

Borse di studio GARR
Orio Carlini

Enhancing **Digital Twin** Transmission Model Enabling **Optical Network** **Infrastructure as a Service**

Enrico Miotto

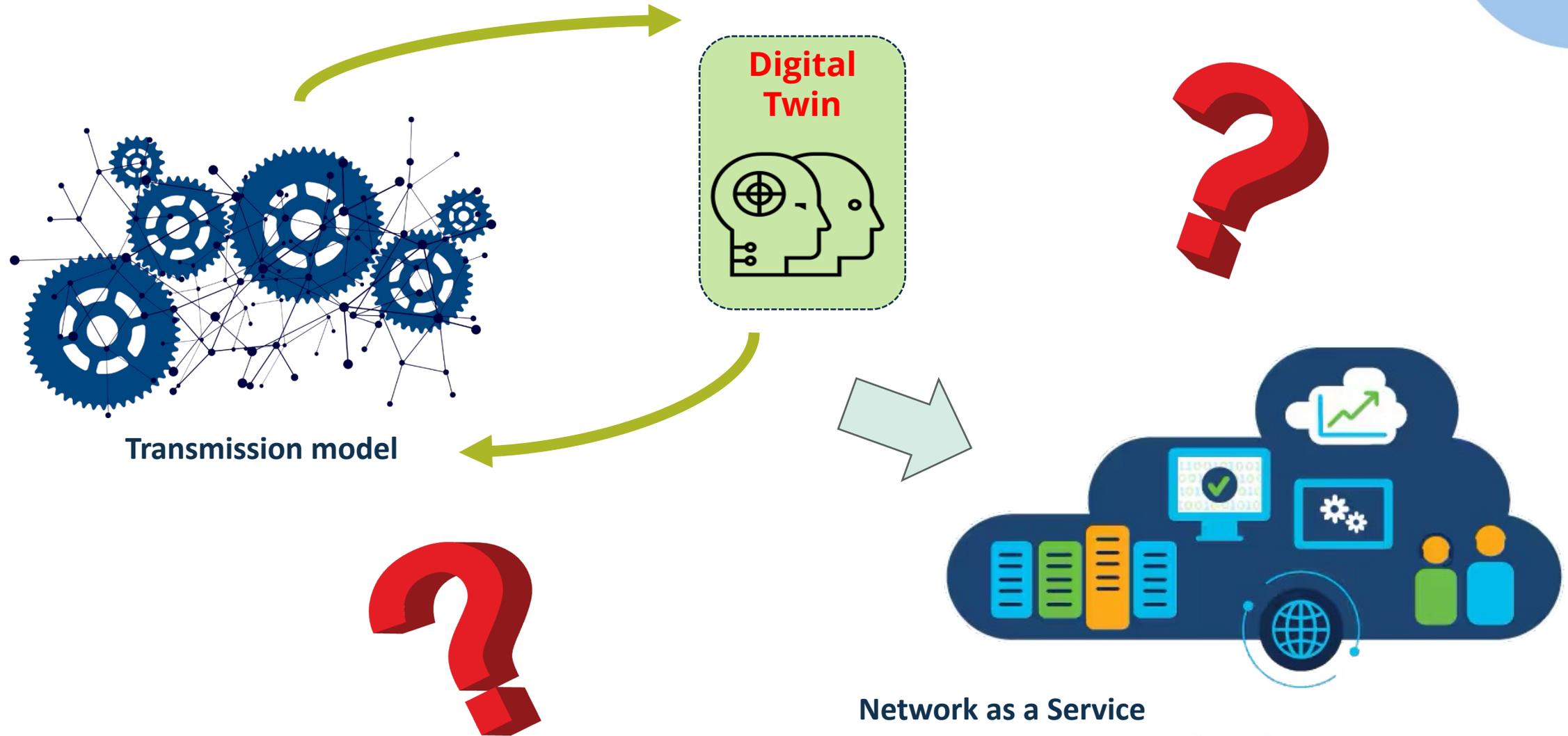
Tutor: prof. Vittorio Curri

Tutor GARR: ing. Paolo Bolletta, ing. Laura Leone

Politecnico di Torino

Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni

Scopo del progetto

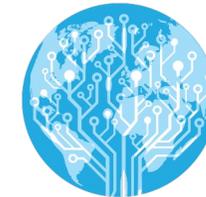
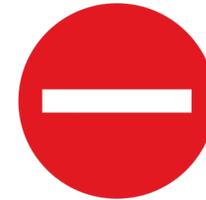
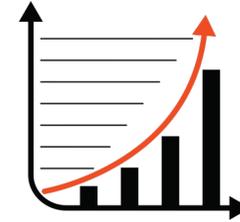


