



Evolución de las redes académicas y de investigación

Yolanda Lamilla
ylamilla@cisco.com

Agenda

- **Tendencias en las redes de nueva generación**
- **Impacto en las redes académicas y de investigación**
- **Conclusiones**

Tendencias en las redes de nueva generación

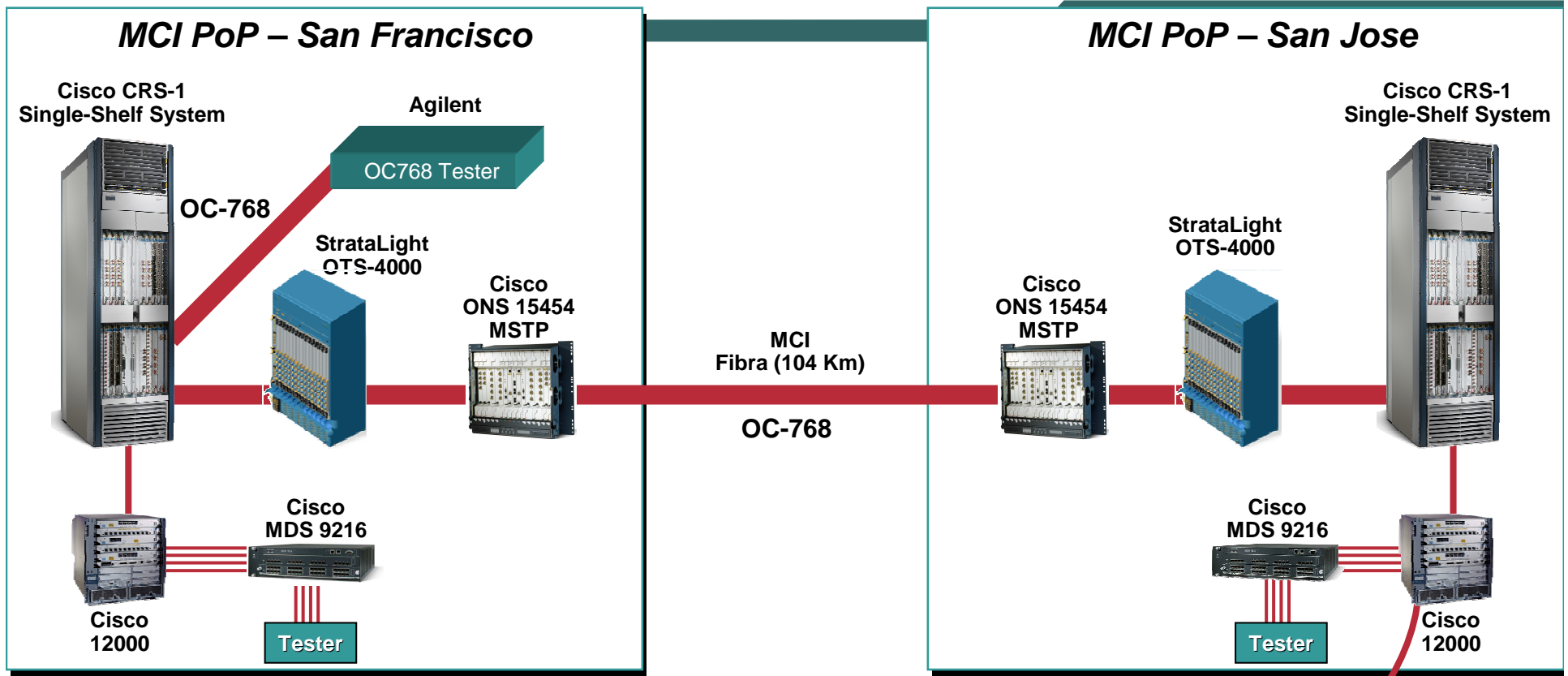


Previsiones de crecimiento del ancho de banda (Gbit/s)

<i>Year</i>	<i>Production</i>	<i>Experimental</i>	<i>Remarks</i>
2001	0.155	0.622-2.5	SONET/SDH
2002	0.622	2.5	SONET/SDH DWDM; GigE Integ.
2003	2.5	10	DWDM; 1 + 10 GigE Integration
2005	10	2-4 X 10	λ Switch; λ Provisioning
2007	2-4 X 10	~10 X 10; 40 Gbps	1st Gen. λ Grids
2009	~10 X 10 or 1-2 X 40	~5 X 40 or ~20-50 X 10	40 Gbps λ Switching
2011	~5 X 40 or ~20 X 10	~25 X 40 or ~100 X 10	2nd Gen λ Grids Terabit Networks
2013	~Terabit	~MultiTbps	~Fill One Fiber

Fuente: Larry Smarr (UCSD), “Major Links: Bandwidth RoadMap in Gbps”
La tendencia continua: ~1000 veces como factor multiplicador del ancho de banda cada década

Primera transmisión IP a 40G

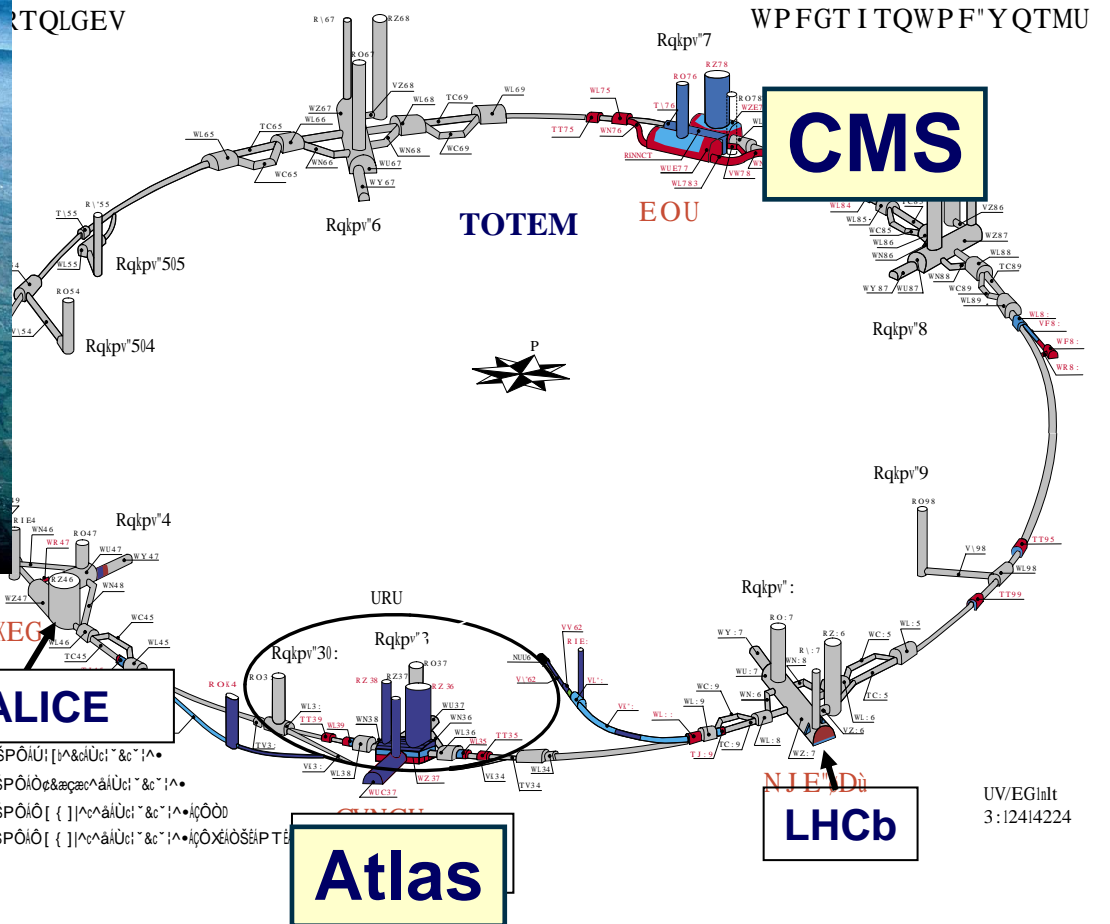


¿Para qué tanta capacidad?

