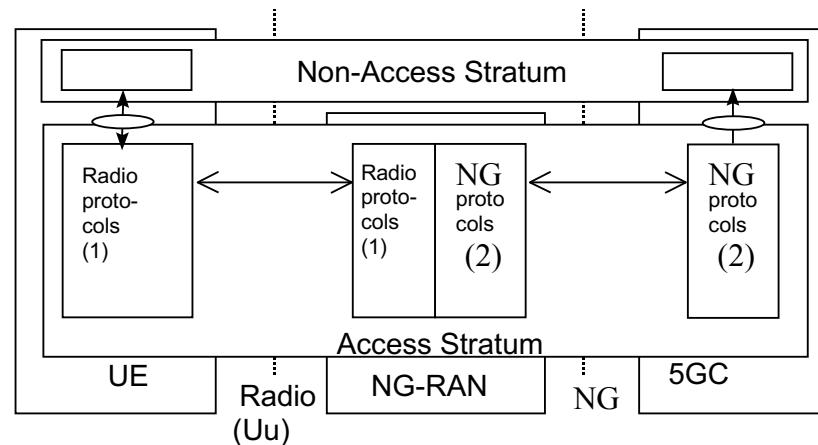
- ✧ alla nuova core network (5GC) tramite l'interfaccia NG
- ✧ Tra loro tramite l'interfaccia Xn
- ✧ con gli User Equipments (Ues) tramite l'interfaccia Uu



- Un node può essere:
 - ✧ un gNB che fornisce la terminazione dei protocolli NR verso la UE;
 - ✧ un ng-eNB che fornisce la terminazione dei protolli LTE verso la UE.



Source: TS 38.300, NR and NG-RAN Overall Description



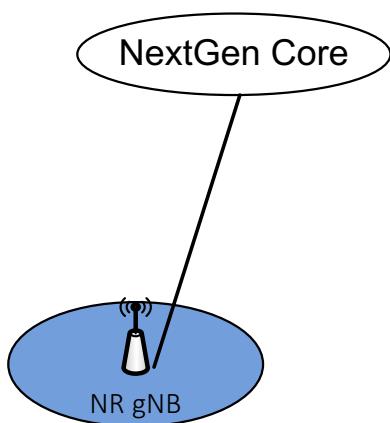
- Attraverso le interface Uu e NG i protocolli sono divisi in:
 - ✧ **Protocolli di User plane**
 - ✧ **Protocolli di Control protocols**
- La separazione del control e user plane è definite da NR
 - ✧ **Lo user plane e il control plane possono percorrere vie diverse all'interno della rete**

Source: TS 38.300, NR and NG-RAN Overall Description

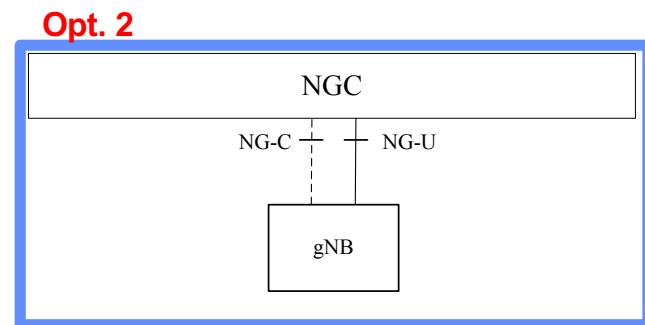
5G Architecture Options [1/5]



- Stand alone deployment



1) NR gNB connected to
NextGen Core



Source: TR 38.804 v0.5.0 (2017-01)

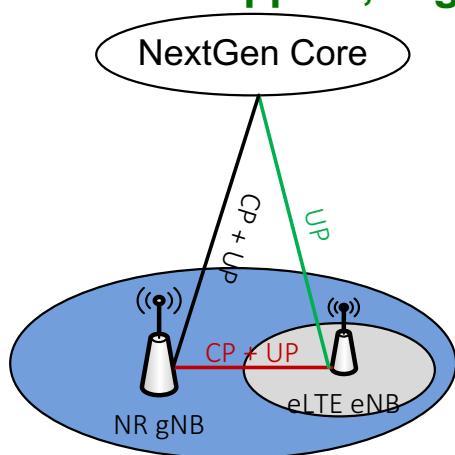
Source: TR 38.801 v1.0.0 (2016-12)

