

The background features abstract green geometric shapes, including triangles and polygons, in various shades of green, some overlapping and some semi-transparent, creating a modern, layered effect.

# Wi-Fi

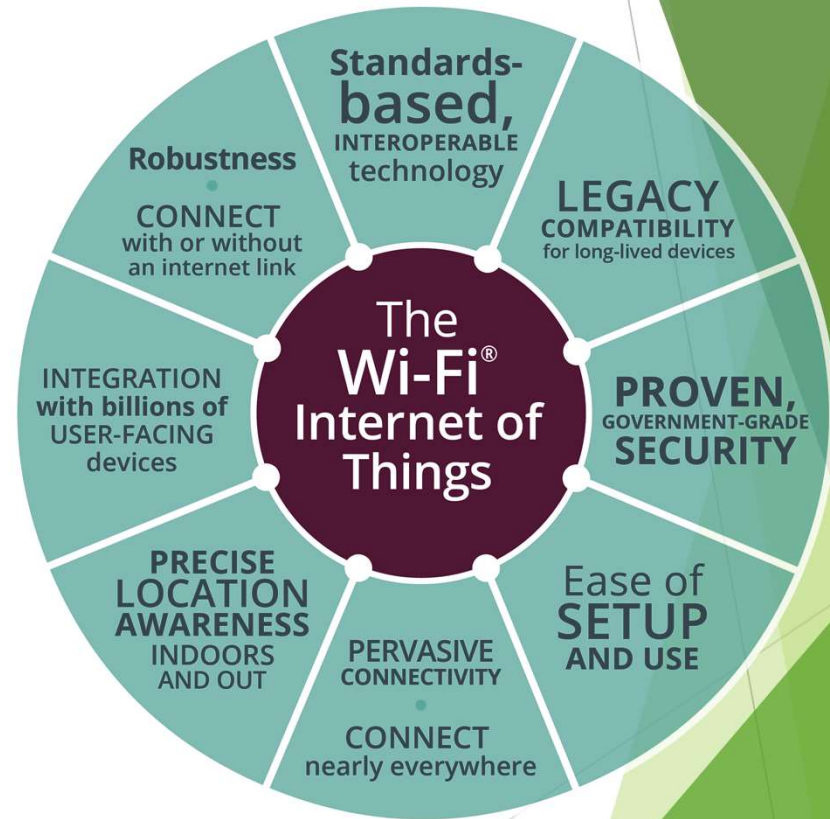
Sergio N. Santana, ITESO - 2018

# Wi-Fi

- ▶ Wi-Fi es una tecnología de comunicación inalámbrica por radio frecuencia basada en el standard IEEE802.11.
- ▶ La alianza de Wi-Fi (Wi-Fi Alliance) se encarga de garantizar la interoperabilidad, la adopción y la evolución del estándar a nivel global.



**IEEE**  
**802.11**



<https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/connect-your-life>  
<http://www.ieee802.org/11/>

# IEEE802.11

- El estándar IEEE 802.11 es un conjunto de especificaciones de control de acceso a medios (MAC) y capa física (PHY) para implementar comunicación de red inalámbrica de área local (WLAN) en las bandas de frecuencia de 900 MHz y 2.4, 3.6, 5 y 60 GHz.
- La versión base del estándar fue lanzada en 1997 y ha tenido modificaciones posteriores.

Application
Presentation
Session
Transport
NWK
DLL LLC y MAC
PHY

# IEEE802.11

- ▶ 802.11-1997 fue el primer estándar de red inalámbrica de la familia, pero 802.11b fue el primero ampliamente aceptado, seguido de 802.11a, 802.11g, 802.11n y 802.11ac.
- ▶ 802.11b y 802.11g usan la banda ISM de 2.4 GHz. Debido a esta elección de banda de frecuencia, los equipos 802.11b/g pueden ocasionalmente sufrir interferencia de hornos microondas, teléfonos inalámbricos y dispositivos Bluetooth.