- **Las redes actuales están diseñadas para dar servicio a las necesidades más tradicionales**
e-mail, transferencia de archivos...
- **Nuevas aplicaciones con necesidad de mayor capacidad y menor retardo asociadas a la investigación e industria de valor añadido requieren nuevas soluciones. Principalmente aplicaciones de visualización y computación distribuída (*grid computing*):**
 - Industria Aeroespacial, Automovilística, Farmacéutica...**
 - Bioinformática, Imagen Clínica, Oncología**
 - Previsión Meteorológica**
 - Geofísica (simulación y predicción de terremotos)**
 - Física de Partículas**
 - Astronomía**

Large Hadron Collider (LHC) CERN

★ Tunel de 27 km entre Suiza y Francia

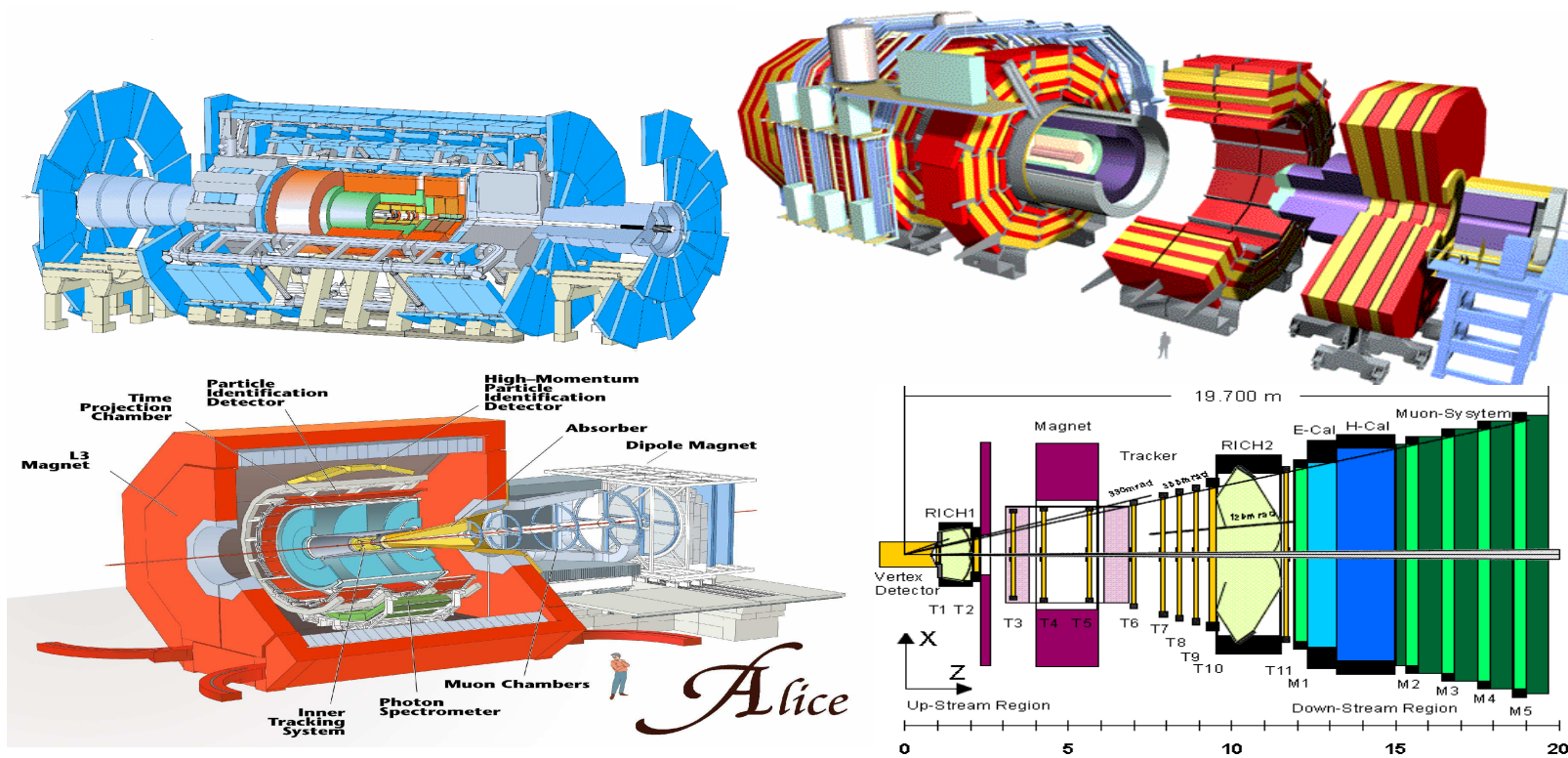


Arranque del proyecto en abril 2007. Entrará en pleno funcionamiento en verano del 2007

- SPÓÁÚ: [v^&ciÚc:~&c~}^•
- SPÓÍÖ&&ææ^âiÚc!~&c~}^•
- SPÓÍÖ [()|^âiÚc:~&c~}^•~içÓÖD
- SPÓÍÖ [()|^âiÚc:~&c~}^•~içOXéiÖŠiPTE

