

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS  
*Área de Ingeniería Telemática*

# Interconexión de redes

Area de Ingeniería Telemática  
<http://www.tlm.unavarra.es>

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

# Dentro de la red

- Hasta ahora hemos hablado de comunicación dentro de una red
- Una Ethernet, WiFi, ATM...
- ¿Cómo es la comunicación “entre” redes?



upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS  
*Área de Ingeniería Telemática*

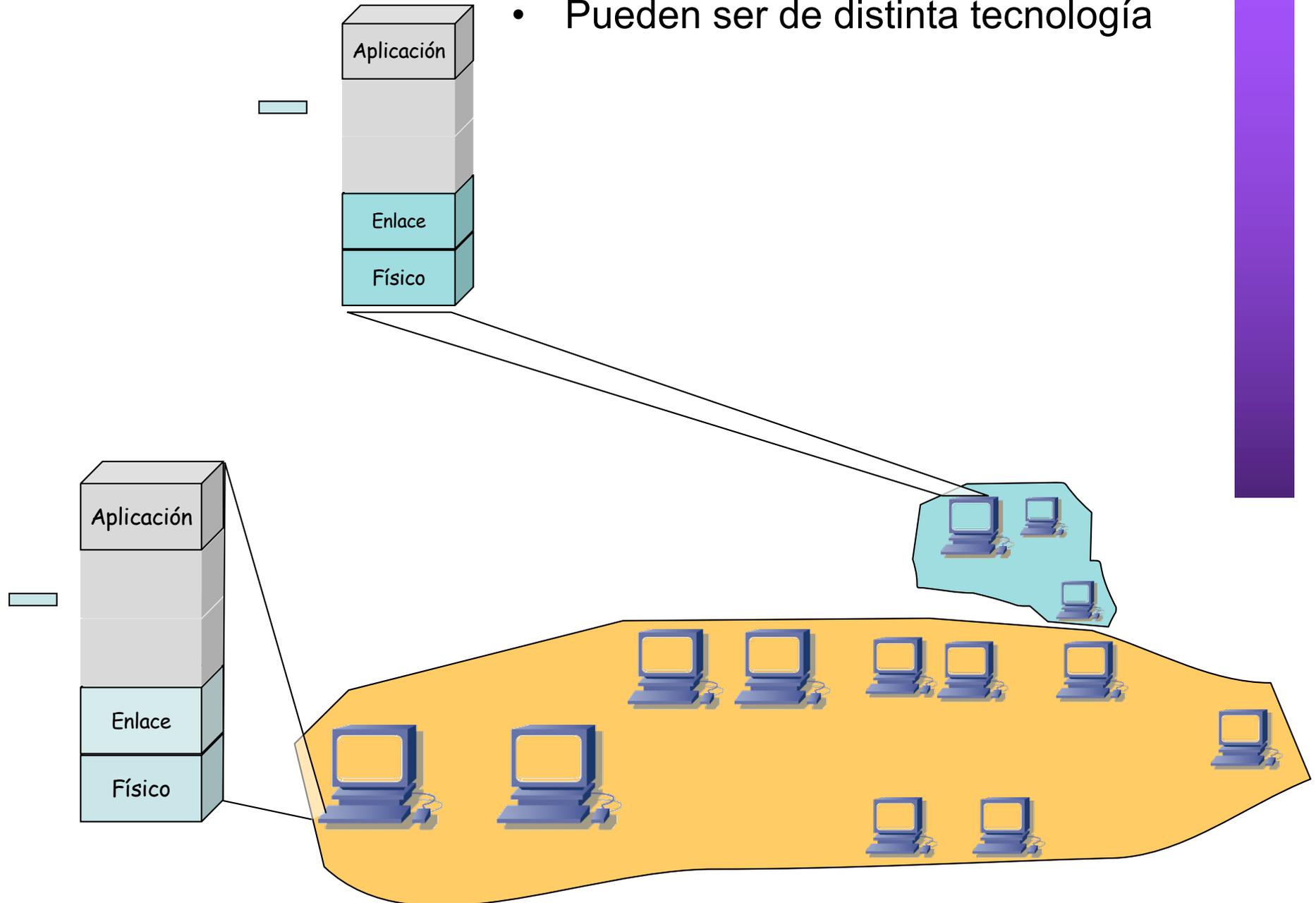


# Internetworking: Problema



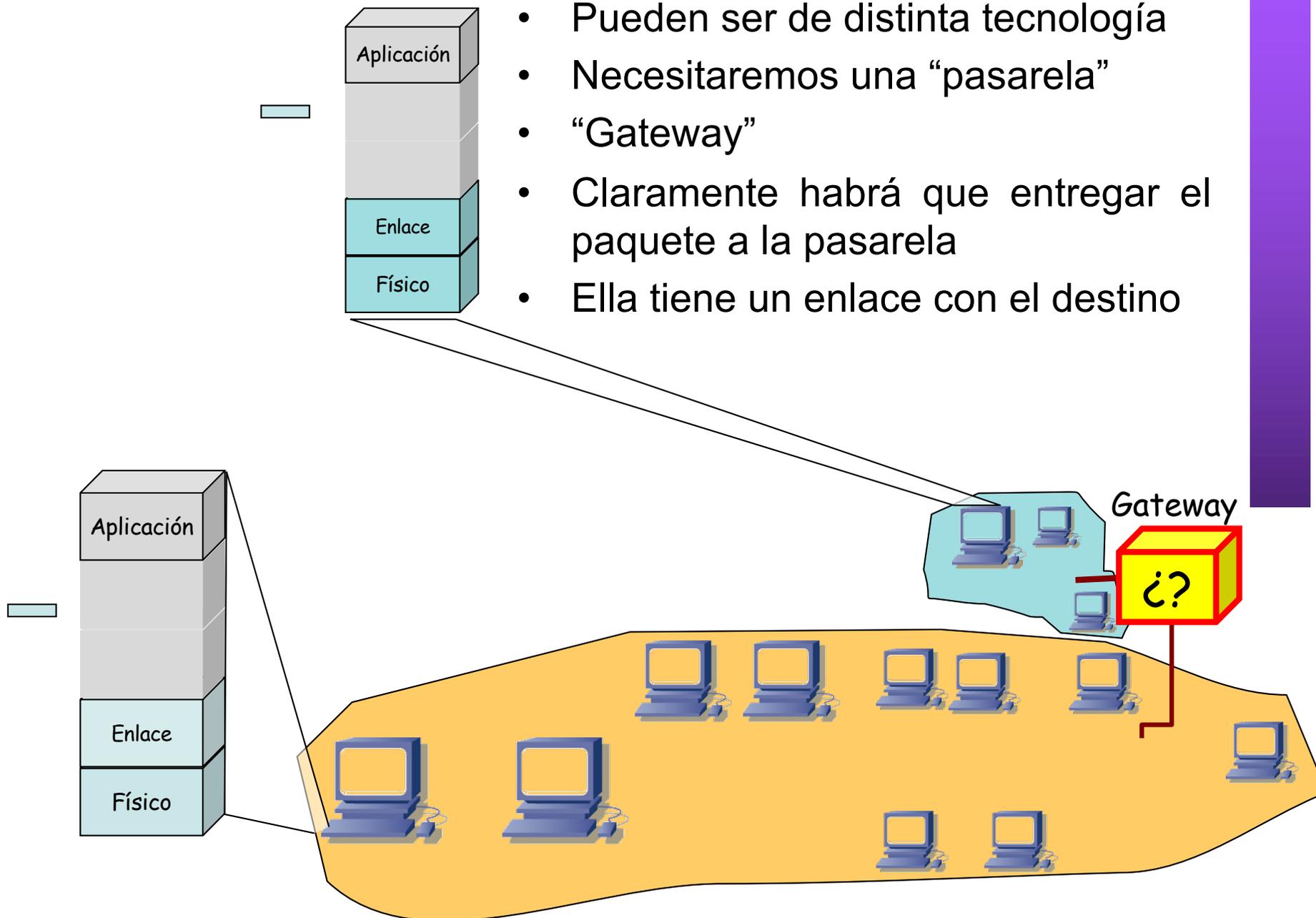
# Redes diferentes

- Pueden ser de distinta tecnología



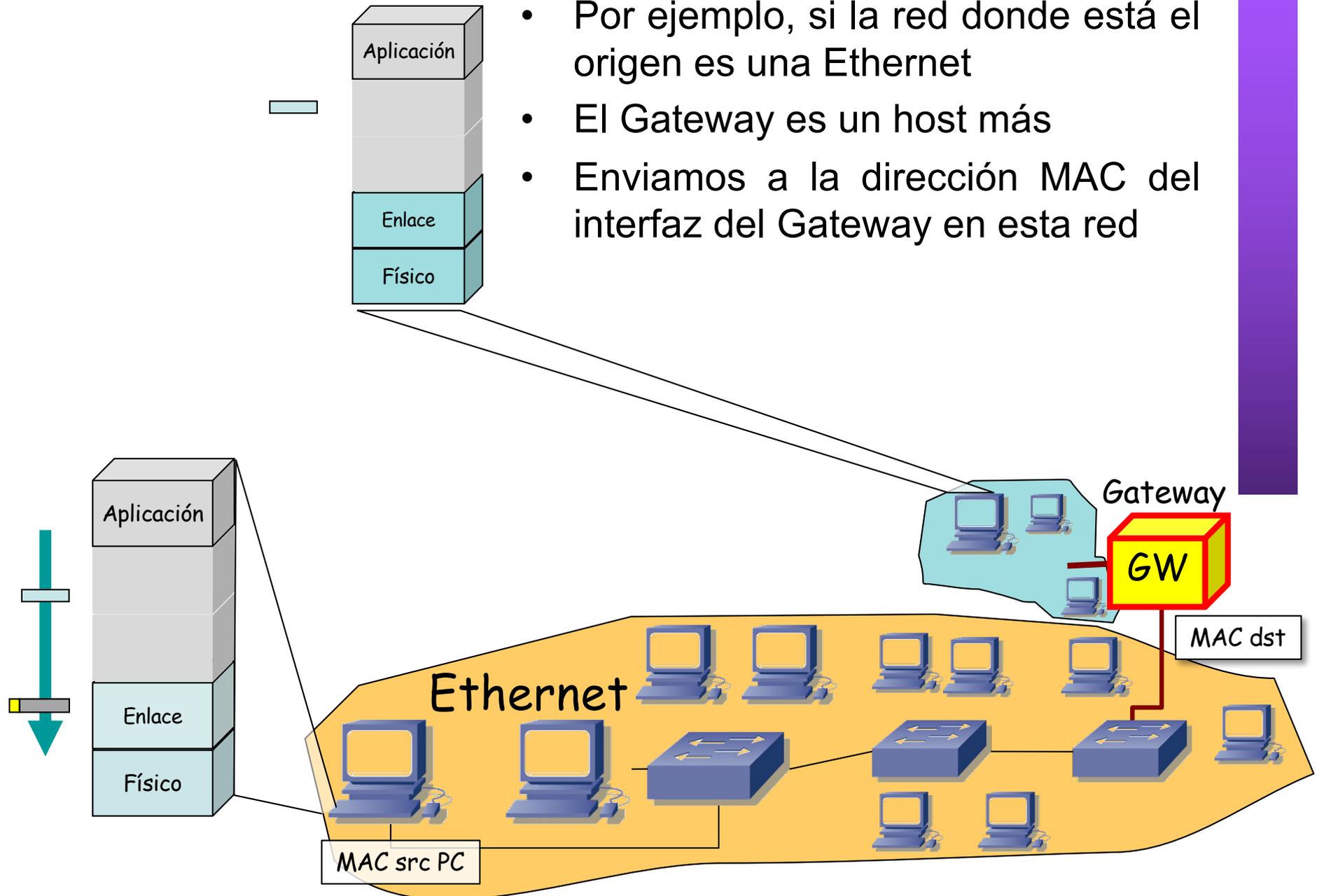
# Redes diferentes

- Pueden ser de distinta tecnología
- Necesitaremos una “pasarela”
- “Gateway”
- Claramente habrá que entregar el paquete a la pasarela
- Ella tiene un enlace con el destino



