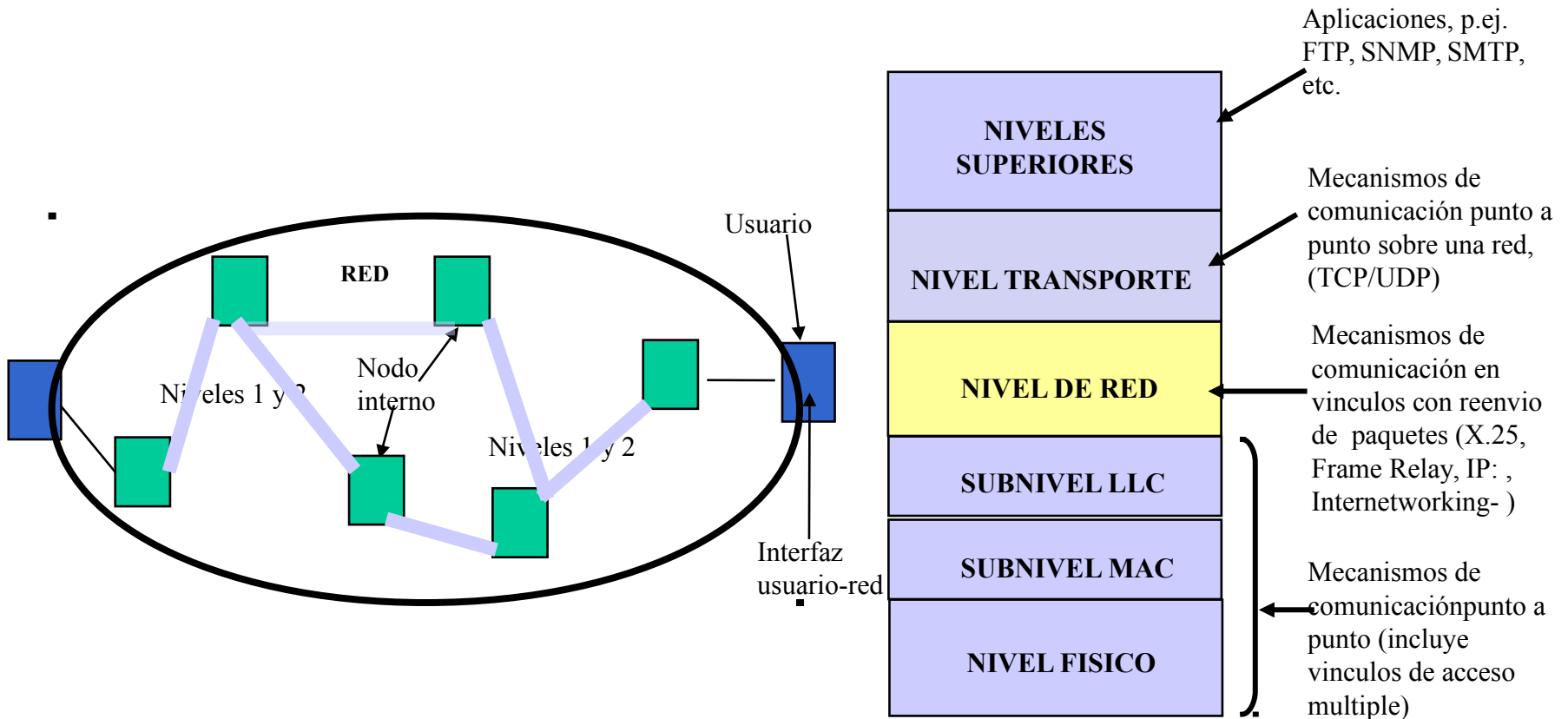


Servicio y componentes del nivel de red

NIVEL 3:

PROVEE TRANSPORTE DE PAQUETES DE UN EQUIPO DE USUARIO A OTRO, INDEPENDIZANDOLOS DE LA TECNOLOGIA Y TOPOLOGIA DE LA RED QUE SOPORTA LA COMUNICACION