4 experimentos en LHC : de los Petabytes a los Hexabytes

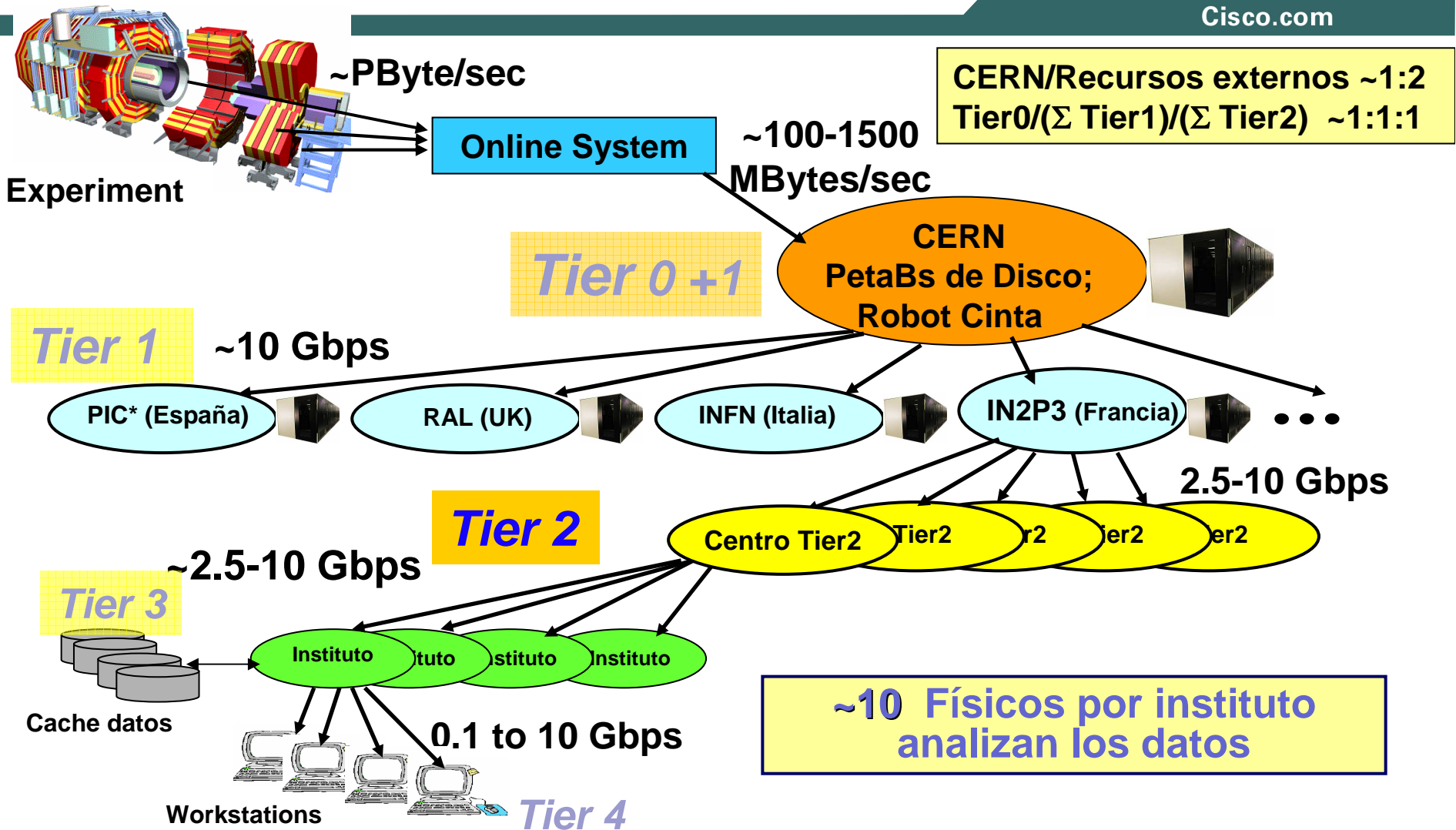
ATLAS, CMS, ALICE, LHCb
 (Boscun de Higgs + nuevas partículas)



6000+ físicos e ingenieros; 60+ países; 250 instituciones

Desde decenas de PetaB en 2007-2008 a 1 HexaB en ~2015
Desde cientos de TFlops a PetaFlops

Jerarquía Grid en LHC



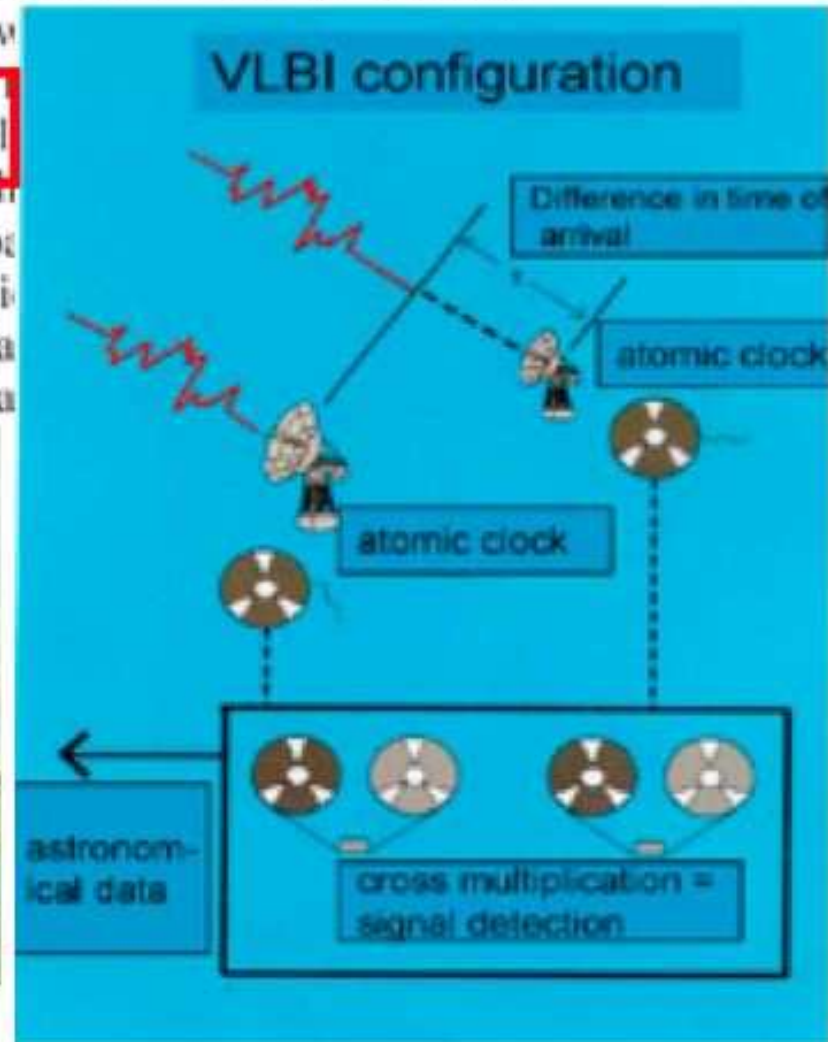
*PIC- Puerto de Información Científica

Astronomía – VLBI (Very Long Baseline Interferometry)