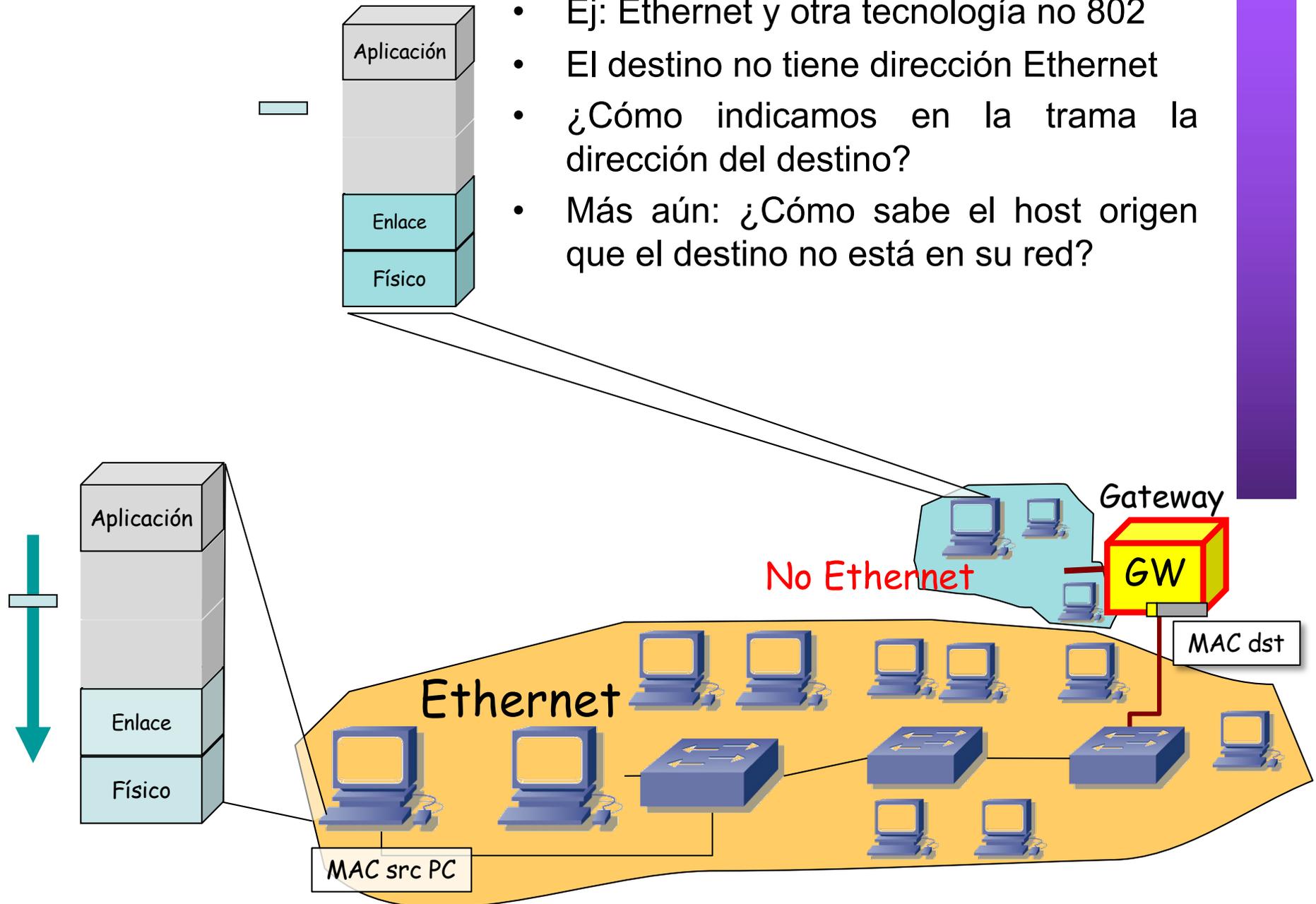
# Redes diferentes

- Por ejemplo, si la red donde está el origen es una Ethernet
- El Gateway es un host más
- Enviamos a la dirección MAC del interfaz del Gateway en esta red



# Redes diferentes

- Ej: Ethernet y otra tecnología no 802
- El destino no tiene dirección Ethernet
- ¿Cómo indicamos en la trama la dirección del destino?
- Más aún: ¿Cómo sabe el host origen que el destino no está en su red?



upna

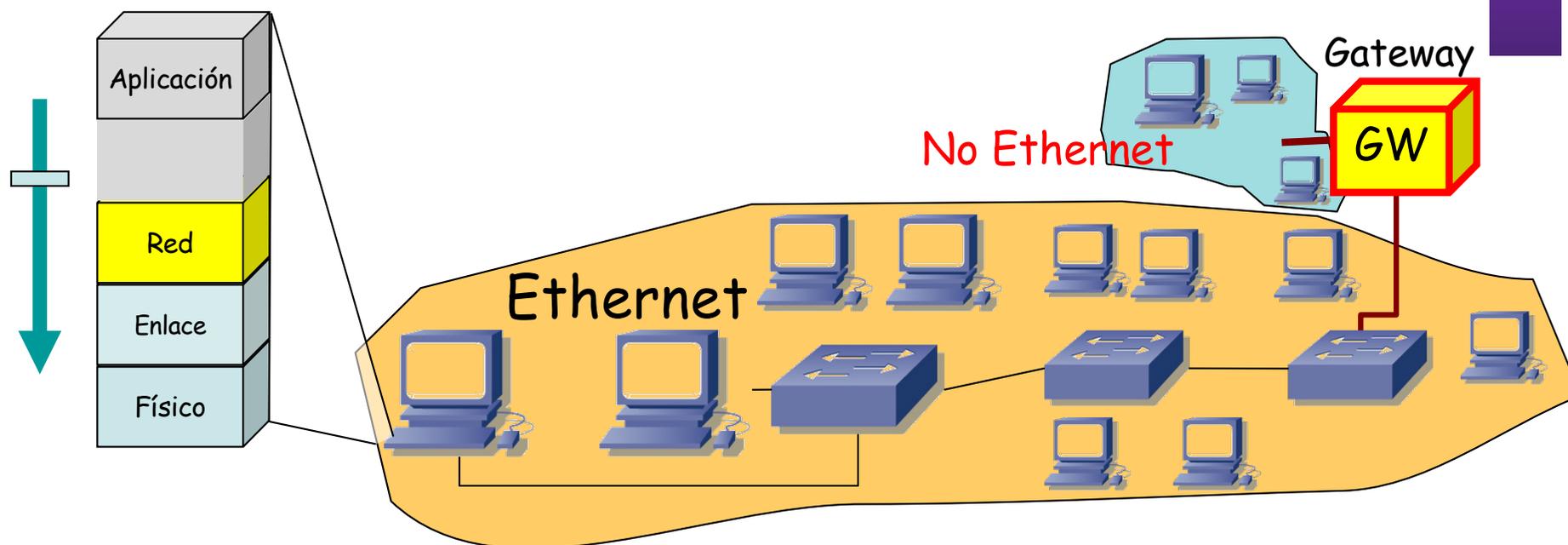
Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS**  
*Área de Ingeniería Telemática*

# Internetworking: Capa 3

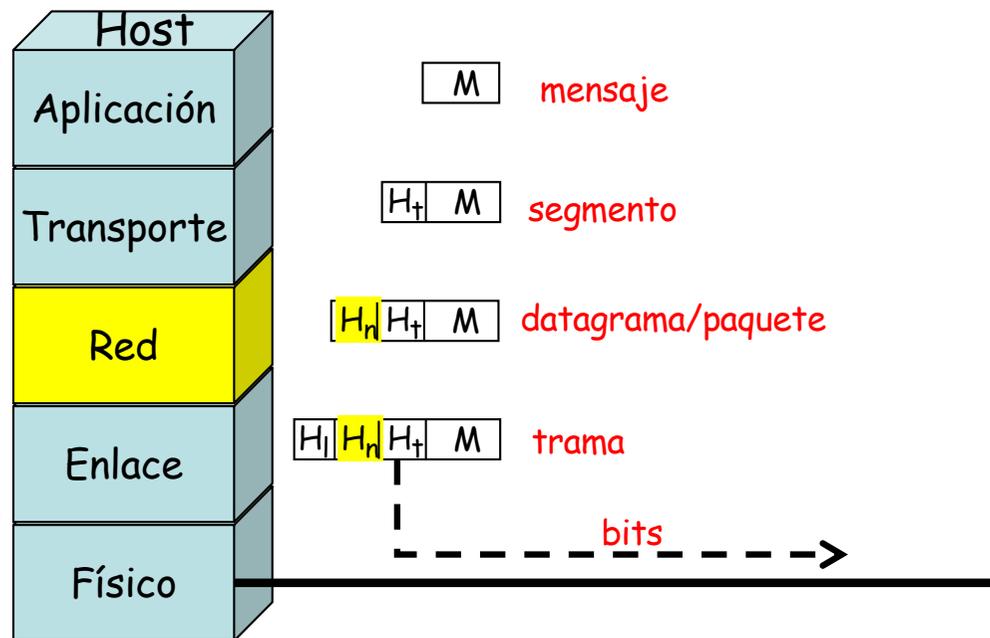
# Capa 3

- Aquí es donde entra en juego el nivel de red
- Dentro de la red no lo necesitamos
- En ella todos los hosts están en el mismo dominio de nivel de enlace
- Nivel de red nos va a permitir la interconexión de redes
- Por ejemplo, nos va a permitir “direccionar” a los terminales independientemente de su tecnología (Ethernet u otra)