5G Architecture Options [2/5]

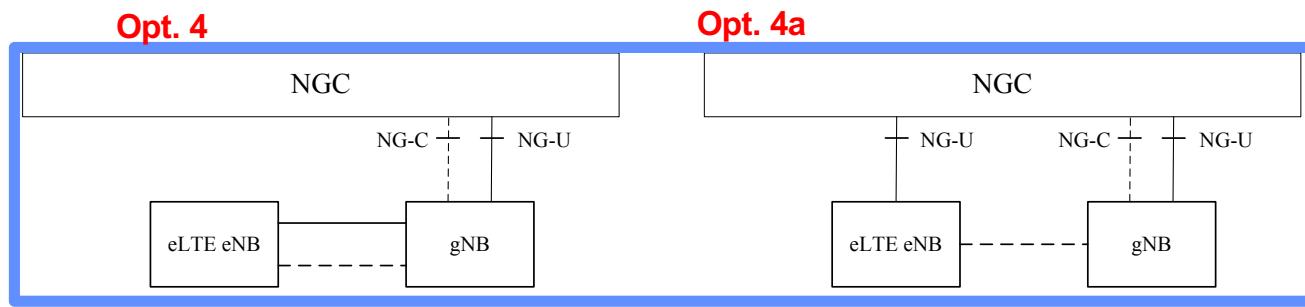


- Il NR gNB opera da nodo ancora per NGC (NR/LTE integrated deployment)

- ✧ I dati dello user-plane sono distribuiti direttamente alla RAN (green line)
- ✧ oppure, seguono lo stesso bearer e sono divisi alla RAN (red line)



2) Data flow aggregation across NR gNB and eLTE eNB via NextGen Core



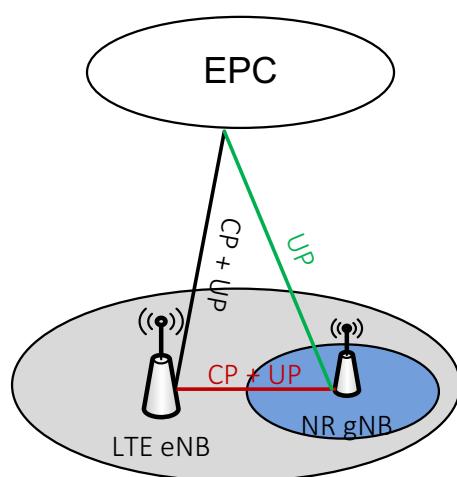
Source: TR 38.804 v0.5.0 (2017-01)

Source: TR 38.801 v1.0.0 (2016-12)

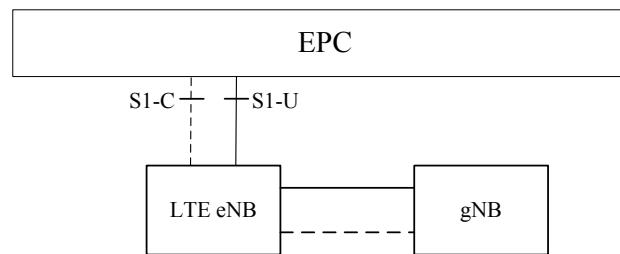
5G Architecture Options [3/5]



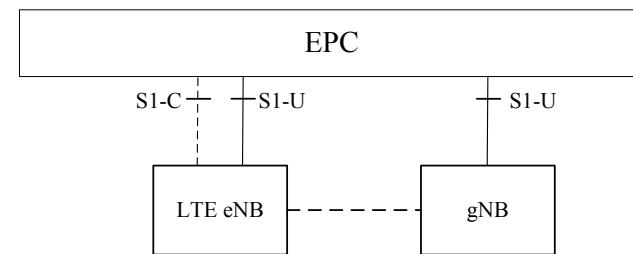
- LTE eNB opera da nodo ancora per EPC (NR/LTE integrated deployment))



