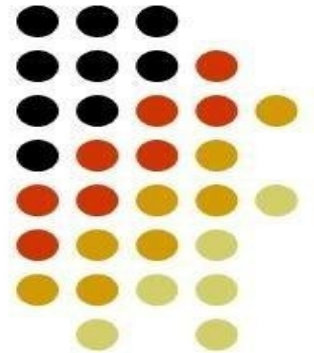


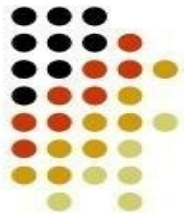
---

# **La subcapa de control de acceso al medio**



# Protocolos de acceso múltiple

---



⌘ ALOHA

⌘ Protocolos de Acceso Múltiple con Detección de Portadora (Carrier Sense Multiple Access Protocols)

⌘ Protocolos sin Colisiones (Collision-Free Protocols)

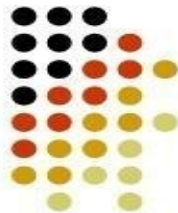
⌘ Protocolos de Contienda Limitada (Limited-Contention Protocols)

⌘ Protocolos de Acceso Múltiple por División de Longitud de Onda

⌘ **Protocolos de LANs Inalámbricas**

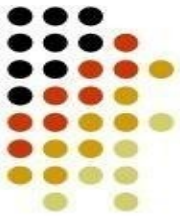
# Protocolos para LANs inalámbricas

---

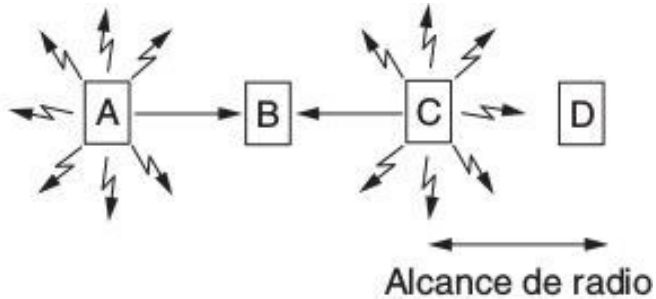


- Sistema de computadoras portátiles que se comunican por ondas de radio
- Inconvenientes
  - Sistemas inalámbricos no pueden detectar la colisión en el momento en que ocurre
  - Rango de radio limitado
- Enfoque CSMA? Escuchar si hay otras transmisiones y sólo transmitir si nadie lo está haciendo
  - Problema estación oculta
  - Problema estación expuesta