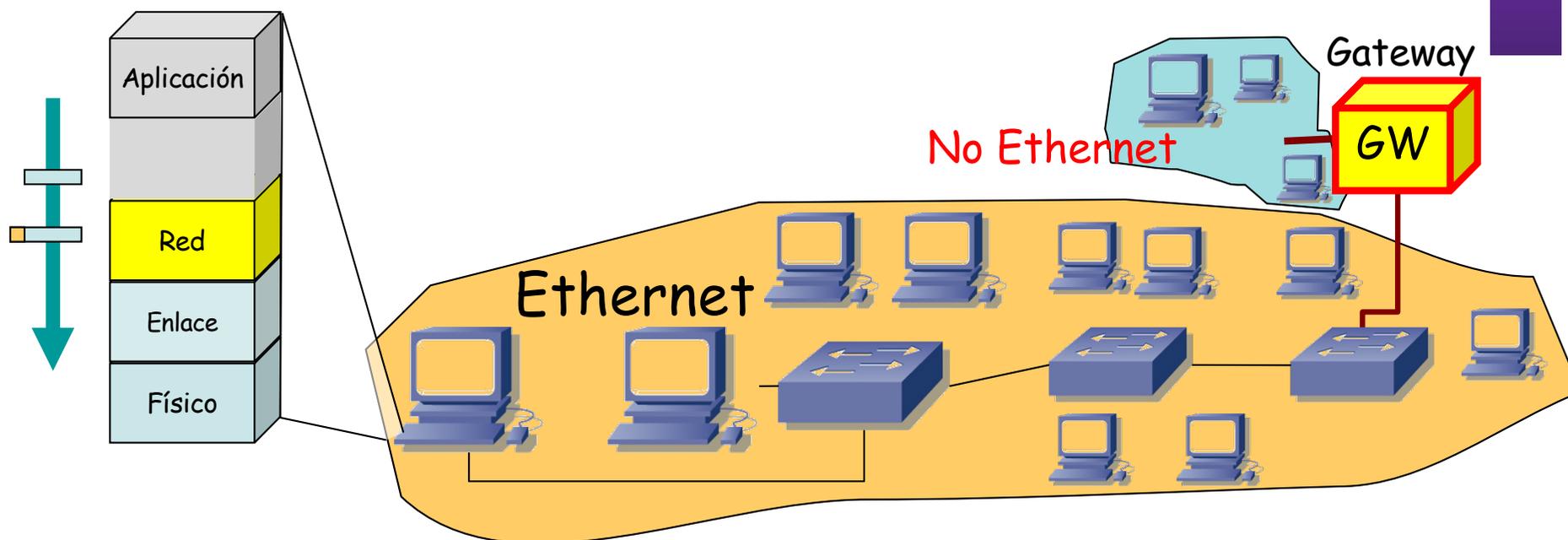
# Direccionamiento en capa 3

- El protocolo de capa 3 introduce su propia cabecera
- Una funcionalidad que dará es un direccionamiento para los interfaces de red
- En la cabecera habrá dirección origen y destino
- Otro campo habitual será para indicar de qué tipo (protocolo) son los datos
- El direccionamiento no es “físico” (asignado al interfaz físico) sino “lógico” (enteramente en software)



# Encaminamiento

- Seguimos suponiendo que el origen tiene una forma de decidir el camino hasta el destino
- Es capaz de decidir que se lo tiene que entregar a la pasarela
- Y tiene alguna forma de localizarla
- En el caso de Ethernet necesita averiguar (o que le demos) la dirección MAC de la pasarela
- Cada protocolo de nivel de red puede resolver estos problemas de distinta forma



upna

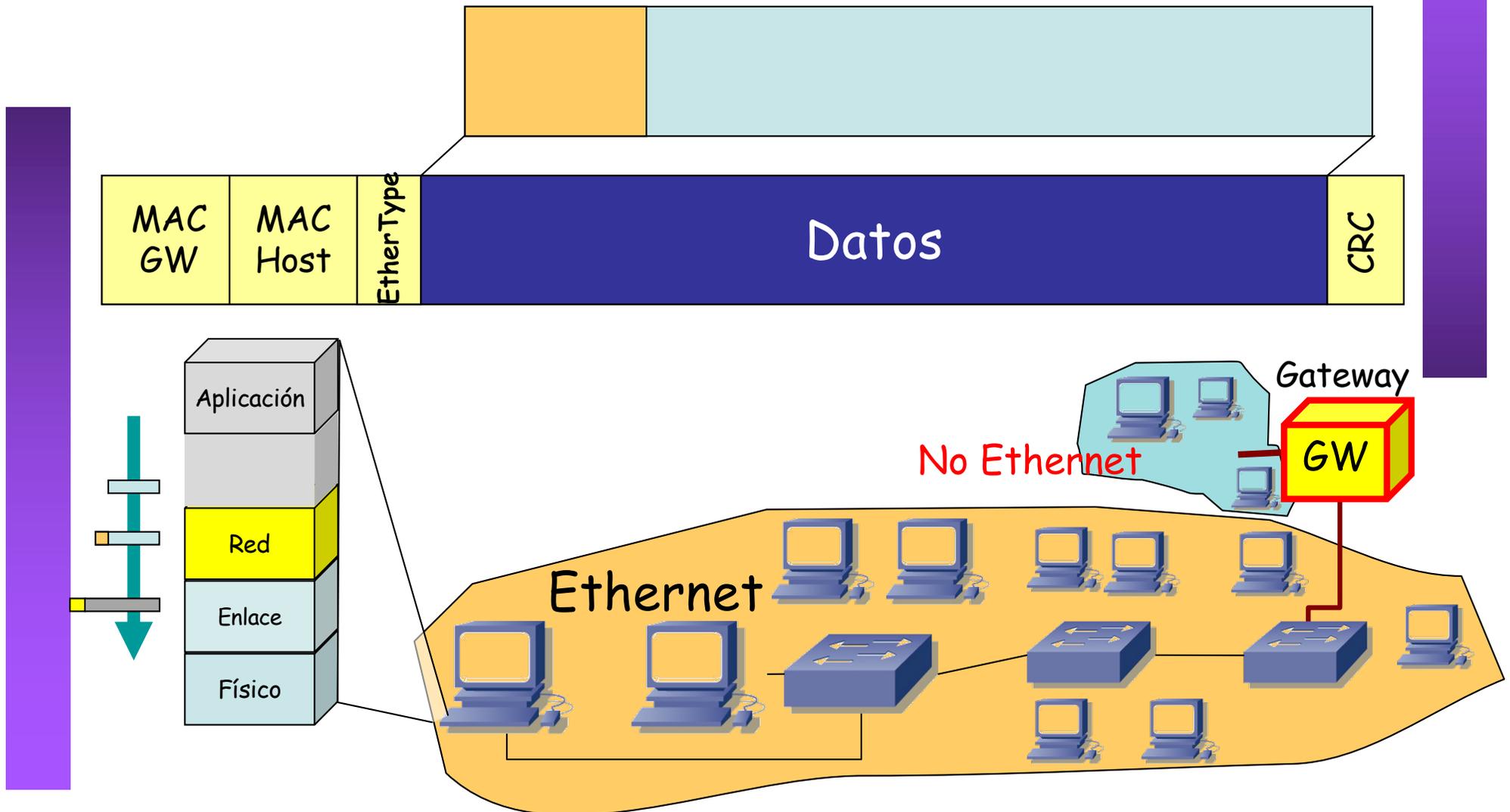
Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS**  
*Área de Ingeniería Telemática*

# Internetworking: Forwarding

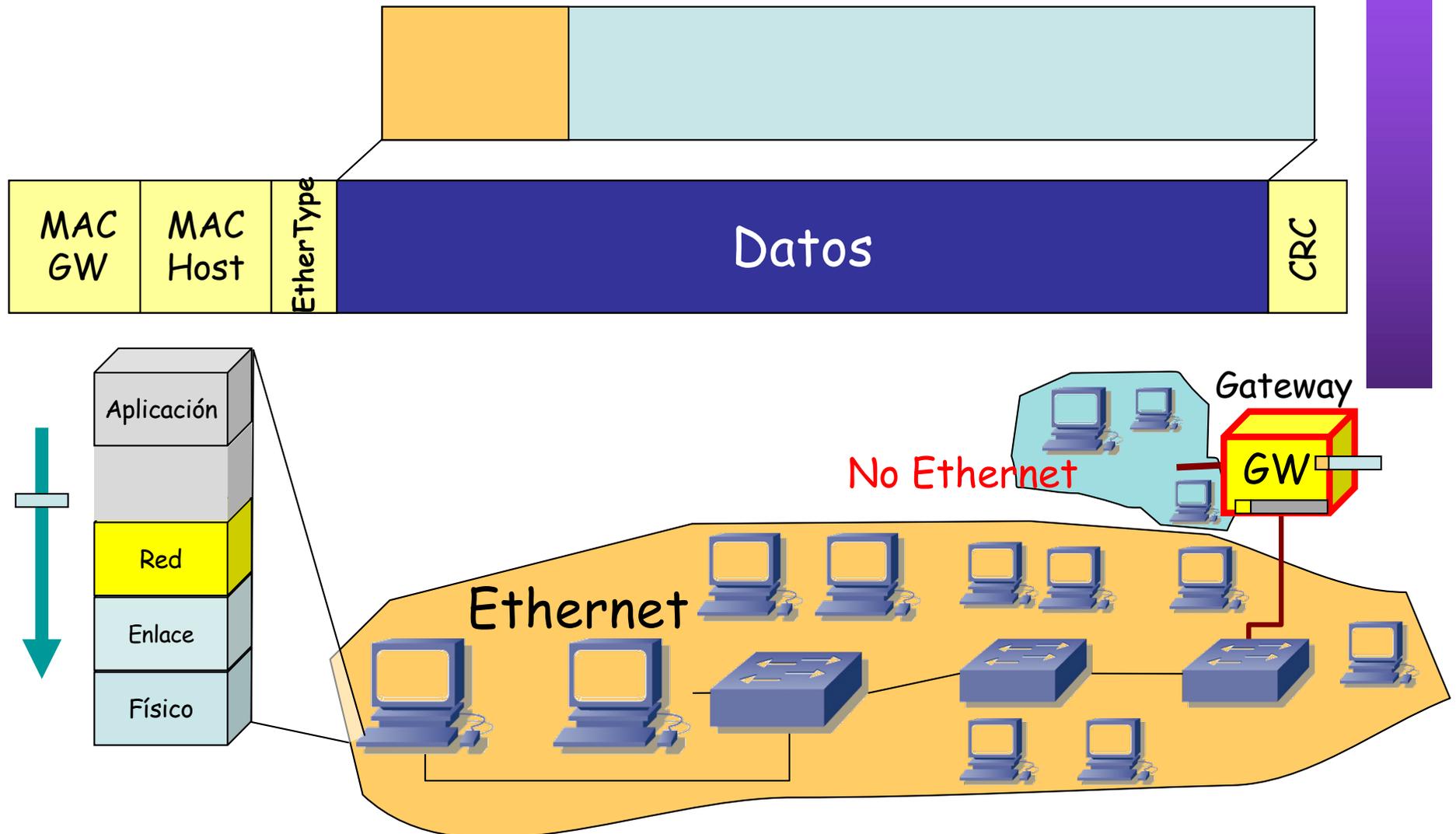
# De host a gateway

- Trama Ethernet dirigida a la dirección MAC del interfaz del gateway en la misma red