Opt. 3



Opt. 3a



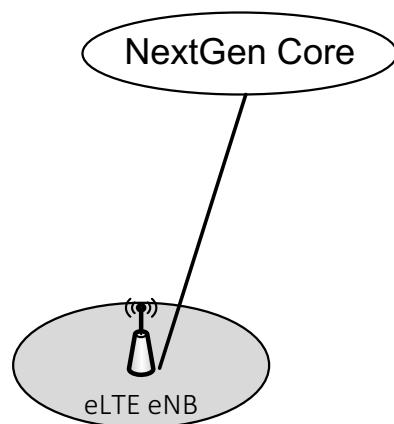
1) Data flow aggregation across
LTE eNB and NR gNB via EPC

Source: TR 38.804 v0.5.0 (2017-01)
Source: TR 38.801 v1.0.0 (2016-12)

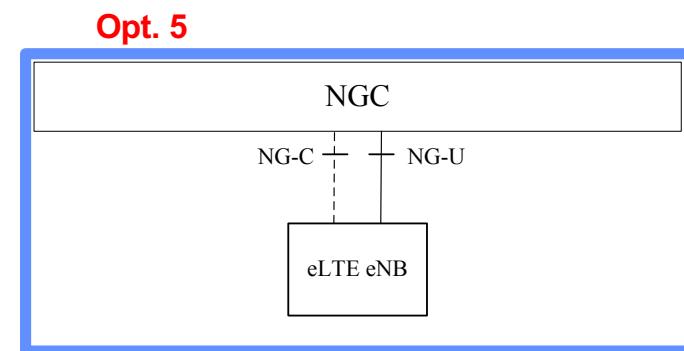
5G Architecture Options [4/5]



- eLTE eNB opera da nodo ancora per NGC



1) eLTE eNB connected to
NextGen Core

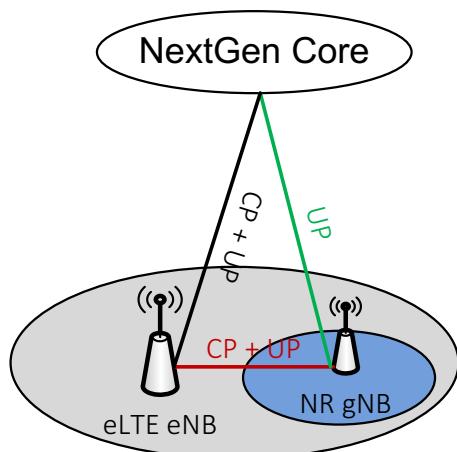


Source: TR 38.804 v0.5.0 (2017-01)
Source: TR 38.801 v1.0.0 (2016-12)

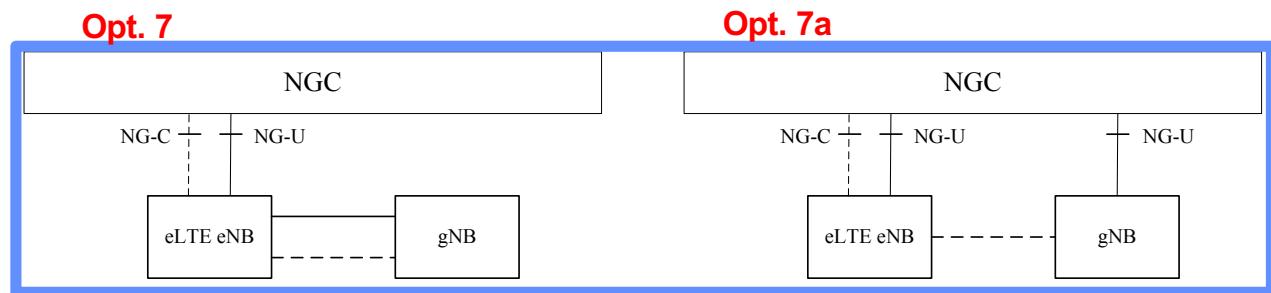
5G Architecture Options [5/5]