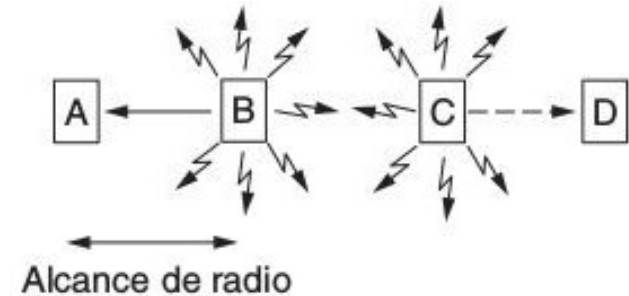
# Protocolos para LANs inalámbricas



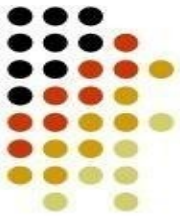
Problema de la estación oculta



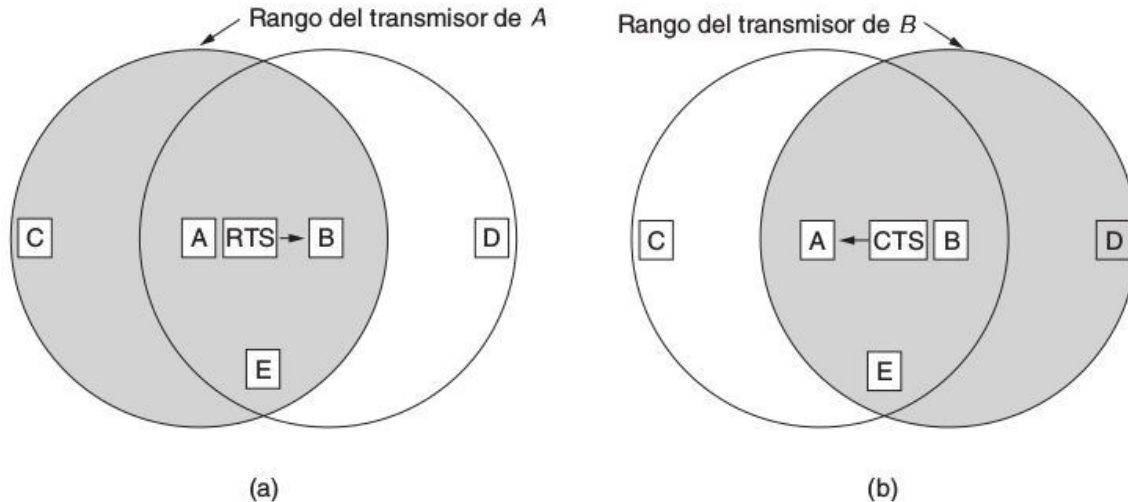
Problema de la estación expuesta



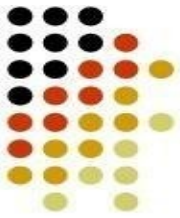
# Protocolos de LANs inalámbricas



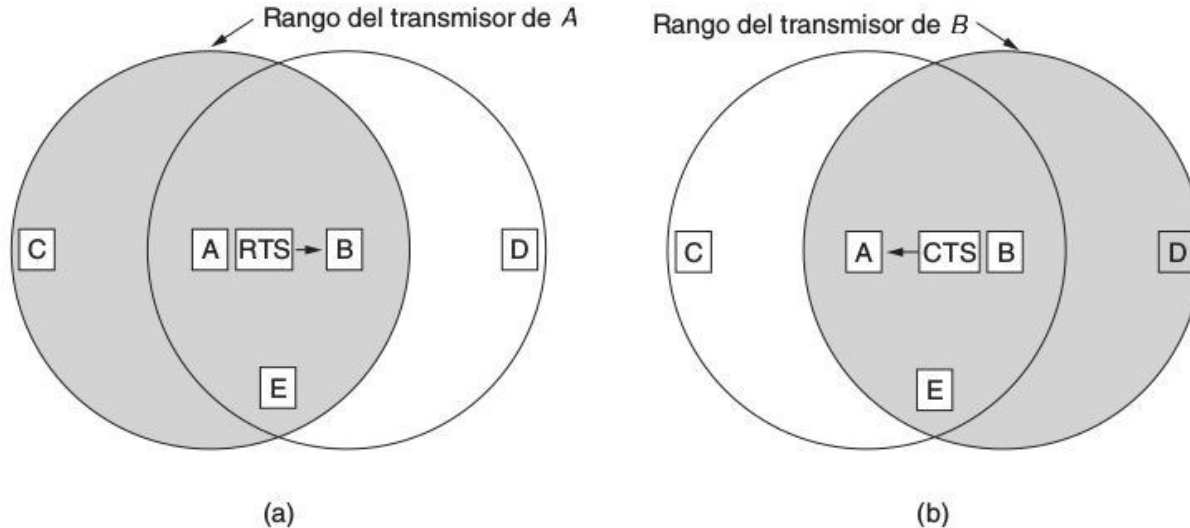
- Protocolo MACA (Multiple Access with Collision Avoidance)
- Emisor estimula al receptor para enviar una trama corta, de manera que las estaciones cercanas detecten esta transmisión y eviten transmitir durante la siguiente trama (trama grande)



# Protocolos de LANs inalámbricas



- A comienza enviando una trama RTS (Solicitud de Envío, Request To Send) a B
- Esta trama corta contiene la longitud de la trama de datos que seguirá después.
- B contesta con una trama CTS (Libre para Envío, Clear To Send)
- La trama CTS contiene la longitud de los datos (que copia de la trama RTS)
- Al recibir la trama CTS, A comienza a transmitir.



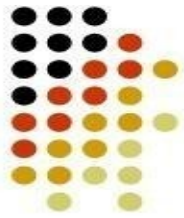
Protocolo MACA

(a) Envío RTS a B.

(b) B responde con un CTS a A.

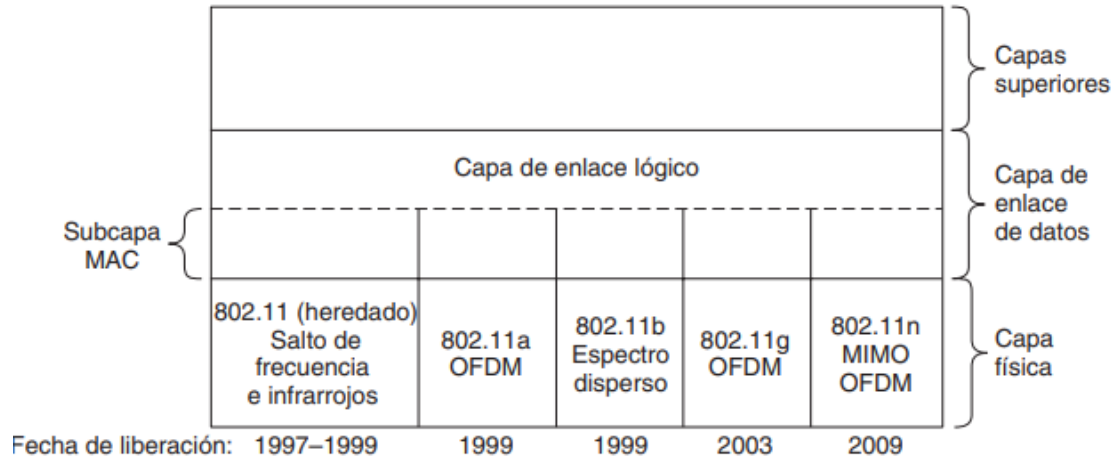
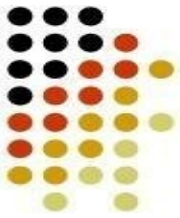
# LANs inalámbricas

---



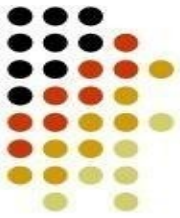
- La pila de protocolos 802.11
- La capa física del 802.11
- El protocolo de subcapa MAC 802.11
- La estructura de la trama 802.11
- Servicios

# La pila de protocolos 802.11

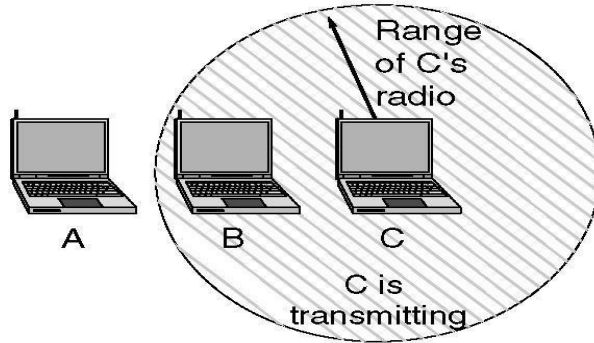




# El protocolo de la subcapa MAC 802.11

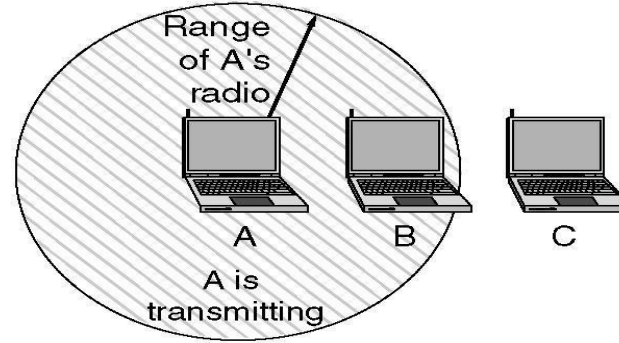


A wants to send to B  
but cannot hear that  
B is busy



(a)