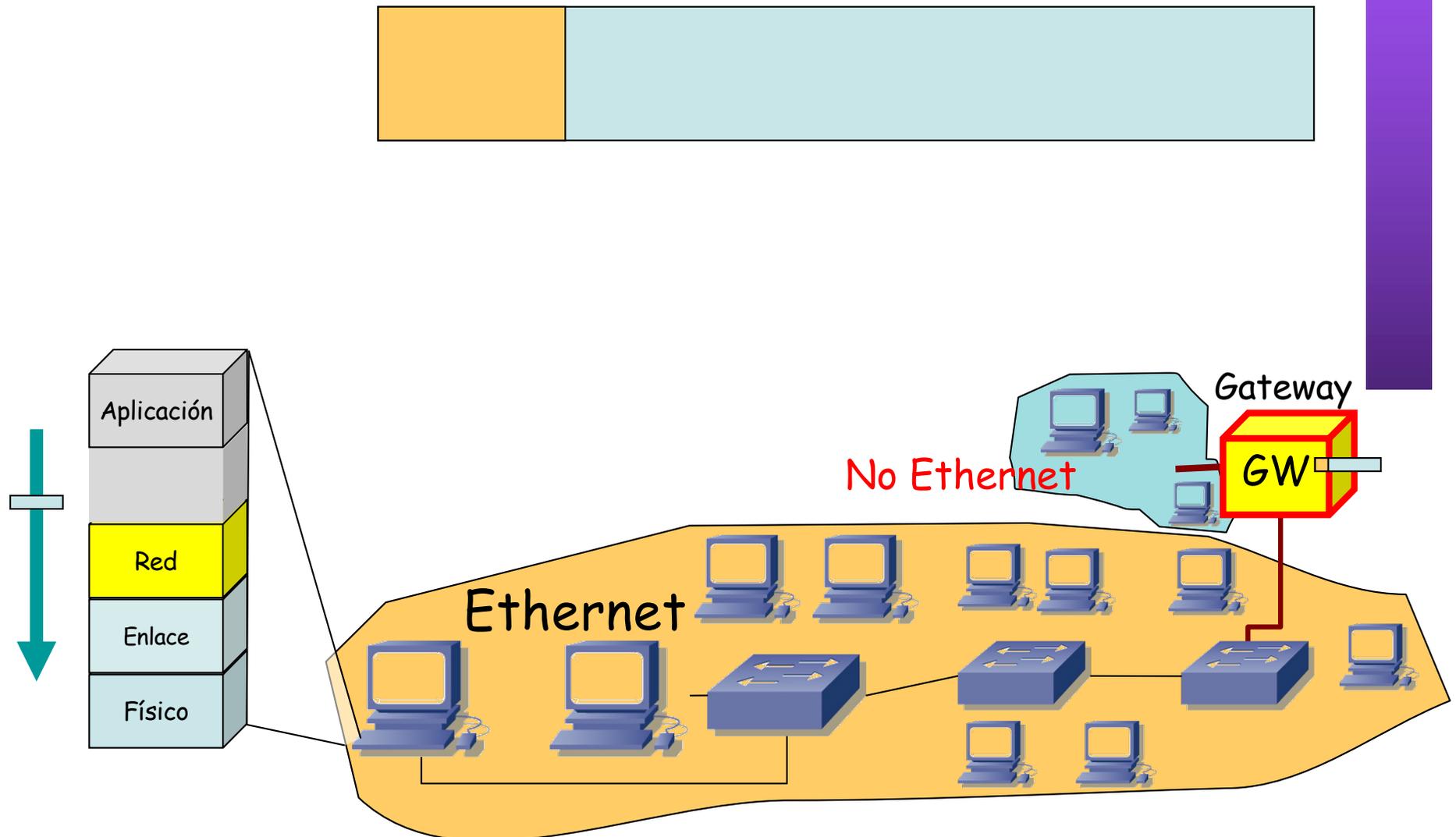
# Desencapsulación

- Fin de la vida de la trama Ethernet, ha llegado a su destino
- El gateway se queda con los datos: La PDU de capa 3



# Forwarding

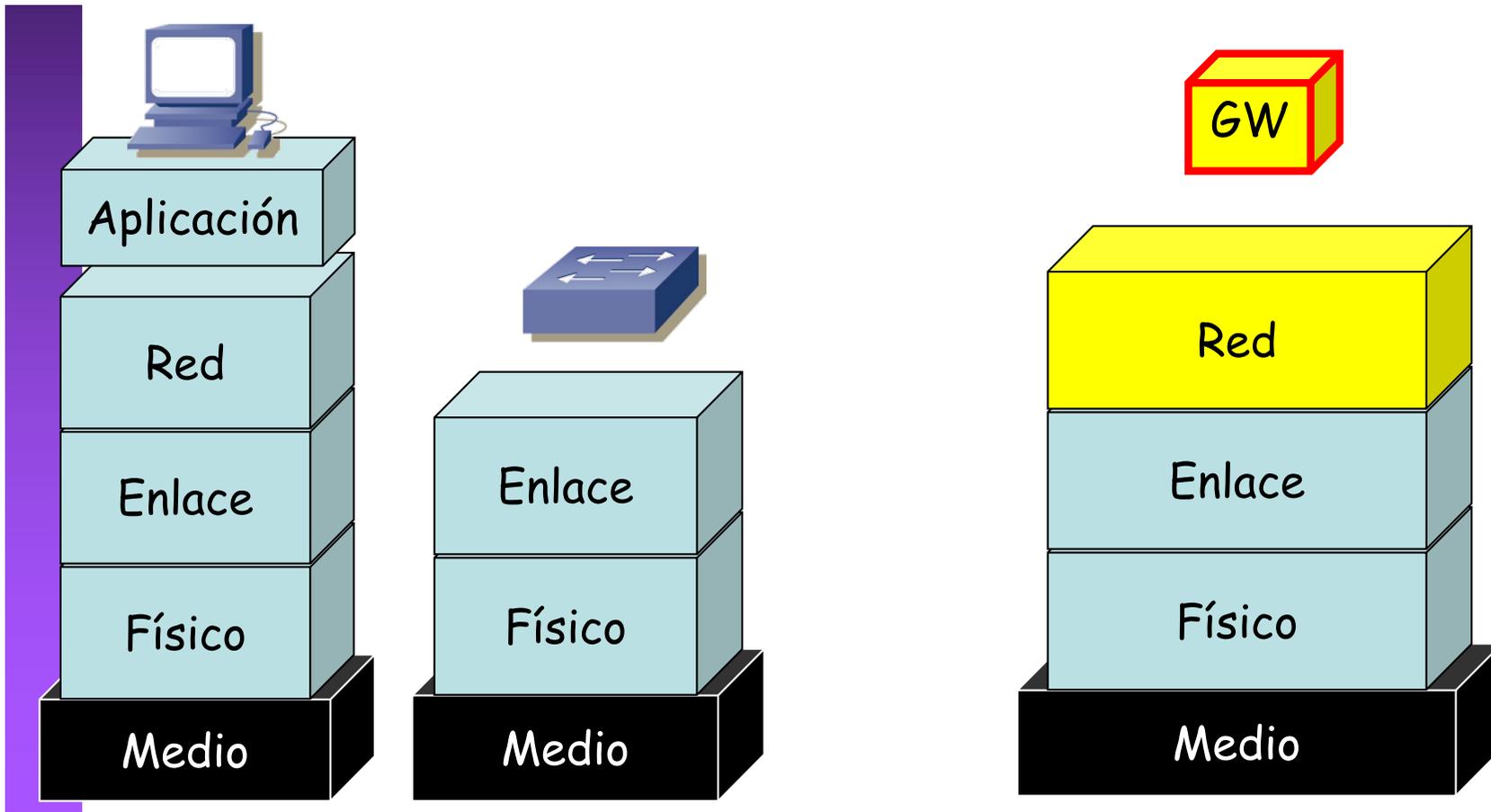
- Este gateway es quien entiende la PDU de ese protocolo de capa 3 y toma decisiones en función de la cabecera



# Switch Layer 2 vs Layer 3

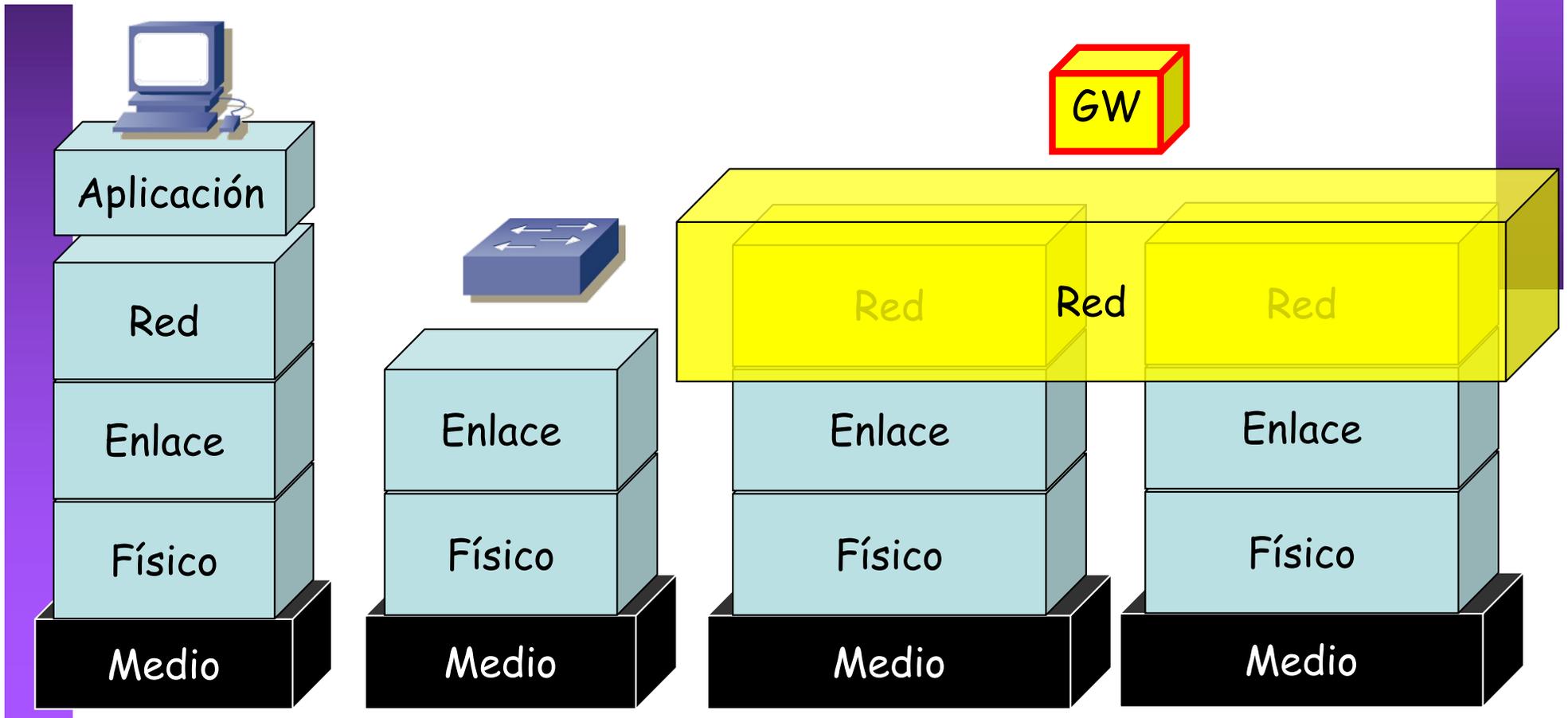
# Diferentes equipos

- Un conmutador capa 2 solo entiende los protocolos hasta capa 2, el resto son datos opacos
- La pasarela es un conmutador capa 3
- La pasarela implementa la pila de protocolos hasta la capa 3 y toma decisiones de reenvío en función de ella



