



ITSQMET

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
QUITO METROPOLITANO

FORMANDO PROFESIONALES DE ÉLITE



FUNDAMENTOS DE REDES

CLASE 6

Ing. ANDRÉS PÉREZ





INTRODUCCIÓN A LA CLASE

1. Retroalimentación
2. Indicaciones generales
3. Objetivos de la clase



ITSQMET
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
QUITO METROPOLITANO

RETROALIMENTACIÓN

FORMANDO PROFESIONALES DE ÉLITE



Objetivos de la clase:

1. Reconocer las características de la Capa de enlace de datos y Tramas de Ethernet



ÍNDICE

UNIDAD II: PROTOCOLOS Y MODELOS DE RED

- **Capa de enlace de datos**
- **Tramas de Ethernet**





ITSQMET
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
QUITO METROPOLITANO

CAPA DE ENLACE DE DATOS

FORMANDO PROFESIONALES DE ÉLITE



7 Aplicación

6 Presentación

5 Sesión

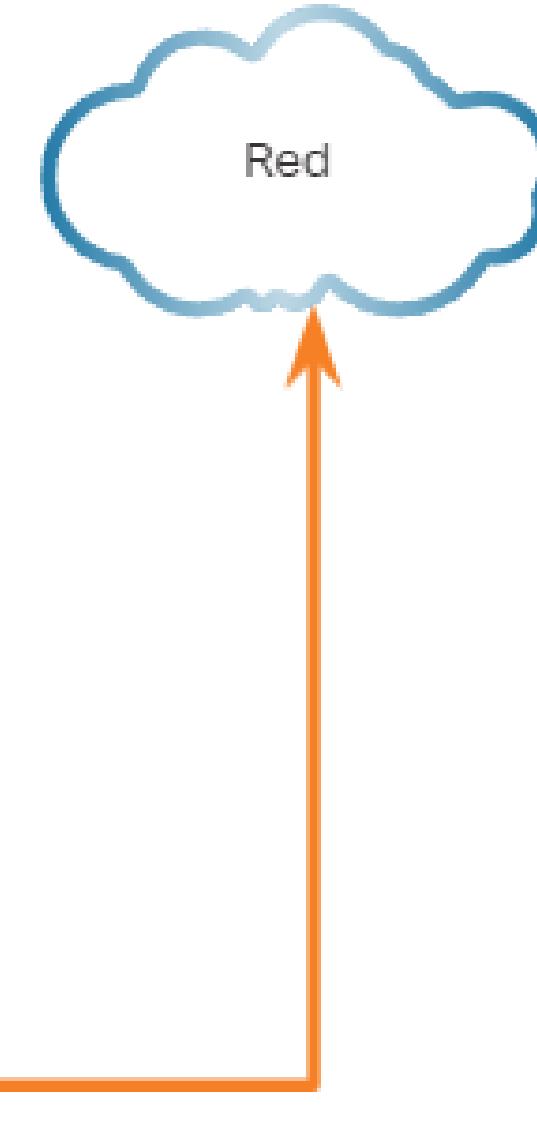
4 Transporte

3 Red

2 Enlace de datos

1 Física

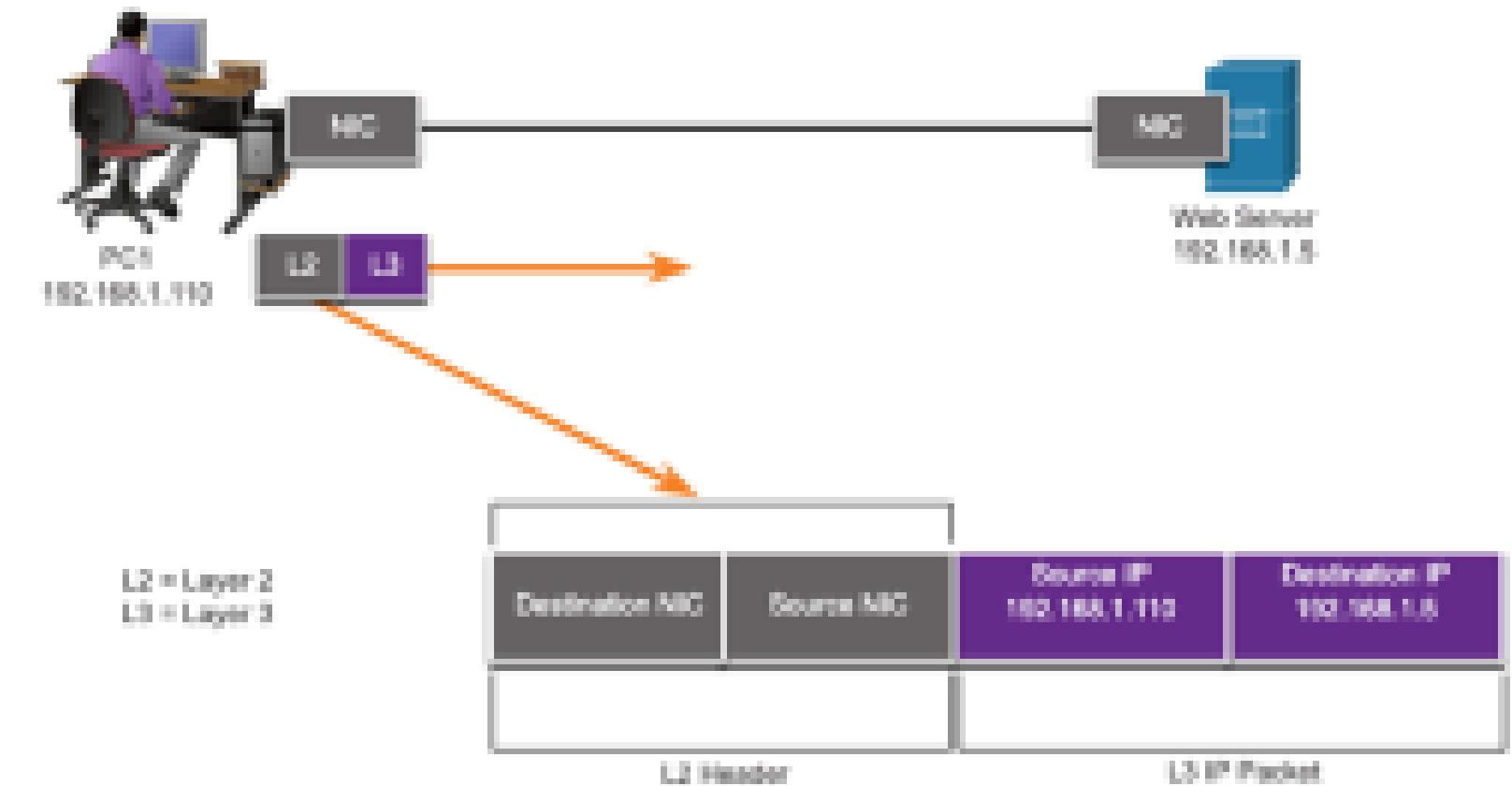
La capa de enlace de datos prepara los datos de red para la red física.