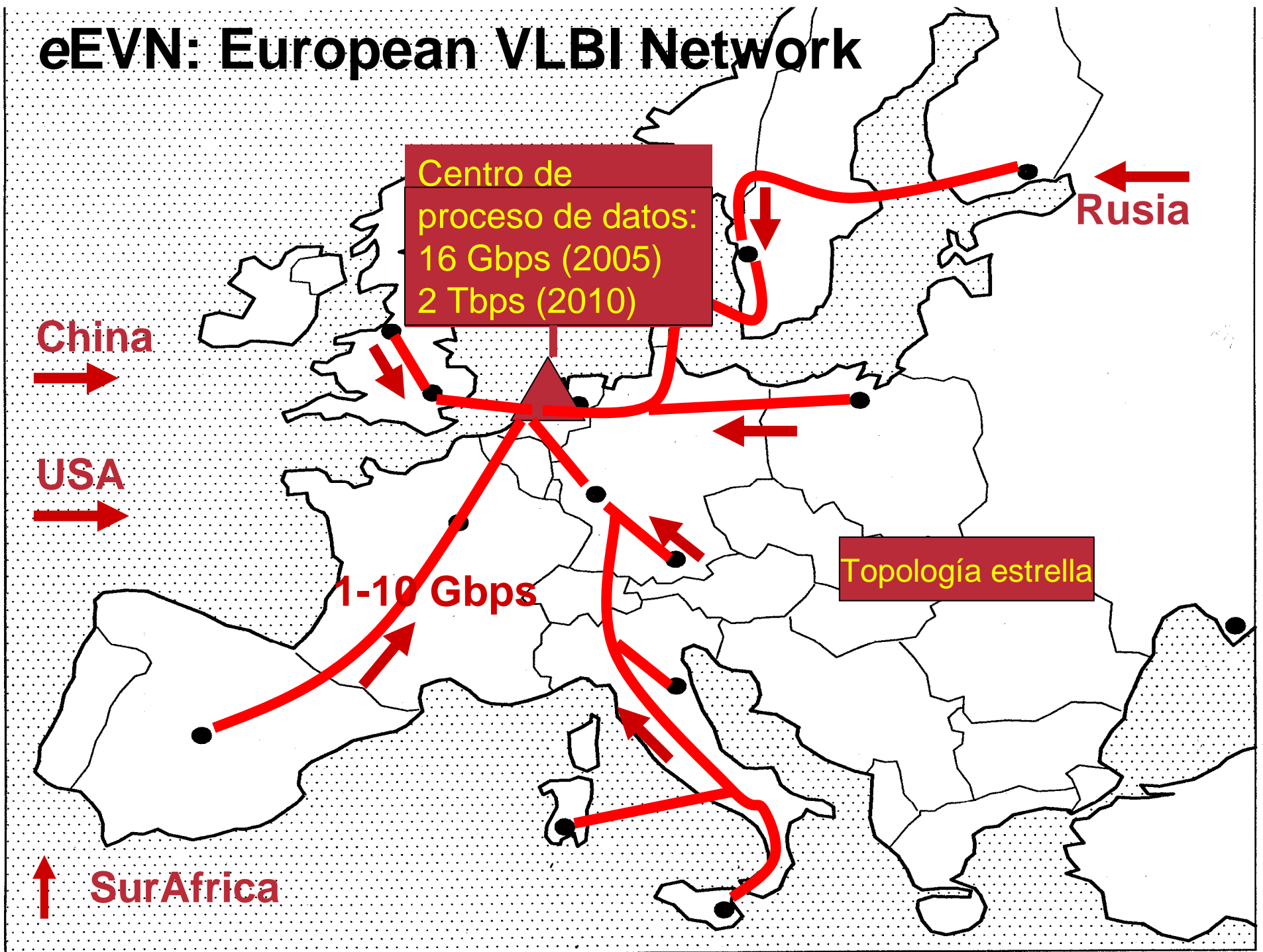
per term VLBI is easily capable of generating many Gb of data per
The sensitivity of the VLBI array scales w
(data-rate) and there is a strong push to
Rates of 8Gb/s or more are entirely feasible
development. It is expected that parallel
correlator will remain the most efficient approach
distributed processing may have an applicati
Multi-gigabit data streams will aggregate into la
and the capacity of the final link to the data



Westerbork Synthesis Radio Telescope - Netherlands



eEVN: European VLBI Network

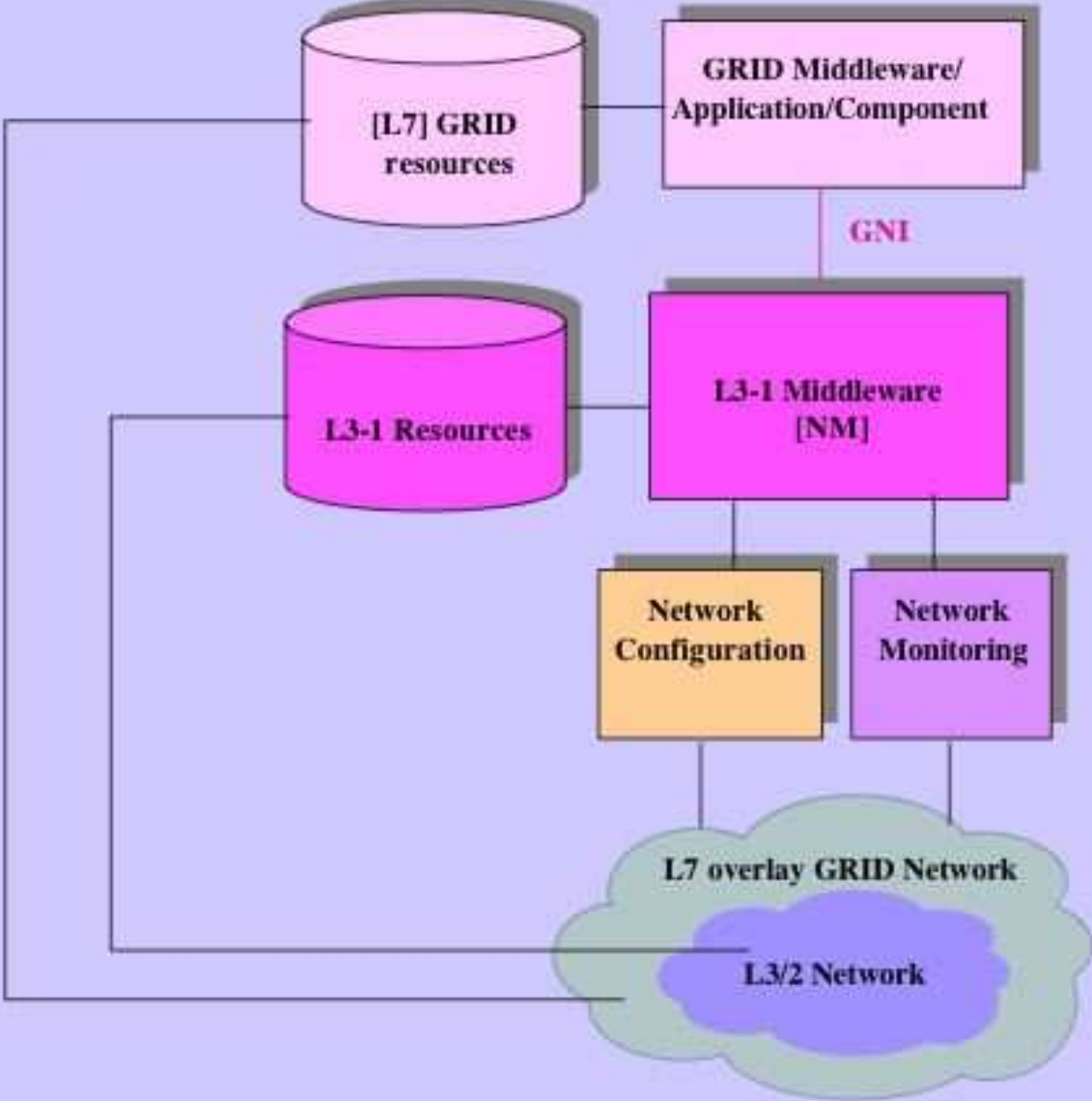


GNI: GRID to Network Interface

- **Actualmente los Middleware Grid como GLOBUS no tienen en cuenta el estado de la red a la hora de decidir como repartir tareas (scheduler, gestión del almacenamiento, etc)**
- **Necesidad de definición de interfaces entre las aplicaciones/middleware GRID y los servicios de red**
- **Mediante la incorporación de los servicios de red se podrían crear nuevos tipos de GRIDs como GRIDs seguras (cada sitio GRID es una VPN), optimizar los servicios GRID y crear nuevas aplicaciones GRID**