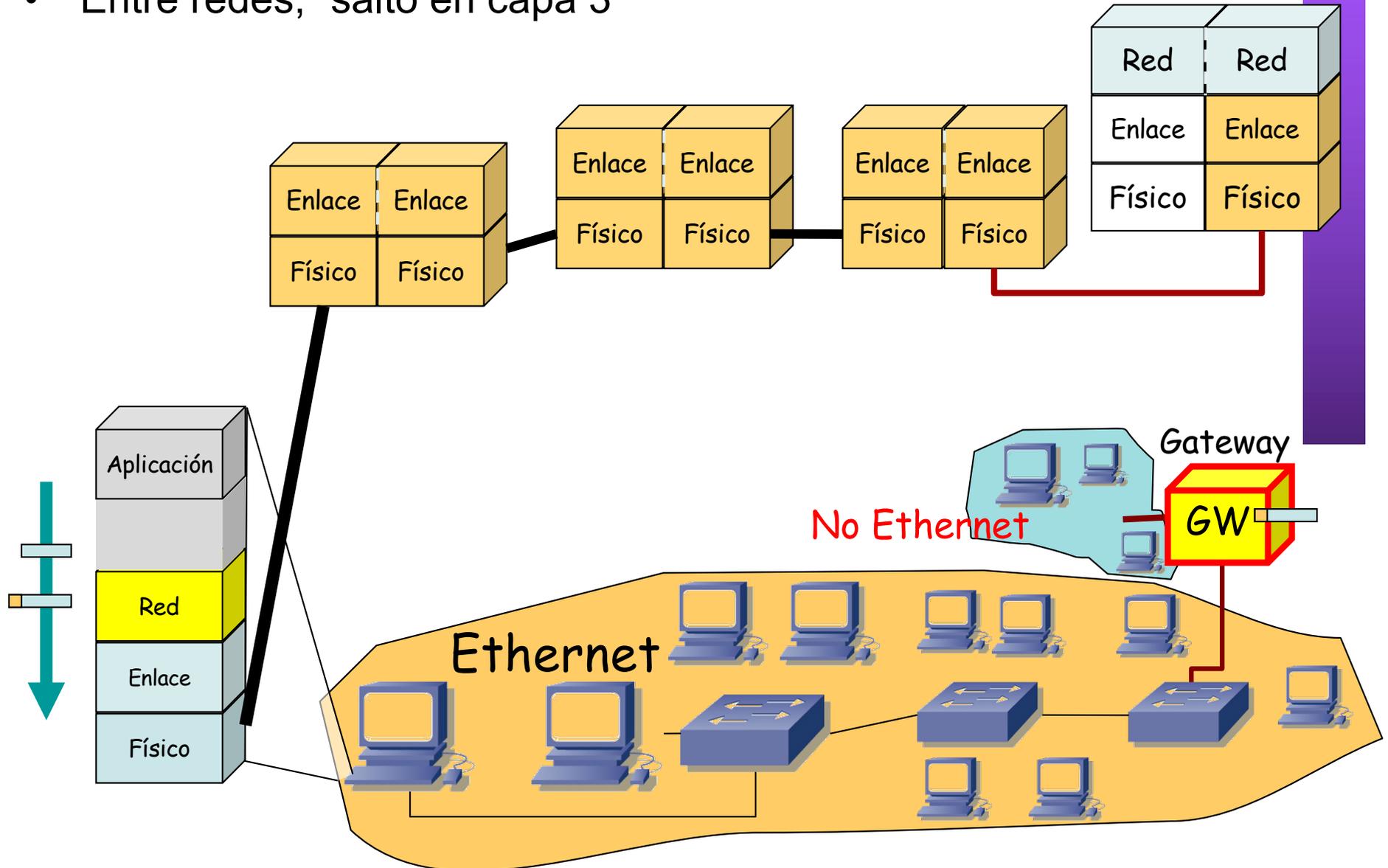
# Diferentes equipos

- En realidad, la pasarela tiene más de un interfaz
- Niveles físico y de enlace independientes
- Lo más frecuente es que cada interfaz sea también independiente en capa 3 (diferente dirección)



# Tipos de “saltos”

- Dentro de la sub(red) “saltos en capa 2”
- Entre redes, “salto en capa 3”



upna

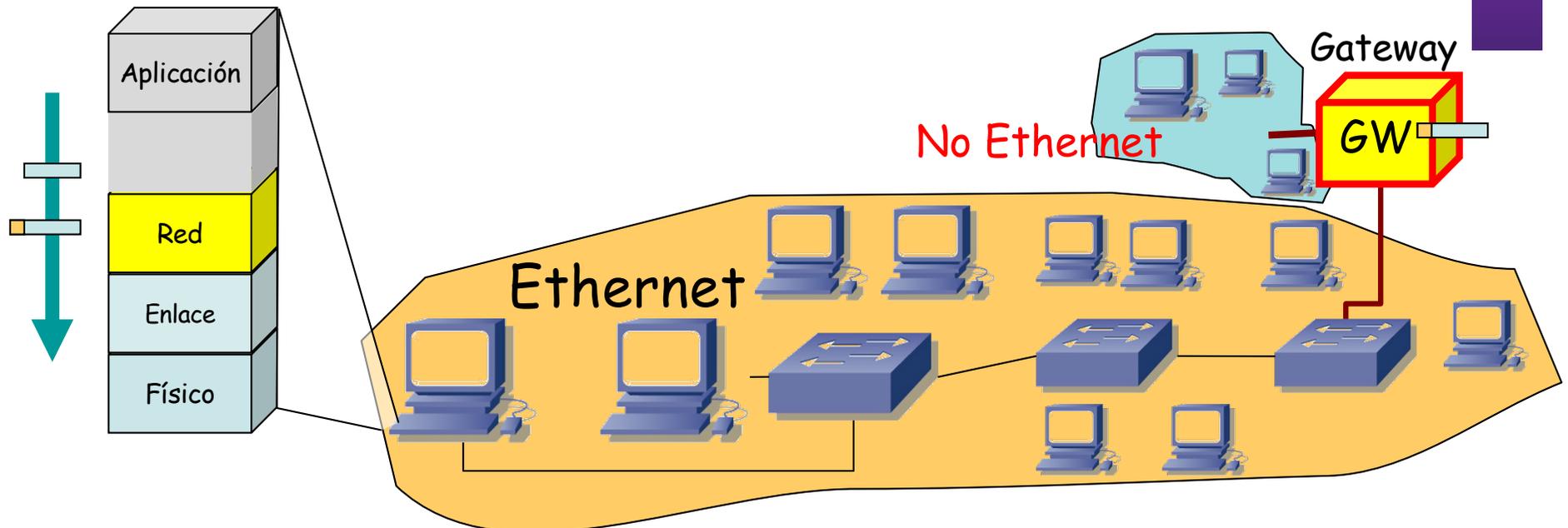
Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS**  
*Área de Ingeniería Telemática*

# Internetworking: Desde GW

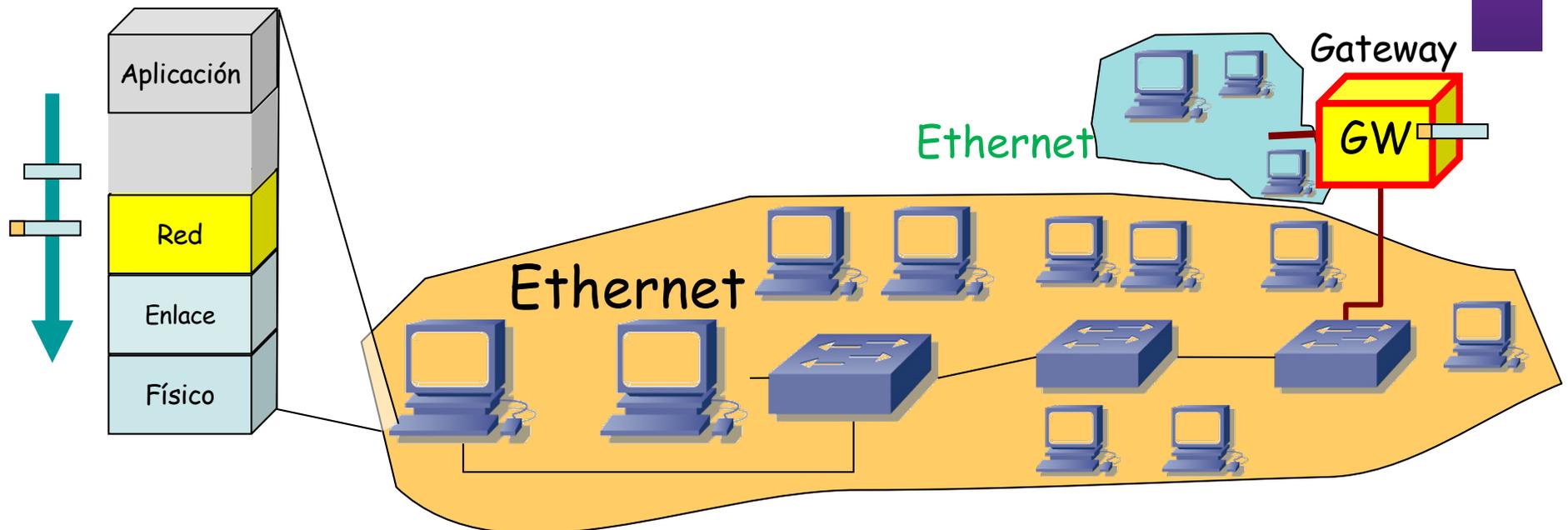
# Llegando al destino

- Si el destino está en una red en la que tiene interfaz el gateway está casi resuelto el problema
- Tiene que:
  1. Darse cuenta de que el destino está ahí
  2. Enviarle el paquete. Por ejemplo, si es una Ethernet necesita calcular la dirección MAC del destino
- ¿ El otro salto una Ethernet ? ¿ No hemos dicho que el problema era porque podía no serlo ?



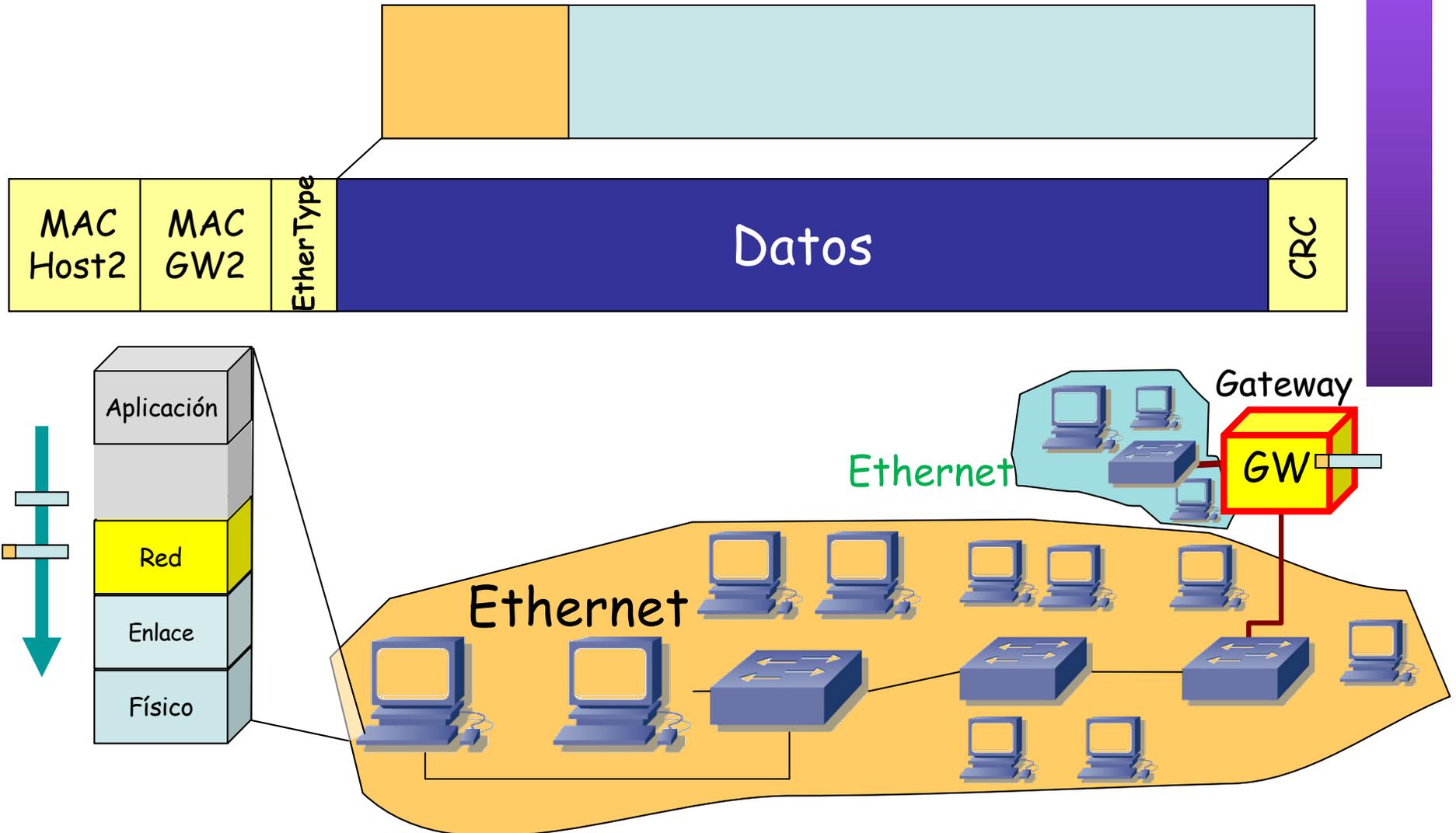
# ¿Siguiente salto Ethernet?