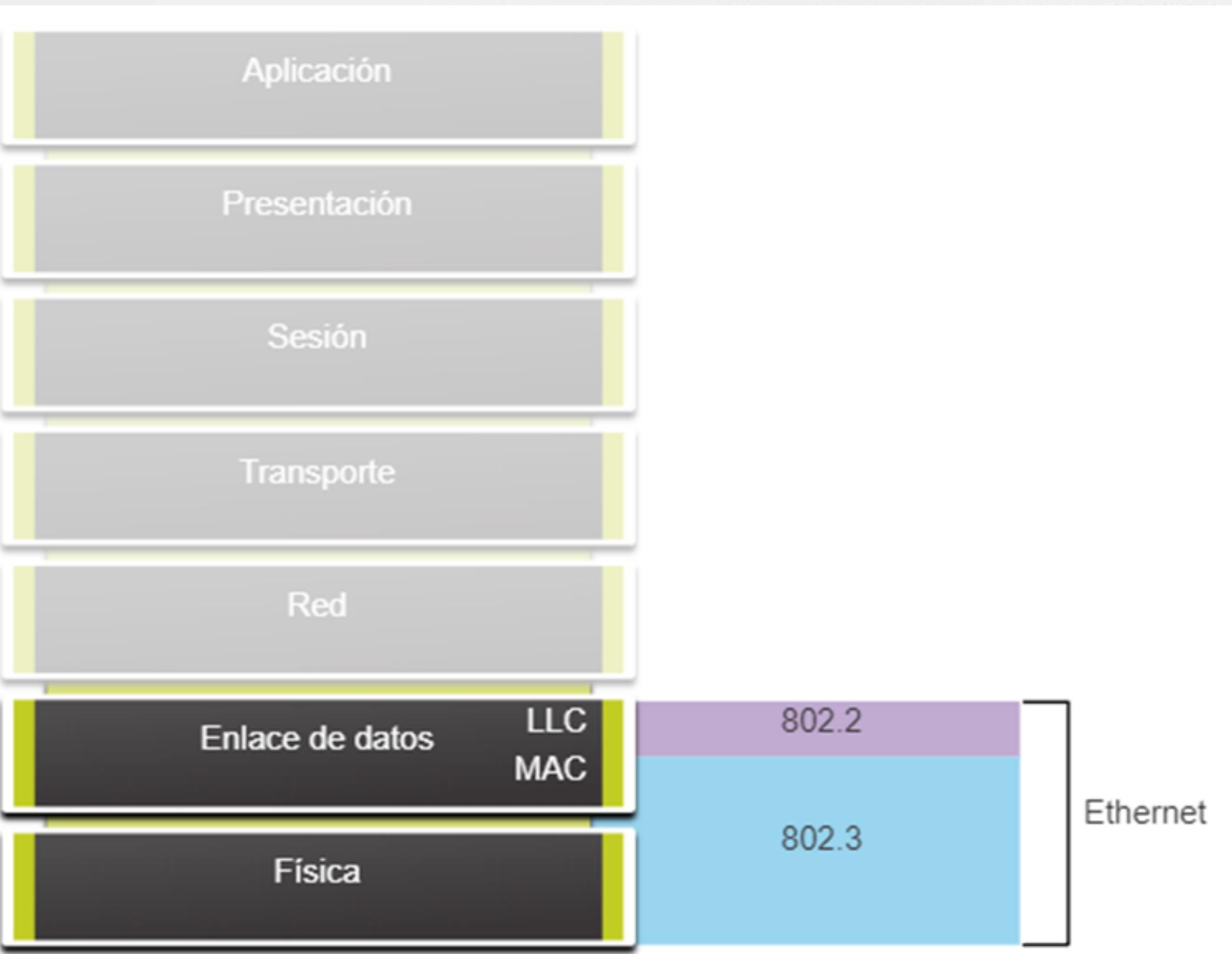
Propósito de la capa de enlace de datos **Capa de enlace de datos**

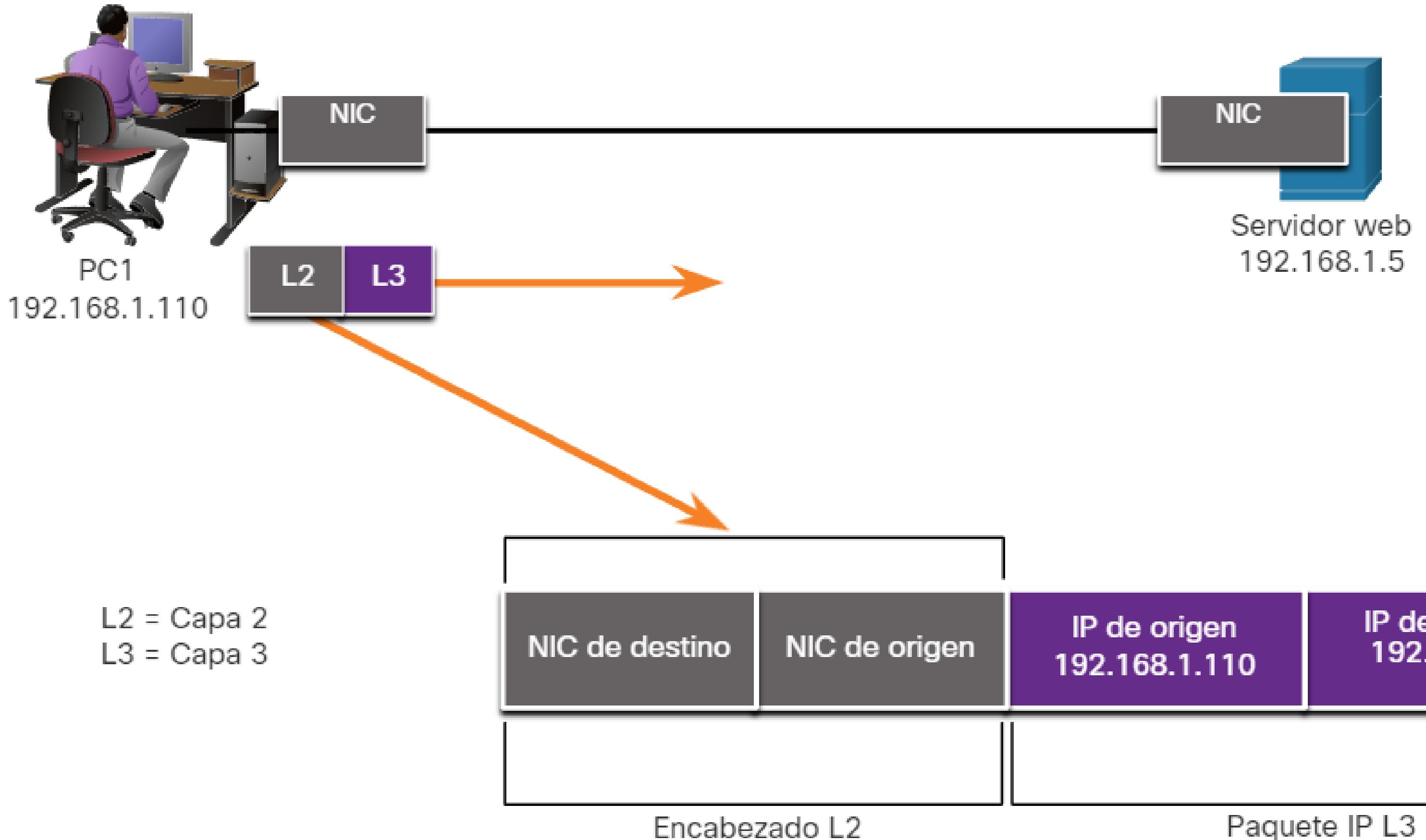
- La capa enlace de datos es responsable de las comunicaciones entre las tarjetas de interfaz de red del dispositivo final.
- Permite que los protocolos de capa superior accedan a los medios de capa física y encapsula los paquetes de capa 3 (IPv4 e IPv6) en tramas de capa 2.
- También realiza la detección de errores y rechaza las tramas corruptas.





