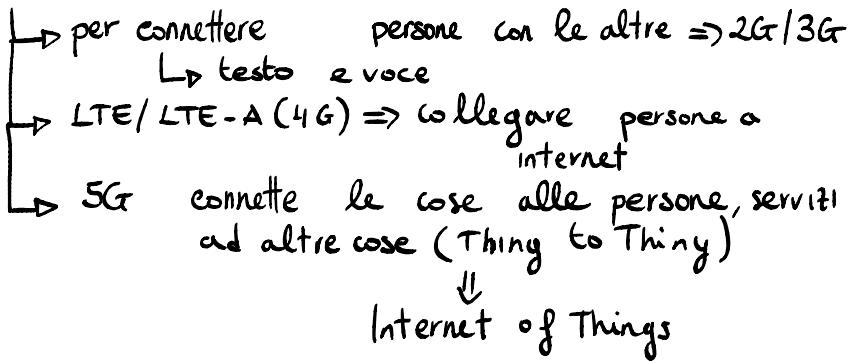


SDN / 5G

# SDN/NFV in 5G



Come viene implementata?

- ~ NFV, SDN
- ~ Service Based Architecture
- ~ Network Slicing
- ~ Multi Access Edge Computing
- ~ New Frequency Band
- ~ New Radio
- ~ massive MIMO

NFV



→ 5G  $\rightarrow$  Piattaforma come servizio  $\Rightarrow$  servizi offerti da software invece che un hardware



network slicing ← memoria e capacità computazionale ← i providers non offrono solo servizi di comunicazione → softwarizzazione eg firewall, ispez. pacchetti

→ fare a fette l'infrastruttura  $\Rightarrow$  in partitioni che offrono funzioni di (cloud e network) rete e servizi specifici.



si ha un nuovo tipo  $\hookrightarrow$  applicationi



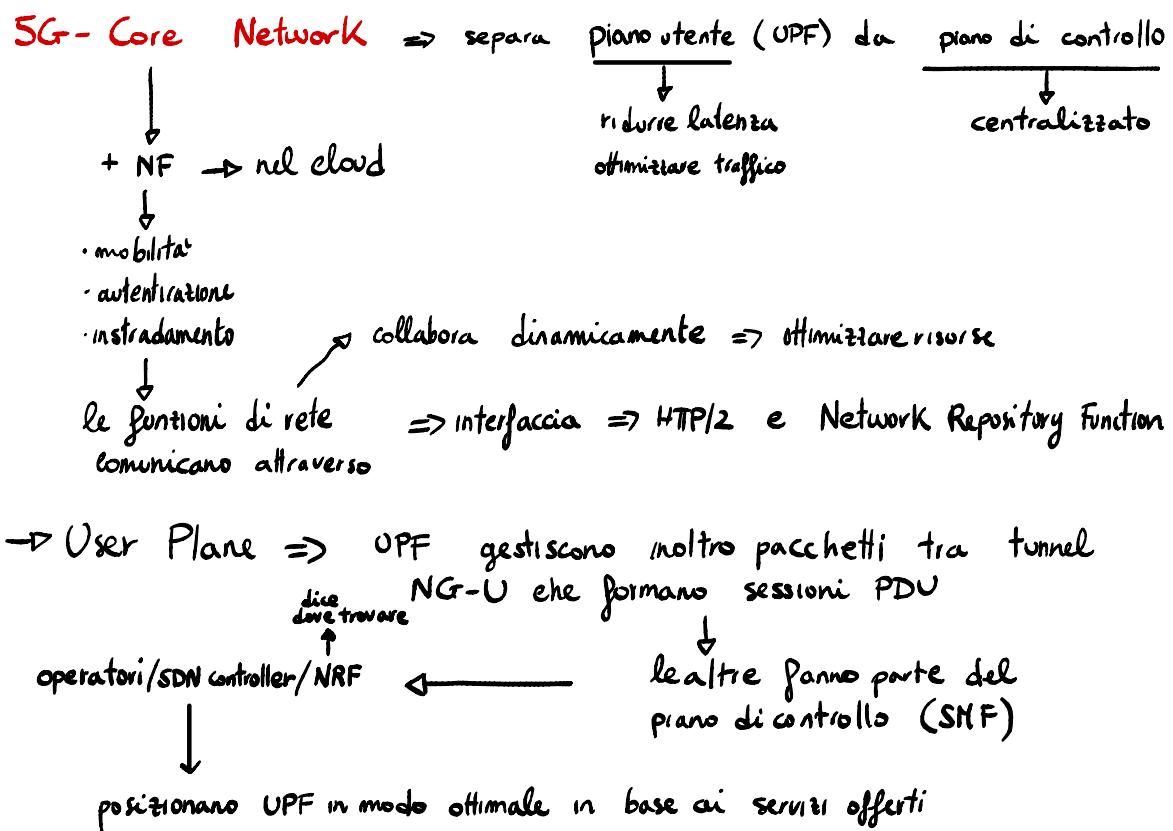
distribuite in micro clouds ← possono essere concatenate  $\Rightarrow$  Virtual Function

SDN  $\rightarrow$  Software Defined Network  $\Rightarrow$  servizi utenti più veloci e l'efficienza delle risorse della rete aumenta.