Borse di studio GARR
Orio Carlini

Attuale panorama nelle reti ottiche

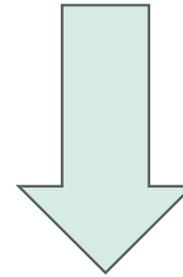
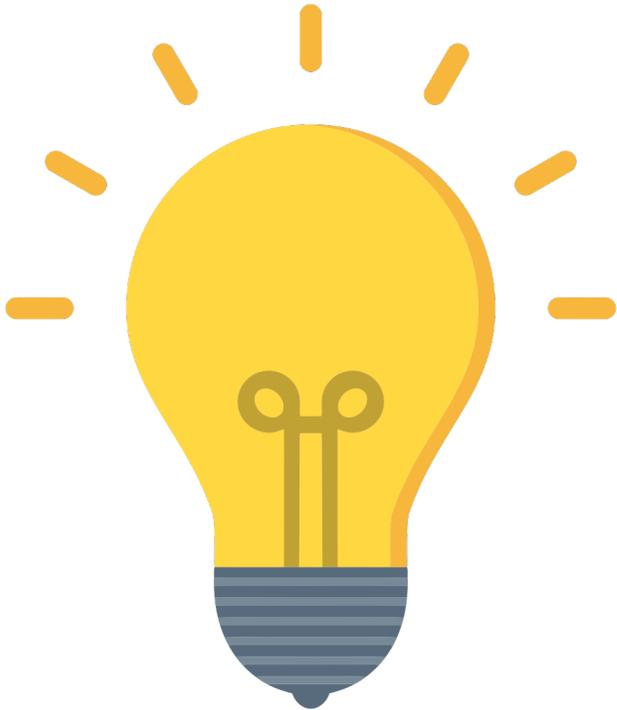
Sfide e problematiche

- **Crescita** esponenziale del **traffico** dati
- Soluzioni **chiuse**
- Bisogno di **disaggregazione**
- Bassa **efficienza energetica** in termini di J/bit



Soluzione proposta – apertura della rete

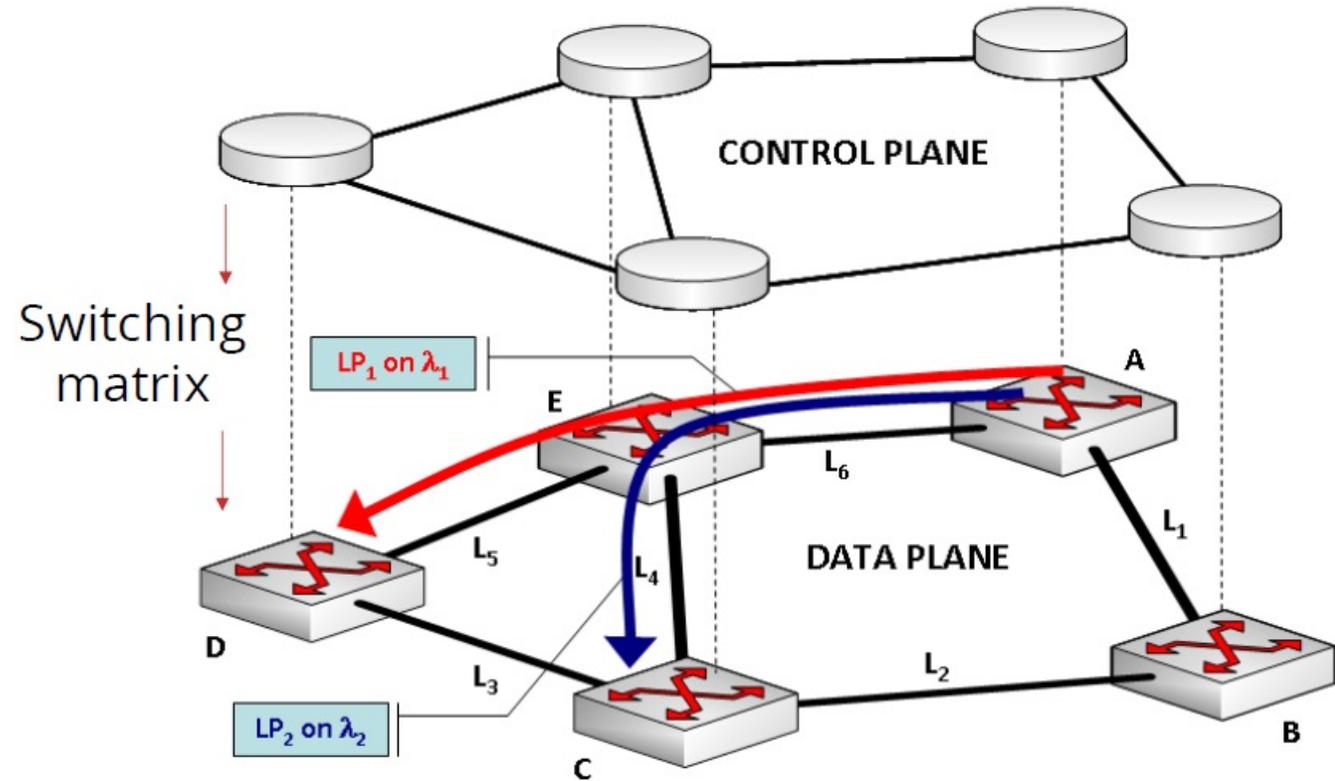
Ottimizzare e condividere l'infrastruttura di rete



introdurre **apertura e disaggregazione**

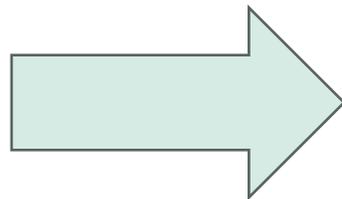
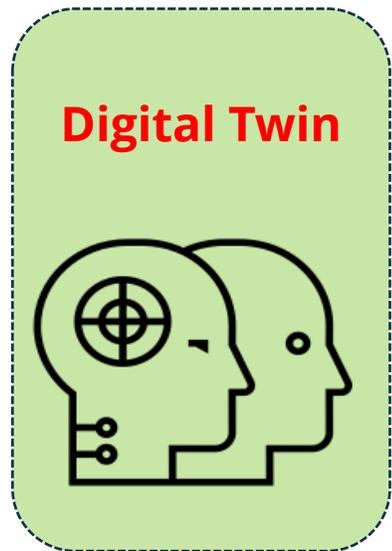
Soluzione proposta – apertura della rete