# Versiones mas comunes de Wi-Fi

Wireless Standards 802.11ac, 802.11n, and 802.11g		
	✓ PROS	✗ CONS
802.11ac	Fastest maximum speed and best signal range; on par with standard wired connections	Most expensive to implement; performance improvements only noticeable in high-bandwidth applications
802.11n	Significant bandwidth improvement from previous standards; wide support across devices and network gear	More expensive to implement than 802.11g; use of multiple signals may interfere with nearby 802.11b/g based networks
802.11g	Supported by essentially all wireless devices and network equipment in use today; least expensive option	Entire network slows to match any 802.11b devices on the network; slowest/oldest standard still in use

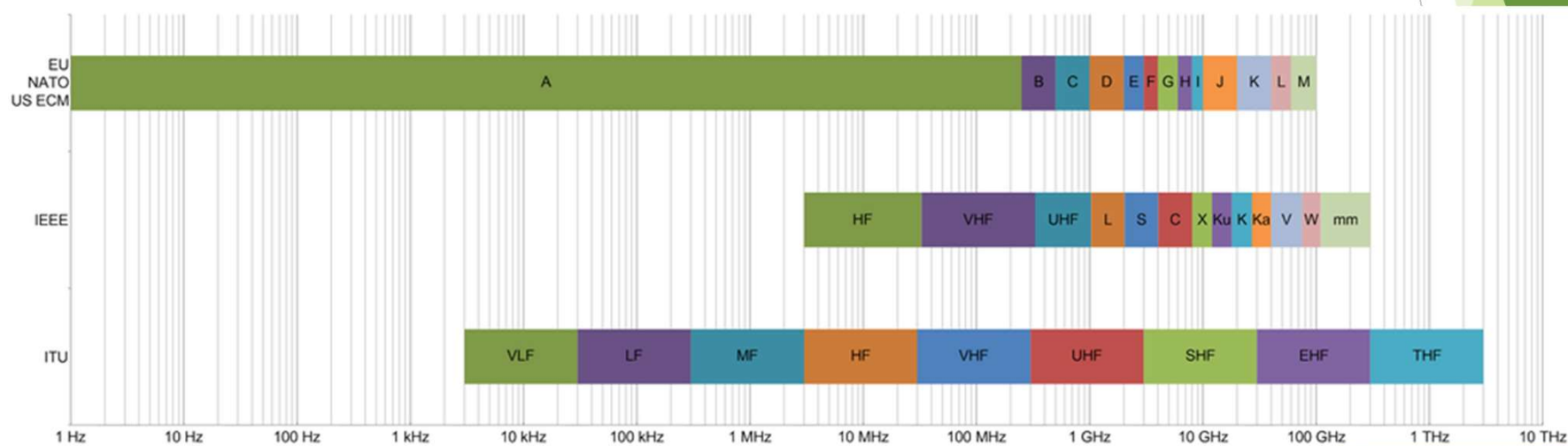
 <https://www.lifewire.com/wireless-standards-802-11a-802-11b-g-n-and-802-11ac-816553>

The background features abstract, overlapping green geometric shapes. On the left, a solid green trapezoid points upwards. On the right, a complex arrangement of various shades of green (from light lime to dark forest green) forms a series of overlapping triangles and polygons, creating a dynamic, layered effect. A thin, light gray line extends diagonally from the bottom left towards the center of the right-side composition.

# La Capa Física

# RF

- La comunicación de RF se lleva a cabo a través de ondas electromagnéticas (EM) que se transmiten en las bandas de RF, que abarcan el espectro de 3 Hz a 300 GHz.
- Una onda electromagnética transporta su energía a través del vacío a una velocidad de  $3.00 \times 10^8$  m/s (un valor de velocidad comúnmente representado por el símbolo  $c$ ).
- Una opción común es utilizar las bandas ISM (industrial, científica y médica), que ofrecen comunicación sin licencia en la mayoría de los países.



