



*Tavola rotonda*

Lo sviluppo di reti di nuova  
generazione: tecnologie e regole

Tematiche per la ricerca

Giancarlo Prati

Roma, 21 maggio 2008

# CNIT in short:

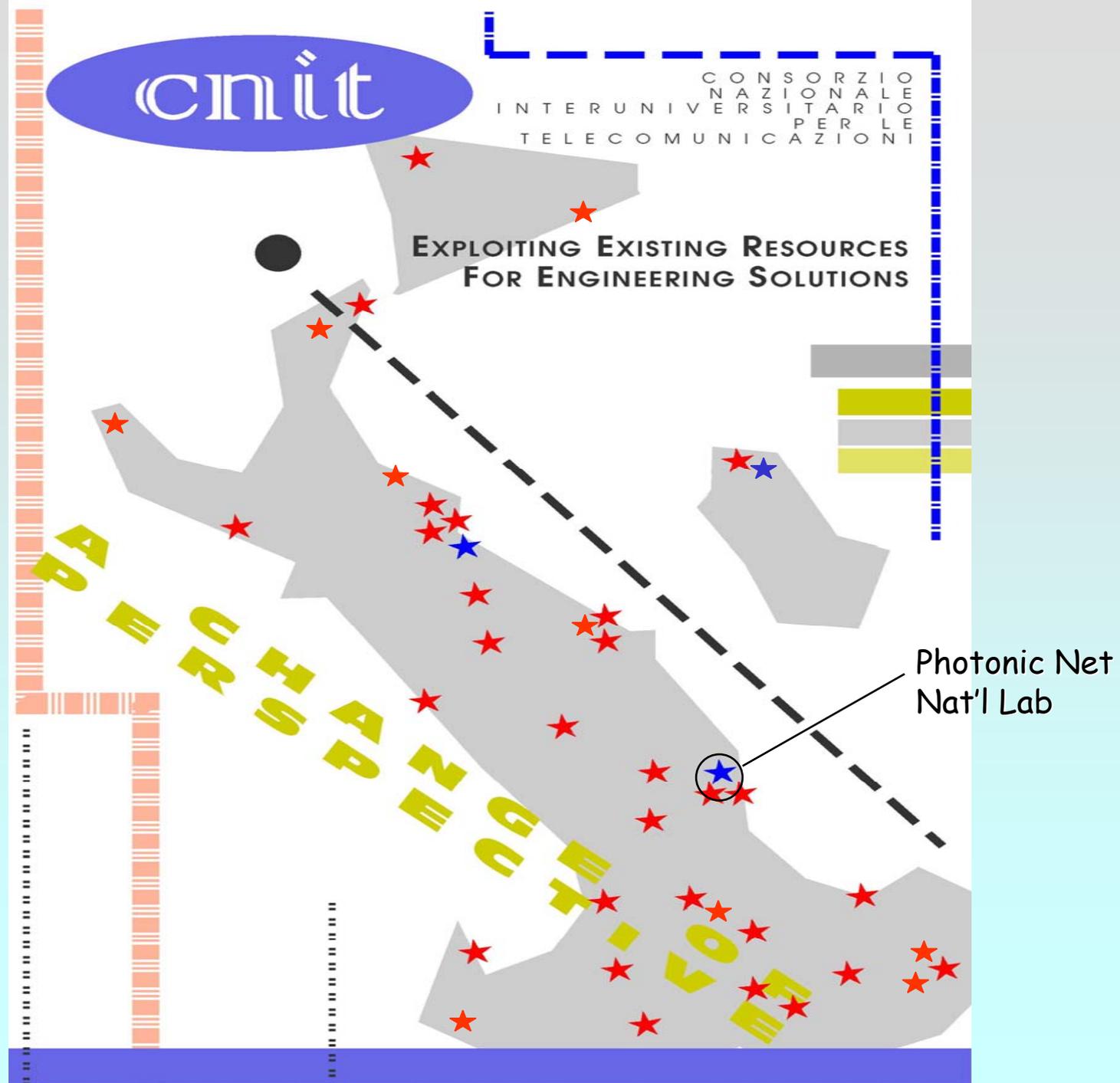
37 universities

1100 faculties

40 employees

2 Nat'l Labs

owns satellite  
network



# Sommario

- Evoluzione delle tecnologie della rete
- L' "Iniziativa TERIT"
- La piattaforma italiana di fotonica PHORIT