- eLTE eNB opera da nodo anchor per NGC



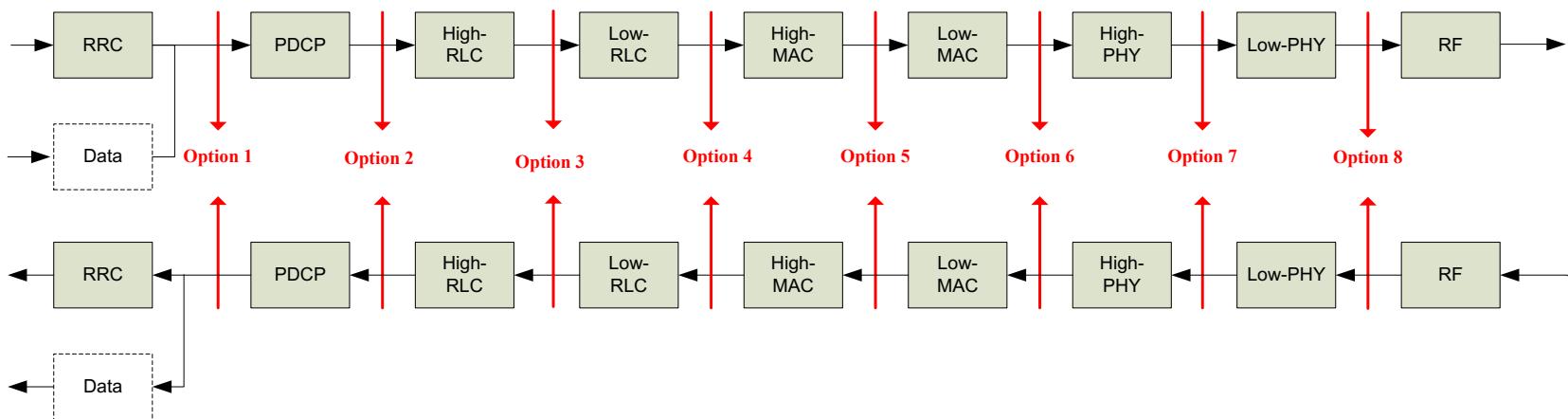
2) Data flow aggregation across eLTE eNB and NR gNB via NextGen Core



Source: TR 38.804 v0.5.0 (2017-01)

Source: TR 38.801 v1.0.0 (2016-12)

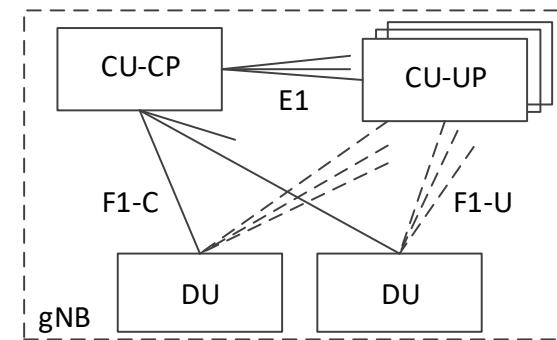
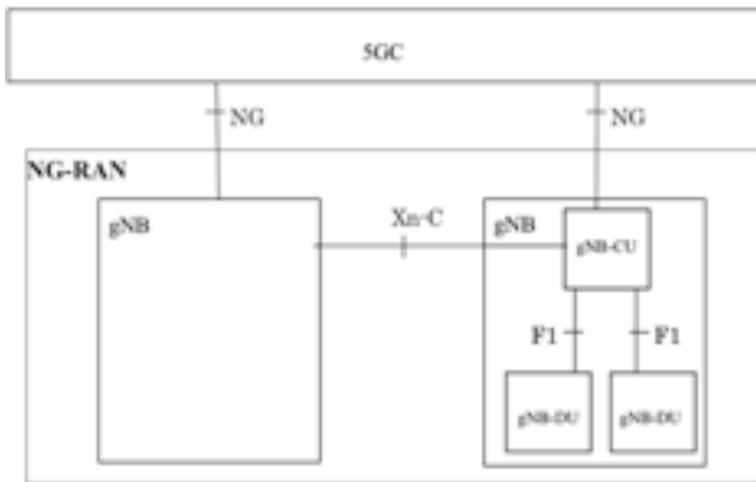
- Diverse opzioni sono state studiate per fare lo split delle funzioni del nodo gNB tra
 - ✧ Central unit
 - ✧ Distributed units