- Que “pueda no ser Ethernet” no quiere decir que “tenga que serlo”
- La solución debe soportar ambos escenarios
- Entonces el gateway debe calcular la dirección MAC del host destino y enviarle una trama que contenga el paquete IP



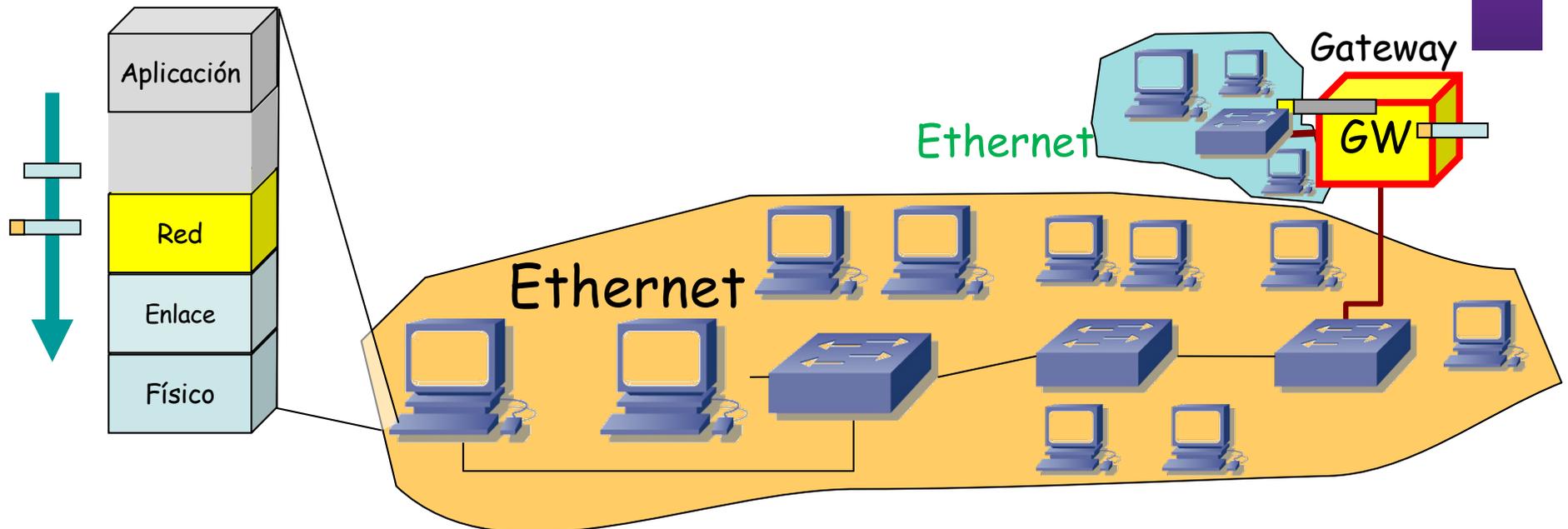
# Siguiente salto Ethernet

- Es decir, el gateway tiene el paquete IP
- Y para enviarlo lo introduce en una trama Ethernet (si es Ethernet, claro)



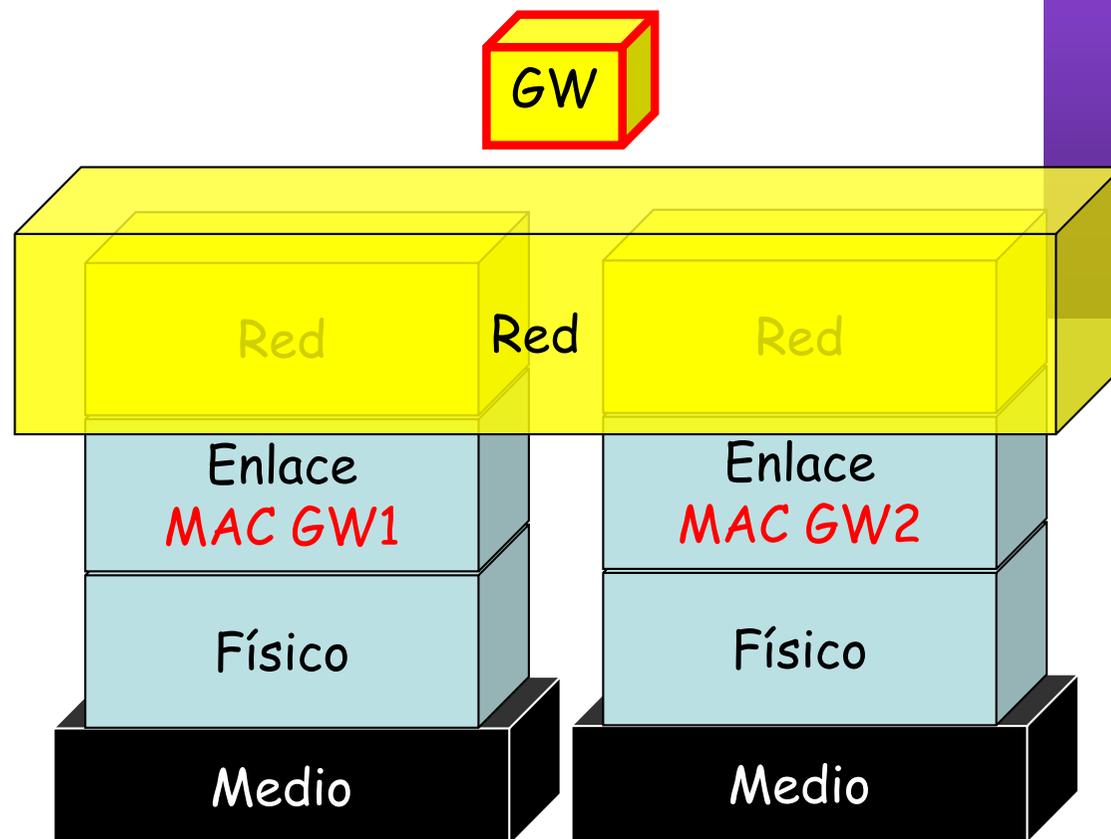
# Siguiente salto Ethernet

- Esta trama la está enviando por otro interfaz
- La dirección MAC origen es la de ese segundo interfaz del GW
- La dirección MAC destino la del interfaz del host destino

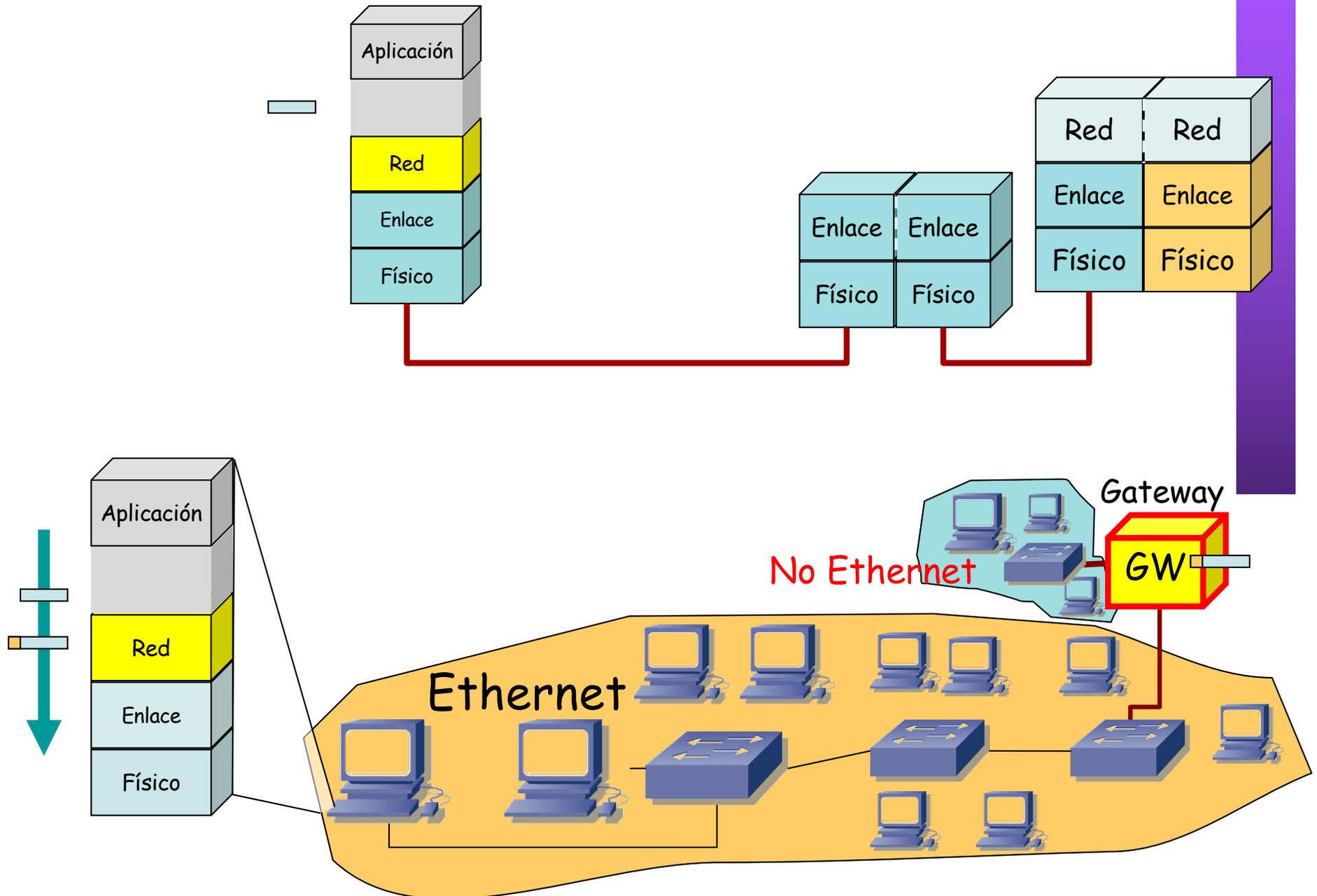


# Múltiples interfaces

- Cada interfaz (por ejemplo Ethernet) es una NIC diferente
- Si corresponde (según tecnología) tendrá su dirección propia