# Ejercicio

La longitud de onda de una onda electromagnética que viaja en el espacio es de 60 cm.

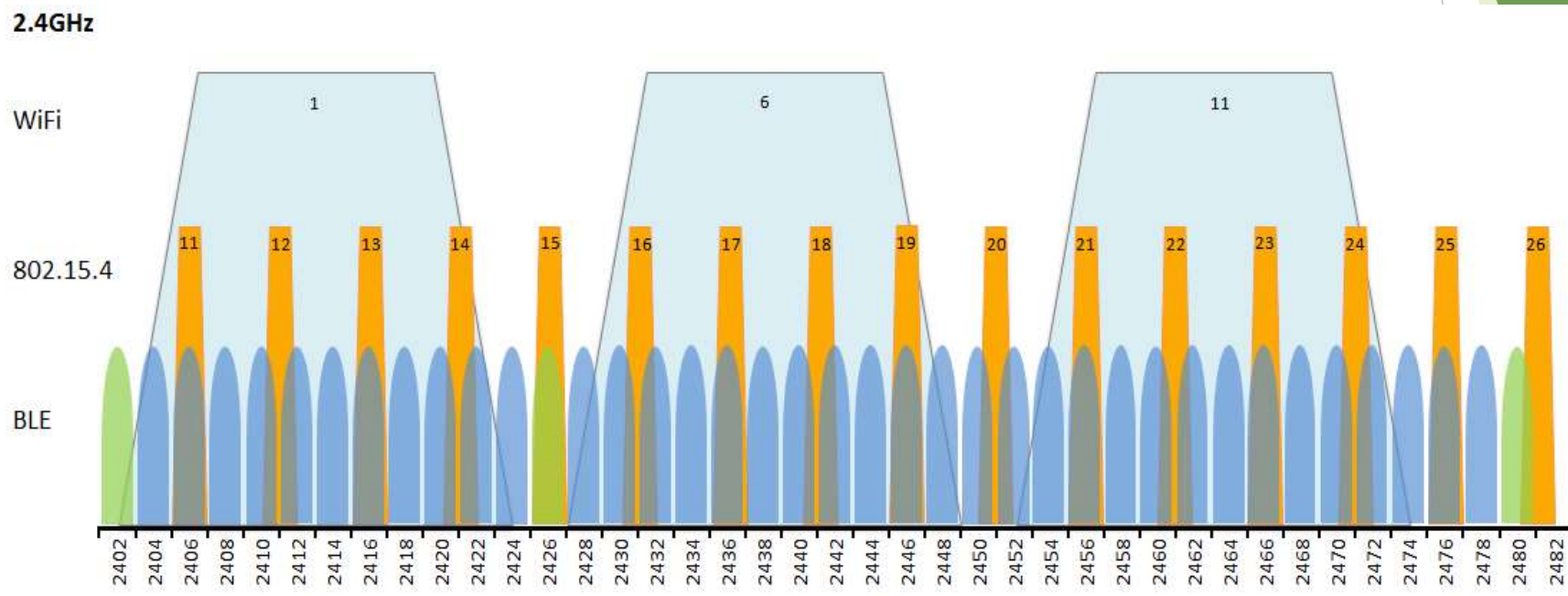
¿Cuál es su frecuencia?

- a) 500 MHz
- b) 3 GHz
- c) 5 GHz
- d) 15 GHz

1. ¿Cuál es la longitud de onda de una señal cuya frecuencia es 2.4 GHz?