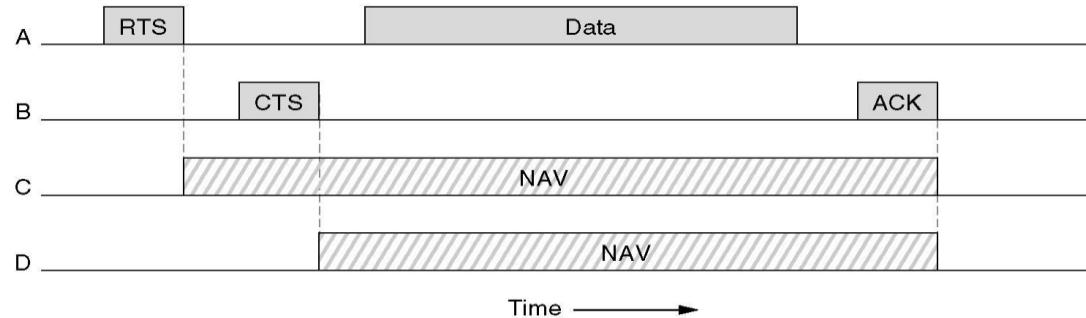
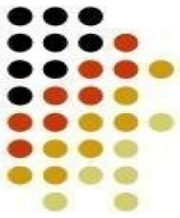
B wants to send to C  
but mistakenly thinks  
the transmission will fail



(b)

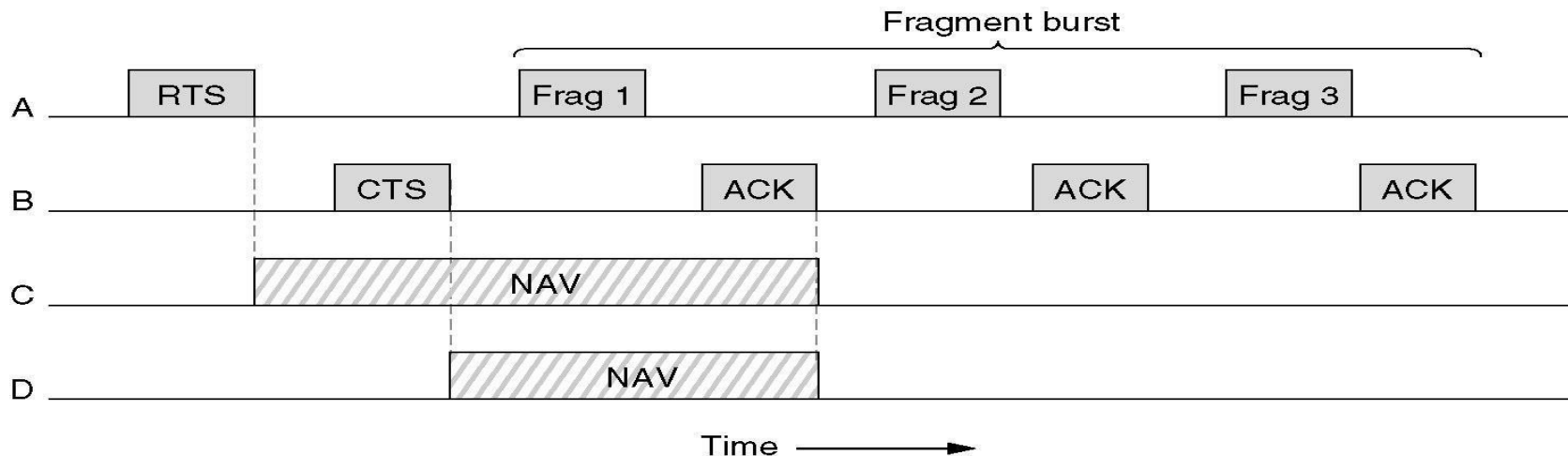
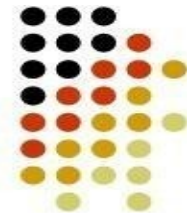
- (a) El problema de la estación oculta.
- (b) El problema de la estación expuesta.

# Protocolo de la subcapa MAC utilizando CSMA/CA.

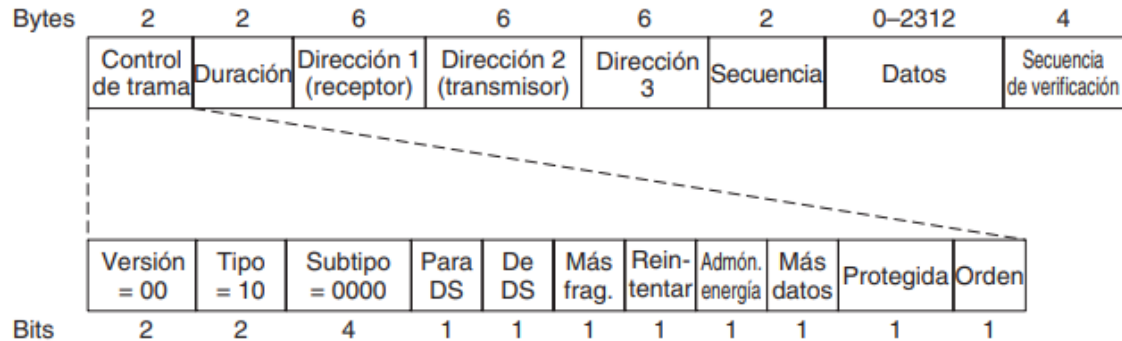
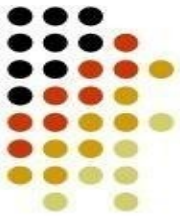


- A -> B: envío de trama RTS
- B responde CTS
- Al recibir la CTS, A envía su trama e inicia un temporizador ACK.
- B responde con una trama ACK
- Si el temporizador ACK de A expira antes de que la trama ACK vuelva a ella, se considera como una colisión y se lleva a cabo todo el protocolo de nuevo, después de un retroceso
- Estación C:
  - está dentro del alcance de A
  - A partir del RTS, estima cuánto tardará la secuencia, incluyendo la trama ACK final
  - No transmite hasta que el intercambio esté completo.
  - Actualiza su registro del NAV para indicar que el canal está ocupado
- Estación D:
  - no escucha el RTS pero sí el CTS, por lo que también actualiza su NAV

# Protocolo de la subcapa MAC



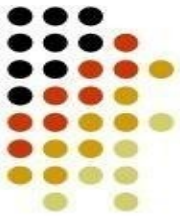
# Estructura de la trama 802.11



**Figura 4-29.** Formato de la trama de datos 802.11.

# Servicios 802.11

---



- 802.11 define los servicios que los clientes, los puntos de acceso y la red que los conecta deben proveer para poder ser una LAN inalámbrica que se apegue a dicho estándar
- Estos servicios se dividen en varios grupos

## **Asociación**

- Utilizado por estaciones móviles para conectarse ellas mismas a los AP

## **Desasociación**

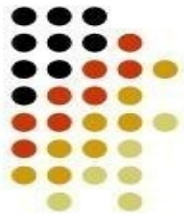
- Utilizado por estaciones móviles para desconectarse con los AP

## **Reasociación**

- Estaciones móviles que cambian de un AP a otro en la misma LAN 802.11 extendida

# Servicios 802.11

---



## **Distribución**

- Una vez que las tramas llegan al AP, el servicio de distribución determina cómo encaminarlas.