- **Separazione** del piano dei **dati** e del piano di **controllo**
- Abilitare **infrastrutture virtualizzate**
- Sviluppo di **protocolli e modelli aperti**



Come ottenere una rete «aperta»?

L'apertura della rete è abilitata da un *digital twin* agnostico rispetto al produttore

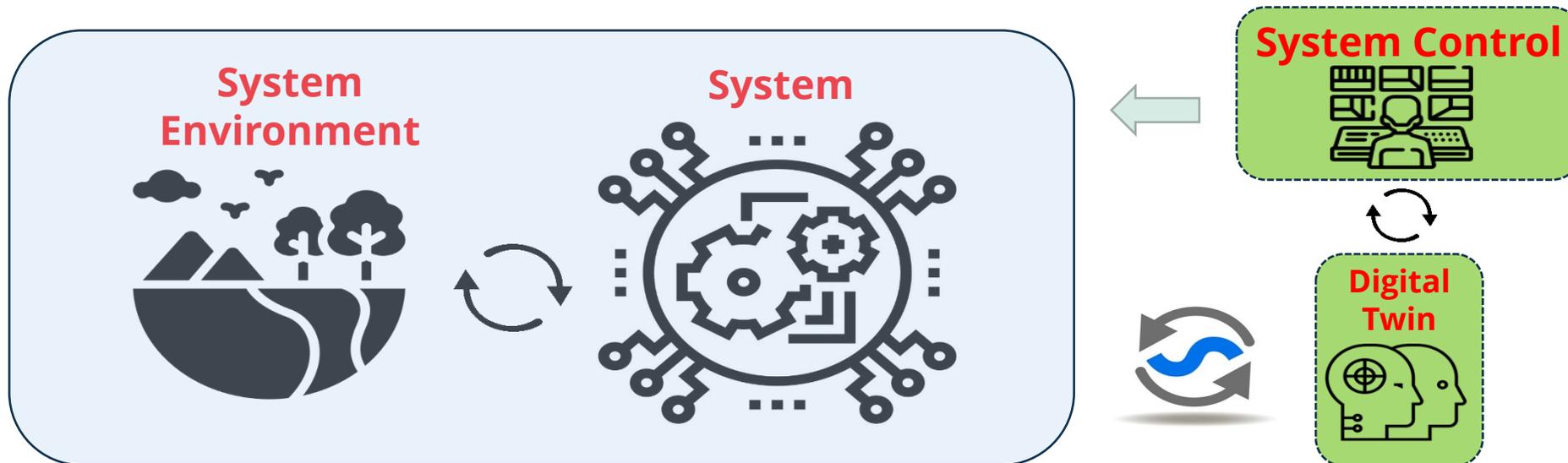


Borse di studio GARR
Orio Carlini

Il concetto di «Digital Twin»

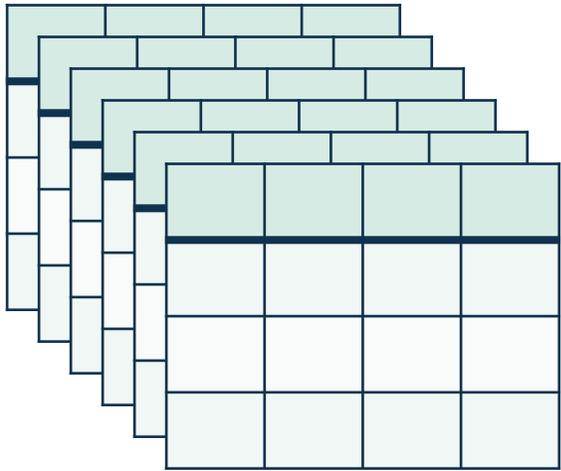
Digital Twin o «Gemello Digitale»

In generale, il gemello digitale è un modello ad alta fedeltà del **sistema e dell'impatto dell'ambiente con cui si interfaccia il sistema**, che può essere utilizzato per emulare il gemello «reale».