## NFV complementare SDN ma non dipendente

- 3 principi:
  - ~1. dividere il controllo del traffico tra inoltre e processamento
  - ~2. controllo logico centralizzato
  - ~3. programmabilità dei servizi di rete
- separa funzioni per isolare controllo delle funzioni.
  - UPF ⇒ se servizio ha bisogno di bassa latenza UPF è piattaforma di servizio sviluppata vicino a utente
  - AMF
  - SMF

CRAN = ?



Se uso Twitch con SCT  $\Rightarrow$  UPF vicino alla mia città in un server MEC  
(15-30 ms)

di margini della rete

UPF  $\Rightarrow$  viene utilizzato come gateway tra RAN e external Data Network

- ↳ gestisce  $\rightarrow$  NG-U tunnel di moltro  
 $\rightarrow$  QoS  
 $\rightarrow$  relativo percorso dei servizi  
 $\rightarrow$  policy del traffico

ARCHITETTURA  $\Rightarrow$  basata su SBA (Served Based Architectures)

SG



componente che rende comunicazione possibile



NRF  $\rightarrow$  NF dei CP registrano i loro servizi su questa e possono consultarlo per trovare e utilizzare servizi di altri componenti della rete

Point to Point  $\Rightarrow$  un interfaccia collega due entità definite

CNF  $\Rightarrow$  network function che stanno dentro il control plane



Interfaccia basata su servizi

$\rightarrow$  SBI (Service Based Interfaces)



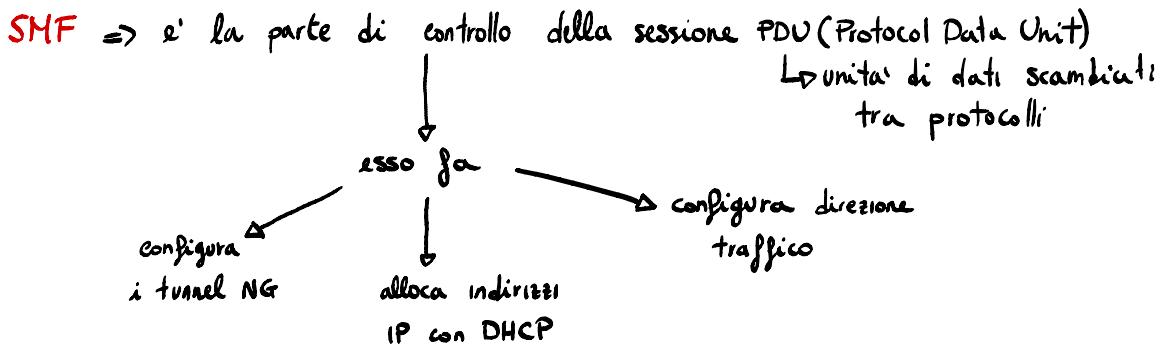
one for all

$\downarrow$   
espone ad un'entità un'interfaccia che è in realtà un API

che qualsiasi altra entità può usare

NAME INTERFAZIA = NAME FUNZIONE + N prefisso

NF  $\Rightarrow$  richiede a NRF di trovare e creare un collegamento con altra NF



Il control plane è diviso tra **SMF** e **AMF**.

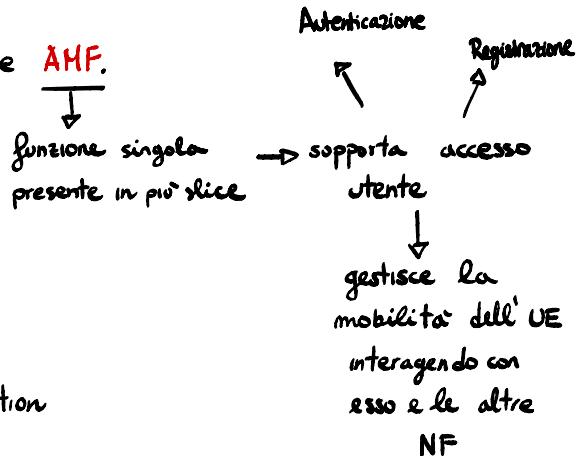
NRF — chiedendo determina insiemi di ANF per servire UE o una lista di candidati.

**NSSF**  $\Rightarrow$  Network Slices Selection Function

seleziona insiemi di network slice per servire UE

**NEF**  $\Rightarrow$  e' usato per esporre i servizi del 5G alle altre reti.

**NRF**  $\Rightarrow$  Network Repository Function  $\Rightarrow$  contiene tutte info istante NF  
 ↓ permette comunicazione tra ogni NF  
 ↓ per rintracciare servizi offerti da altre NF della rete



UDM  $\Rightarrow$  Unified Data Management  $\Rightarrow$  è il repository delle info su UE  
 ↓  
 cose che NF  
 e' stato modellato  
 per essere senta  
 stato  
 database  
 delle info UE  
 ↓  
 come HSS  $\Rightarrow$  separa info subscriber  
 da info frontend  
 processing  
 ~ credenziali  
 ~ identificativi