## **Integración**

- Maneja cualquier traducción necesaria para enviar una trama fuera de la LAN 802.11

## **Autenticación / Desautenticación**

- Estaciones se autentican antes de poder enviar tramas por medio del AP.
- La autenticación se maneja en formas distintas dependiendo del esquema de seguridad elegido

## **Privacidad**

- Un servicio de privacidad que administra los detalles del cifrado y el descifrado.

## **Entrega de datos**

- Permite a las estaciones transmitir y recibir datos mediante el uso de los protocolos estudiados



# **IEEE 802.11 Standard**

# Comunicación Inalámbrica



□ Características: ondas electromagnéticas que no requieren un medio físico para su transmisión

- **Ventajas:**
  - Flexibilidad en la instalación y movimiento de los nodos
- **Desventajas:**
  - Seguridad
  - Interoperabilidad
  - Interferencia



# Dispositivos

- ❑ Estaciones con NIC inalámbricas



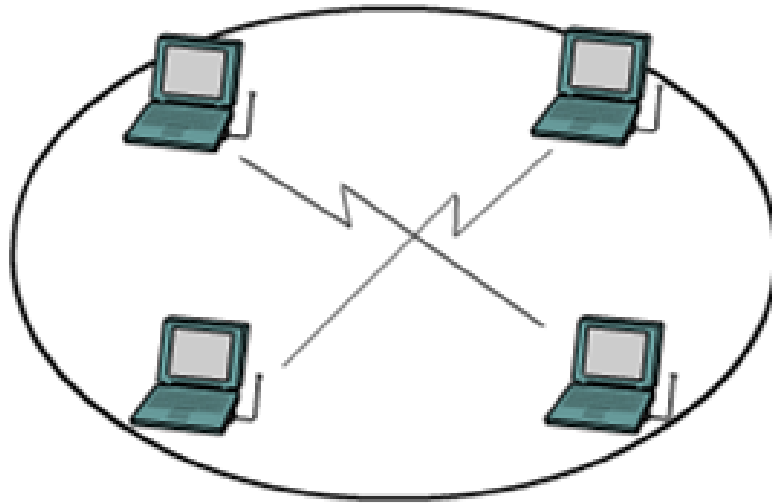
# Dispositivos

## □ Access Points (AP)



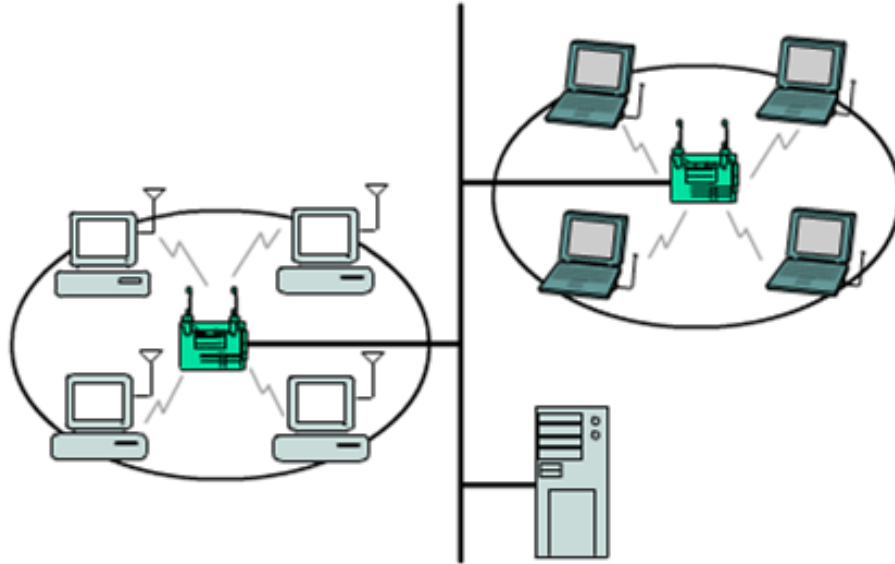
# Modos de Configuración

## □ Modo Ad hoc



# Modos de Configuración

## □ Modo Infraestructura



# Normalización



Antes de que existieran los estándares inalámbricos, los sistemas:

- ☐ Tenían bajas velocidades de datos,
- ☐ Eran incompatibles
- ☐ Tenían elevados costos

# Normalización



La normalización proporciona todos los siguientes beneficios:

- Interoperabilidad entre los productos de múltiples fabricantes
- Desarrollo más rápido de productos
- Estabilidad
- Capacidad para actualizar
- Reducciones de costos

# Normalización



- ❑ Es importante que todos los dispositivos sean compatibles al mismo estándar para asegurar la interoperabilidad.
- ❑ El cumplimiento con el estándar 802.11 actual puede crear una WLAN funcional, independiente del fabricante.
- ❑ Los problemas de roaming, seguridad y capacidad de administración aún pueden presentar incompatibilidades