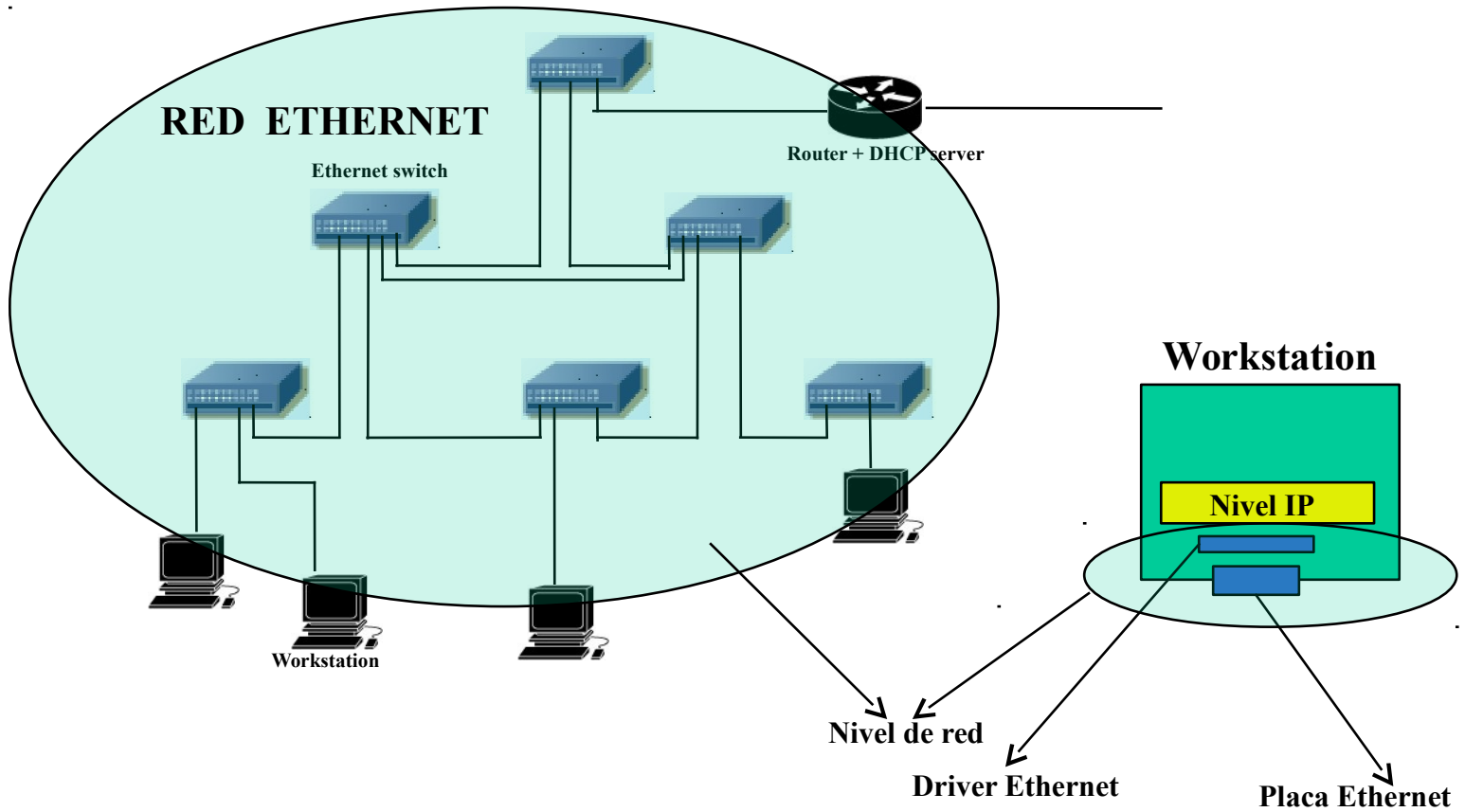


Funciones principales

- **Identificación de los equipos que se conectan a la red (ADDRESSING)**
 - Ej: redes ethernet (48 bits)
- **Secuencia de nodos a recorrer por un paquete para llegar a destino con un costo minimo (RUTEO)**
 - Ej.: redes Frame relay, redes ATM
- **Establecimiento, terminación y control de conexiones a nivel de red**
 - Ej.: redes ATM
- **Mecanismos para evitar que se congestione parte o la totalidad de la red**
 - Ej.: redes ATM, redes Frame Relay
- **Control de la tasa de envío de un emisor**
 - Ej.: redes ATM
- **Tarifas a cobrar a los equipos por el uso de la red**
 - Ej.: redes ATM, redes Metroethernet
- **Seguridad (autenticacion, cifrado)**
 - ej. : Redes wifi (802.11)
- **Calidad de servicio (QoS)**
 - ej.: Redes ATM, Redes wifi