# Canales en la frecuencia de 2.4GHz (ISM)



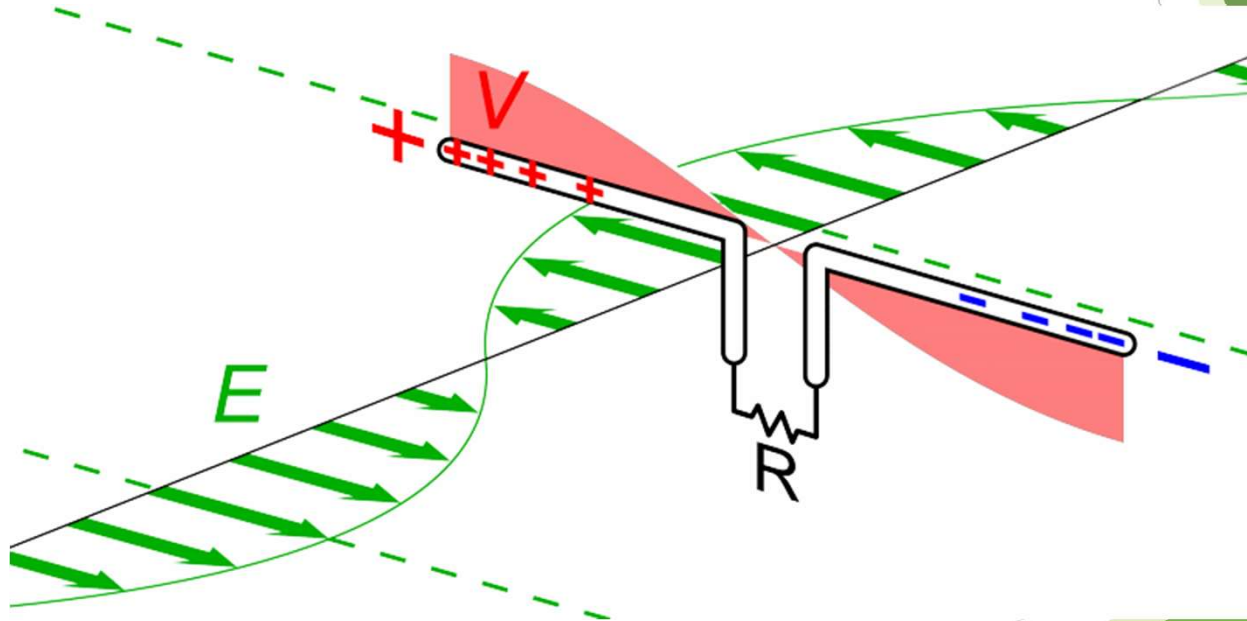
16 Canales de IEEE802.15.4  
3 Canales de WiFi  
40 Canales de BLE

# Características de las capas físicas mas comunes

Version	Frecuencia	Modulación	Data rate
ac	5Ghz	OFDM (MU-MIMO)	6.5-780Mbps
n	2.4/5Ghz	OFDM (MIMO)	6.5-135Mbps
g	2.4Ghz	OFDM, DSSS (SISO)	6-54Mbps

# Antena

- Convierte señales eléctricas a ondas electromagnéticas.
- El tamaño debe de ser consistente con la longitud de onda.
- Tipos:
  - Direccional
  - Omnidireccional
  - MIMO

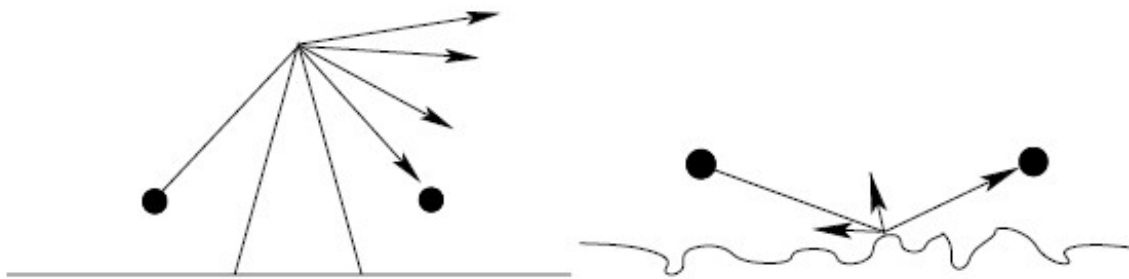
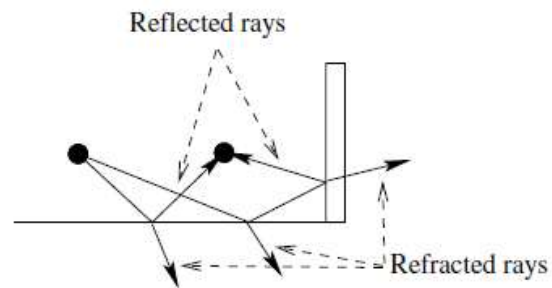