Capa Enlace de Datos





Propósito de la capa de enlace de datos subcapas de enlace de datos IEEE 802 LAN / MAN

Los estándares IEEE 802 LAN/MAN son específicos para el tipo de red (Ethernet, WLAN, WPAN, etc.).

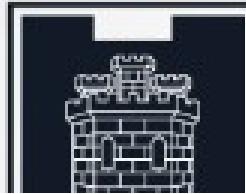
La capa de enlace de datos consta de dos subcapas. **Control de enlaces lógicos (LLC)** y **Control de acceso a medios (MAC)**.

- La subcapa LLC se comunica entre el software de red en las capas superiores y el hardware del dispositivo en las capas inferiores.
- La subcapa MAC es responsable de la encapsulación de datos y el control de acceso a los medios.

Network	Network Layer Protocol			
Data Link	LLC Sublayer	LLC Sublayer - IEEE 802.2		
	MAC Sublayer	Ethernet IEEE 802.3	WLAN IEEE 802.11	WPAN IEEE 802.15
Physical		Various Ethernet standards for Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, etc.	Various WLAN standards for different types of wireless communications.	Various WPAN standards for Bluetooth, RFID, etc.



Red		Protocolo de capa de red
	Subcapa LLC	Subcapa LLC-IEEE 802.2
Enlace de datos	Subcapa MAC	Ethernet IEEE 802.3 adaptador de cable
		Varios estándares Ethernet para Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, etc.
Física		Varios estándares WLAN para diferentes tipos de comunicaciones inalámbricas
		Varios estándares WPAN para Bluetooth, RFID, etc.



Propósito de la capa de enlace de datos Estándares de la capa de enlace de datos

Los protocolos de capa de enlace de datos los definen las organizaciones de ingeniería:

- Institute for Electrical and Electronic Engineers (IEEE).
- International Telecommunications Union (ITU).
- International Organizations for Standardization (ISO).
- American National Standards Institute (ANSI).





Tramas de Ethernet

Tramas de Ethernet

Encapsulación Ethernet

- Ethernet funciona en la capa de enlace de datos y en la capa física.
- Es una familia de tecnologías de red definidas en los estándares IEEE 802.2 y 802.3.

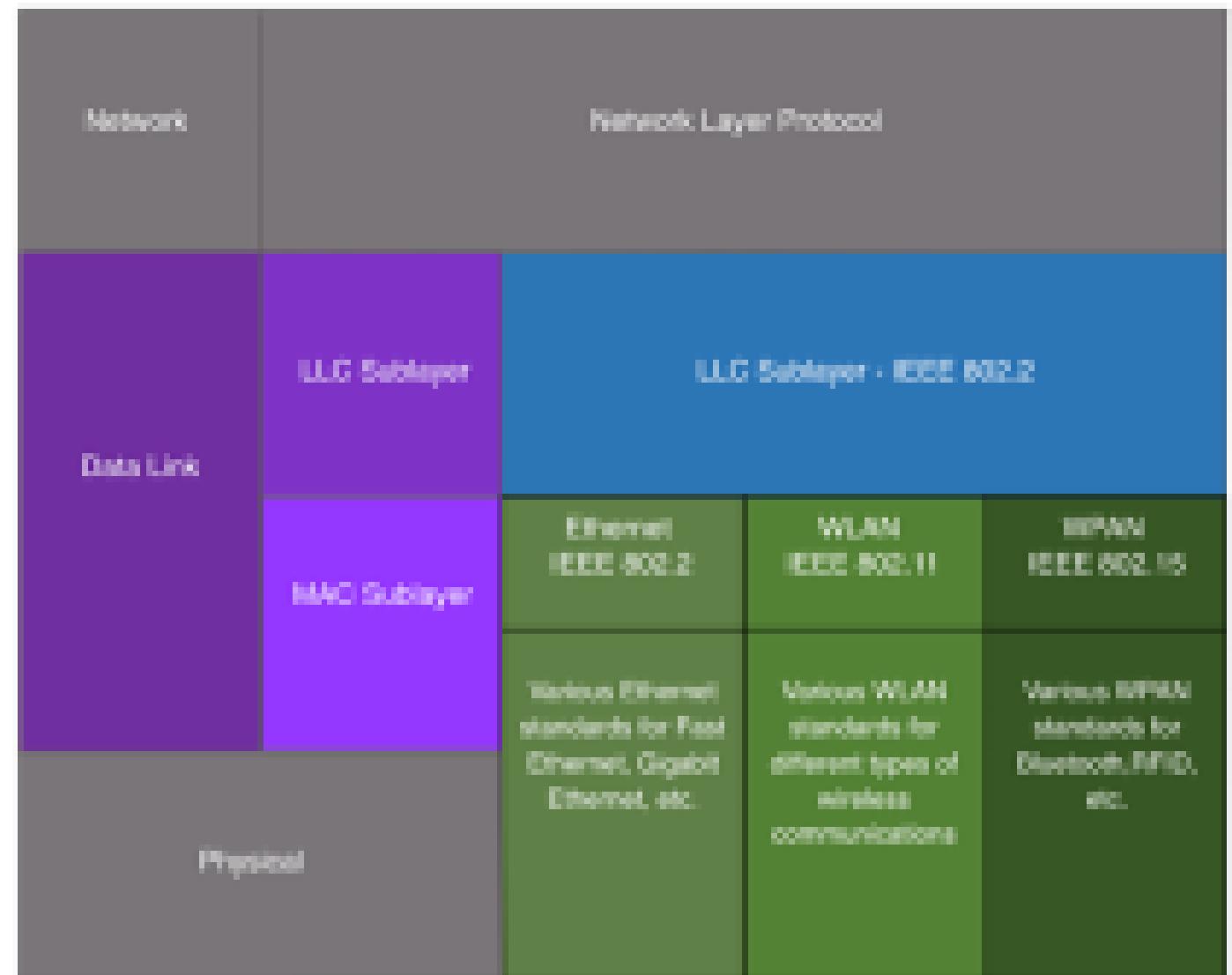




Tramas de Ethernet Subcapas de enlace de datos

Los estándares 802 LAN/MAN, incluyendo Ethernet, utilizan dos subcapas separadas de la capa de enlace de datos para operar:

- **Subcapa LLC:** (IEEE 802.2) Coloca información en la trama para identificar qué protocolo de capa de red se utiliza para la trama.
- **Subcapa MAC:** (IEEE 802.3, 802.11 o 802.15) Responsable de la encapsulación de datos y control de acceso a medios, y proporciona direccionamiento de capa de enlace de datos.