Estas funciones también se encuentran presentes en el nivel de internetworking

Ejemplo: red switched ethernet



Organización interna del nivel de red

- **Organización basada en datagrams**
 - - **No crea ninguna relación entre el emisor y el receptor**
 - - **Cada paquete es enviado independientemente de los demás**
 - - **Generalmente ofrece un servicio no orientado a conexión, no confiable**

- **Organización basada en circuitos virtuales**
 - - **Crea una relación (circuito virtual) entre emisor y receptor**
 - - **Los paquetes de un mismo circuito virtual son tratados de la misma manera**
 - - **Generalmente ofrece un servicio confiable, orientado a conexión**

Organización interna del nivel de red

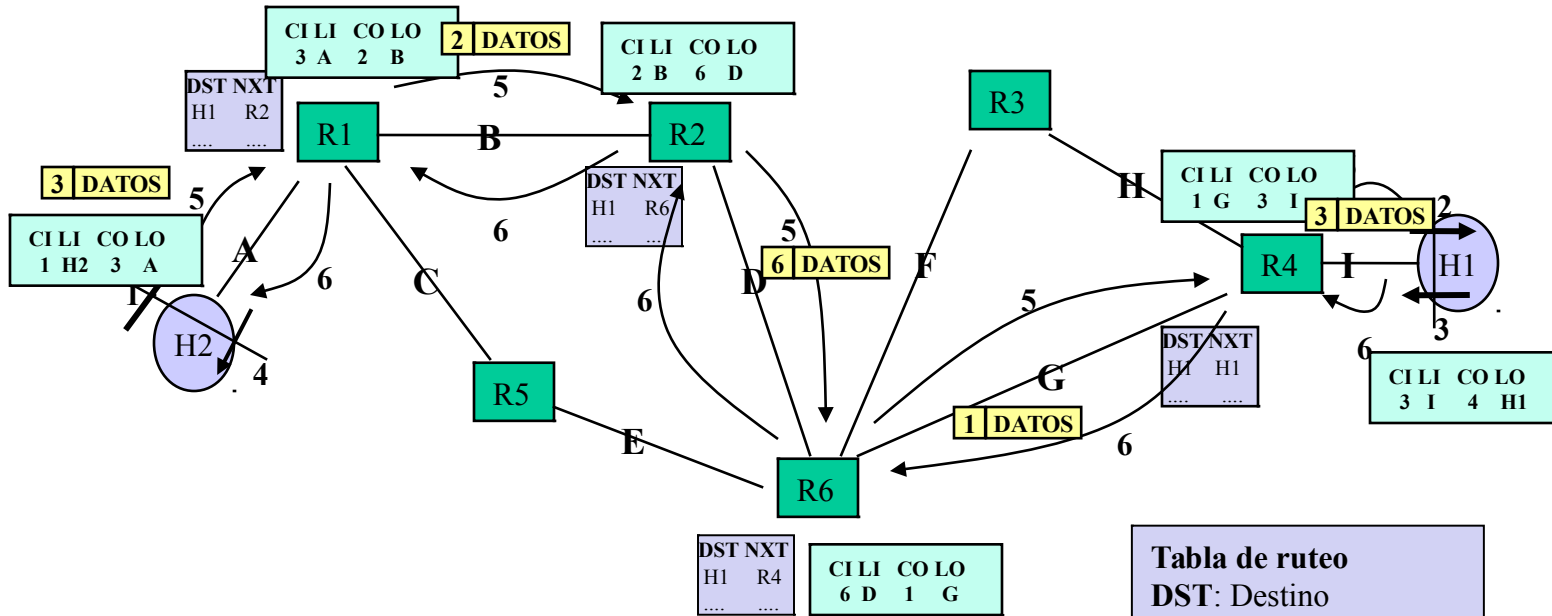
Características de la organización interna

Item	Datagram	Circuito Virtual
Establecimiento de circuito	No	Sí
Recursos en los routers	Sólo ruteo	Reserva de recursos para cada CV
Ruteo	Por paquete	Por CV
Efecto de fallas en la red	Pérdida temporaria de paquetes en la zona afectada	Caída de los CV en la zona afectada
Control de congestión	Complicado	Relativamente simple
Complejidad	En los hosts (control de errores, etc)	En la red
Overhead	Overhead en cada paquete	Overhead inicial (setup)
Confianza	El usuario confía en sí mismo	El usuario confía en la red