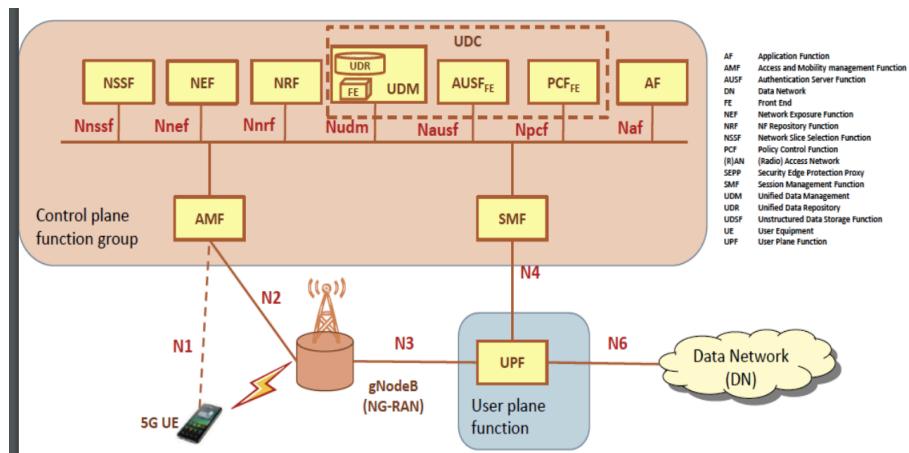
AUSF (AUTentication Server Function)  $\Rightarrow$  autenticazione

PCF  $\Rightarrow$  Policy Control Function  $\Rightarrow$  provvede alle regole (QoS, filtering)

AF  $\Rightarrow$  application function  $\Rightarrow$  permette alle applicazioni di utilizzare rete 5G

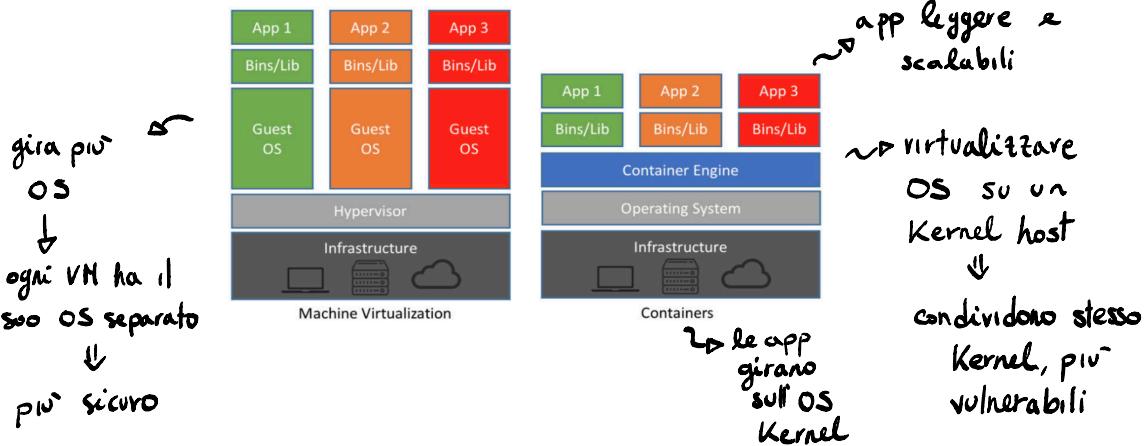
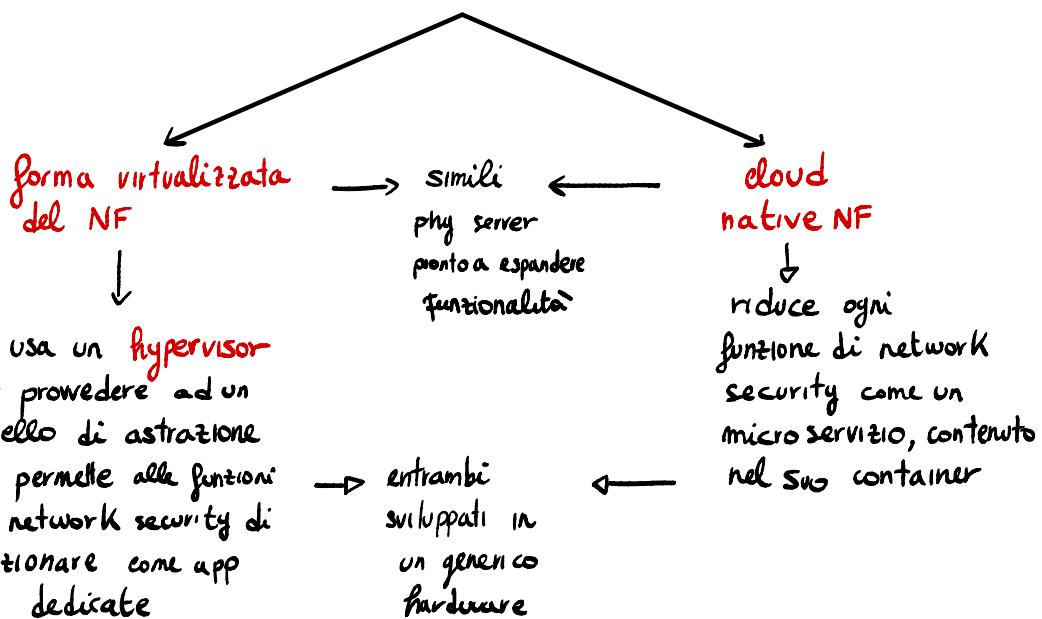
esistono per diversi  $\Rightarrow$  di proprietà dell'operatore di rete  
 servizi applicativi o di terze parti