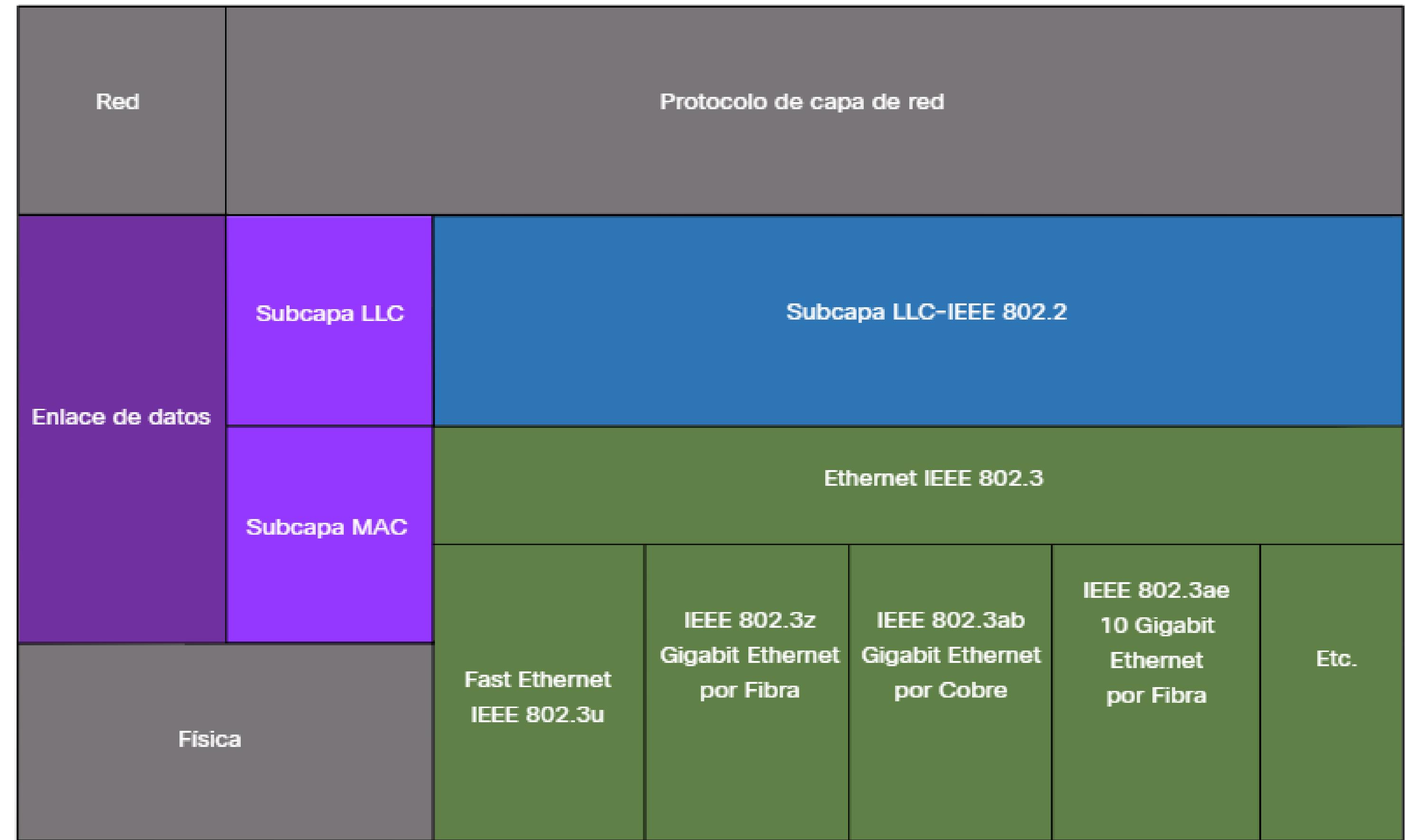
Trama de Ethernet Subcapa MAC

La subcapa MAC es responsable de la encapsulación de datos y el acceso a los medios.

Encapsulamiento de datos

La encapsulación de datos IEEE 802.3 incluye lo siguiente:

1. **Trama de Ethernet** - Esta es la estructura interna de la trama Ethernet.
2. **Direccionamiento Ethernet**: la trama Ethernet incluye una dirección MAC de origen y destino para entregar la trama Ethernet de NIC Ethernet a NIC Ethernet en la misma LAN.
3. **Detección de errores Ethernet**: la Trama Ethernet incluye un remolque de secuencia de comprobación de fotogramas (FCS) utilizado para la detección de errores.



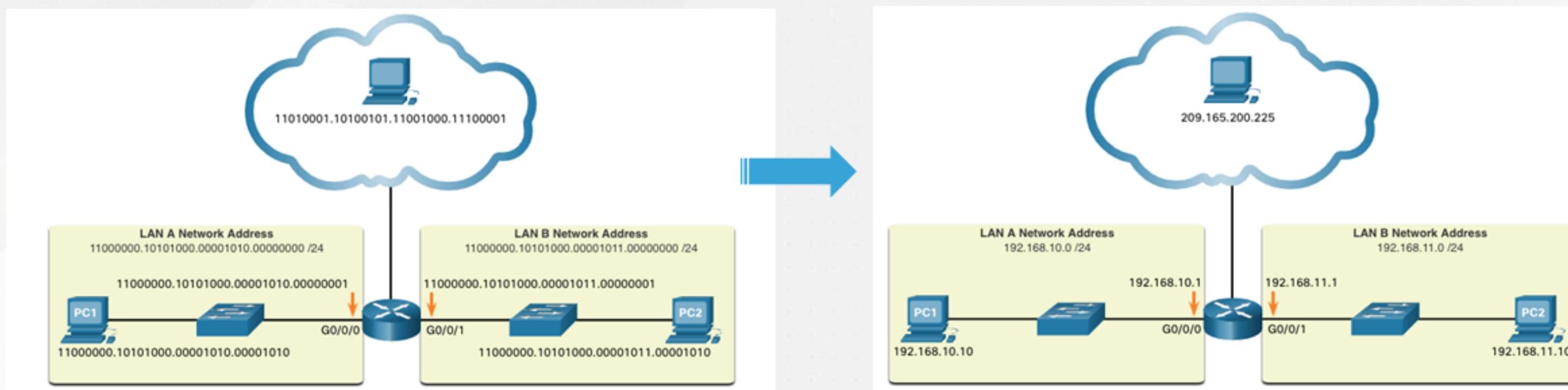


Sistemas de numeración



Sistema de numeración binaria Direcciones binarias e IPv4

- El sistema de numeración binaria consta de 1s y 0s, llamados bits.
- Sistema de numeración decimal consta de dígitos del 0 al 9.
- Hosts, servidores y equipos de red que utilizan direccionamiento binario para identificarse entre sí.
- Cada dirección está compuesta por una cadena de 32 bits, dividida en cuatro secciones llamadas octetos.
- Cada octeto contiene 8 bits (o 1 byte) separados por un punto.
- Para facilitar el uso de las personas, esta notación punteada se convierte en decimal punteado.





Sistema de numeración binaria Notación Posicional Binaria

- El término "notación de posición" significa que un dígito representa diferentes valores según la "posición" que el dígito ocupa en la secuencia de números.
- El sistema de notación posicional decimal funciona como se muestra en las siguientes tablas.

Base	10	10	10	10
Posición en número	3	2	1	0
Cálculo	(10^3)	(10^2)	(10^1)	(10^0)
Valor de la posición	1000	100	10	1



	Millares	Centenas	Decenas	Unidades
Valor de posición	1000	100	10	1
Número decimal (1234)	1	2	3	4
Cálculo	1×1000	2×100	3×10	4×1
Súmelos...	1000	+ 200	+ 30	+ 4
Resultado	1234			



Sistema de numeración binaria Notación Posicional Binaria

El sistema de notación posicional binaria funciona como se muestra en las siguientes tablas.