[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dd/Dipole\\_receiving\\_antenna\\_animation\\_6\\_800x394x150ms.gif](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dd/Dipole_receiving_antenna_animation_6_800x394x150ms.gif)

# Efectos del canal sobre RF

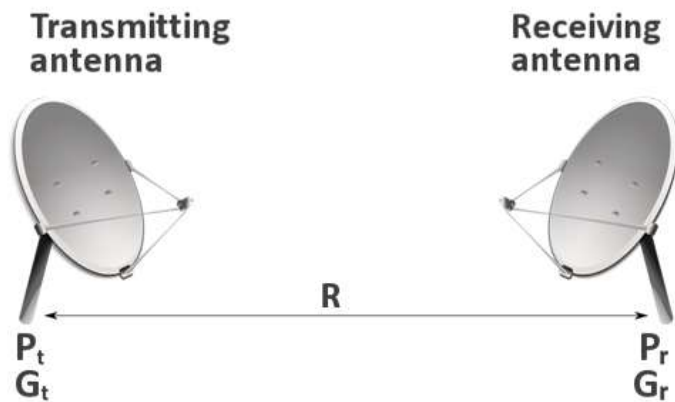
- Algunos efectos que tiene el canal de transmisión sobre una señal en un medio inalámbrico:

- Atenuación
- Reflexión
- Refracción
- Difracción
- División



# Efectos del canal sobre RF

## ► Ecuación de Friis



$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi R)^2}$$

Where,

$P_r$  = Power at the receiving antenna

$P_t$  = Output power of transmitting antenna

$G_t$  = Gain of the transmitting antenna

$G_r$  = Gain of the receiving antenna

$\lambda$  = Wavelength

$R$  = Distance between the antennas

<https://www.everythingrf.com/rf-calculators/friis-transmission-calculator>

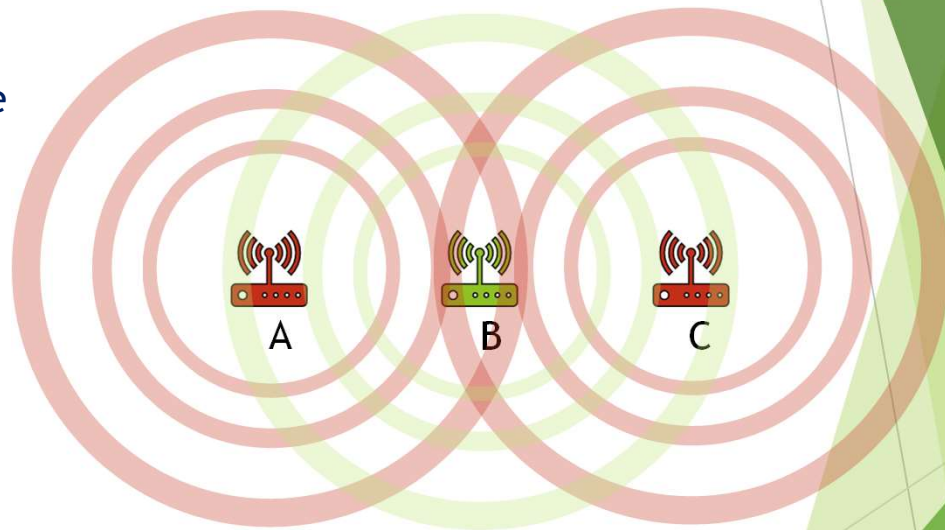
The background features abstract, overlapping green geometric shapes, primarily triangles and polygons, in various shades of green, creating a modern and dynamic visual effect.