Servicio CV sobre red datagram: Provee un servicio más elaborado al usuario

Servicio Datagram sobre red CV: Casos como IP sobre ATM

Red orientada a circuito virtual



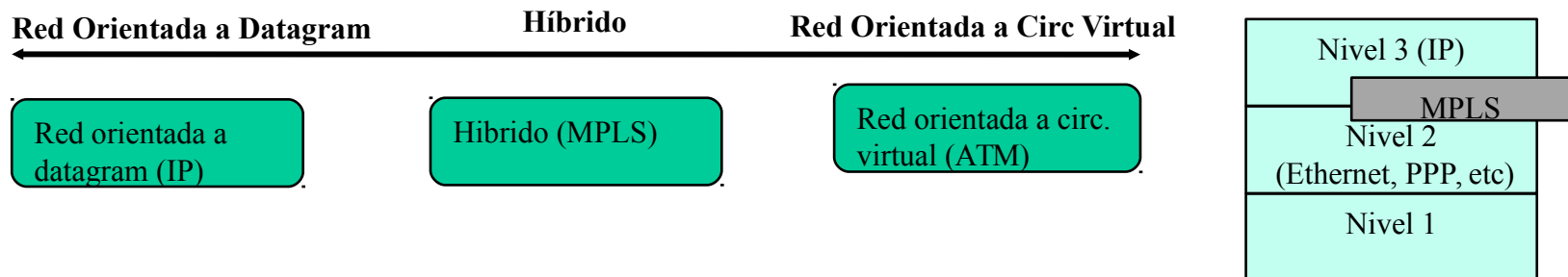
- 1 - Connect.request
- 2 - Conenct.indication
- 3 - Connect.response
- 4 - Connect.confirm
- 5 - solicitud_conexion
- 6 - conexion_aceptada

Tabla de ruteo
DST: Destino
NXT: Próximo nodo

Tabla de Circuitos
CI: Número de circuito de entrada
LI: Link de entrada
CO: Número de circuito de salida
LO: Link de salida

IP/MPLS

- **Multi Protocol Label switching (MPLS) (RFC 3031)**
 - **Situado entre los niveles 2 y 3, soporta múltiples protocolos de nivel 3**
 - **Permite mejorar algunos aspectos de las redes orientadas a datagram (IP)**
 - **Calidad de servicio**
 - **Traffic Engineering**
 - **Políticas de envío de datagrams**
 - **Separación de las funciones de ruteo (periferia) y reenvío (dentro de la red)**
 - **Posibilita decisiones más complejas de ruteo**
 - **Posibilita decisiones de ruteo en base a condiciones no presentes en los paquetes**
 - **Los nodos intermedios no analizan el datagram IP (seguridad, menos carga)**



MPLS

FEC (Forward Equivalence Class): conjunto de paquetes a ser enviados por la misma ruta

Label: identificador local de FEC

Protocolos de distribución de labels:

LDP (Label Distribution Protocol)

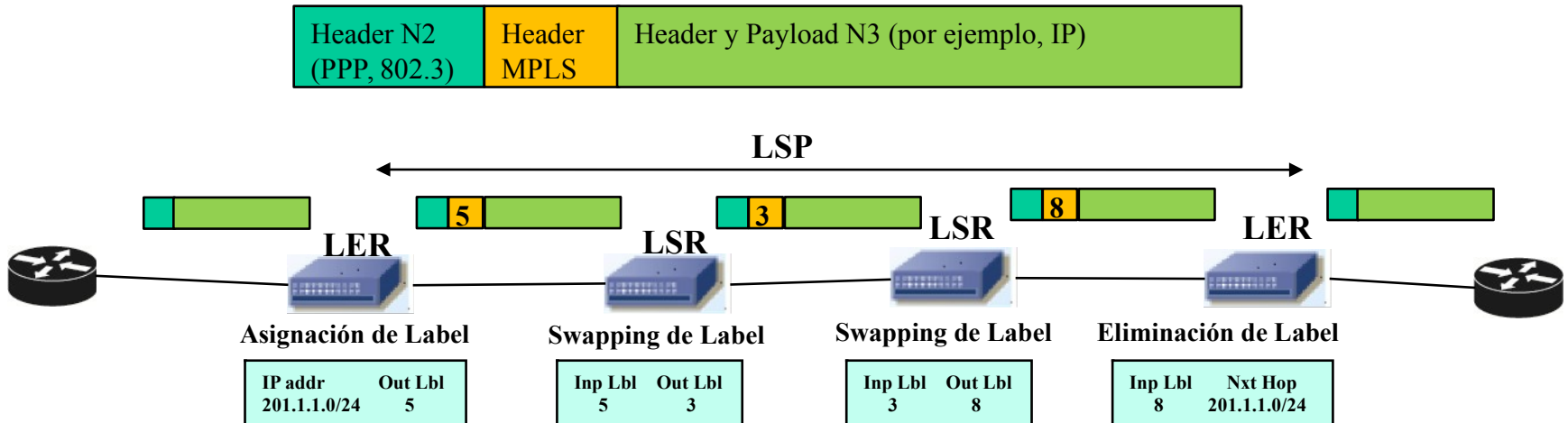
BGP (Border gateway Protocol –modificado–)