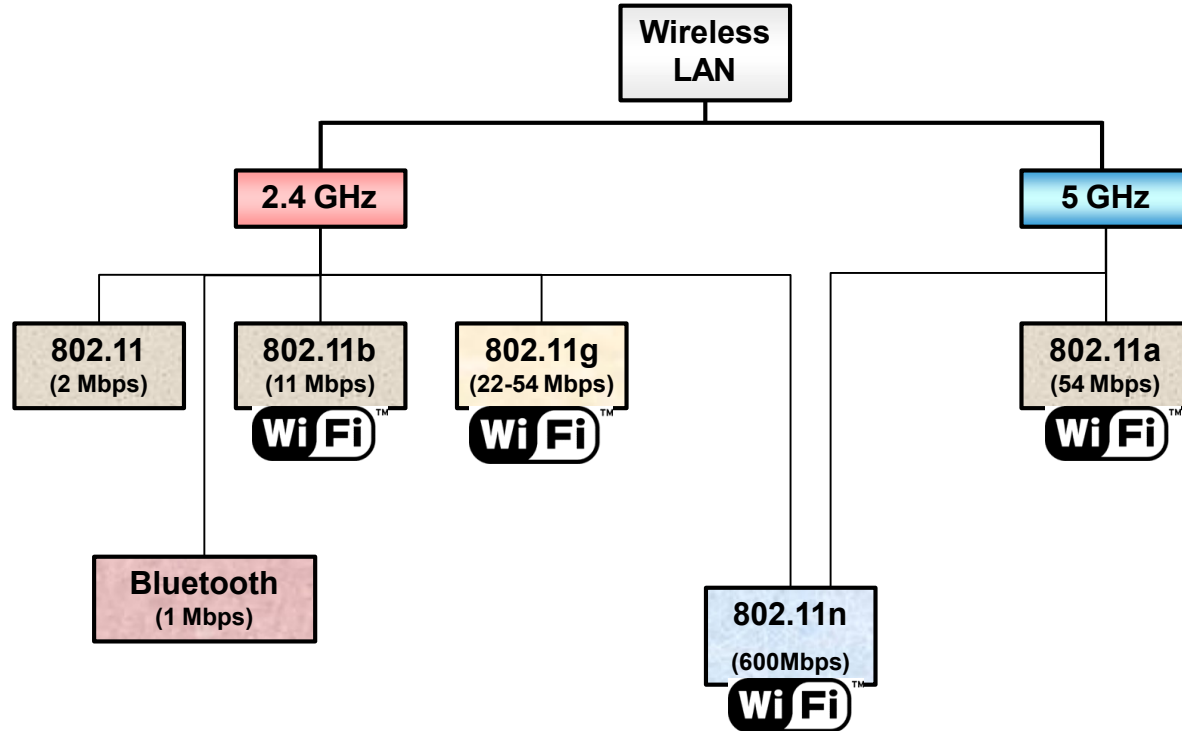
# IEEE 802.11



- ❑ El término 802.11 se refiere a una familia de protocolos, incluyendo:
  - 802.11
  - 802.11b
  - 802.11a
  - 802.11g
  - 802.11n



# Estándares WLAN



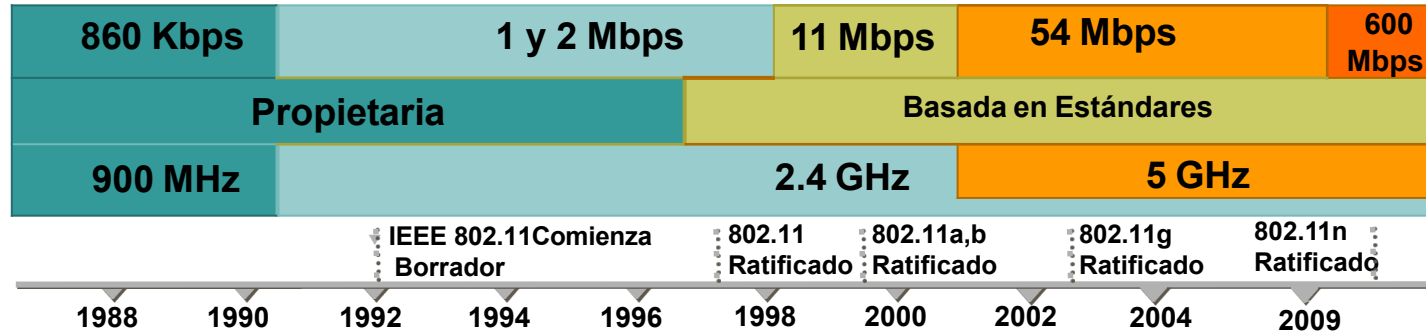
# IEEE 802.11



- ❑ El estándar 802.11 define:
  - MAC:  
Capa de enlace de datos Control de Acceso al Medio
  - PHY:  
Capa Física (Frecuencias, señales, modulación, etc)
- ❑ Entrega tramas entre dispositivos pares que utilizan LLC en la capa de enlace de datos.

# IEEE 802.11

- ❑ IEEE 802.11 ha ido evolucionando
- ❑ Cada "enmienda" nueva define nuevas capacidades, anchos de banda y/o frecuencias



# IEEE 802.11b



- ❑ Trabaja en el rango de frecuencias de 2401MHz a 2495MHz
- ❑ Divide el espectro en 14 canales.
- ❑ Cada canal tiene un ancho de 22MHz.
- ❑ En argentina se han homologado los primeros 11 canales

# IEEE 802.11b

Identificador de Canal	Frecuencia Central	Dominio Regulatorio			
		América	Europa, Medio Oriente y Asia	Japón	Israel
	2412 MHz	X	X	X	
1	2417 MHz	X	X	X	
2	2422 MHz	X	X	X	
3	2427 MHz	X	X	X	X
4	2432 MHz	X	X	X	X
5	2437 MHz	X	X	X	X
6	2442 MHz	X	X	X	X
7	2447 MHz	X	X	X	X
8	2452 MHz	X	X	X	X
9	2457 MHz	X	X	X	X
10	2462 MHz	X	X	X	
11	2467 MHz	X	X	X	
12	2472 MHz		X	X	
13	2477 MHz				
14	2484 MHz				
15	2490 MHz				

# IEEE 802.11b

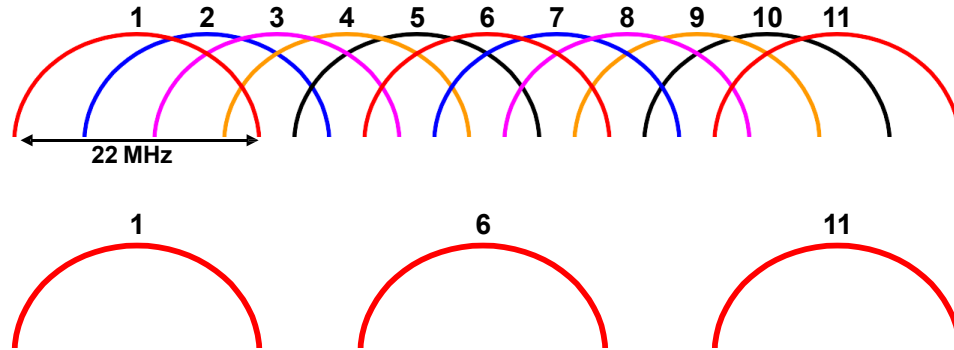


- ❑ Hay un solapamiento entre los canales
- ❑ La separación entre un canal y el siguiente es de 5MHz
- ❑ Cada canal se solapa con los tres canales inmediatamente anteriores y posteriores