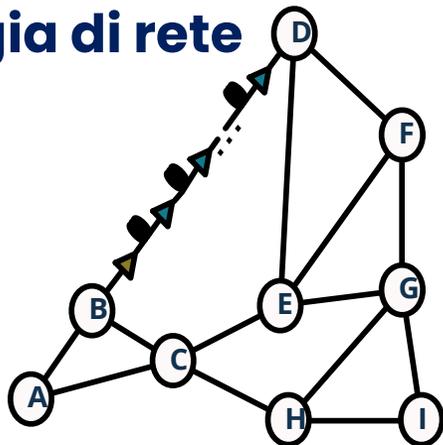


Gaussian Noise in Python - GNPpy

Modelli per gli elementi di rete da diversi venditori



Topologia di rete

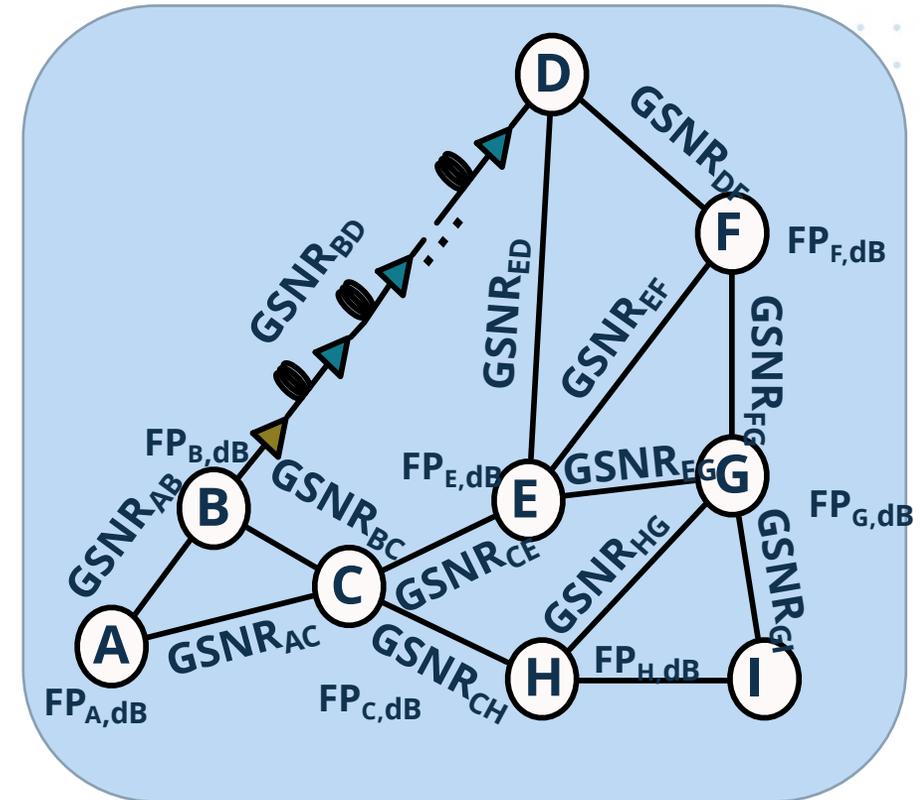


Strategie di controllo e di gestione dello spettro

GNPpy



Il digital twin "virtuale" della rete ottica



Borse di studio GARR
Orio Carlini

Network as a Service (NaaS)