- Due soluzioni sono state scelte:
 - ✧ Higher Layer Split (HL) che si riferisce alle opzioni 2 e 3
 - ✧ Lower Layer Split (LL) che si riferisce alla opzione 7

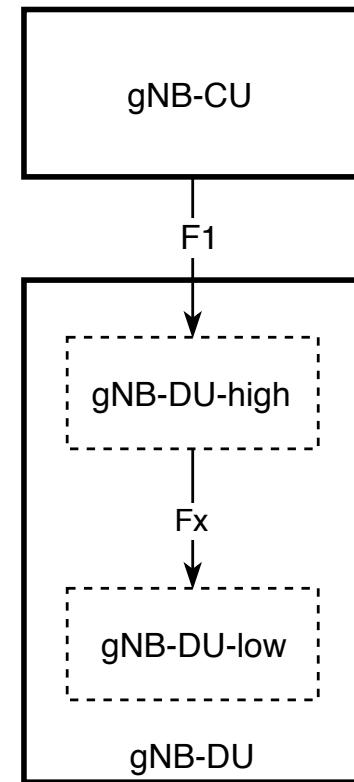
Source: TS 38.801, Study on new radio access technology: Radio access architecture and interfaces

- Per higher layer la seguente architettura è stata definita
 - ✧ una unità centrale gNB (gNB-CU)
 - ✧ Varie unità gNB distribuite(gNB-DU)
 - ✧ Le unità distribuite gNB-DU sono collegate alla unità centrale gNB-CU attraverso l'interfaccia F1
 - ✧ Le diverse unità distribuite gNB-CU sono collegate tra loro attraverso l'interfaccia E1



Source: TS 38.401, NG-RAN; Architecture description

- Il Lower layer split è ancora in fase di definizione e prevede l'ulteriore divisione della unità distribuita in
 - ✧ gNB-DU high
 - ✧ gNB-DU low
- L'interfaccia tra gNB-DU high e low non è (ancora) definita, es. eCPRI





5G Physical layer



- Range di frequenze
 - ✧ FR1 → 450 MHz – 6000 MHz (FDD and TDD)
 - ✧ FR2 → 24250 MHz – 52600 MHz (TDD only)
- Larghezza di banda
 - ✧ FR1 → 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 MHz
 - ✧ FR2 → 50, 100, 200, 400 MHz
- Multiplexing and accesso multiplo
 - ✧ OFDM/OFDMA
 - ❖ Spaziatura tra le portanti
 - FR1 → 15, 30, 60 MHz
 - FR2 → 60, 120, (240) MHz
- Modulazioni
 - ✧ Pi/2-BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
- Forward Error Correction
 - ✧ LDPC (data)
 - ✧ Polar codes (control)
- MIMO
 - ✧ Up to 32 antenna ports
- Beamforming/beam management
 - ✧ FR2 operations



Ulteriori caratteristiche in fase di studio (Rel. 16)



- Non-terrestrial Network Support (Satellite)
- Non-orthogonal Access (NOMA)
- Flexible and full duplex
- Integrated Access and Backhauling
- TV enhancements (broadcasting/multicasting)
- MIMO enhancements
- V2X
- IoT



Conclusioni



- **5G phase 1 (Rel. 15) è stata definita il 13 Giugno 2018**
- L'interfaccia radio include significative evoluzioni rispetto a LTE
- L'architettura, la configurazione della rete e la sua gestione rappresentano una rivoluzione rispetto a LTE
- Le prime implementazioni sono previste per la fine del 2018, inizio del 2019
 - ✧ Sia FR1 (.6GHz) che FR2 (>6GHz)
- **5G prevede una forte caratterizzazione per settori verticali (verticals)**
 - ✧ V2x
 - ✧ IoT



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



GRAZIE PER L'ATTENZIONE