RSVP (Resource Reservation Protocol –modificado–)

LSP (Label-Switched Path): camino determinado por los labels

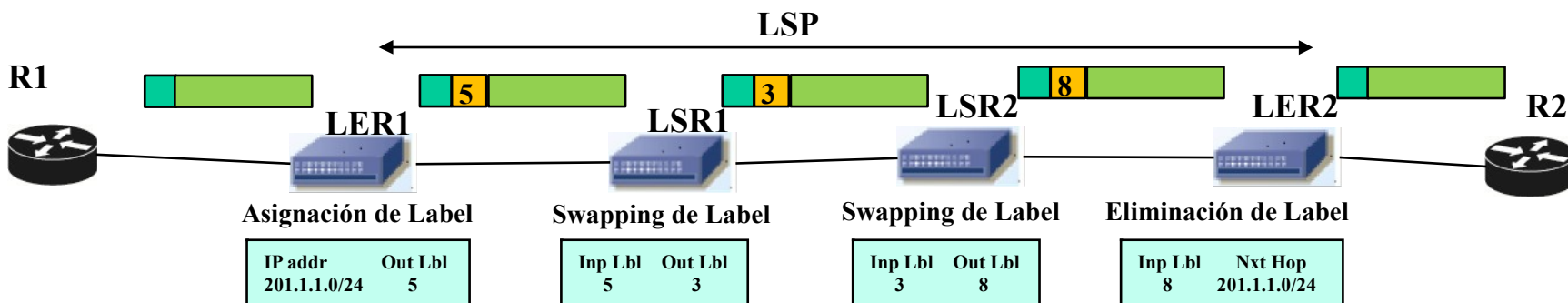
LER (Label Edge Router): router encargado de asignar el label (ruteo)

LSR (Label Switching Router): router o switch encargado del switching



Operación de MPLS

- 1-LER1 recibe un paquete de R1 para R2
- 2-No tiene todavía un label. Busca el next hop (LSR1) de acuerdo a la dirección Ip de destino
- 3-Envía un label request a LSR1
- 4-Cada nodo hasta el destino (LER2) recibe el label request que se va propagando (LDP)
- 5-LER2 genera un label para la FEC, y lo propaga hacia LSR2 (label distribution) (LDP)
- 6-Cada nodo completa su tabla
- 7-LER1 agrega label y envía según su tabla
- 8-LSR1 realiza swapping de labels y envía
- ...
- 9-LER2 elimina el label y envía según IP