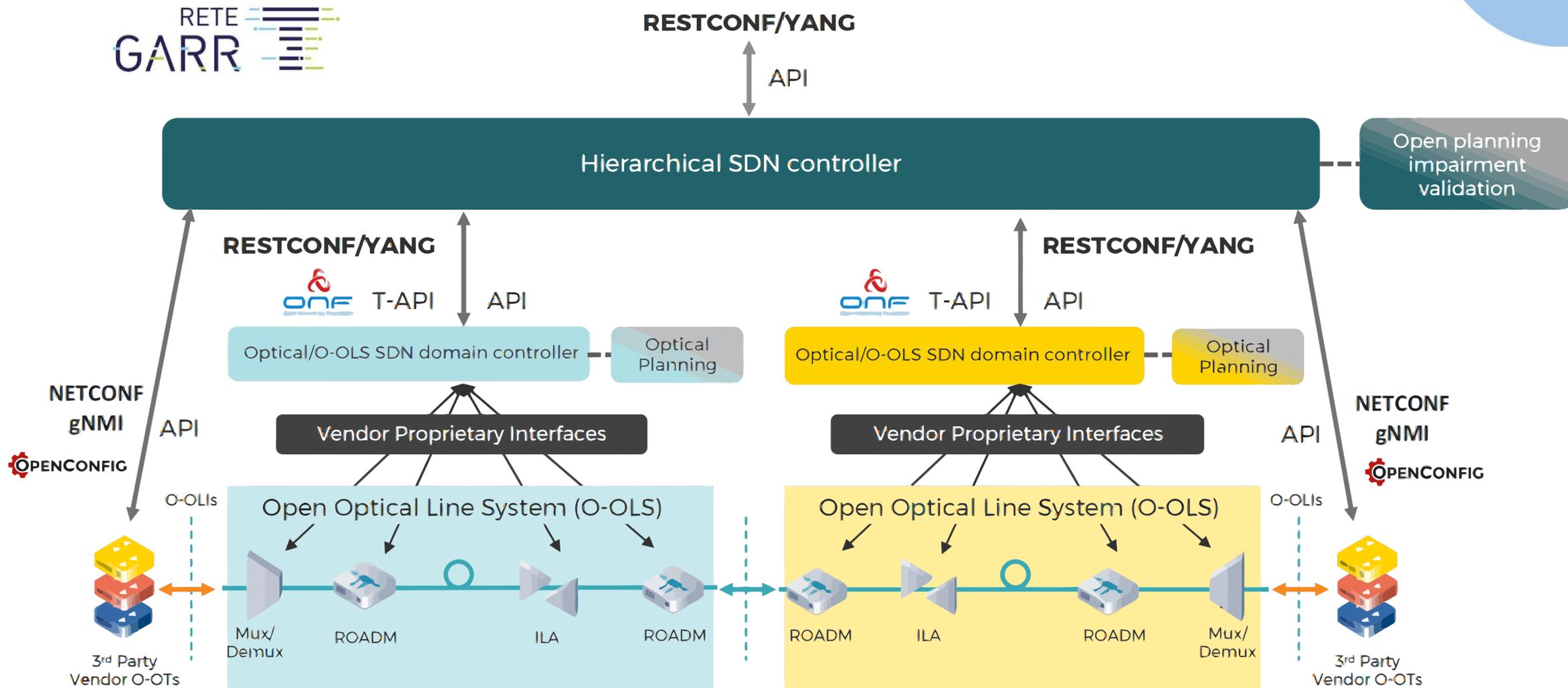
I vantaggi del NaaS



- Consente una distribuzione della rete più agile ed **economica**
- Permette alle organizzazioni di **scalare la propria infrastruttura in base alla domanda**
- Possibile uno scenario **multi-vendor**
- Introduzione di servizi di **non-data-transport**



Rete ottica parzialmente disaggregata



Fasi del progetto di ricerca

Suddivisione del lavoro di ricerca proposto

1. Miglioramento del modello di trasmissione:

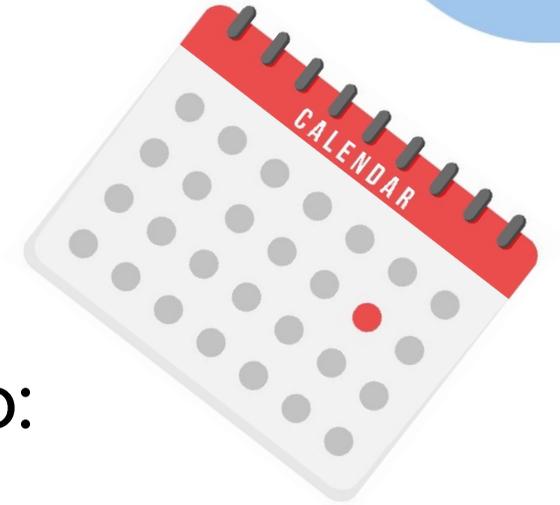
Febbraio 2024 – Giugno 2024

2. Implementazione software e test in laboratorio:

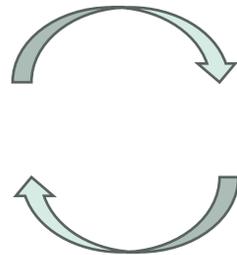
Giugno 2024 – Ottobre 2024

3. Fattibilità dell'uso di reti ottiche per servizi di non-data-transport:

Ottobre 2024 – Febbraio 2025



"Accordo attuativo": Build and Automate Long Lasting Open Optical Networking (BALLOON)



**Politecnico
di Torino**

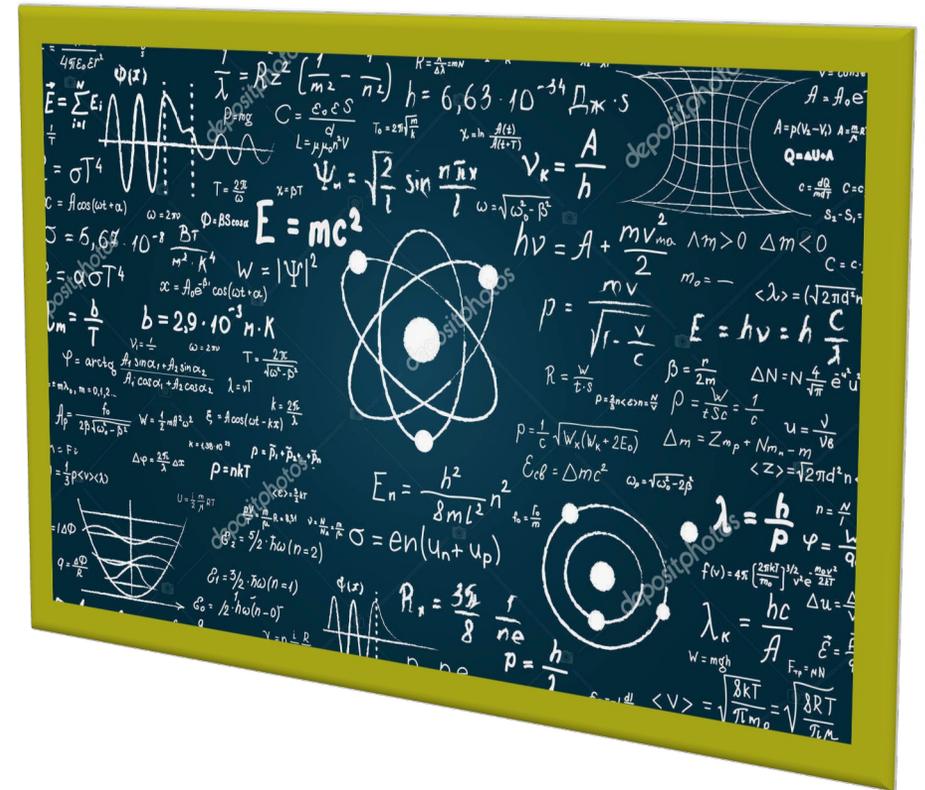
Borse di studio GARR
Orio Carlini

Fase 1: Miglioramento del modello di trasmissione

Febbraio 2024 – Giugno 2024

Modellazione matematico - fisica

- Perdita di potenza dipendente dalla **polarizzazione**
- Fibra **multibanda**
- Tipi di **fibre miste**
- **Amplificatori** generici