Base	2	2	2	2	2	2	2	2
Posición en número	7	6	5	4	3	2	1	0
Cálculo	(2^7)	(2^6)	(2^5)	(2^4)	(2^3)	(2^2)	(2^1)	(2^0)
Valor de la posición	128	64	32	16	8	4	2	1



Valor de posición	128	64	32	16	8	4	2	1
Número binario (11000000)	1	1	0	0	0	0	0	0
Cálculo	1×128	1×64	0×32	0×16	0×8	0×4	0×2	0×1
Añádelas...	128	+ 64	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0
Resultado	192							



Sistema de numeración binaria

Convertir binario a decimal

Convertir 11000000.10101000.00001011.00001010 a decimal.

Valor de posición	128	64	32	16	8	4	2	1
Número binario (11000000)	1	1	0	0	0	0	0	0
Cálculo	1x128	1x64	0x32	0x16	0x8	0x4	0x2	0x1
Añádelas...	128	+ 64	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0
Número binario (10101000)	1	0	1	0	1	0	0	0
Cálculo	1x128	0x64	1x32	0x16	1x8	0x4	0x2	0x1
Añádelas...	128	+ 0	+ 32	+ 0	+ 8	+ 0	+ 0	+ 0
Número binario (00001011)	0	0	0	0	1	0	1	1
Cálculo	0x128	0x64	0x32	0x16	1x8	0x4	1x2	1 x 1.
Añádelas...	0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 8	+ 0	+ 2	+ 1
Número binario (00001010)	0	0	0	0	1	0	1	0
Cálculo	0x128	0x64	0x32	0x16	1x8	0x4	1x2	0x1
Añádelas...	0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 8	+ 0	+ 2	+ 0

192

168

192.168.11.10

11

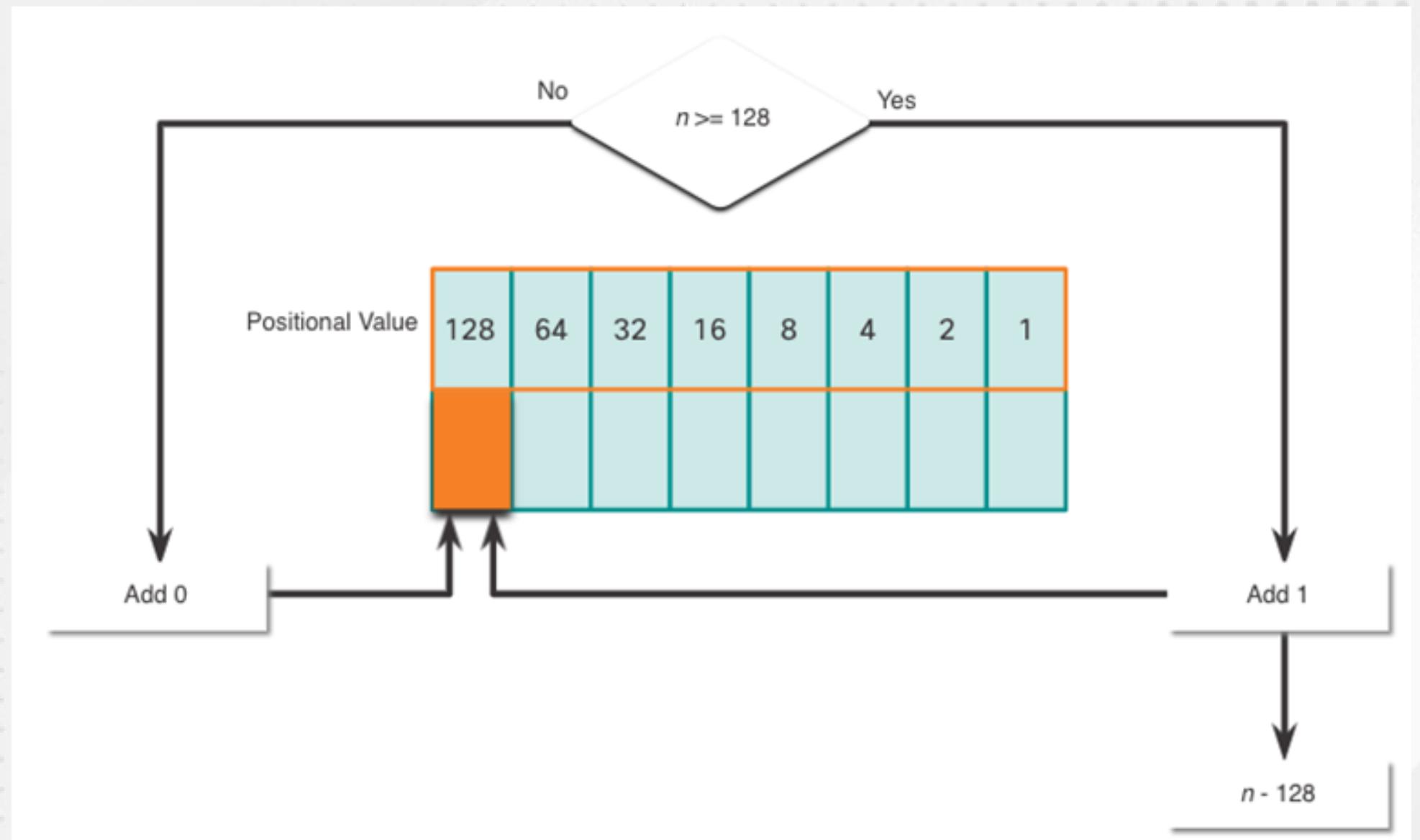
10



Conversión decimal del sistema de números binarios a binario

La tabla de valores posicionales binarios es útil para convertir una dirección IPv4 decimal punteada a binaria.

- Comience en la posición 128 (el bit más significativo). ¿Es el número decimal del octeto (n) igual o mayor que 128?
- Si no, registre un 0 binario en el valor posicional 128 y muévase al valor posicional 64.
- En caso afirmativo, registre un 1 binario en el valor posicional 128, reste 128 del número decimal y vaya al valor posicional 64.
- Repita estos pasos a través del valor posicional 1.





Sistema de numeración binaria

Ejemplo de conversión de decimal a binario

- Convertir decimal 168 a binario

¿Es $168 > 128$?

- Sí, escriba 1 en la posición 128 y restar 128 ($168-128=40$)

¿Es $40 > 64$?

- No, escribe 0 en la posición 64 y sigue adelante

¿Es $40 > 32$?

- Sí, escriba 1 en la posición 32 y restar 32 ($40-32=8$)

¿Es $8 > 16$?

- No, escribe 0 en la posición 16 y sigue adelante

¿Es $8 > 8$?