↳ e.g. influenza routing traffico  
 (guardo twitch a Prato, AF di twitch  
 indirizza verso un server edge vicino  
 (MEC))



NFV  $\Rightarrow$  serve a virtualizzare componenti della rete

riene implementato in 2 modi:



NFV  $\Rightarrow$  virtualizzano funzioni che prima erano gestite da hardware esse sono eseguite su hardware generico.

↳ **hypervisor**  $\Rightarrow$  software che consente di creare ed eseguire più VM su 1PC condividendo risorse tra queste

VM → virtualizzano HW fisico ⇒ ogni VM ha il suo SO, copia virtuale HW e librerie

mentre

Container ⇒ + leggero e veloce

non si ha il bisogno di includere SO per ogni istanza ⇒ meglio per micro servizi

+ costoso in archiviazione e memoria.

↳ app scalabili e distribuite

ETSI - NFV →

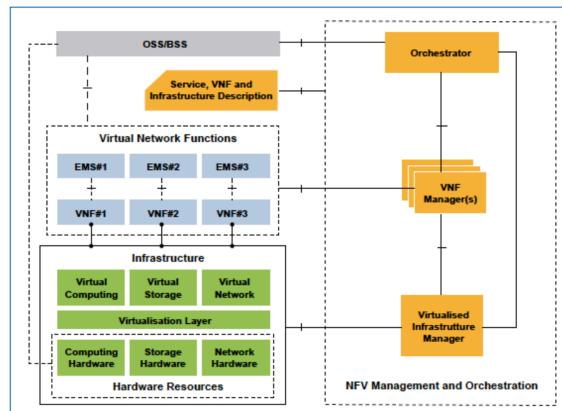


definizione architettura NFV

NFV



definisce architettura gestione e infrastrutture



⇒ MANO

VNF ⇒ funzione che implementa funzionamento hardware

NFVI ⇒ Infrastruttura che comprende risorse fisiche e la loro virtualizzazione fornendo ambiente per eseguire.

MANO ⇒ Management and Orchestration ⇒ gestisce il ciclo di vita delle risorse fisiche e virtuali e delle VNF



+ efficienza

→ Orchestratore

→ VNF Manager

→ Virtualized Manager Infrastructure (VIM)

VIM  $\Rightarrow$  gestisce infrastruttura virtualizzata  $\Rightarrow$  controlla storage e rete

- ↳ alloca e gestisce la VM su hypervisor
- ↳ monitorare e allocare risorse
- ↳ pianificare capacità e raccogliere dati.

VNFM  $\Rightarrow$  amministra ciclo vita NFV  $\Rightarrow$  creazione e scalabilità VNF  
 $\Rightarrow$  aggiorna e termina VNF

Orchestrator

- ↳ RO  $\Rightarrow$  raccoglie info su risorse fisiche e virtuali tramite il VIM
- ↳ NSO  $\Rightarrow$  gestisce ciclo di vita servizi di rete

---

Network Slicing  $\Rightarrow$  5G slice  $\Rightarrow$  network as a service

Verticals sono settori industriali che sfruttano reti 5G per migliorare i propri servizi.  
Io

l'operatore  $\leftarrow$   
crea multiple reti su una singola infrastruttura

Da un approccio statico dove una rete controlla tutti i servizi



si passa ad un modello dinamico dove più reti logiche (slices) possono essere create a partire da un'infrastruttura fisica comune.

per differentiarle

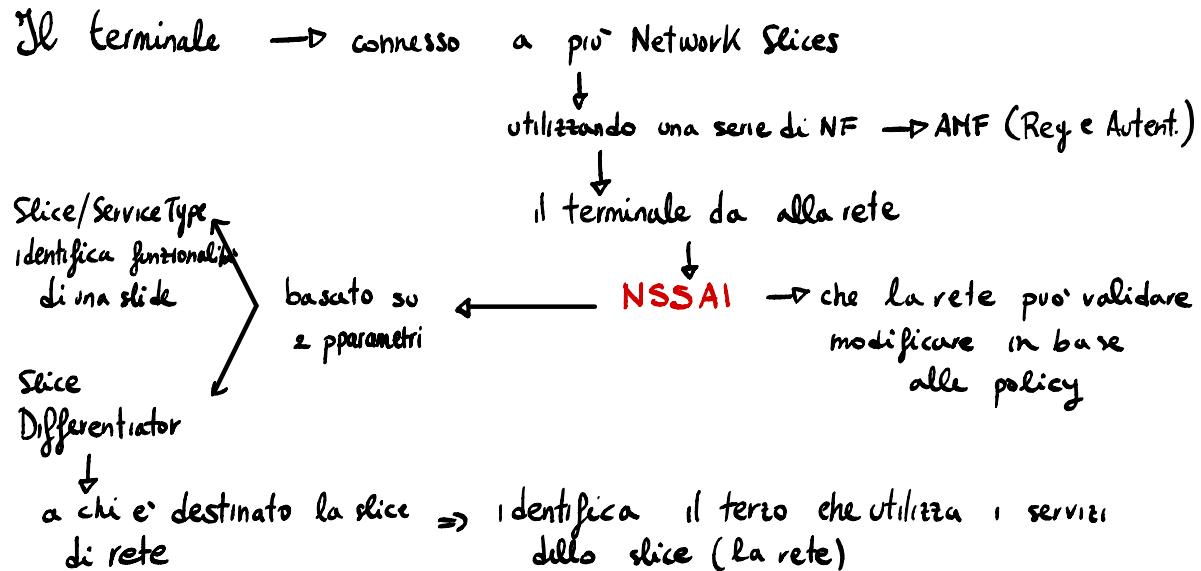
- ↳ tipo di servizio (eMBB, URLLC, mMTC)
- ↳ tipo di cliente