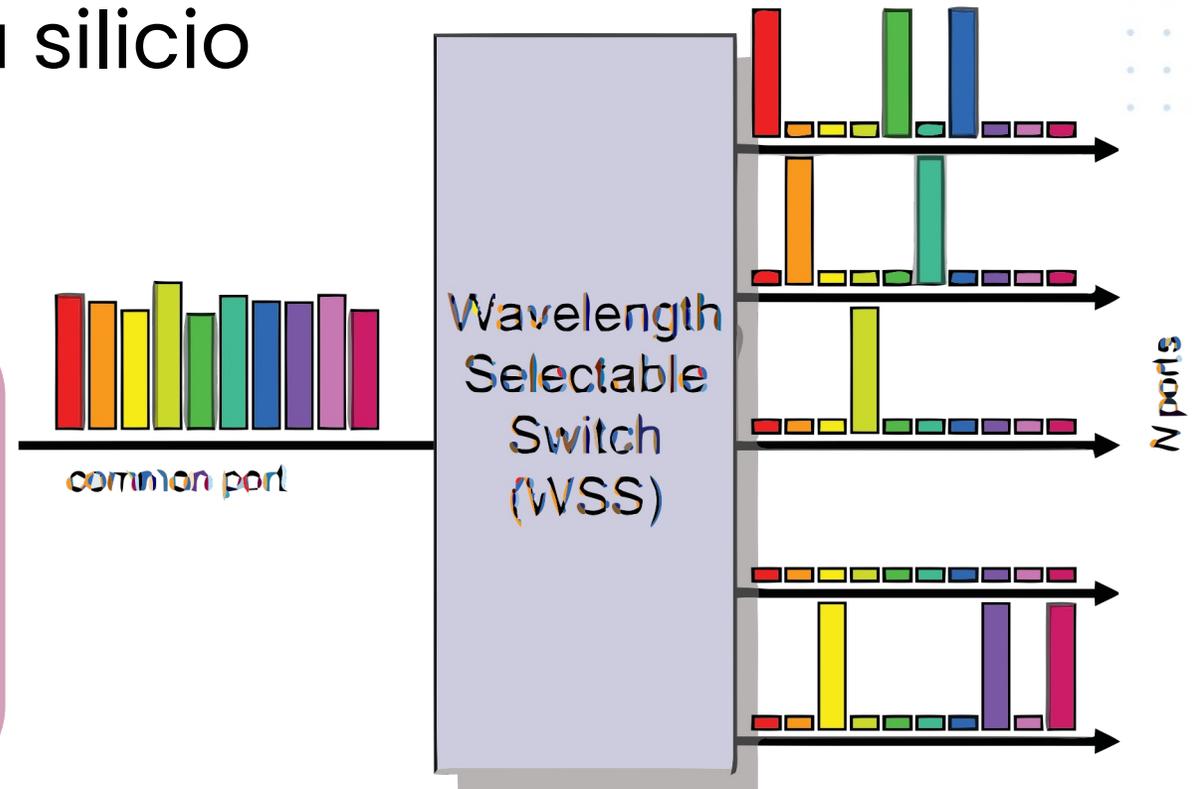
Attività svolta finora

Febbraio – Marzo 2024

Wavelength Selective Switches - WSS

sfruttano le tecnologie dei modulatori di luce spaziale a cristalli liquidi su silicio

Possono introdurre una sostanziale **perdita dipendente dalla polarizzazione (PDL)**