Diferencias entre MPLS y VC

Un CV equivale a un flujo desde un origen hasta un destino

Una FEC puede involucrar múltiples flujos entre diferentes pares origen-destino

En CV, el único medio de reenvío de paquetes es el switching

En MPLS, se reenvía además por routing IP

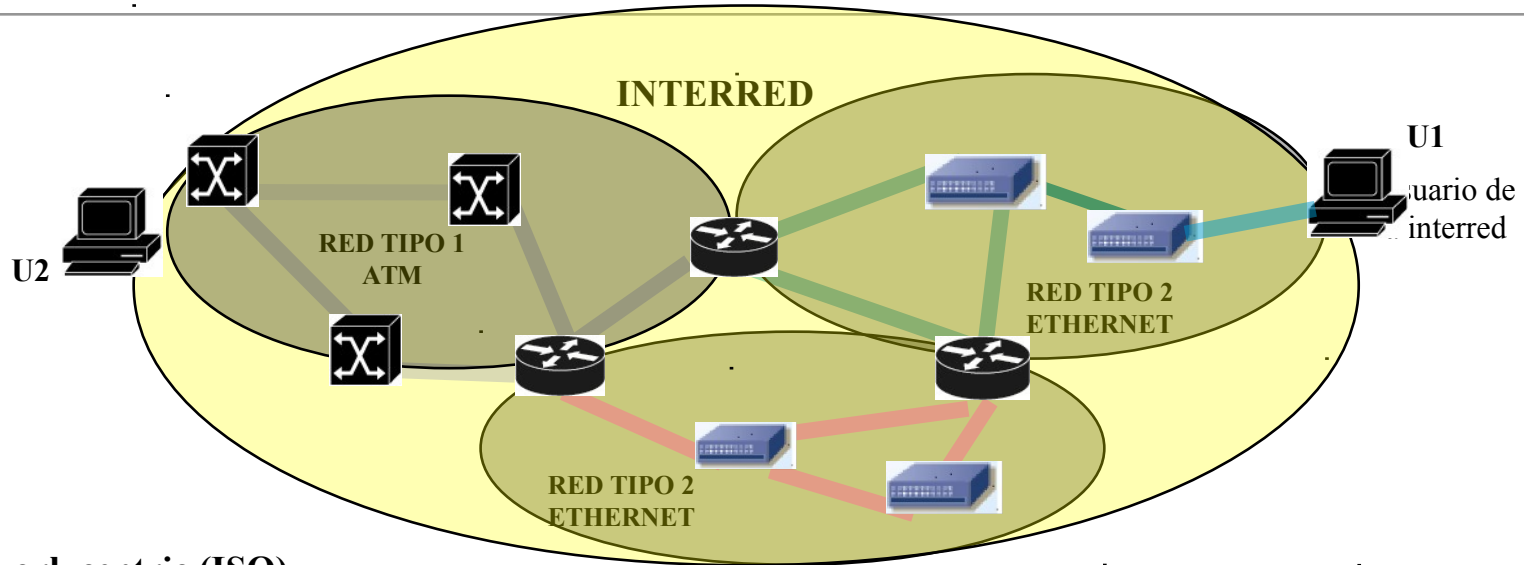
CV soporta un único nivel de labels

MPLS soporta múltiples niveles de labels

Un dominio MPLS (de LER a LER) no necesariamente va de origen a destino

En MLS, los usuarios no se ven involucrados en ningún setup, sólo envían paquetes.

Internetworking

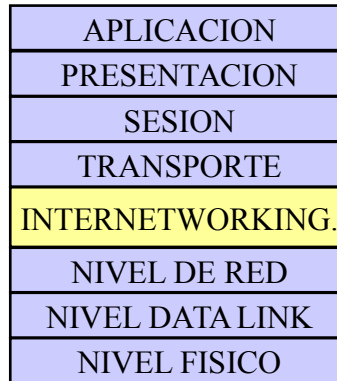


Network centric (ISO)

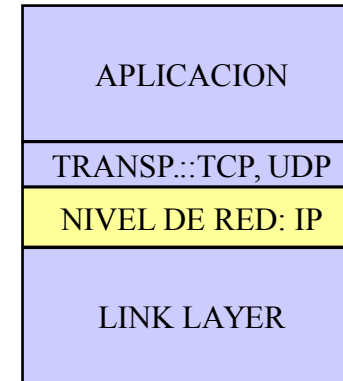
Redes monolíticas y uniformes
Poca relevancia del internetworking

Host centric (TCP/IP)

Redes heterogéneas, de diversas tecnologías
Internetworking es una función fundamental