<https://forge.gridforum.org/projects/ghpn-rg/document/draft-ggf-masum-grid-network-services-0/en/1>

Nueva arquitectura (GNI)



Impacto en las redes académicas y de investigación



Principales requisitos de la red

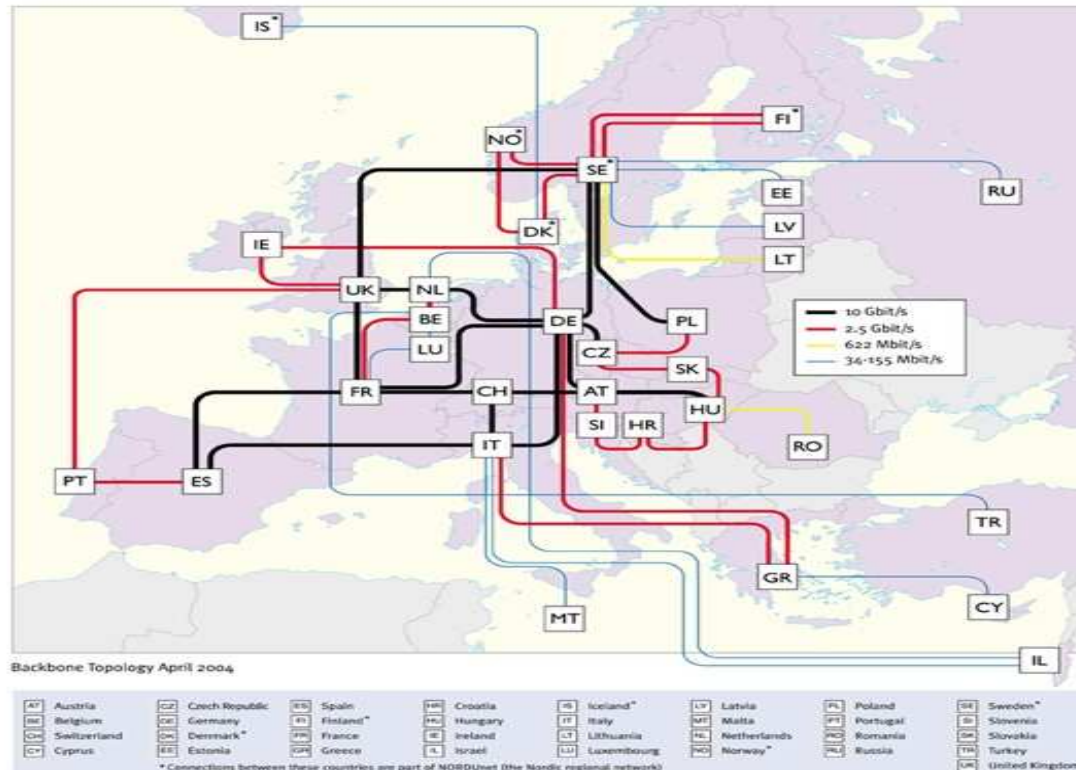
- **Servicio IP robusto, con capacidad de crecimiento y altamente disponible**
 - Interfaz con cliente a GE, 10GE
 - nx 10 Gb/s en núcleo de la red, Ethernet o POS
 - Unicast y Multicast
 - Doble pila IPv4 y IPv6, paridad de funcionalidades
- **Redes de producción, experimentación e investigación**
- **Conexiones punto a punto con prestaciones garantizadas (Service Level Agreements:SLAs), típicamente por tiempo limitado**
 - Señalización desde las aplicaciones
 - Unicast mayoritariamente
 - Tráfico basado en Ethernet o transparente (multiprotocolo)
 - Virtualización de la infraestructura de red
- **Interfaz con redes de Campus**

Red GEANT


Lighting the way to

the European Research Area

GEANT: The Multi-Gigabit pan-European Research Network
 GEANT is managed by DANTE, The pan-European Research Networking Operator



21 POPs
29 NRENs
16x10G lambda
13x2.5 lambda
+ algunos enlaces de menor velocidad

12G a America del norte
Enlaces con redes académicas y de investigación en:
EEUU, Canada y Japón
Area mediterránea
America Látina



GEANT is co-funded by The European Commission within its 5th R&D Framework programme



Renovación: GEANT2 y otras NRENs

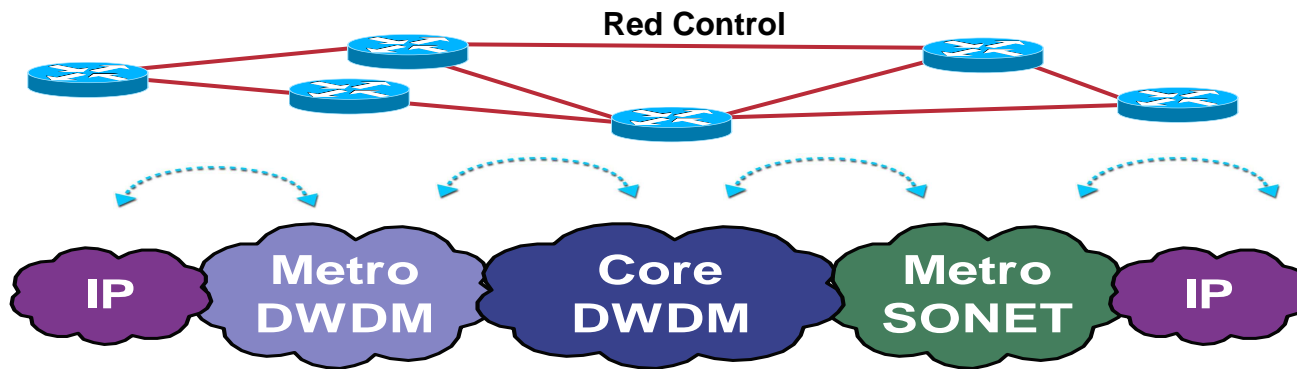
Cisco.com

- **Arquitectura “híbrida” aprovechando las ventajas de la telefonía (switching) e Internet (routing)**
 - ⇒ **Adopción de sistemas DWDM y/o Conmutación Óptica para gestionar tanto servicios Ethernet/IP como servicios “Lambda” (o transparentes)**
- **Despliegue de aplicaciones que demandan gran ancho de banda (GRID computing, visualización, etc)**
- **Conectividad extremo a extremo (IPv6, QoS, movilidad, seguridad) que permita a los científicos tener su “propia” red virtual privada.**
- **Gestión dinámica de las conexiones punto a punto**
 - ⇒ **Uso de un plano de control unificado (GMPLS, ASON, UNI/NNI)* para la gestión integral de la red**
 - ⇒ **Desarrollo de Software de gestión para proporcionar servicios “broker” para el provisionamiento dinámico y automático de las conexiones (Ejemplo: User Controlled Lightpath Provisioning (UCLP))**