# IEEE 802.11b

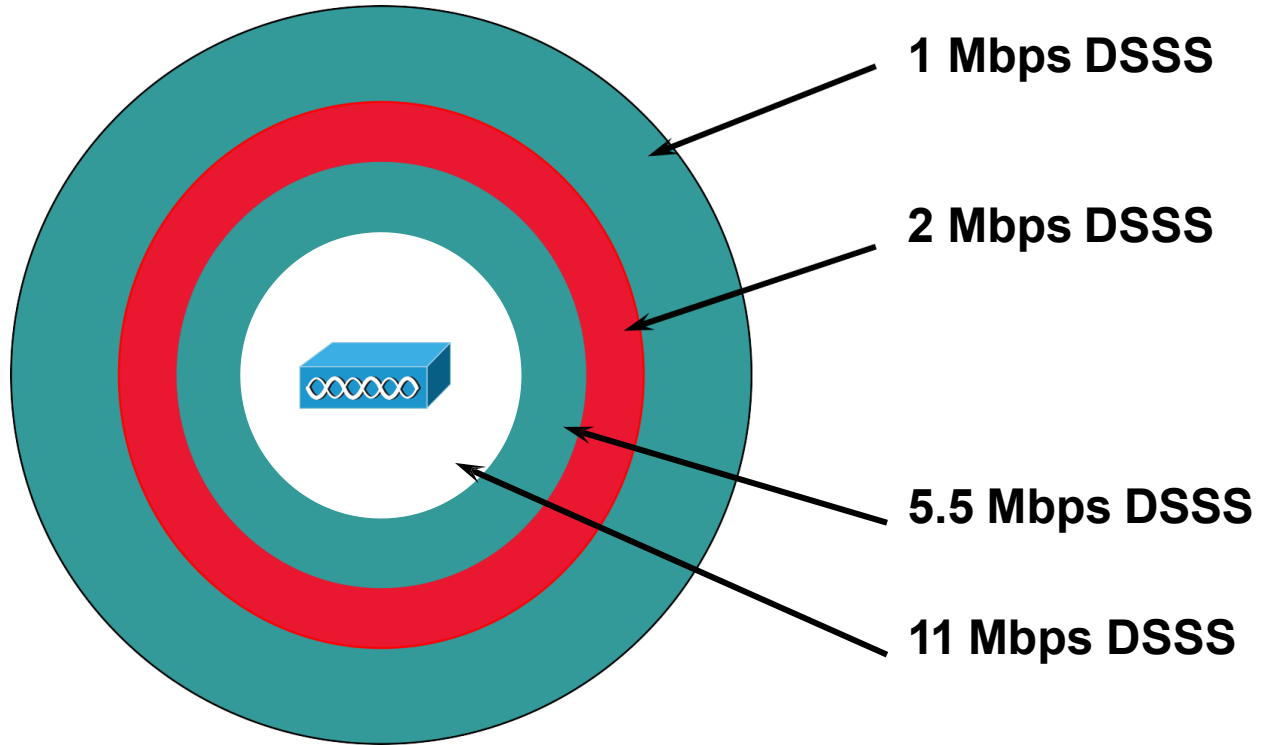
Ca na l	Frecuencia central	Rango de frecuencias
1	2412 MHz	2401-2423
2	2417 MHz	2406-2428
3	2422 MHz	2411-2433
4	2427 MHz	2416-2438
5	2432 MHz	2421-2443
6	2437 MHz	2426-2448
7	2442 MHz	2431-2453
8	2447 MHz	2436-2458
9	2452 MHz	2441-2463
10	2457 MHz	2446-2468
11	2462 MHz	2451-2473
12	2467 MHz	2456-2478
13	2472 MHz	2461-2483
14	2484 MHz	2473-2485

# IEEE 802.11b





# IEEE 802.11b



# IEEE 802.11b

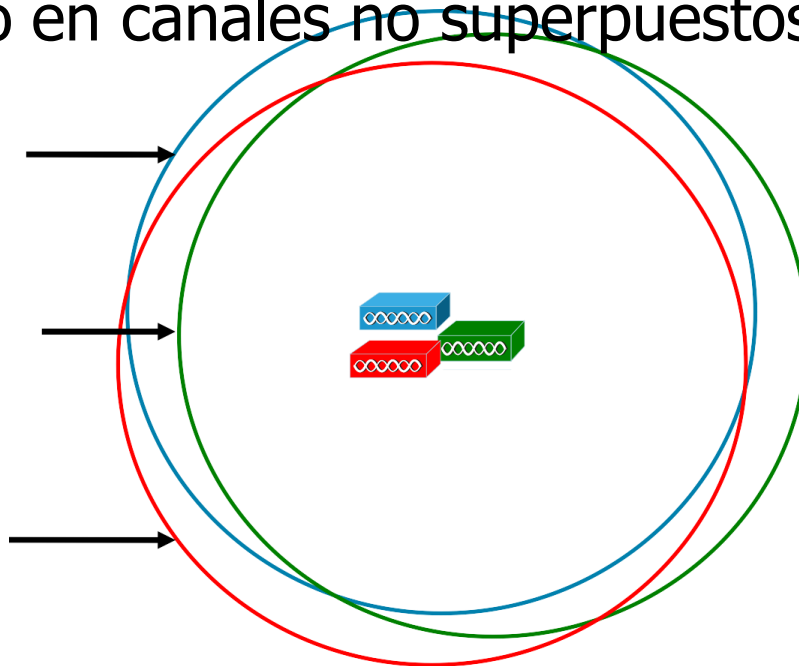
- Se pueden ubicar 3 dispositivos trabajando en canales no superpuestos:

33Mbps

Azul = 11  
Mbps

Verde = 11  
Mbps

Rojo = 11  
Mbps



# IEEE 802.11a



- ☐ Trabaja en el rango de frecuencias de 5GHz.
- ☐ Al usar una frecuencia superior tiene una cobertura menor
- ☐ No es compatible con 802.11b
- ☐ Define frecuencias para uso interior y para uso exterior