# Futur(istic) optical network

- Access @ 1-10 Gigabit/sec bidirectional  
(for up to already standardized 10GEthernet )
- Metro @ Terabit/sec  
(with Optical *Circuit, Burst, Packet* Switching)
- Core @ tens of Terabit/sec  
(with *photonic forwarding* embedded)

# Access networks

- xDSL cannot make it, transitional technology
- WDM-PON with FTTB is receiving general attention worldwide
- End user of WDM-PON may be wireless or anything else

# Metro networks

- Slow migration to/from WDM-OCS to OBS to OPS
- WDM-OCS: circuits through wavelengths
- OBS: optical data burst over dynamic lightpaths
- OPS: bit processing in the optical domain

# Core networks

- Rete di trasporto con funzionalità fotoniche degli OXC nel piano di *forwarding*, gradualmente sostituendosi all'impiego di router tradizionali.
- Si richiedono nuove tecniche di trasporto dell'informazione a larghissima banda
- Consentirà la diffusione su larga scala di numerosi servizi attualmente ostacolati dai vincoli prestazionali delle tecnologie di rete tradizionali.

# Service Oriented Architecture (SOA)

- Le emergenti Service Oriented Architectures (SOAs), cioè le *architetture orientate al servizio*, prevedono l'implementazione di un