- Igual Introduzca 1 en la posición 8 y restar 8 ($8-8=0$)

No quedan valores. Introduzca 0 en las posiciones binarias restantes

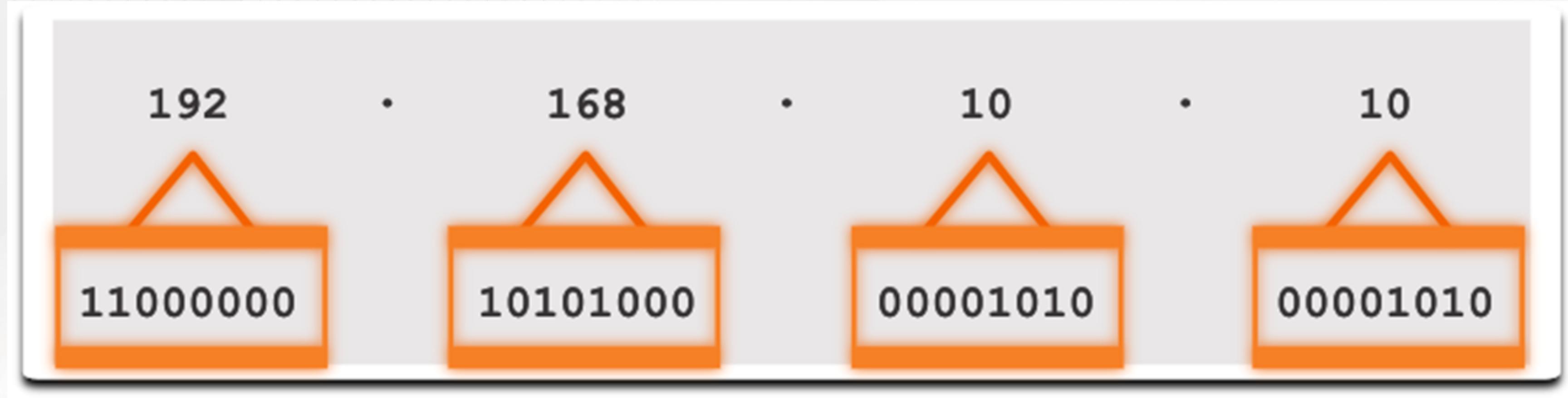
128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	0	1	0	0	0

Decimal 168 se escribe como 10101000 en binario



Sistema de numeración binaria **Direcciones IPv4**

- Los Routers y las computadoras solo entienden el binario, mientras que los humanos trabajan en decimal. Es importante que usted conozca a fondo estos dos sistemas de numeración y cómo se utilizan en redes.





ITSQMET
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
QUITO METROPOLITANO

Sistema de números hexadecimales



- Para entender las direcciones IPv6, debe ser capaz de convertir hexadecimal a decimal y viceversa.
- Hexadecimal es un sistema de numeración de base dieciséis, que utiliza los dígitos del 0 al 9 y las letras A a F.
- Es más fácil expresar un valor como un solo dígito hexadecimal que como cuatro bits binarios.
- Hexadecimal se usa para representar direcciones IPv6 y direcciones MAC.

Sistema de números hexadecimales Direcciones hexadecimales e IPv6

Decimal	Binary	Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F



- Para entender las direcciones IPv6, debe ser capaz de convertir hexadecimal a decimal y viceversa.
- Hexadecimal es un sistema de numeración de base dieciséis, que utiliza los dígitos del 0 al 9 y las letras A a F.
- Es más fácil expresar un valor como un solo dígito hexadecimal que como cuatro bits binarios.
- Hexadecimal se usa para representar direcciones IPv6 y direcciones MAC.

Sistema de números hexadecimales Direcciones hexadecimales e IPv6

Decimal	Binary	Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F



ITSQMET
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
QUITO METROPOLITANO

Dirección MAC de Ethernet

FORMANDO PROFESIONALES DE ÉLITE



Direcciones MAC Ethernet Dirección MAC y Hexadecimal

- Una dirección MAC de Ethernet consta de un valor binario de 48 bits, expresado con 12 valores hexadecimales.
- Dado que 8 bits (un byte) es una agrupación binaria común, los binarios 00000000 a 11111111 se pueden representar en hexadecimal como el rango de 00 a FF,
- Cuando se usa hexadecimal, los ceros iniciales siempre se muestran para completar la representación de 8 bits. Por ejemplo, el valor binario 0000 1010 se representa en hexadecimal como 0A.
- Los números hexadecimales suelen ser representados por el valor precedido por **0x** (por ejemplo, 0x73) para distinguir entre valores decimales y hexadecimales en la documentación.
- El hexadecimal también puede estar representado por un subíndice 16, o el número hexadecimal seguido de una H (por ejemplo, 73H).



Direcciones MAC Ethernet Dirección MAC y Hexadecimal

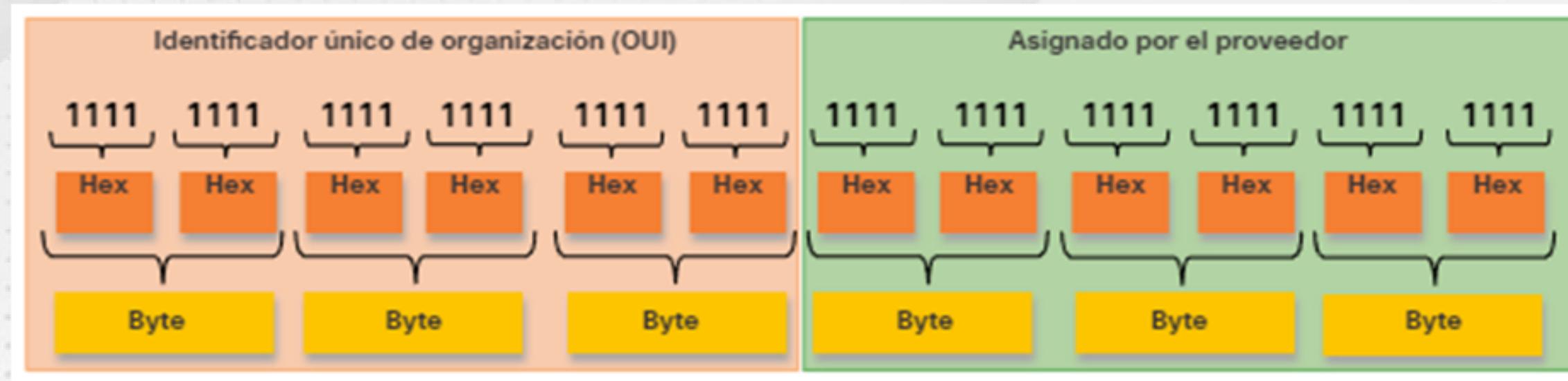
- Una dirección MAC de Ethernet consta de un valor binario de 48 bits, expresado con 12 valores hexadecimales.
- Dado que 8 bits (un byte) es una agrupación binaria común, los binarios 00000000 a 11111111 se pueden representar en hexadecimal como el rango de 00 a FF,
- Cuando se usa hexadecimal, los ceros iniciales siempre se muestran para completar la representación de 8 bits. Por ejemplo, el valor binario 0000 1010 se representa en hexadecimal como 0A.
- Los números hexadecimales suelen ser representados por el valor precedido por **0x** (por ejemplo, 0x73) para distinguir entre valores decimales y hexadecimales en la documentación.
- El hexadecimal también puede estar representado por un subíndice 16, o el número hexadecimal seguido de una H (por ejemplo, 73H).



Direcciones MAC Ethernet

Dirección MAC y Hexadecimal

- Una dirección MAC de Ethernet consta de un valor binario de **48 bits**, expresado con **12 valores hexadecimales**.
- Una dirección MAC Ethernet consta de un código OUI de proveedor hexadecimal 6 seguido de un valor hexadecimal asignado por el proveedor 6.