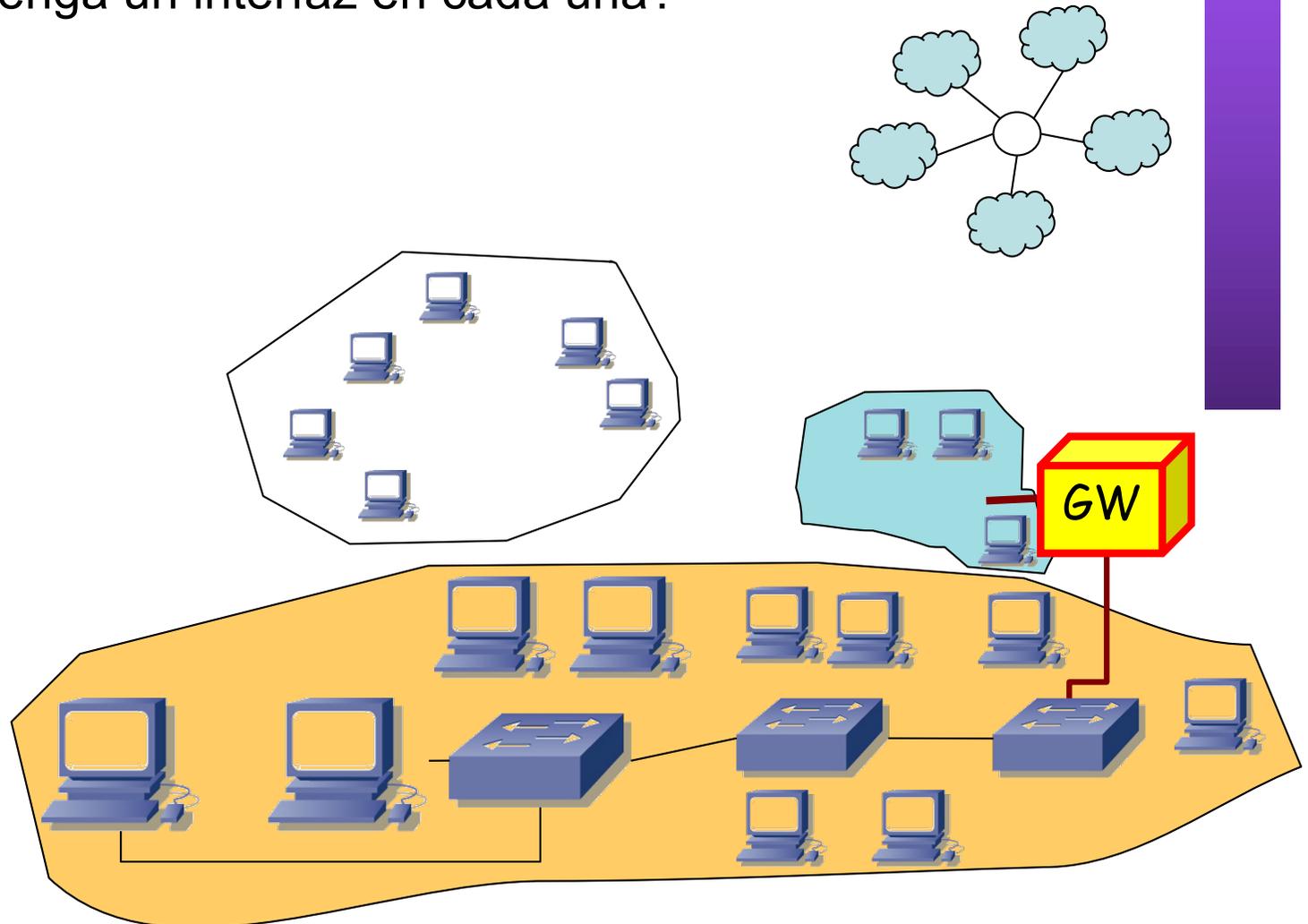
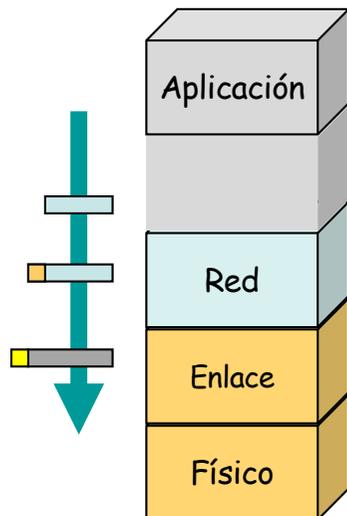


# Llegando al destino



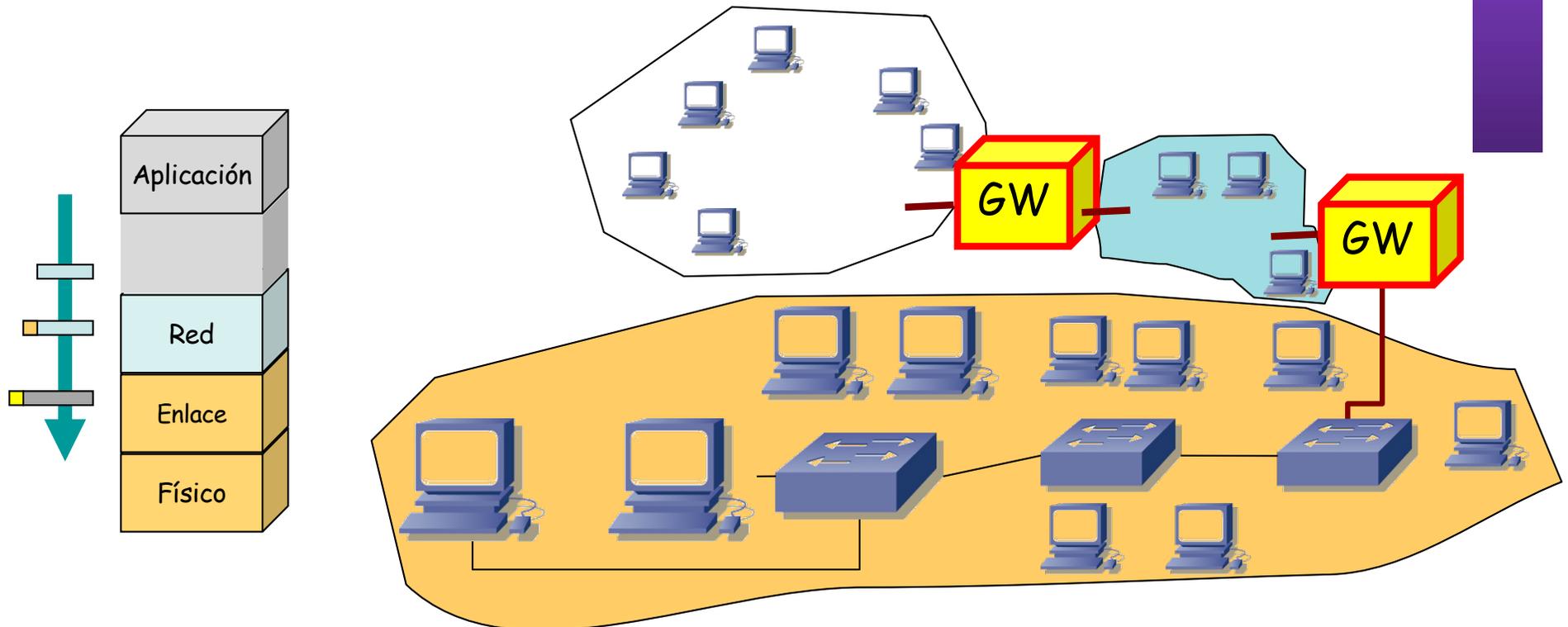
# Más lejos

- ¿Y si el gateway no tiene un interfaz en la red en la que está el destino?
- ¿Queremos tener todas las redes interconectadas por un equipo que tenga un interfaz en cada una?



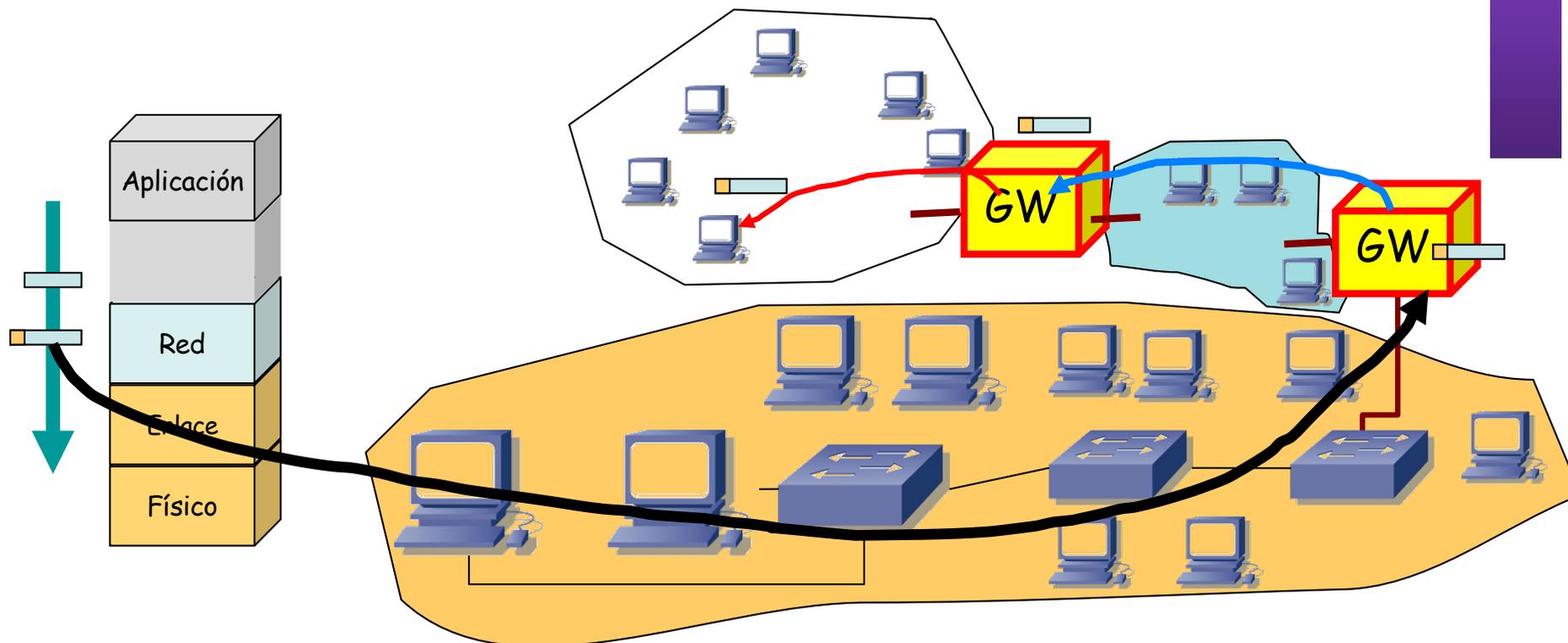
# Más lejos

- Lo que tenemos es muchas pasarelas interconectando redes
- Las pasarelas pueden tener más de 2 interfaces, pero no uno por cada red existente
- Lo que sí necesitan es saber a qué otro gw entregarle los paquetes que van a cada destino



# Más lejos

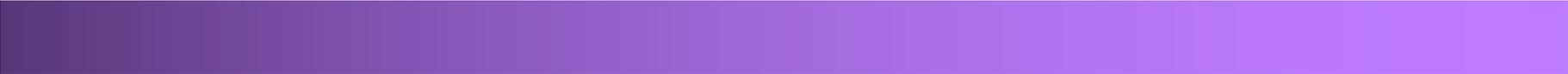
- En este caso vemos que hay que pasar por dos pasarelas (lo vemos nosotros, pero ¿ellas cómo?)
- En cada red serán las capas inferiores (1+2) las que resuelvan el salto host-gw o gw-gw o gw-host
- Los gw toman decisiones con la PDU de capa 3, que es lo que llega al destino final
- En casa salto las capas 1+2 pueden ser distintas



upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS**  
*Área de Ingeniería Telemática*