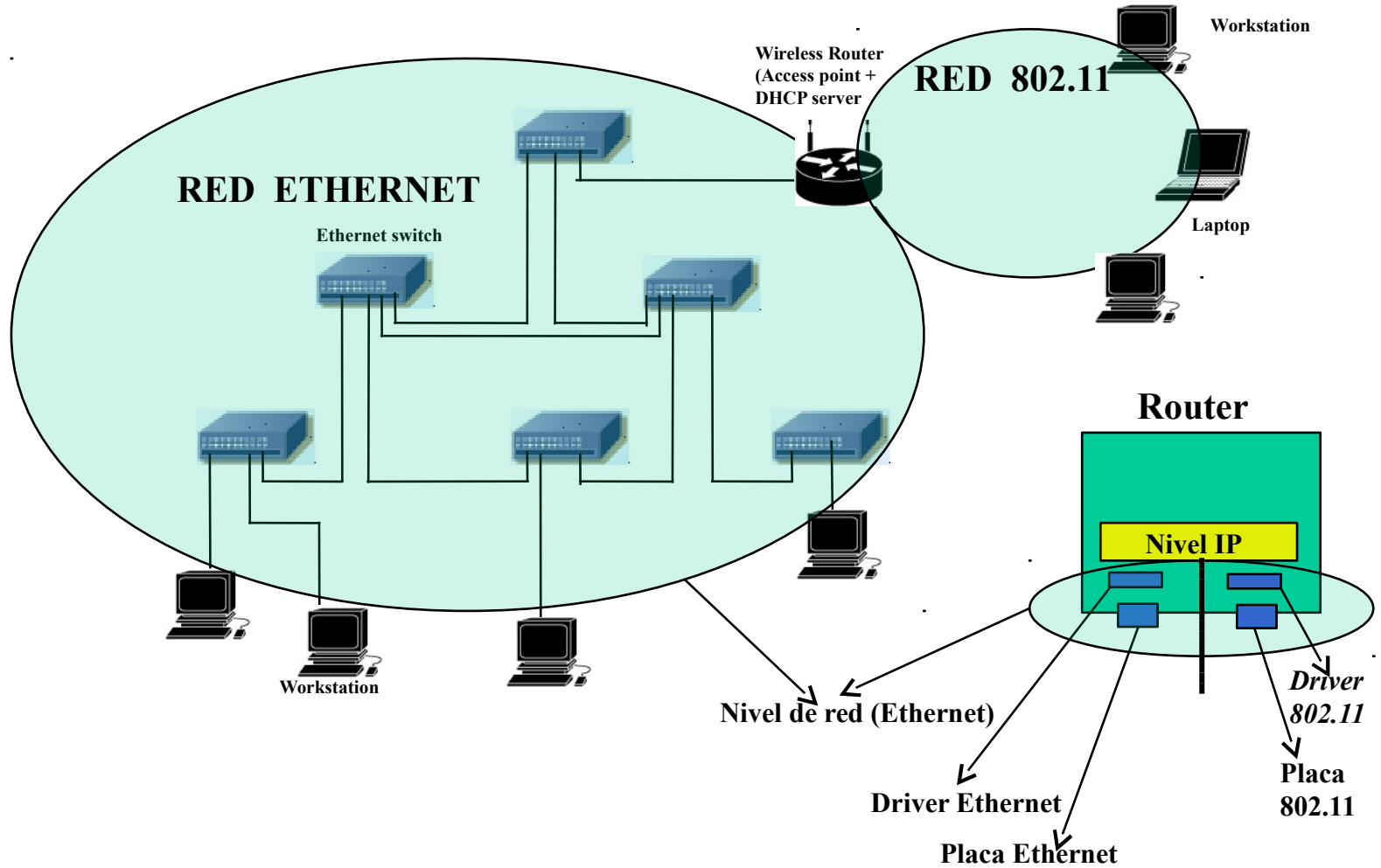
MODELO ISO/OSI



MODELO TCP/IP

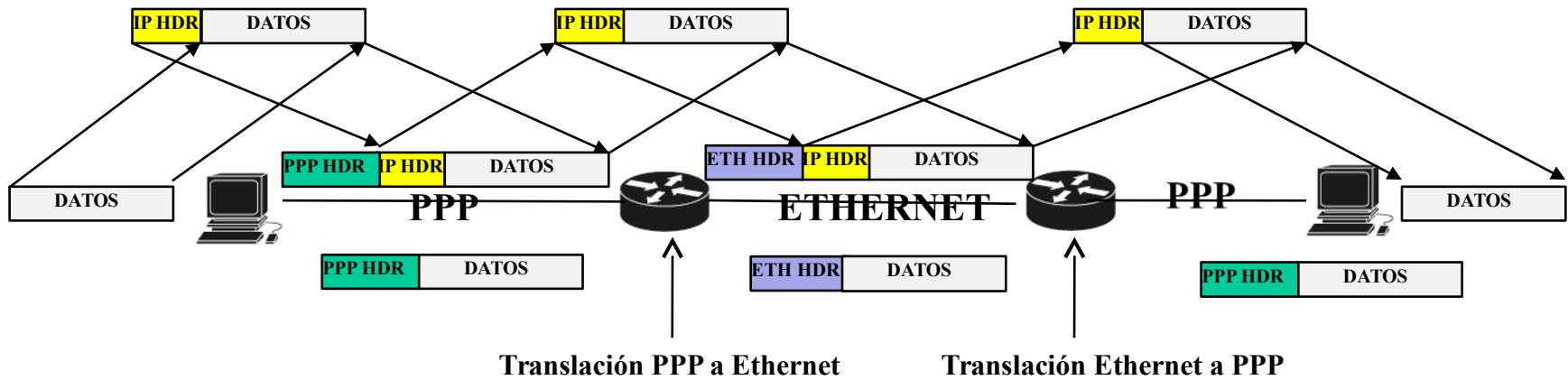
IP OVER
(Ethernet, X.25, ATM, etc)