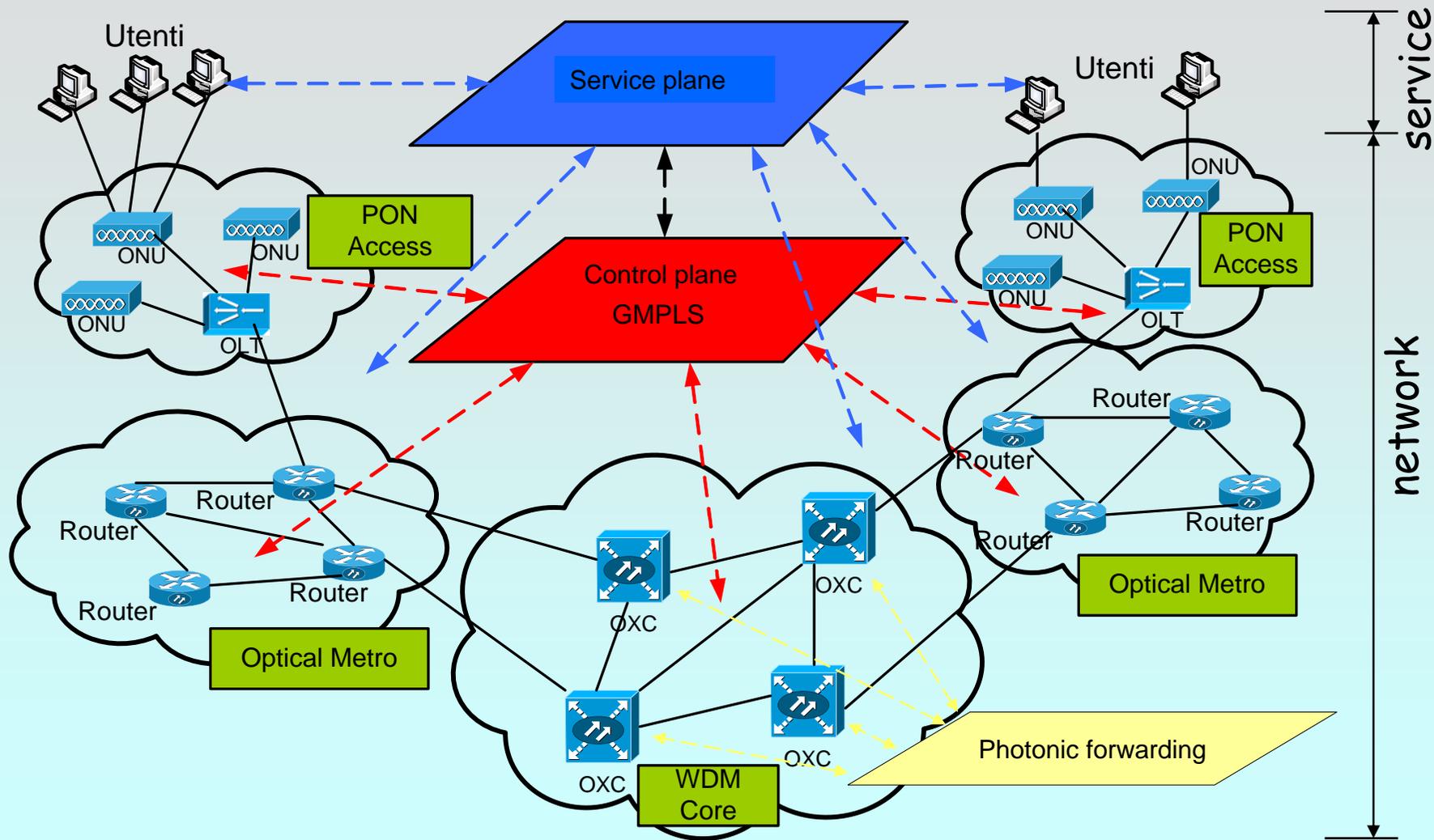
*piano di servizio*

tramite cui gli utenti finali e le applicazioni possano interagire con l'infrastruttura di rete, cioè con il

*piano di rete*

per coordinare l'attivazione di servizi di trasporto *end-to-end* con QoS garantita indipendentemente dal tipo di trasporto adottato a livello di rete

# Service Oriented Architecture (SOA)



Service Plane managed by Service Provider  
 Control Plane managed by Network Provider

# Il piano di servizio della SOA

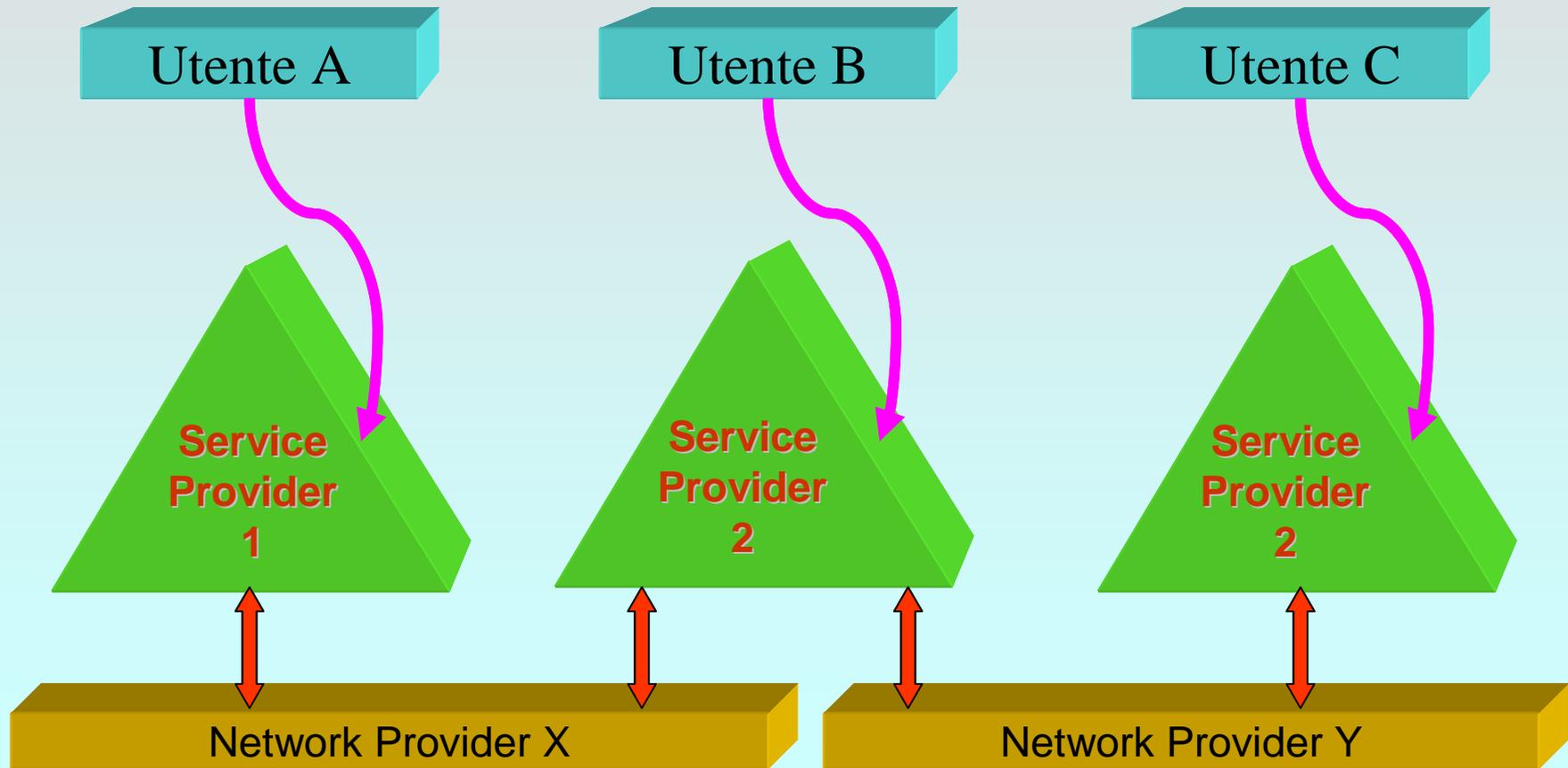
- Le **funzioni** primarie richieste al piano di servizio sono **due**:
  - l'astrazione del servizio
  - la virtualizzazione delle risorse