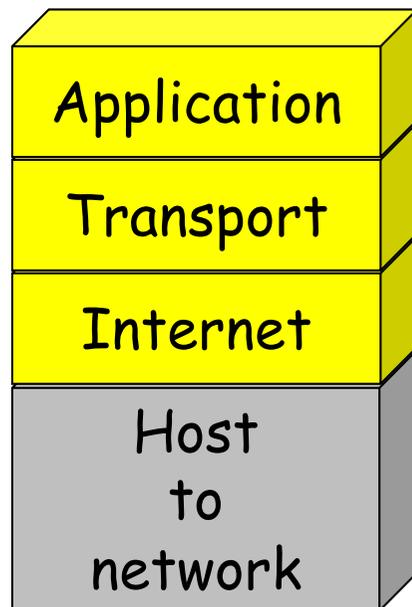


# IPv4



# Internet

- Esto es Internet y a esos gateways hoy en día los llamamos “routers”
- Simplemente el protocolo de capa 3 es el “Internet Protocol” (normalmente su versión 4)
- Si el protocolo de capa 3 fuera otro sería otra interconexión de redes, no “la Internet”
- También hay que entender que podemos crear “una internet” independiente de “LA Internet”
- Y siempre recordando que es independiente de lo que haya por debajo de esta capa 3



# IPv4: Direcciones

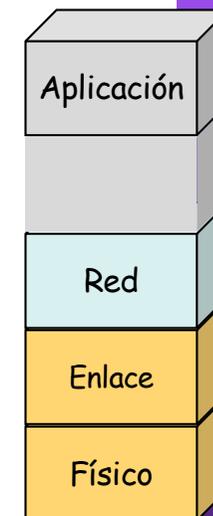
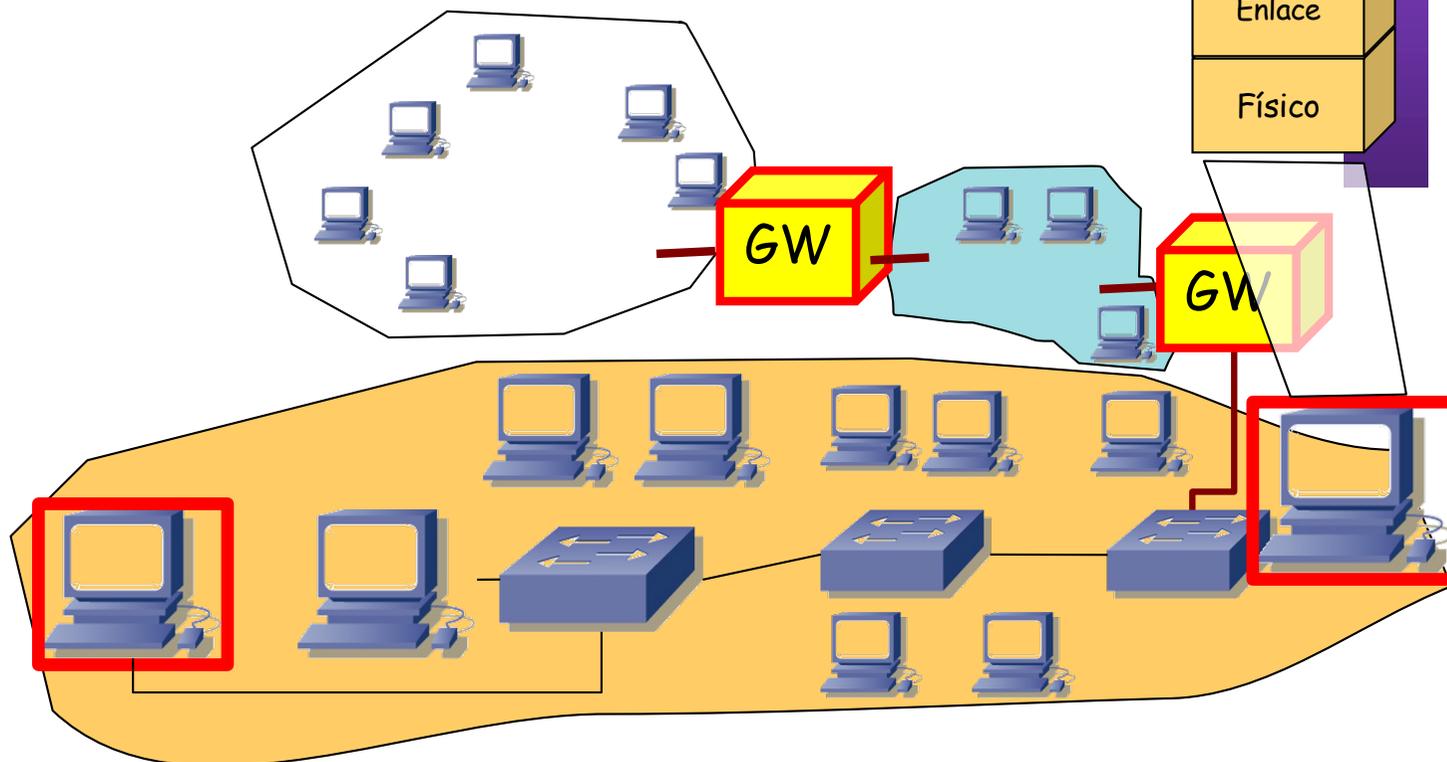
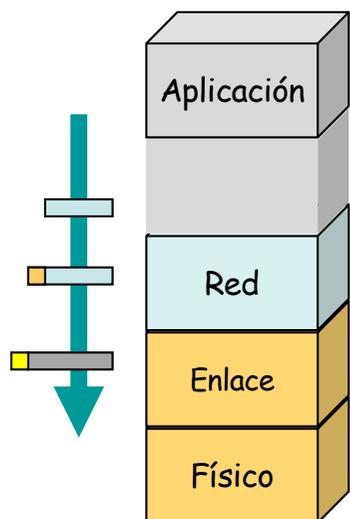
- En la cabecera dos campos: dirección (IP) origen y dirección (IP) destino
- Las direcciones son números de 32 bits (4 bytes)
- Ejemplo de dirección:
  - 11000010101010000000000100001010
  - 11000010.10101000.00000001.00001010
  - 194.168.1.10
- Un espacio único de direcciones, dos interfaces no deberían tener la misma dirección



# Capa 3 dentro de la LAN

# Anotación

- Con origen y destino en misma red no necesitamos capa 3
- “No necesitamos” no quiere decir “no podemos usar”
- El host origen debe reconocer que la dirección del destino es de su misma red
- Envía empleando el mecanismo de capa 2 (en Ethernet mediante una trama a la dirección MAC del destino)
- Da igual que exista o no una pasarela, la comunicación dentro de la subred no la utiliza



# Problemas a resolver

- ¿Cómo gestionamos las direcciones?
- ¿Cómo sabemos si el destino está en una de las redes en las que tenemos un interfaz?
- ¿Cómo los gateways averiguan el camino al destino?
- Al menos el siguiente salto
- ¿Puede haber más de un camino?
- Si puede haber más de un camino, ¿cómo se escoge?
- Si puede haber más de un camino, ¿puede haber un bucle?

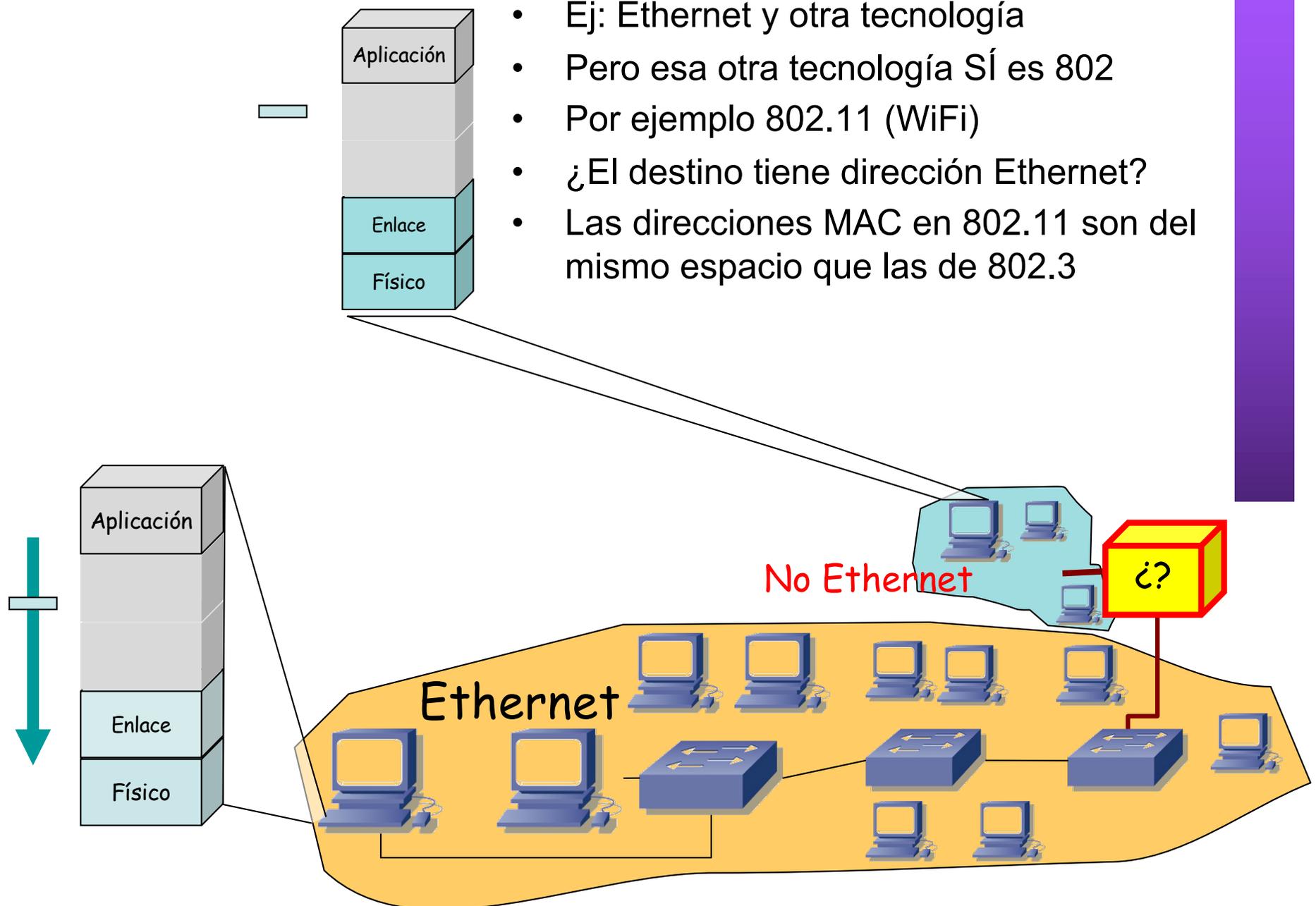
upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS**  
*Área de Ingeniería Telemática*

# Interconexión en 802

# Redes “menos” diferentes



- Ej: Ethernet y otra tecnología
- Pero esa otra tecnología SÍ es 802
- Por ejemplo 802.11 (WiFi)
- ¿El destino tiene dirección Ethernet?
- Las direcciones MAC en 802.11 son del mismo espacio que las de 802.3

# Redes “menos” diferentes