# Questo Network Slicing ha sette principi

- ~ isolata
- ~ flessibile
- ~ automatica
- ~ programmabile
- ~ customizzabile
- ~ E2E servizio sicuro
- ~ astrazione gerarchica

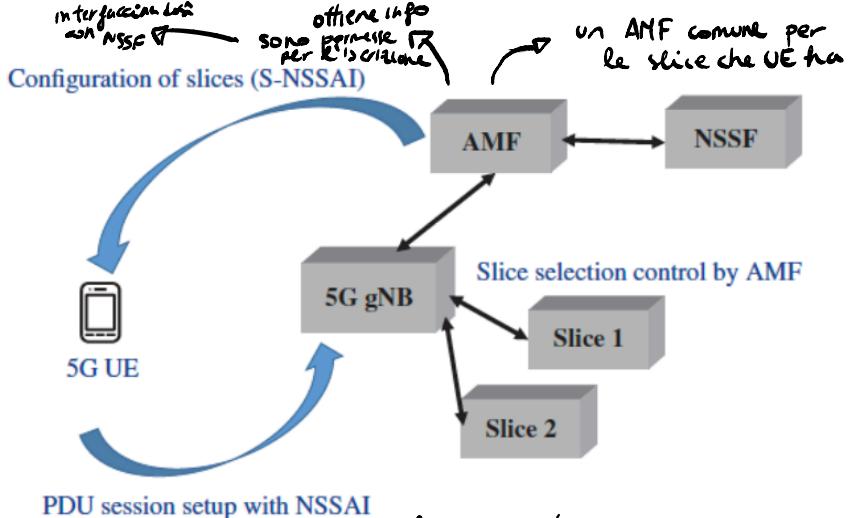
L'architettura è divisa in 3 livelli:

1. Infrastructure Layer : gestisce risorse fisiche e virtuali (storage, connettività)
2. Network Slice Instance Layer: contiene istanze delle slice di rete (NSI) che formano la rete logica E2E e garantiscono specifiche caratteristiche di rete per servizi
  - ↓
  - Reti virtualizzate
3. Service Instance Layer : rappresenta servizi finali per gli utenti (offerti da operatore di rete)



Immaginiamo che un ospedale voglia un Network Slice per la telemedicina:

- ✓ 1°: TIM (operatore di rete) fornisce la rete 5G
- ✓ 2°: L'ospedale (cliente TIM) usa lo slice per i suoi servizi
- ✓ 3°: I pazienti e i medici (utenti finali) usano l'infrastruttura per consulti e monitoraggi remoti



↳ elenco di NSSAI supportati  
che vengono inviati da gNB  
a AMF

RAN subslice  $\Rightarrow$  Radio Access Network

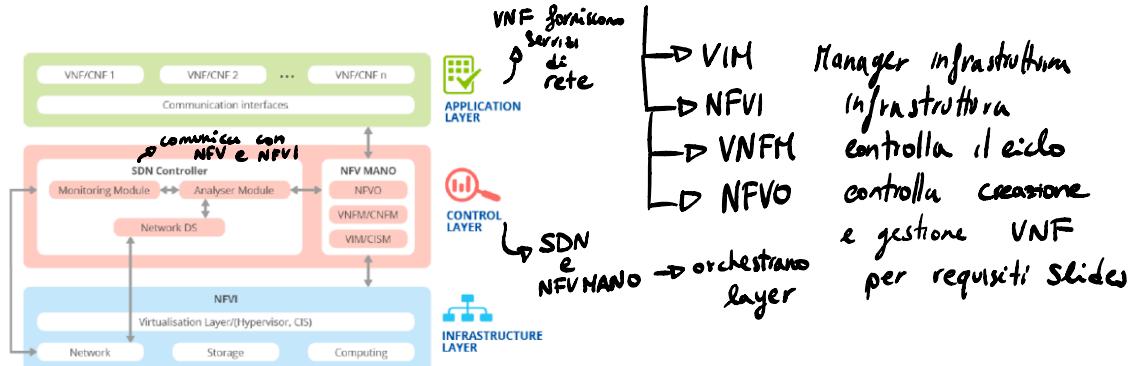
↳ si collega 1:1 con Core Subslice  
1:N