L'*astrazione del servizio* consiste nel mappaggio di un insieme di parametri ad alto livello che caratterizzano la connettività richiesta da un servizio .

La *virtualizzazione delle risorse* consiste nella capacità del piano di servizio di mascherare i dettagli tecnologici all'applicazione.

La distinzione funzionale tra il Piano di Servizio e il Piano di Rete permette, qualora vi sia una evoluzione delle tecnologie di rete, di modificare solamente l'interfaccia tra i due piani.

Con una SOA è possibile l'associazione N:M tra piani di servizio di diversi Service Provider e piani di rete di diversi Network Provider



# Traffic Engineering

- **Vecchia Internet dal paradigma “*core and edge*”**  
 le funzioni più complesse vengono relegate per scelta architettonica nella periferia, e si mantiene il più possibile semplice ogni funzionalità interna alla rete
- **la peculiarità tecnologica delle singole soluzioni**  
 di rete supera funzionalmente l’originaria semplicità della rete in termini di supporto della qualità del servizio, sicurezza, affidabilità, capacità di autoconfigurazione.
- **si richiede una progettazione integrata tra i diversi livelli (*cross layer design*)** per la progressiva maturazione delle funzionalità dell’intero Internetwork
- **la maggior parte delle criticità della rete** sono espresse proprio dalla mutua interazione tra le diverse funzionalità della rete progettate ai diversi livelli in modo autonomo.

# Optical Switching

- Nowadays photonic technology has limited application
- Increasing of photonics in switching functionality is unavoidable due to physical requirements of electronic apparatus (footprint, power consumption, backplane interconnection complexity, cooling, etc.)

# OS Pros & Cons

- Considerably **different design paradigm** is needed when photonics is to be used for switching
- Mostly **analog** mechanisms in OCS and OBS, which grants transparency to bit rate, but suffers from transmission impairments
- Optical interconnects to ease the backplane problem
- OPS even farther in the future (logic gates, memories)

RETI OTTICHE  
in  
*TERIT*

**(TElecommunication Research in ITaly)**

Iniziativa proposta al MUR da CNIT e CNR, con la  
collaborazione di Finmeccanica, Telecom Italia,  
Ericsson, Centro Ricerche FIAT, FUB

# Obiettivi dell'iniziativa *TERIT*

- **Perseguire ricadute sociali, economiche e occupazionali (ivi incluse *start up* e *spin off*) sia:**
  - settoriali dirette (nei comparti manifatturiero e dei servizi dell'ICT)
  - trasversali (competitività delle imprese, servizi ai cittadini, turismo, salute, mobilità, PA, etc....),
  - incentivazione di servizi reali e finanziari (ad. es. venture capital)
  
- **Conseguire una maggiore efficacia nella programmazione e gestione delle attività di ricerca nelle TLC del Paese, individuando risultati concreti e collocabili sul mercato**
- **Perseguire una riduzione del *time-to-market*, in coerenza con le prevedibili finestre di opportunità**
- **Migliorare il posizionamento internazionale dell'Italia nei settori ICT e connessi**

# Obiettivi per le reti ottiche in *TERIT*

## Strategia

- impiego pervasivo della **fotonica** in tutti i segmenti di rete, sia per le **dorsali di trasporto** che per la **rete di accesso**, al fine di elevare di ordini di grandezza la capacità delle reti di telecomunicazione per la **nuova Internet**.