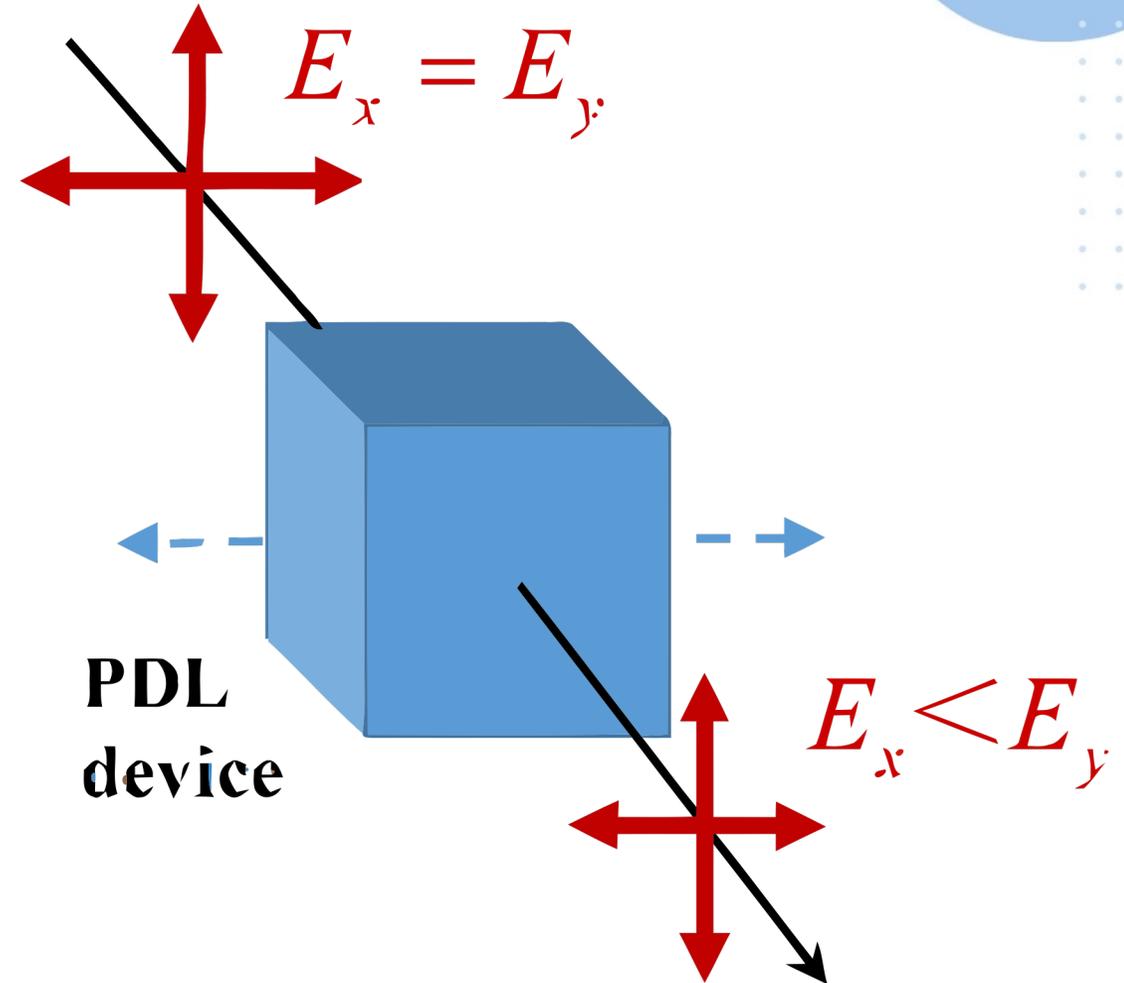


Polarization Dependent Loss – PDL

$$PDL \triangleq 10 \log_{10} \left(\frac{P_{MAX}}{P_{min}} \right)$$

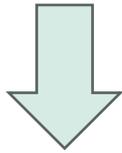
Analisi della polarizzazione: matrici di Jones

$$\begin{bmatrix} E'_x \\ E'_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix}$$

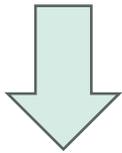


Birifrangenza nella fibra ottica

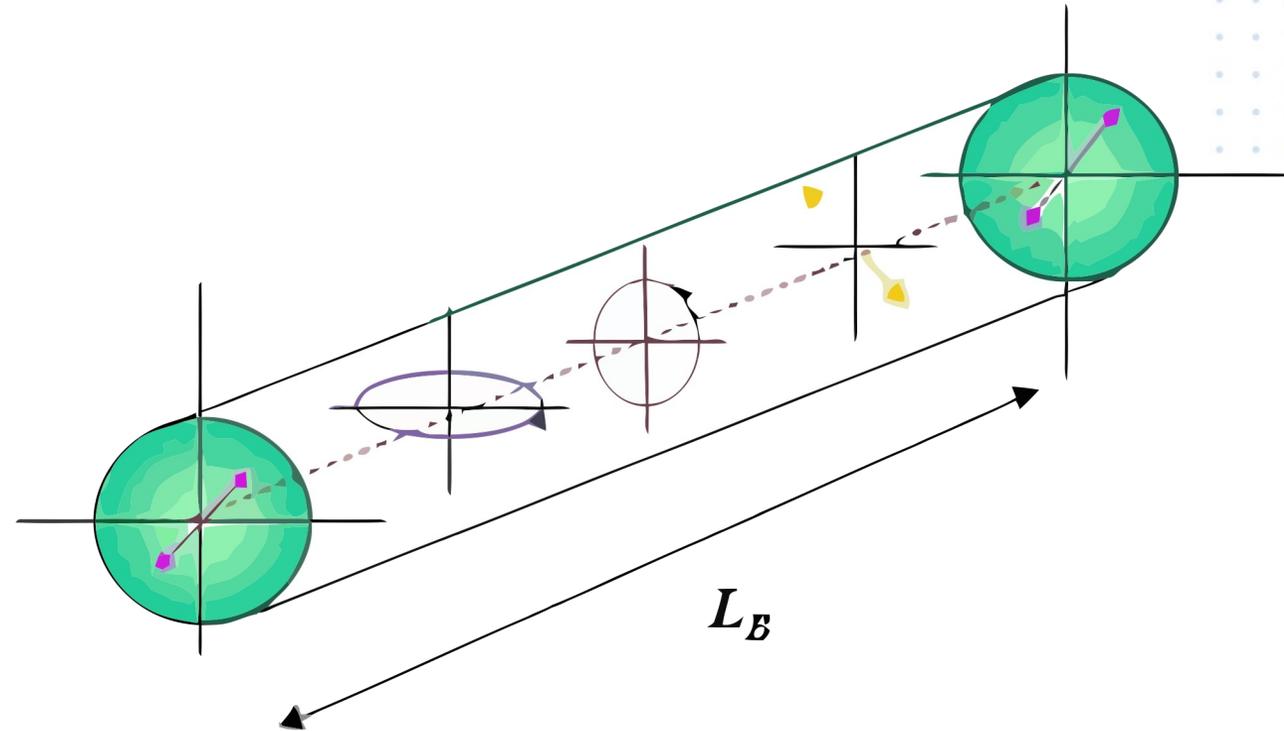
Imperfezioni nella **simmetria circolare** della fibra