p. 65

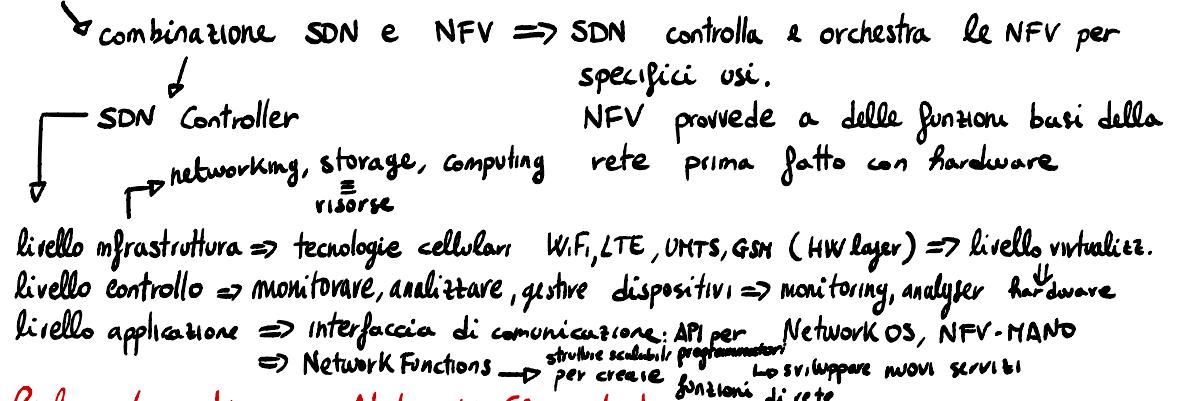
↳ combinando  
data center  
cloud  
edge nodes (MEC)

↳ gestione  
orchestration  $\Rightarrow$  funzioni di  
rete virtualizzate

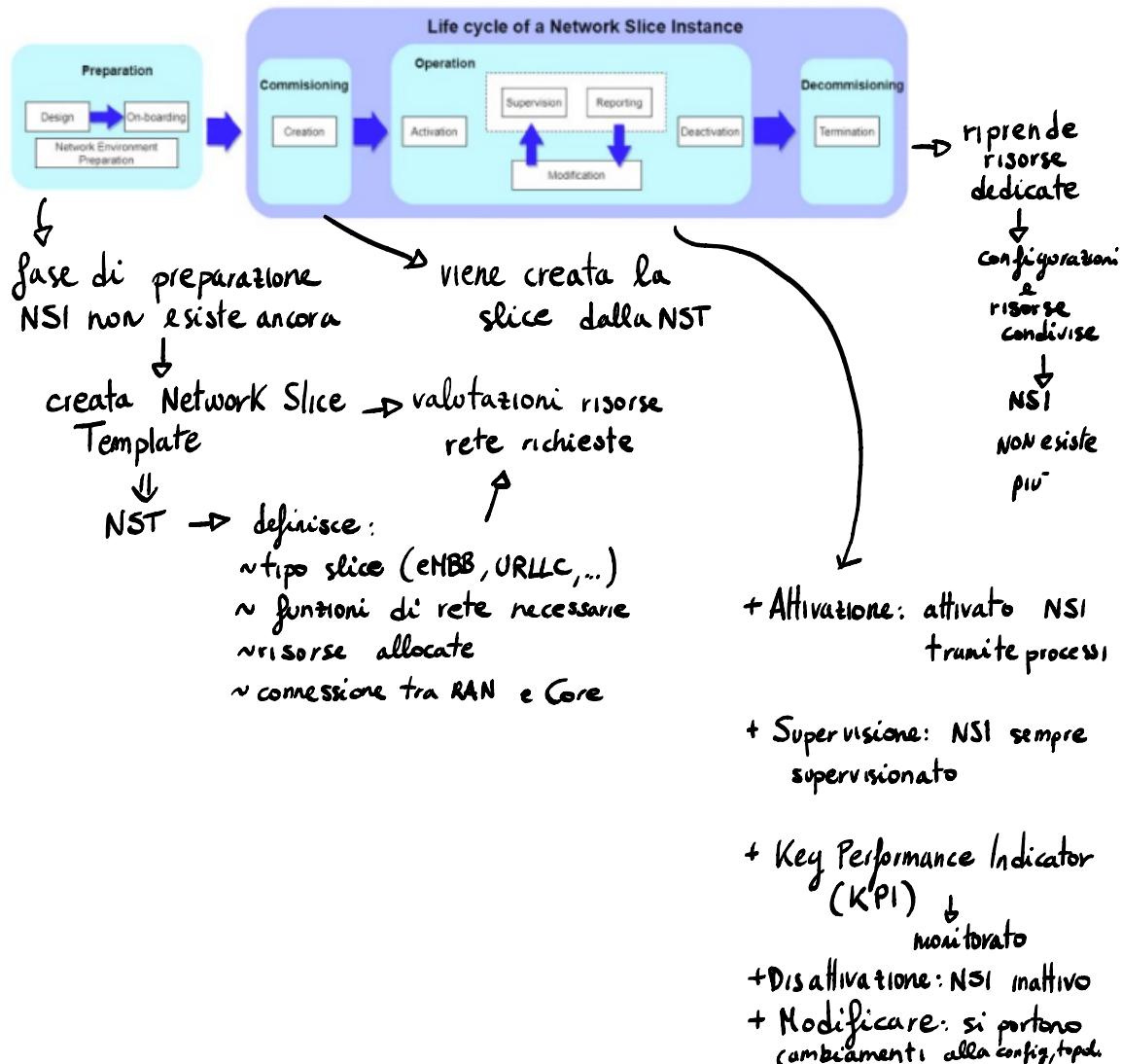
Orchestrazione tramite NFV-MANO  $\Rightarrow$  ETSI standard