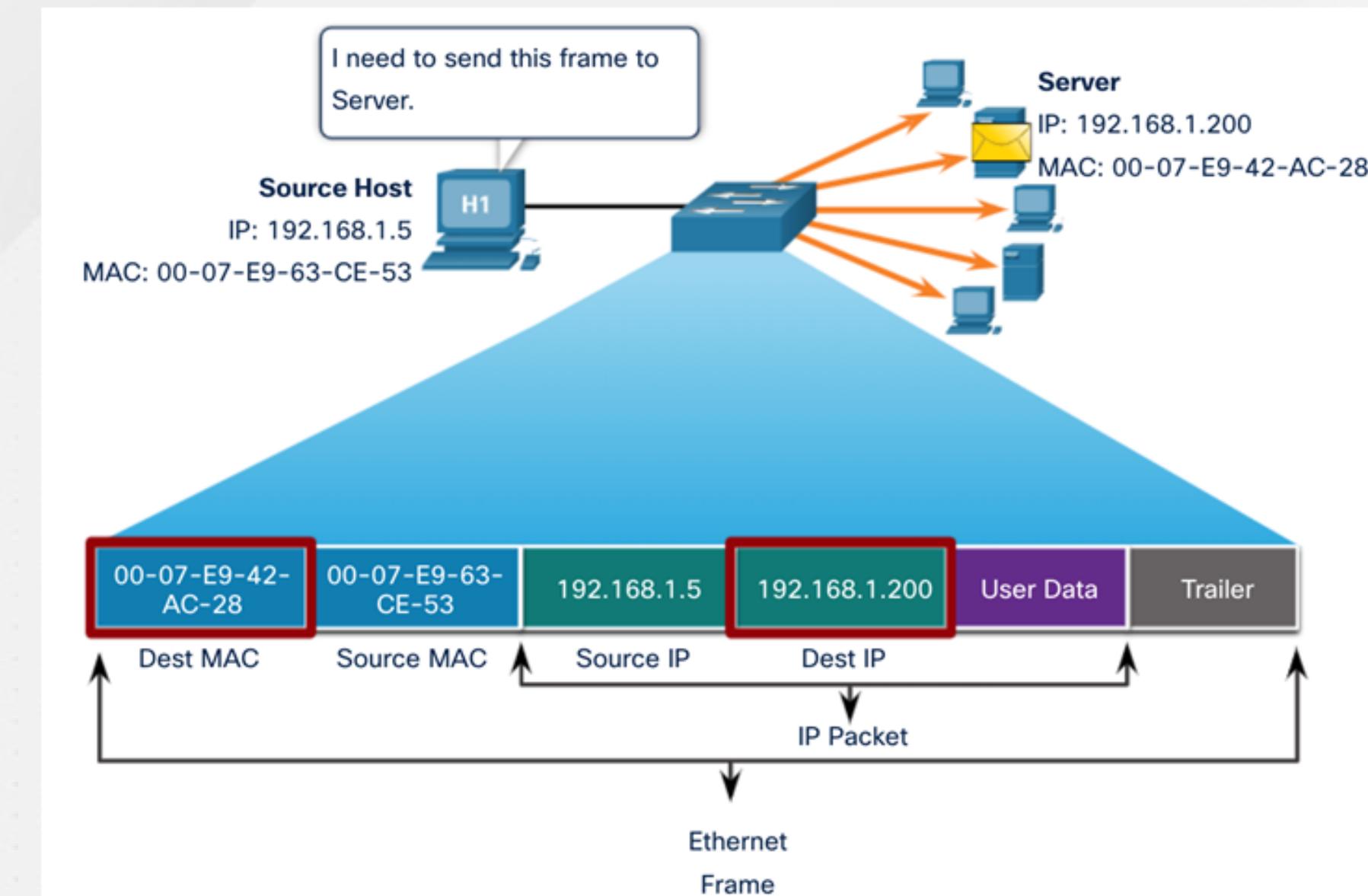


- **NOTA:** Cuando se usa hexadecimal, los ceros iniciales siempre se muestran para completar la representación de 8 bits. Por ejemplo, el valor binario 0000 1010 se representa en hexadecimal como 0A.
- **NOTA 2:** Los números hexadecimales suelen ser representados por el valor precedido por **0x** (por ejemplo, 0x73) para distinguir entre valores decimales y hexadecimales en la documentación.



Direcciones MAC de Ethernet **ARP vs ND**

- El proceso que utiliza un host de origen para determinar la dirección MAC de destino asociada con una dirección IPv4 se conoce como **Protocolo de resolución de direcciones (ARP)**.
- El proceso que utiliza un host de origen para determinar la dirección MAC de destino asociada con una dirección IPv6 se conoce como **Neighbor Discovery (ND)**.