Variazioni **randomiche** dello **stato di polarizzazione** del segnale



Analisi **stocastica** della PDL



Fase 2: Implementazione software e test in laboratorio

Giugno 2024 – Ottobre 2024

Suddivisione del lavoro

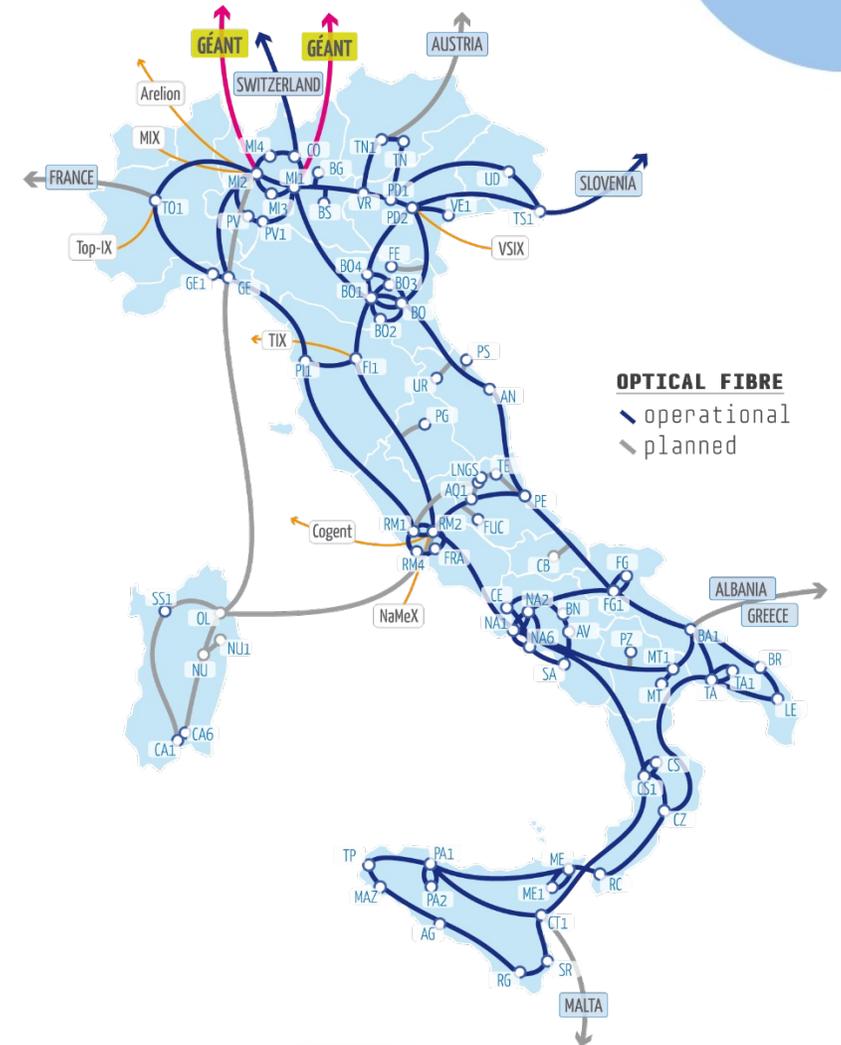
- Implementazione nel software **GNPy**
 - Sviluppo collaborativo
 - Paradigma **open-source**
- Test presso i laboratori **LINKS - Polito**



**Politecnico
di Torino**

Il ruolo della rete GARR per il progetto

Il laboratorio Polito è collegato al Polito POP GARR, consentendo di **condurre la parte sperimentale sfruttando l'infrastruttura di rete GARR**

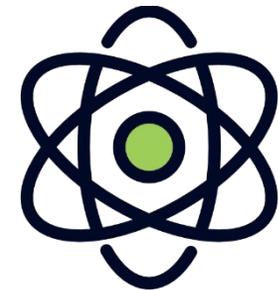
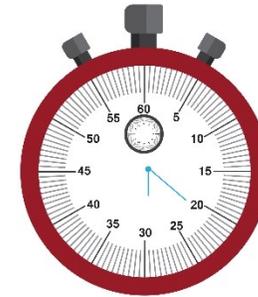


Fase 3: Fattibilità dell'uso di reti ottiche per servizi di non- data-transport

Ottobre 2024 – Febbraio 2025

Non solo trasporto di dati

- Optical **sensing** basato sull'analisi della **telemetria esistente**
- **Coesistenza** di trasporto dati con altri servizi
 - Sensing
 - Time and frequency distribution
 - Quantum Key Distribution (QKD)



Grazie per l'attenzione!

Domande?