# Capa de Acceso al Medio

# The MAC Layer

## Hidden Terminal

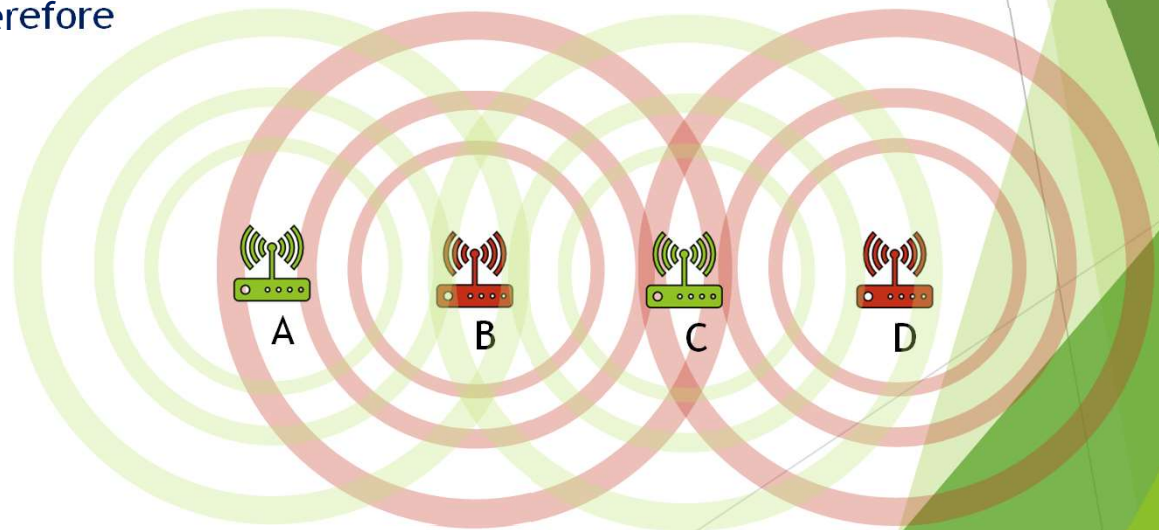
- ▶ A sends to B, C cannot receive A.
- ▶ C wants to send to B and senses a free medium.
  - ▶ This is a Carrier Sense false negative.
- ▶ There is a collision at B, A cannot detect the collision.
  - ▶ This is a Collision Detect error.
- ▶ A is “hidden” for C.



# The MAC Layer

## Exposed Terminal

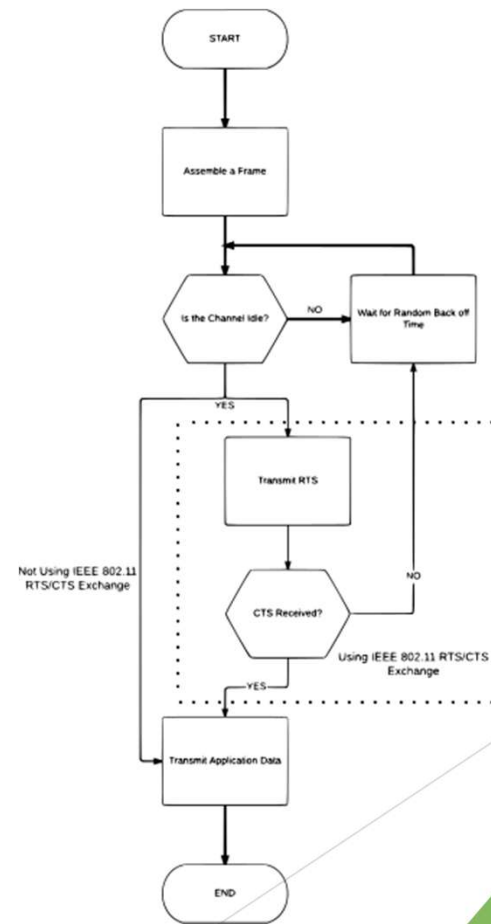
- ▶ B sends to A, C wants to send to D.
- ▶ C senses carrier, finds medium in use and has to wait.
- ▶ A is outside of range of C, therefore waiting is not necessary.
- ▶ C is “exposed” to B.