# IEEE 802.11a



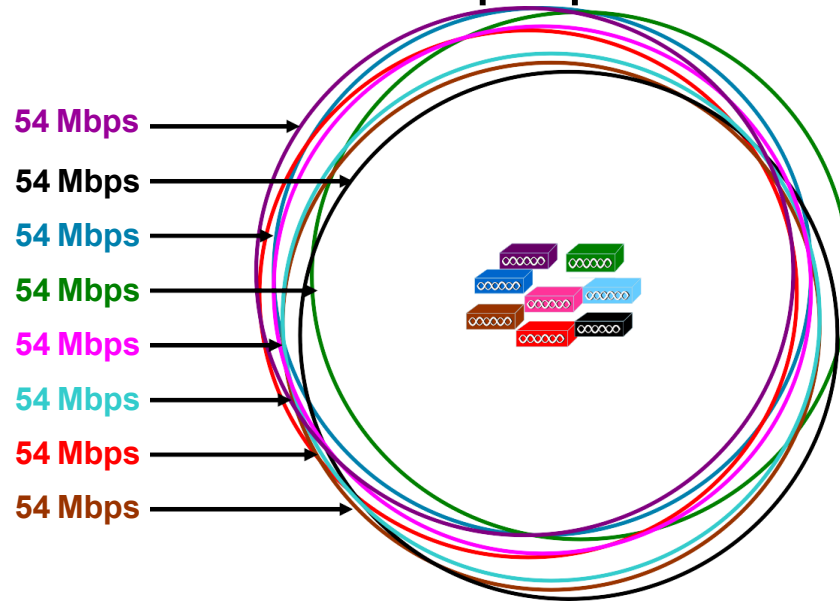
U-NII: Unlicensed National Information Infrastructure			
Banda	Canales	Frecuencia (GHz)	Uso
U-NII 1	4	5.15 – 5.25	Solo Uso Interior
U-NII 2	4	5.25 – 5.35	Uso Interior / Exterior
U-NII 3	4	5.725 – 5.825	Solo Uso Exterior (Potencia Controlada)

# IEEE 802.11a

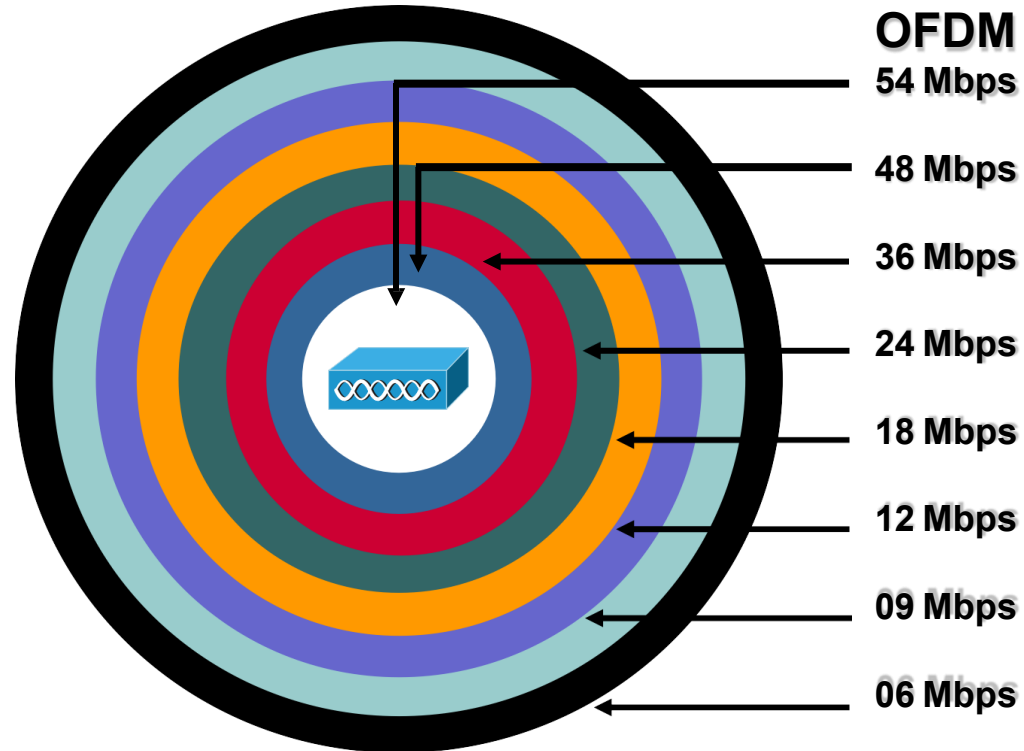
		Regiones			
ID de canal	Frecuencia	América	Japón	Singapur	Taiwán
34	5170		X		
36	5180	X		X	
38	5190		X		
40	5200	X		X	
42	5210		X		
44	5220	X		X	
46	5230		X		
48	5240	X		X	
52	5260	X			X
56	5280	X			X
60	5300	X			X
64	5320	X			X

# IEEE 802.11a

- Se pueden ubicar 8 dispositivos trabajando en canales no superpuestos: 432Mbps



# IEEE 802.11a



# IEEE 802.11g



- ❑ Opera en el rango de frecuencias de 2.4GHz
- ❑ Ofrece un ancho de banda de 54Mbps
- ❑ Es compatible con 802.11b
- ❑ La existencia de equipamiento b reducirá su performance
- ❑ Tiene la misma división de canales que 802.11b