Ejemplo: interred



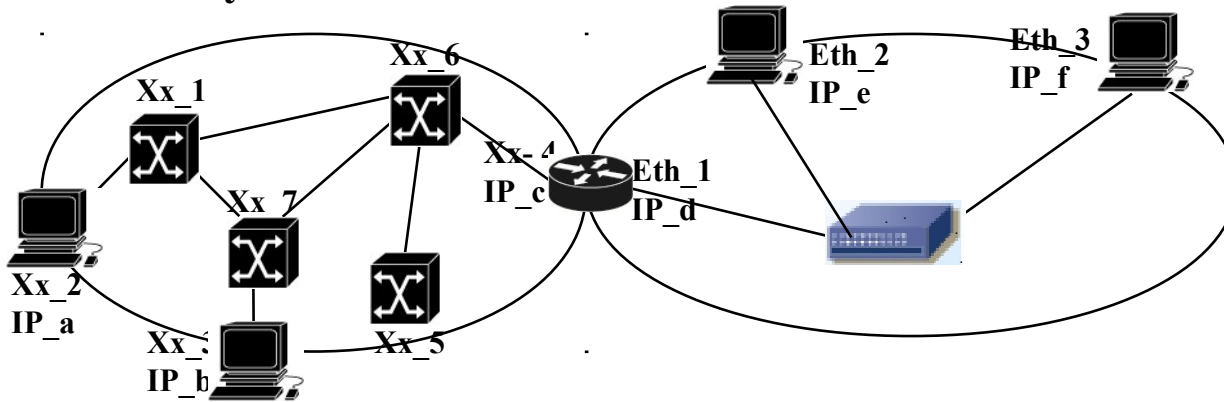
Interconexión de redes

- **Translación**
 - Routers implementan multiples protocolos (p.ej, PPP y Ethernet) (NxN)
- **Overlay**
 - Definición de un nivel común abstracto (p.ej. IP)
 - Los routers implementan conversión de cada nivel de red al nivel superior (N) (IP over..)
 - Las diferencias entre redes se tratan en el nivel abstracto (denominador común de las redes)



Ejemplo de overlay: IP sobre las redes físicas

IP: una red overlay sobre los diferentes niveles de red



Envío de un datagram IP desde **IP_a** hacia **IP_f**. Operación resumida

- 1- Nivel transporte entrega info a IP en nodo A, indicando la dirección IP de destino
- 2- IP en nodo a, consulta su tabla de ruteo, ésta indica que el próximo nodo hacia **IP f** es **IP_c** (**Ruteo a nivel IP**)
- 3- IP en nodo a obtiene la dirección de red del nodo cuya dirección IP es **IP_c**. (**Resolución de direcciones**)
- 4- Nivel IP en nodo a pide al nivel de red que envíe el datagram al nodo **XX 4**.
- 4- Los nodos internos de la red **xx** reenvían el paquete, hasta que este llega a **XX 4** (**Ruteo de la red XX**)
- 5- Nodo **XX:4** (**IP_c**) recibe paquete. Como está destinado a él, lo entrega al nivel IP (en lugar de reenviarlo)
- 6- IP en **IP_c** vé que la dirección IP destino (**IP_f**), no es para él; por lo tanto debe reenviar al paquete
- 7- Consulta su tabla de ruteo, y el siguiente nodo a **IP_f** es el propio **IP_f** (**Ruteo IP**)
- 8- Obtiene la dirección Ethernet del nodo IP cuya dirección IP es **IP_f** (**Resolucion de direcciones**)
- 9- Pide al nivel Ethernet (red) que envíe el paquete a la dirección Ethernet **Eth_3**
- 10- El nodo **Eth_3** recibe el frame Ethernet, y como la dirección destino es ese nodo, lo pasa al nivel IP
- 11- El nivel IP entrega el paquete al nivel transporte

Internetworking:Diferencias entre subredes

- **Tipo de servicio ofrecido (orientado o no a conexión)**
- **Direccionamiento**
 - **Diferentes longitudes y espacios de direcciones**
 - **Direcciones grupales (multicast, broadcast, anycast)**
- **Longitud máxima y mínima de paquetes (fragmentación)**
- **Calidad de servicio**
- **Confiabilidad**
- **Seguridad**
- **Accounting**
- **Orden de entrega y pérdida o duplicación de paquetes**
- **Ruteo**