## Linee di ricerca

- Ethernet ottica a 100 Gigabit al secondo e basso costo
- Sottosistemi fotonici per router della rete di trasporto
- Architetture modulari di nodo fotonico per la gestione di traffico
- Interconnessioni ottiche tra chip di un apparato
- Fotonica digitale per l'elaborazione numerica dei segnali ottici

## Benefici

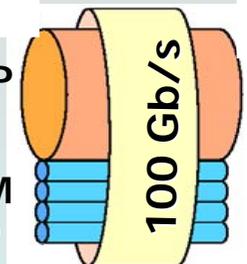
- Colmare (e andare oltre) il gap tecnologico nell'**interconnessione e accesso a banda ultra-larga** rispetto ad altri paesi industrializzati
- Portare l'Italia in una posizione di leadership mondiale in un settore strategico come le reti basate su **commutazione ottica**
- Impadronirsi della **fotonica digitale** come tecnologia strategica per il 21mo secolo

# Architetture di nuova generazione

## Allocazione di banda

Servizi P2P  
(60 Gb/s)

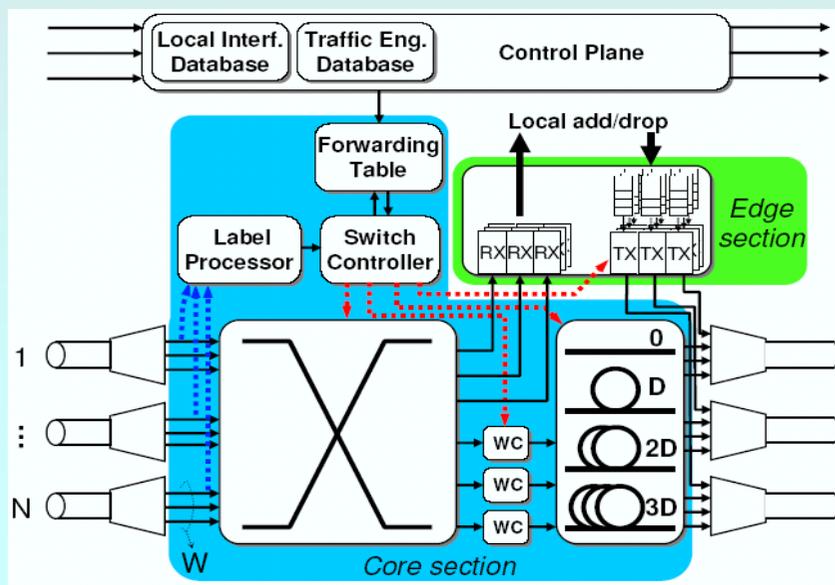
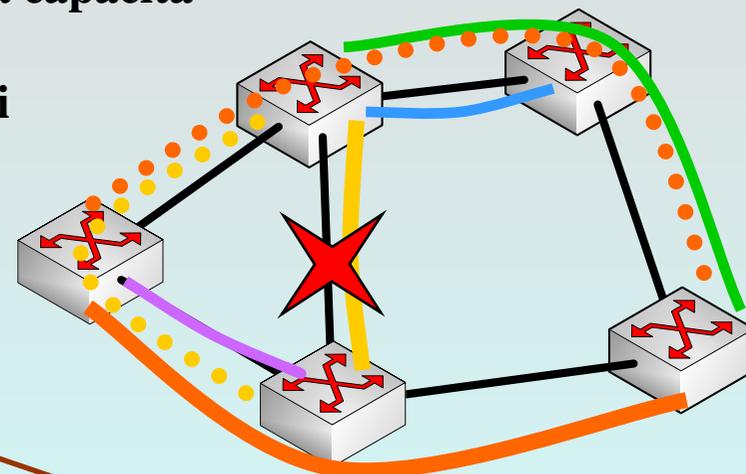
Servizi MM  
(40 Gb/s)