↳ include risorse fisiche  
e visualizzate gestite  
da NFVI

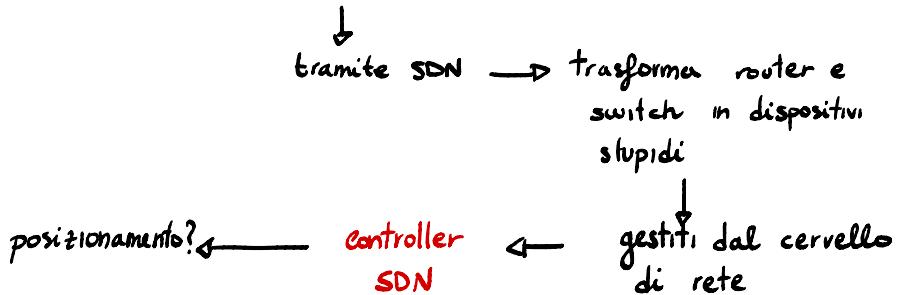


## Ciclo vita di una Network Slice Instance:

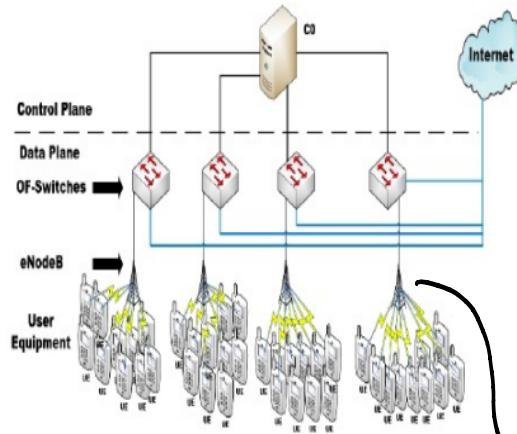


# RUOLO DEL NETWORK SCIENCE

**SDN**  $\Rightarrow$  punto critico rete mobile 5G è l'accesso  
e la gestione del numero massimo di dispositivi  
connessi con diversi servizi in esecuzione



## CP Centralizzato

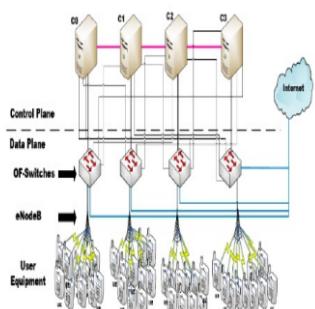


- un solo controller per tutta la rete
- + panoramica globale che porta a una decisione più globale.
- ma se c'è unico controller, deve essere sicuro e senza errori.
- problemi di congestione, affidabilità, scalabilità e degrado prestazioni.

distanza tra piano controllo e piano dati

## CB distribuito

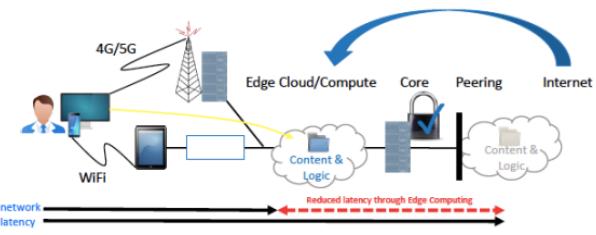
- rete organizzata in cluster  $\rightarrow$  1 controller SDN



dominio SDN

- riduce dimensione della rete in domini SDN
- rapida risposta decisionale
- sbilanciamento del carico e tanta sincronizzazione
- costosa

$\rightarrow$  tutti gli switch sono collegati a Internet



## => MOBILE EDGE COMPUTING (MEC)

elaborazione di task per utenti mobili

↓  
server edge  
locati con BS



sono gestiti localmente dall'operatore della rete.

MEC → permette di elaborare i dati vicino all'utente, riducendo latenza e carico sulla rete.