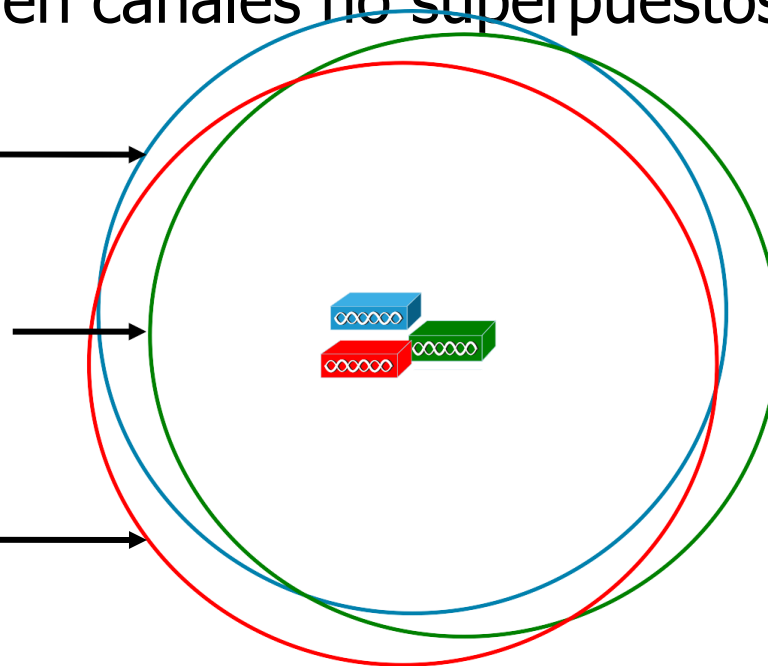
# IEEE 802.11g

- Se pueden ubicar 3 dispositivos trabajando en canales no superpuestos: 162Mbps

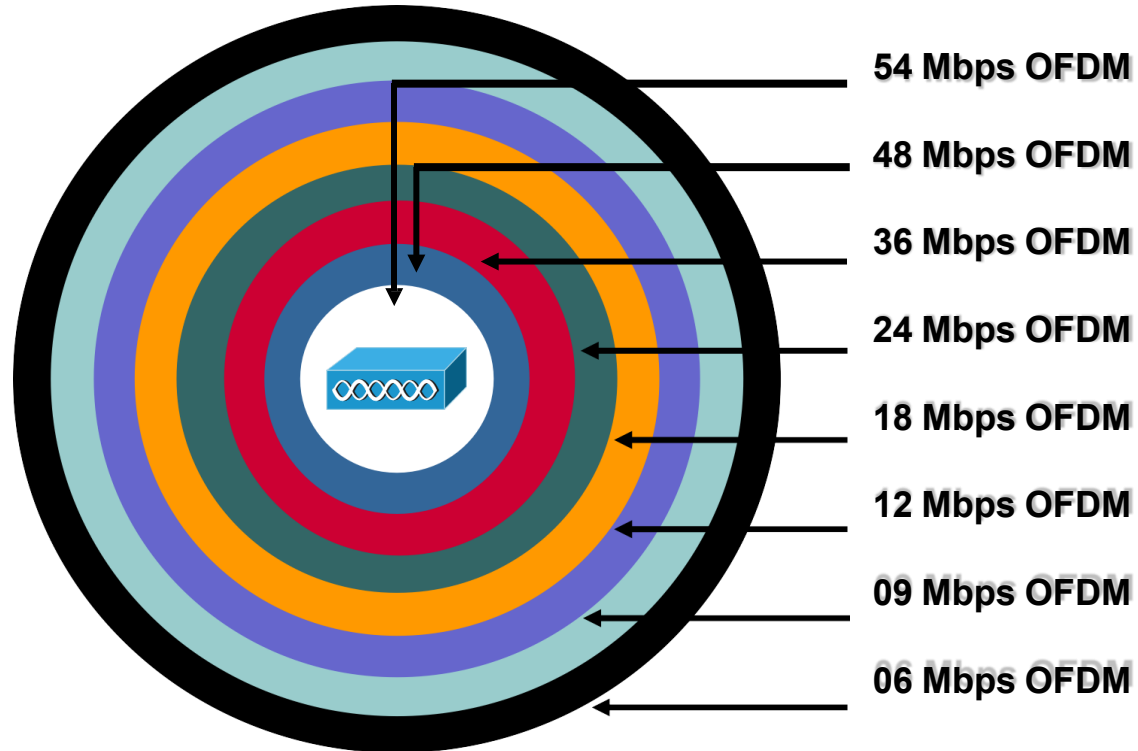
Azul = 54 Mbps

Verde = 54 Mbps

Rojo = 54 Mbps



# IEEE 802.11g



# IEEE 802.11n



- ❑ Última enmienda estandarizada
- ❑ Utiliza los dos rangos de frecuencia
  - 2.4 GHz
  - 5 GHz
- ❑ Utiliza MIMO (Multiple-Input Multiple-Output)
- ❑ Puede alcanzar hasta 600Mbps

# IEEE 802.11n

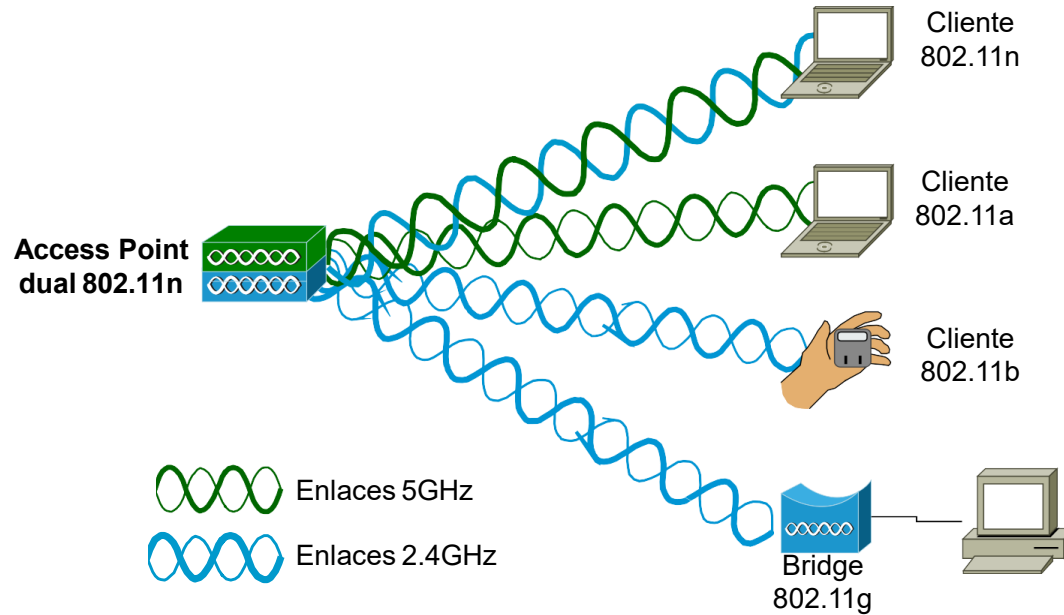


# IEEE 802.11n



- ❑ IEEE 802.11n tiene una mayor cobertura
- ❑ Se aprovecha de los rebotes para amplificar y regenerar la señal.
- ❑ Es totalmente compatible con cualquiera de las especificaciones anteriores 802.11a/b/g
- ❑ Existen productos que sólo operan en un rango de frecuencias (2,4GHz o 5GHz).

# Interoperatividad 802.11n



# Comparación estándares IEEE 802.11



Estándar	Rango de Frecuencia	Ancho de banda
IEEE 802.11a	5 GHz	54 Mbps
IEEE 802.11b	2.4 GHz	11 Mbps
IEEE 802.11g	2.4 GHz	54 Mbps
IEEE 802.11n	2.4 y 5 GHz	600 Mbps