## Ottimizzazione della capacità

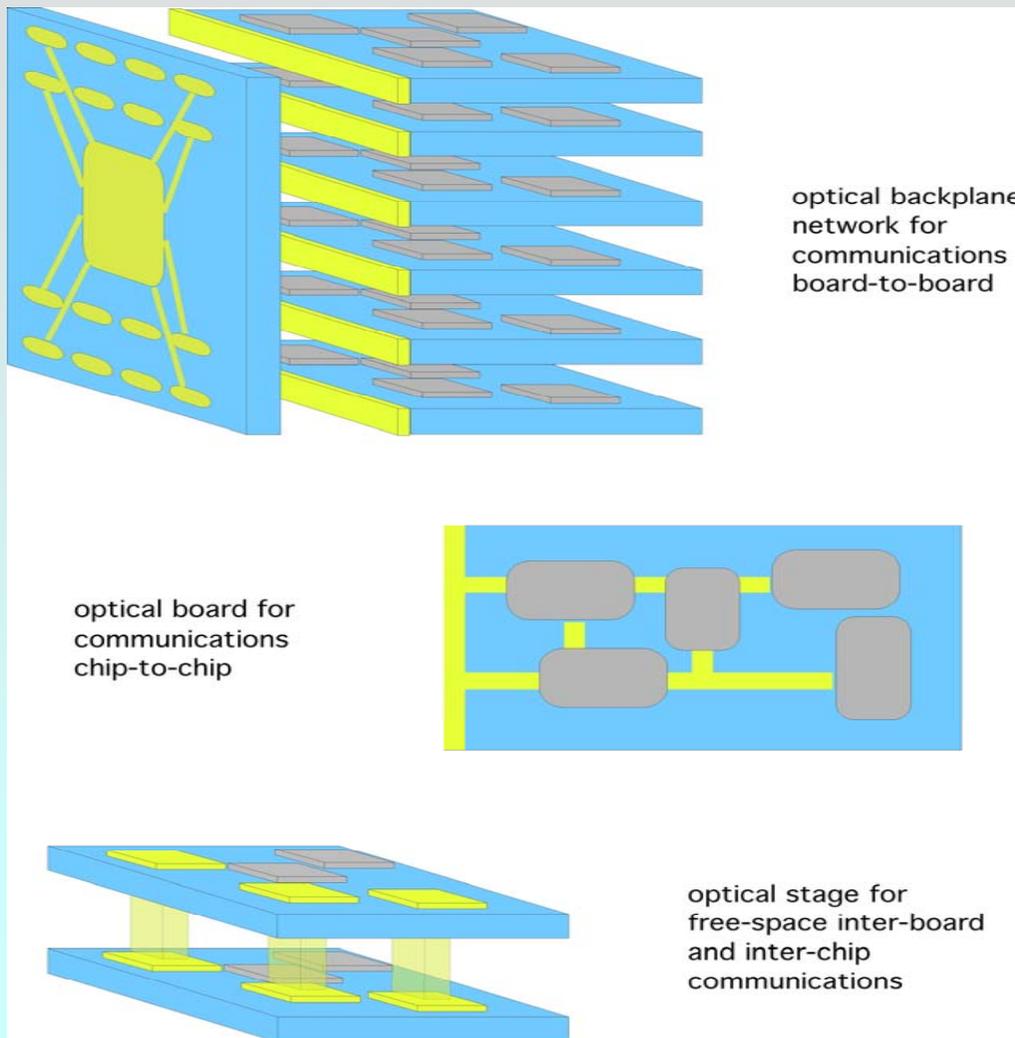
Classi di servizio

Robustezza ai guasti



- Modularità per commutazione a circuito, a burst, a pacchetto
- Modularità per la realizzazione di nodi interni e di frontiera
- Privilegio per soluzioni “tutto-ottiche” e trasparenti.