→ ETSI ISG MEC

- autenticazione/registrazione
  - scoperta servizi disponibili → SG-CORE sono registrati nel NRF
  - notifiche disponibilità
  - deregistration
  - gestione autorizzazioni
- mentre qui i servizi stanno nel **service registry**
- Network Exposure Function → autorizza tutte richieste di accesso vengono fuori dal sistema

UE → chiede connessione tramite RAN e gNB (stazione)

↓ → connesso alla rete core → NG-C (Control)  
→ NG-U (User)

gNB inoltra al 5G Core → AMF autentica

serve  
cambia  
calle

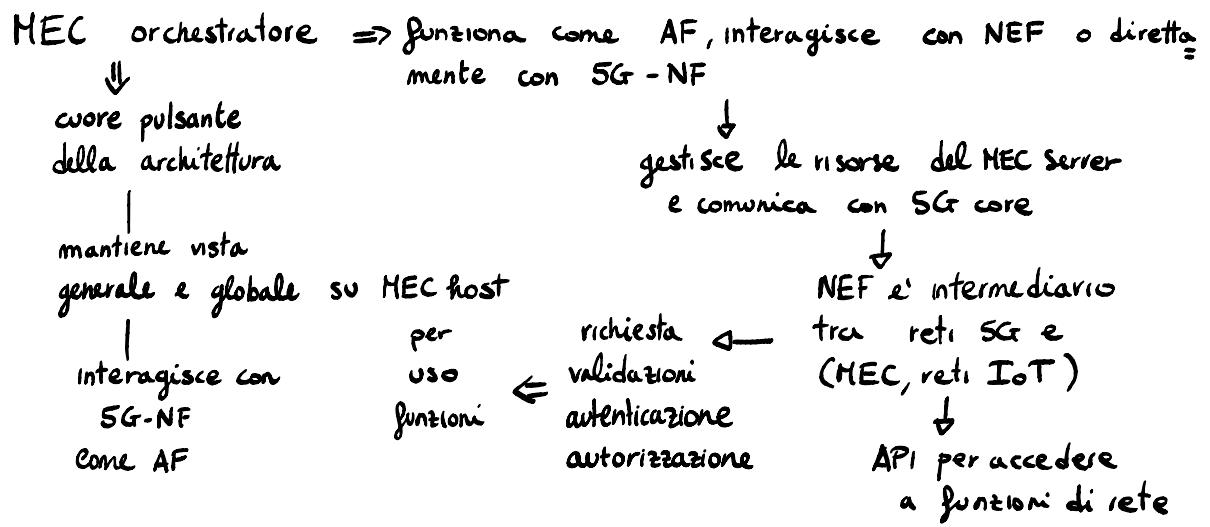
utente ↓ → NSSF sceglie slice

Indirizzi verso cloud  
HEC

configura

UPF per routing dati

SMF → alloca sessione e IP a UTENTE



Sviluppo fisico del MEC  $\rightarrow$  collocato con Base Station (gNB)

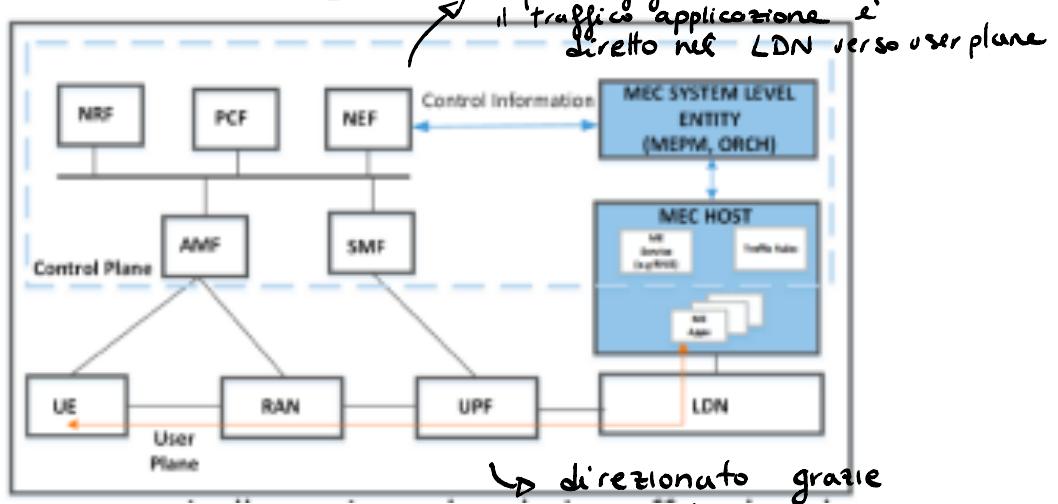
$\rightarrow$  collocato nel data center regionali per elaborare dati con meno latenza

MEC host  $\Rightarrow$  esegue applicazioni MEC, capacita' di calcolo e storage

Interfaccia con altre reti  $\Rightarrow$  NEF (SGC)  $\Rightarrow$  API

Utilizzo del MEC  $\Rightarrow$  i servizi MEC vengono offerti da operatori della rete mobile

proprietari di strutture locali  $\leftarrow$  delle volte anche da terze parti  
 aziende  $\swarrow$



MEC per IoT  $\Rightarrow$  servirà un numero massimo di dispositivi IoT

$\downarrow$   
 traffico in uscita può  
 essere rinviato al dispositivo  
 IoT / altro MEC

Virtual Machine Mobility  $\Rightarrow$  MEC deve gestire la mobilità dell'utente.

migration server

— ma MEC è più complesso —

tracciamento nel RAN utilizzando collegamento tra UE e BS

- VM bulk migration: migrare tutta la VM (disco e memoria) e stoppare VM.
- VM live migration: ferma VM solo per poco per trasferire la memoria più usata recentemente usata.
- VM replication: Sincronizzazione permanente di entrambi i dischi tra sorgente e destinazione.