* **GMPLS – Generalized Multi-Protocol Label Switching (IETF); ASON – Automatic Switched Optical Network (ITU); UNI--User-to-Network/NNI—Network-to-Network (OIF)**

Plano de Control Unificado (UCP)

Unified Control Plane (UCP) proporciona un conjunto de funciones de control distribuidas (direccionamiento, routing, señalización) a través de múltiples tecnologías



Funciones clave del UCP

Señalización

Provisión automática de circuitos

Ingeniería de Tráfico

Uso optimizado de recursos en todas las capas

Protección/Restauración

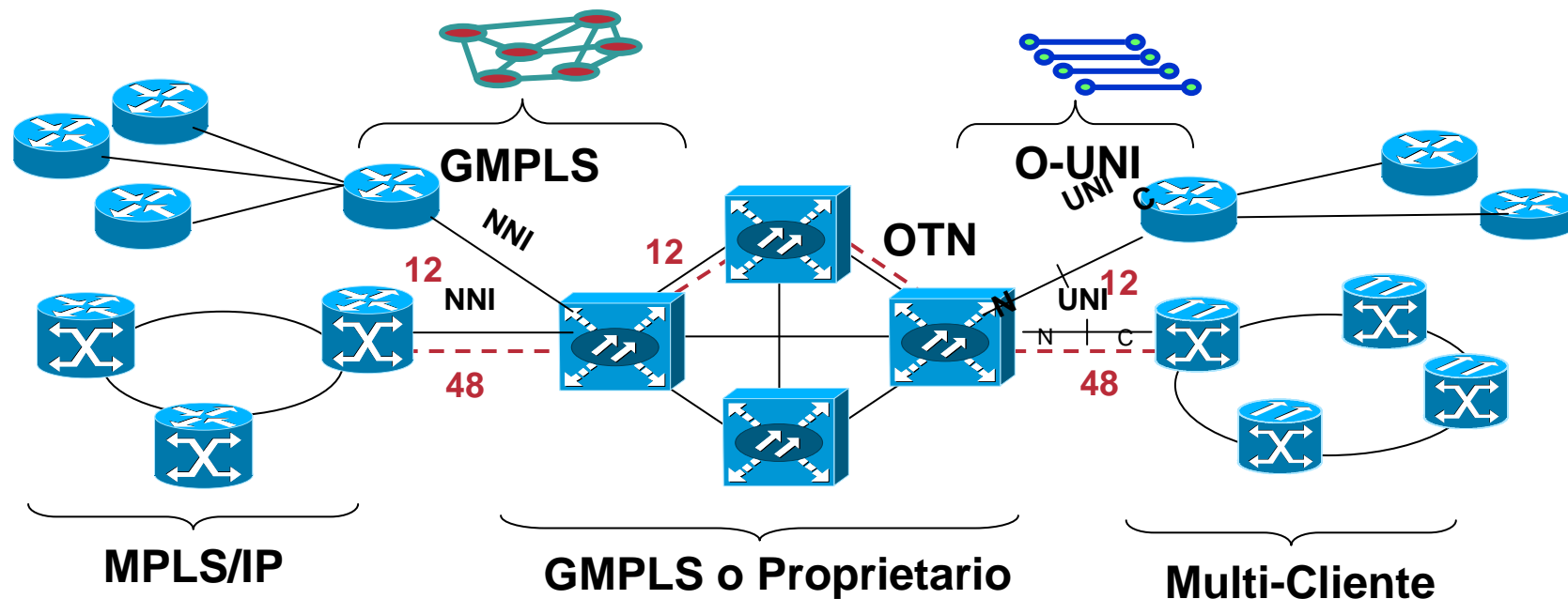
Uso eficiente y configurable de recursos/servicios

Tipos de protocolos UCP

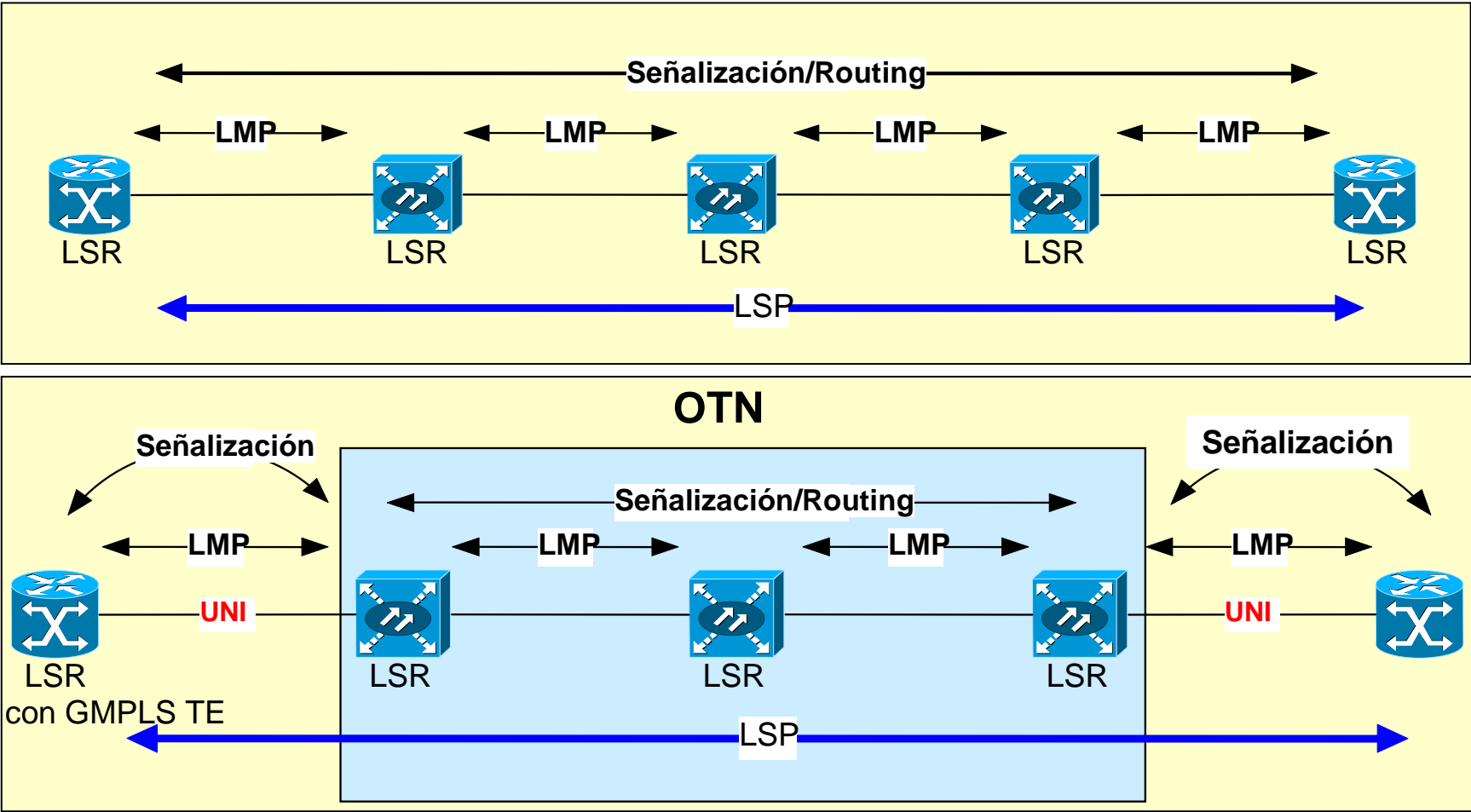
O-UNI y GMPLS

O-UNI permite **señalización y establecimiento de circuitos/”lightpath”** iniciados desde un dispositivo cliente (no se intercambia información sobre topología ni routing)