# Interconnessioni ottiche



Sviluppo di una tecnologia di interconnessione ottica di

- “*backplane*”
- chip-to-chip (optical board)
- board-to-board e inter-chip

# Fotonica digitale

## Realizzare con tecnologie fotoniche integrate

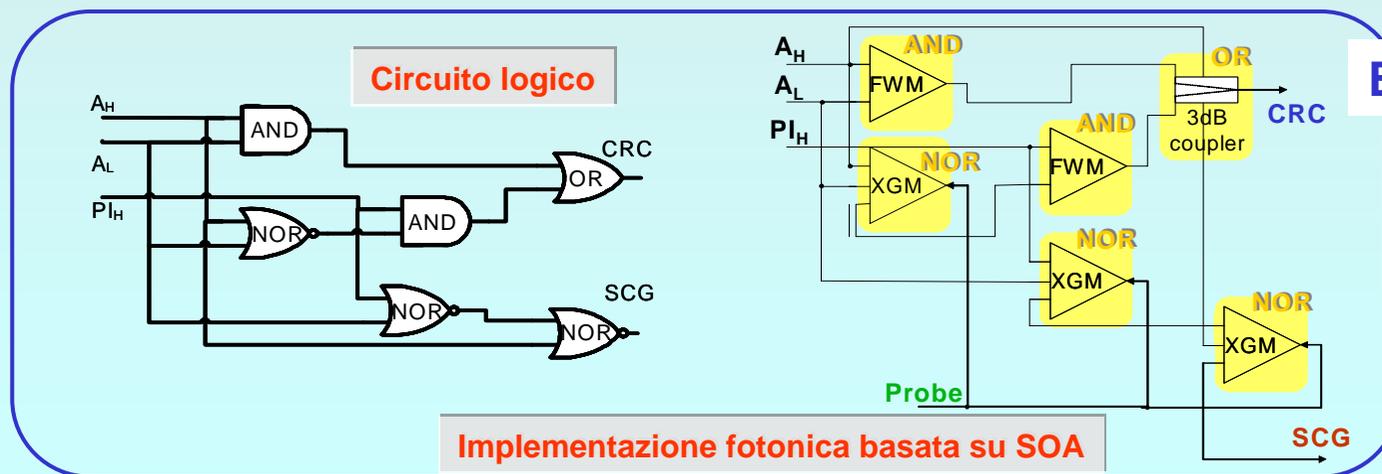
- Commutatori 2x2
- Flip flop
- Porte logiche
- Comparatori a N bit
- Sommatore
- Convertitori A/D

per ottenere



## funzionalità ottiche di

- Sincronizzazione
- Elaborazione di indirizzo e instradamento del pacchetto
- Memorizzazione
- Commutazione
- Rigenerazione



### ESEMPIO

Rete combinatoria per la gestione delle contese in reti ottiche

# PHORIT - PHOtonics Research in ITaly



*A proposal for an Italian Platform coordinated with  
EU Photonics21*

## 5 areas of PHORIT-WG1(ICT) activity

1. Photonic analog subsystems
2. Photonic digital subsystems
3. Photonic communication systems
4. Photonics in switching
5. Photonic networks

# 1. Photonic analog subsystems

## *Short-medium term (1 to 5 years)*

- Subsystems on silicon/silica for optical signal processing
- Tunable (or selectable) low-cost lasers for access
- Hybrid InP-silicon/silica subsystems with electronics integration for transceivers

## *Medium-long term (5 to 10 years)*

- Silicon photonics on CMOS compatible technology
- Integration of advanced technologies (ex: quantum dots, photonic crystals) and development of special fibers for advanced applications such as slow light, ultrawide band amplifiers
- Plasmonics

## 2. Photonic digital subsystems

### *Short-medium term (1 to 5 years)*

- Integrated digital regenerators of optical pulses

### *Medium-long term (5 to 10 years)*

- Silicon photonics on CMOS compatible technology
- Integration of photonic logic gates (AND, XOR. etc.) and combinatorial networks for digital photonic processing

## 3. Photonic communication systems

### *Short-medium term (1 to 5 years)*

- Ultrawide band access networks (scalable up to 1 Gb/s per user) (WDM-PON)
- Point-to-point optical link with high capacity (100 Gb/s) for the interconnection of data processing apparatus
- Transport systems at 100 Gb/s (information highways)
- Board-to-board optical interconnections (optical back panel)
- Photonic home networking

### *Medium-long term (5 to 10 years)*

- chip-to-chip optical interconnection
- hardware systems for network security

## 4. Photonics in switching

### *Short-medium term (1 to 5 years)*

- Realization of photonics switching elements interoperable with existing network elements

### *Medium-long term (5 to 10 years)*

- All-optical synchronization and regeneration
- Ultrafast optical switching with possible wavelength conversion
- OCDMA systems

# 5. Photonic networks

## *Short-medium term (1 to 5 years)*

- OEO transparent/opaque switching solutions for high-capacity systems with large number of wavelenghts.
- Signalling, control, management, monitoring protocols for photonic networks
- Hybrid fiber-wireless access and sensor networks

## *Medium-long term (5 to10 years)*

- microwave-photonics technologies for hybrid networks

The logo for CNIT (Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni) is located on the left side of the slide. It consists of the letters 'CNIT' in a large, stylized, serif font, with a small graphic element above the 'N' that resembles a double equals sign or a stylized 'N'.

*Tavola rotonda*

Lo sviluppo di reti di nuova  
generazione: tecnologie e regole

Grazie per l'attenzione

[giancarlo.prati@cnit.it](mailto:giancarlo.prati@cnit.it)