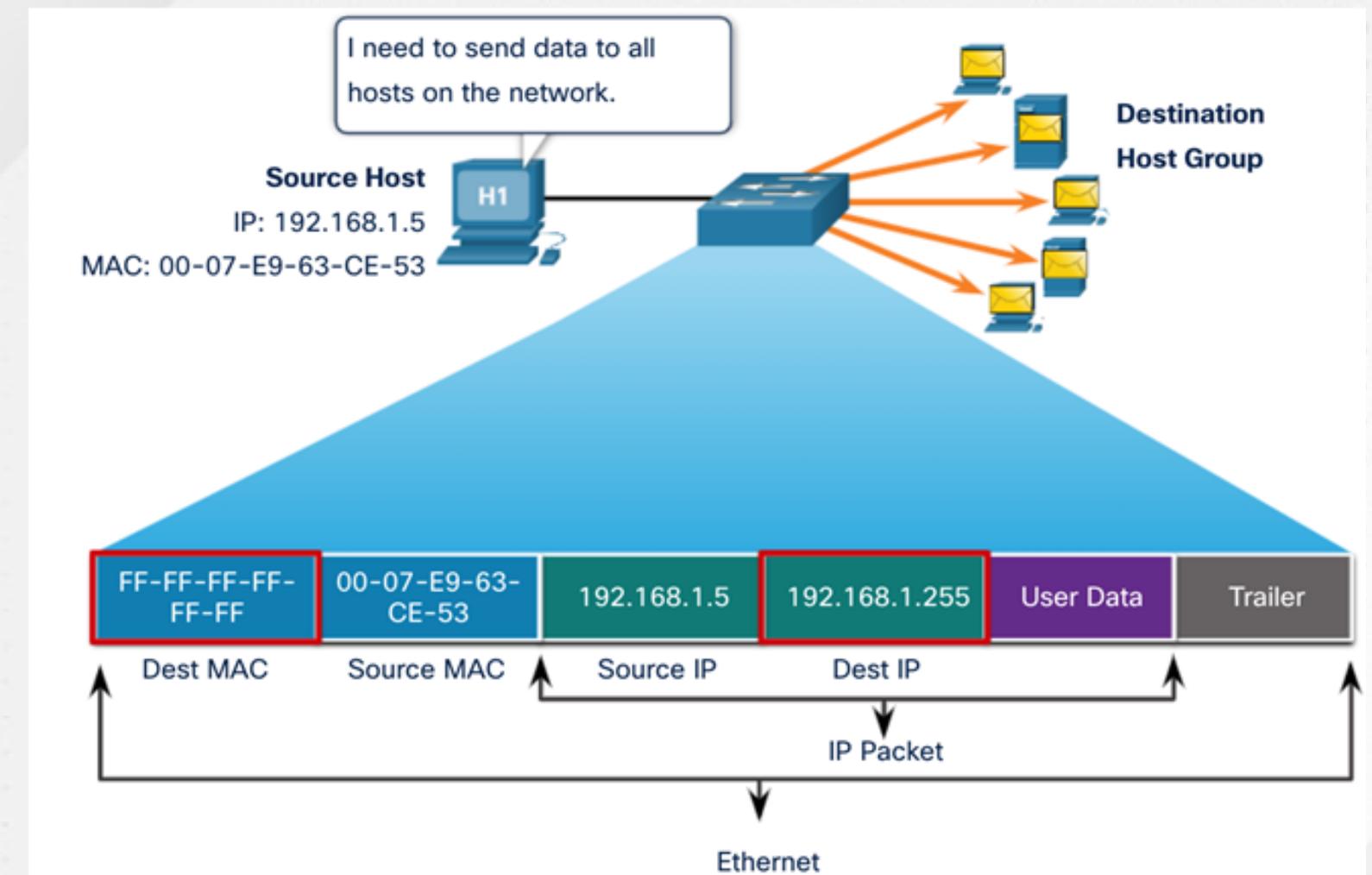
Direcciones MAC de Ethernet

Dirección MAC en Unicast – Multicast - Broadcast

UNICAST: Dirección MAC del dispositivo final.

MULTICAST: Hay una dirección MAC de destino 01-00-5E cuando los datos encapsulados son un paquete de multicast IPv4 y una dirección MAC de destino de 33-33 cuando los datos encapsulados son un paquete de multicast IPv6.

BROADCAST: Tiene una dirección MAC de destino de FF-FF-FF-FF-FF-FF en hexadecimal.





La tabla de direcciones MAC



La tabla de direcciones MAC **Switches capa 2 o Switches Ethernet**

- Un **switch Ethernet** examina su tabla de direcciones MAC para tomar una decisión de reenvío para cada trama, a diferencia de los **hubs** Ethernet heredados que repiten bits en todos los puertos excepto el puerto entrante.
- Cuando un conmutador está encendido, la tabla de direcciones MAC está vacía.

Nota: A veces, la tabla de direcciones MAC se conoce como “tabla de memoria de contenido direccionable (CAM)”.



Switch Cisco 2960



HUB Cisco SG100-16



La tabla de direcciones MAC **Aprendizaje del Switch y reenvío**

Aprender: Se revisa cada trama que ingresa a un switch para obtener información nueva. Esto se realiza examinando la dirección MAC de origen de la trama y el número de puerto por el que ingresó al switch.

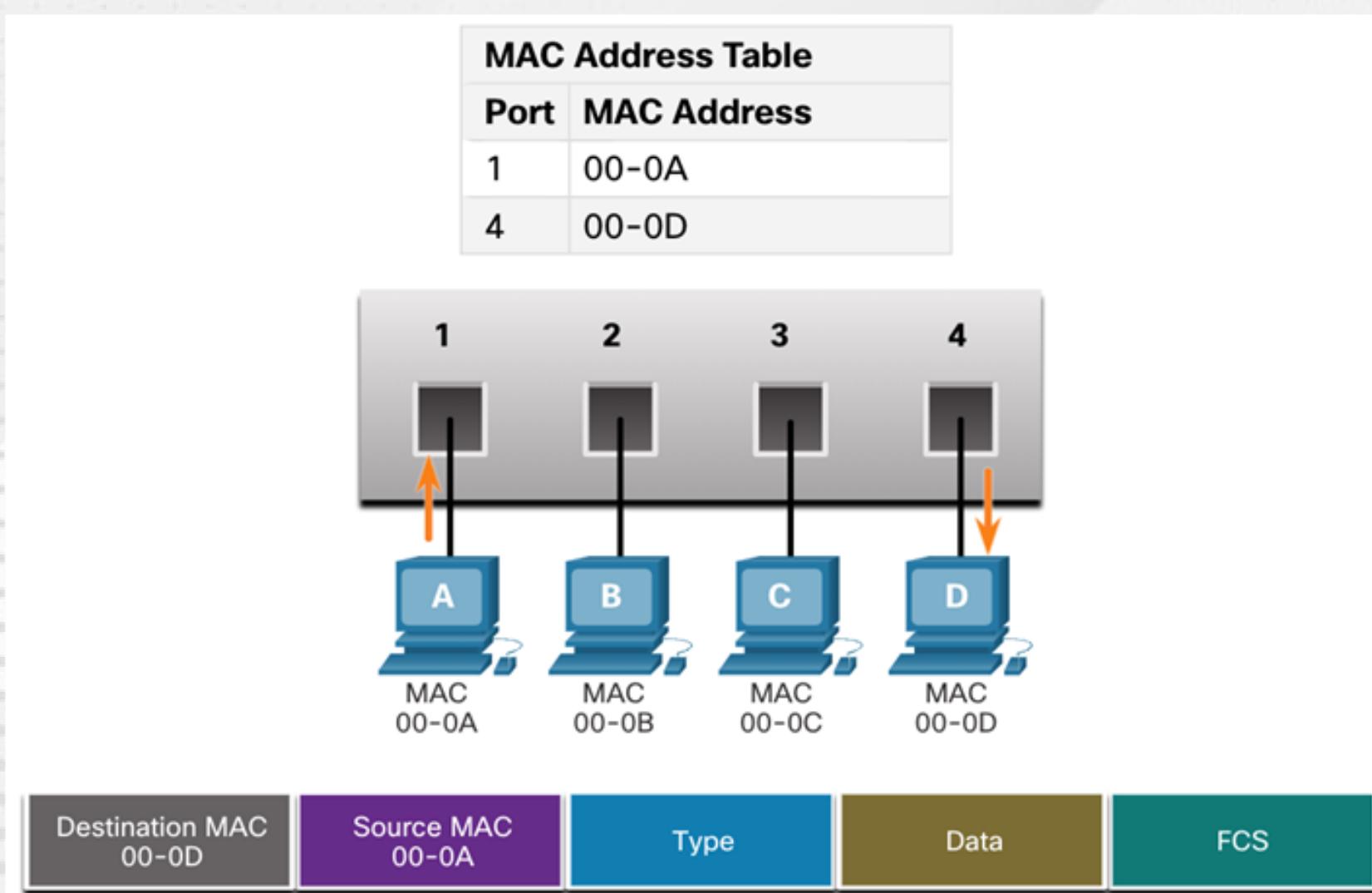
PUERTO	MAC
1	C8-94-02-7A-A7-9B
2	A8-A4-C2-DA-F7-9B
3	CC-99-06-75-A4-94

Reenviar: Si la dirección MAC de destino es una dirección de unidifusión, el switch busca una coincidencia entre la dirección MAC de destino de la trama y una entrada en la tabla de direcciones MAC. Si la dirección MAC de destino está en la tabla, reenvía la trama por el puerto especificado.



La tabla de direcciones **MAC Filtrado de tramas**

A medida que un switch recibe tramas de diferentes dispositivos, puede completar la tabla de direcciones MAC examinando la dirección MAC de cada trama. Cuando la tabla de direcciones MAC del switch contiene la dirección MAC de destino, puede filtrar la trama y reenviar un solo puerto.





¿PREGUNTAS?