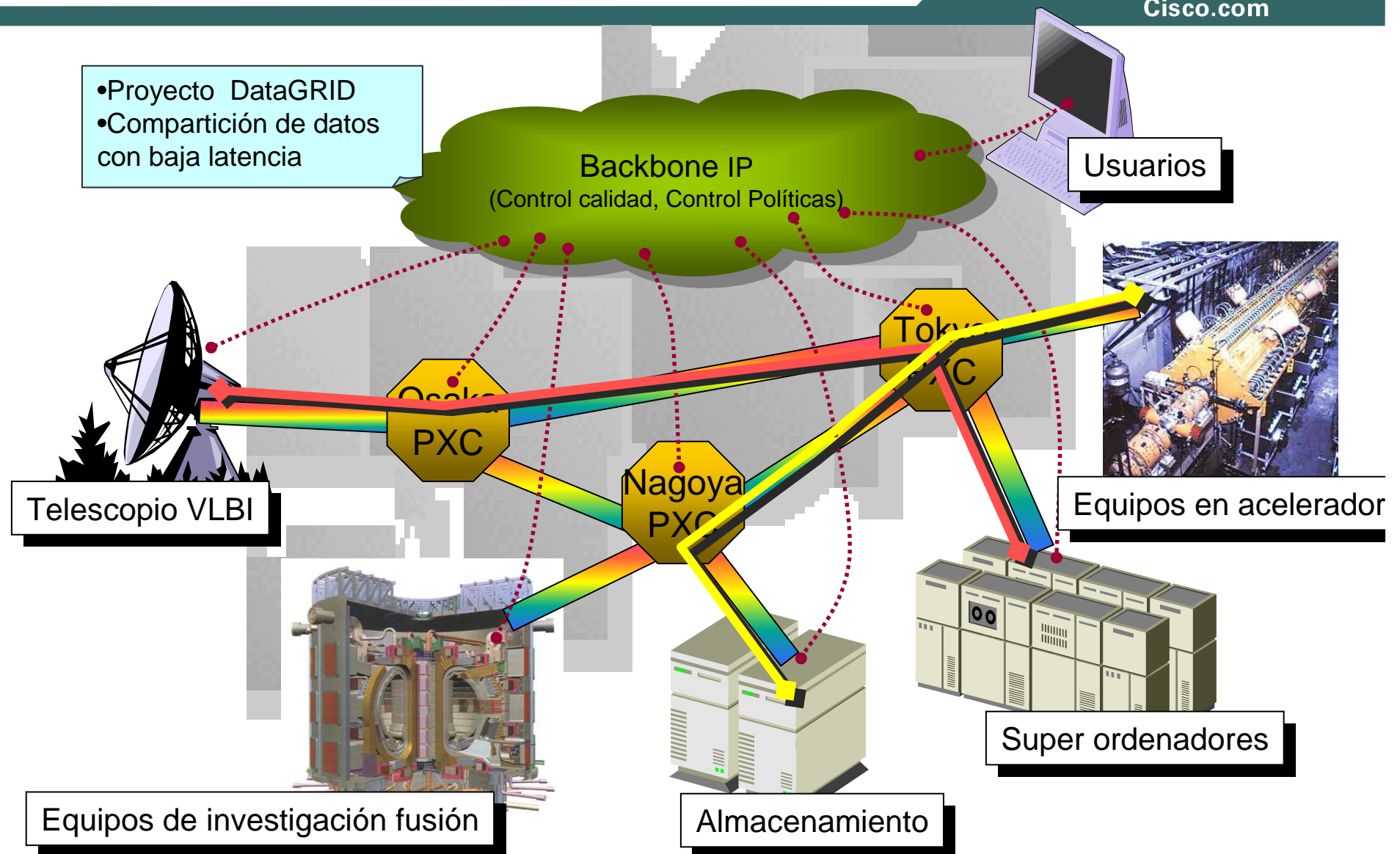
GMPLS permite **señalización, establecimiento de circuitos/”lightpath” y routing integrado** (Modelos “peer” y “overlay”)



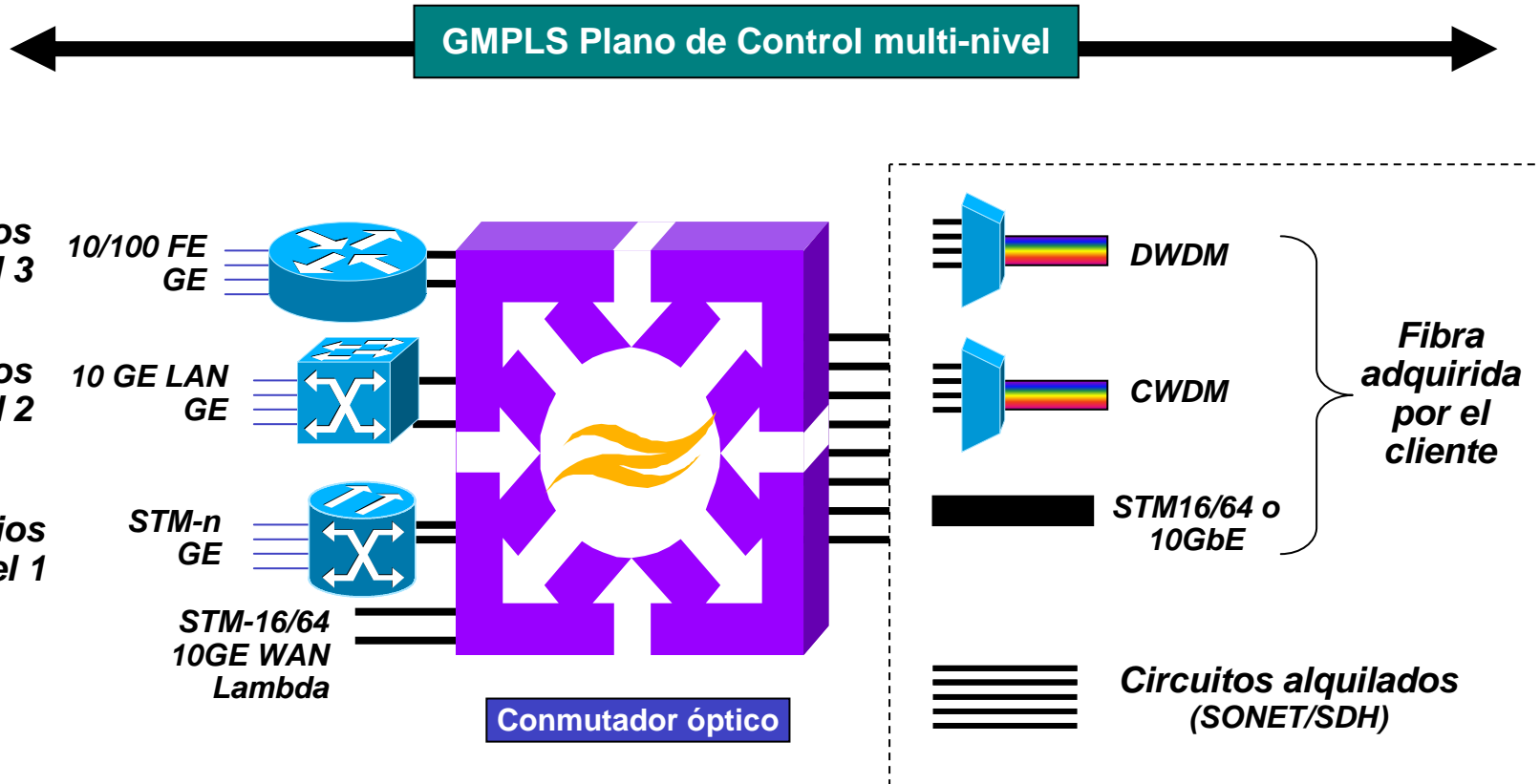
GMPLS: modelos Peer y Overlay



Ejemplo: GMPLS aplicado a DataGRID en SuperSINET



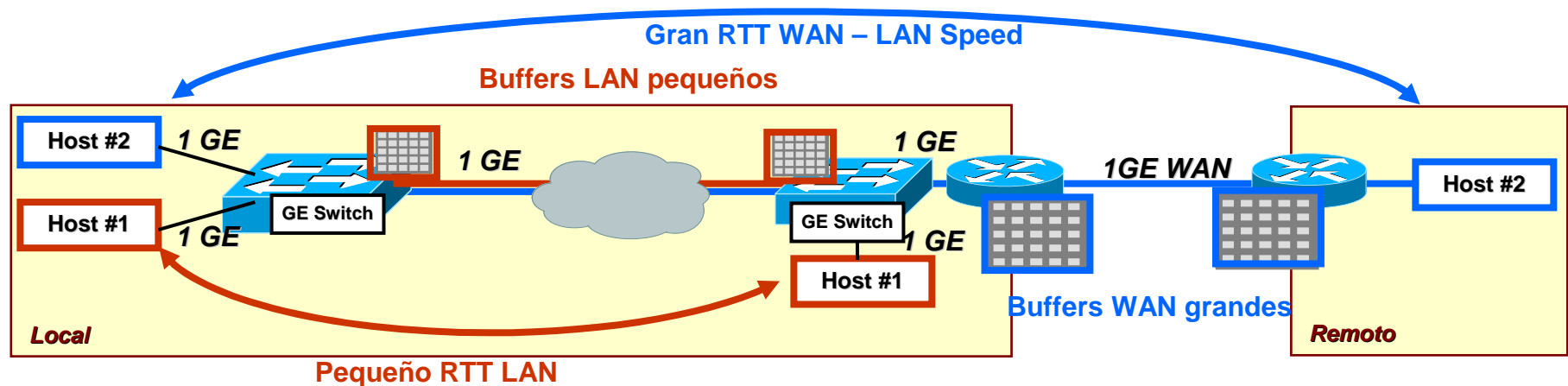
Ejemplo de nodo híbrido IP/Optico



**Producción e investigación
Servicios de nivel 1/2/3**

Opciones de transporte

Interfaz con las redes de campus



Los enlaces TCP a gran velocidad (y gran RTT) suelen originarse/terminarse en las redes LANs

Los conmutadores LAN normalmente tienen buffers reducidos por ahorro de costes

Normalmente la pérdida de paquetes debido a congestión transitoria en la LAN no importa en la red LAN pero sus consecuencias son nefastas en los enlaces WAN debido al comportamiento de TCP

Recuperación TCP

Case	C	RTT (ms)	MSS (Byte)	Tiempo recuperación
LAN típica en 1988	10 Mb/s	[2 ; 20]	1460	[1.7 ms ; 171 ms]
LAN típica hoy	1 Gb/s	2 (peor caso)	1460	96 ms
LAN futura	10 Gb/s	2 (peor caso)	1460	1.7s
WAN Geneva <-> Chicago	1 Gb/s	120	1460	10 min
WAN Geneva <-> Sunnyvale	1 Gb/s	180	1460	23 min
WAN Geneva <-> Tokyo	1 Gb/s	300	1460	1 h 04 min
WAN Geneva <-> Sunnyvale	2.5 Gb/s	180	1460	58 min
WAN futura CERN <-> Starlight	10 Gb/s	120	1460	1 h 32 min
WAN futura CERN <-> Starlight	10 Gb/s	120	8960 (Jumbo Frame)	15 min

Posibles soluciones

- **Mayor MTU**
recuperación más rápida pues paquetes mayores => limitado por la eficiencia de los buffers en los dispositivos de red
- **Modificar TCP**
cambios en protocolo => problemas de compatibilidad
- **Combinar ambos métodos**
- **Utilizar conmutadores LAN con buffers de la mayor capacidad posible y altas prestaciones en gestión de buffers (QoS)**

IPv6 en redes campus

- **Todos los fabricantes de S.O soportan actualmente IPv6 en sus últimas versiones**
 - Apple MAC OS X, HP (HP-UX, Tru64 & OpenVMS), IBM zSeries & AIX, Microsoft Windows XP, CE .NET; Sun Solaris,...
 - BSD, Linux,...
- **La mayoría de las redes académicas (Red Iris incluida) y GEANT soportan actualmente la doble pila IPv4/IPv6**
- **La clave del éxito de IPv6 es actualmente el desarrollo de aplicaciones y este se realiza principalmente en universidades**
- **Problema principal: los conmutadores LAN en uso normalmente no soportan IPv6 y no son actualizables**
- **Información actualizada sobre aplicaciones IPv6 en:**
playground.sun.com/pub/ipng/html/ipng-implementations.html
www.hs247.com

Conclusiones



Conclusiones

- **Crecimiento continuado de la capacidad** de las redes académicas y de investigación (GRIDs como principal motor en la evolución de la red)
- Muchas redes académicas y de educación seguirán basando sus servicios en IP pero **muchas combinarán IP con soluciones ópticas** (SDH, DWDM, conmutadores ópticos)
- El establecimiento dinámico de circuitos extremo a extremo desde nodos IP sobre redes de transporte requiere la utilización de un **plano de control unificado** (GMPLS, ASON, UNI/NNI)
- Las redes de campus han de evolucionar según las tendencias marcadas por las **aplicaciones de gran demanda de ancho de banda y bajo retardo** y soportar IPv6

Enlaces interesantes

Global Grid Forum

<http://www.ggf.org>

Financiación de programas de investigación:

- <http://www.cisco.com/warp/public/750/arti/index.html>
- <http://www.cisco.com/go/research>

CISCO SYSTEMS