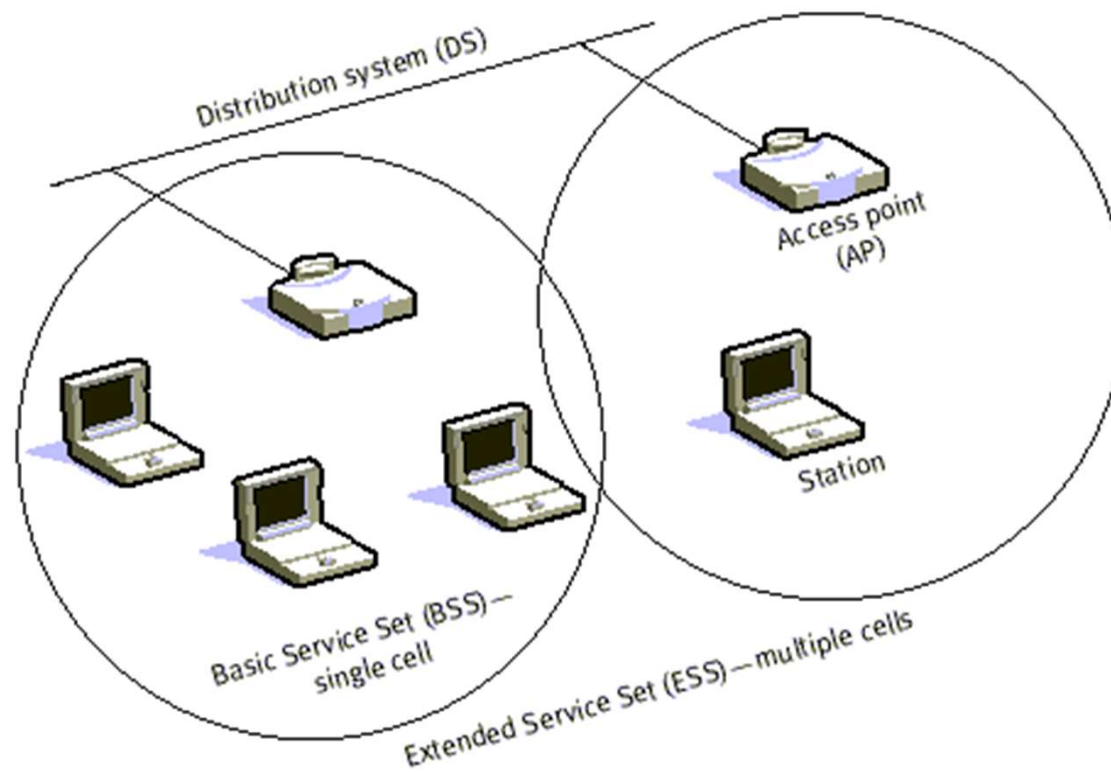


# Características de la capa MAC de IEEE802.11

- La subcapa IEEE 802.11 MAC es responsable de coordinar el acceso a la interfaz física compartida para que el punto de acceso (AP) y las estaciones Wi-Fi en el rango puedan comunicarse de manera efectiva.
- Para evitar colisiones se utiliza la técnica CSMA/CA



# Arquitectura de la red WiFi



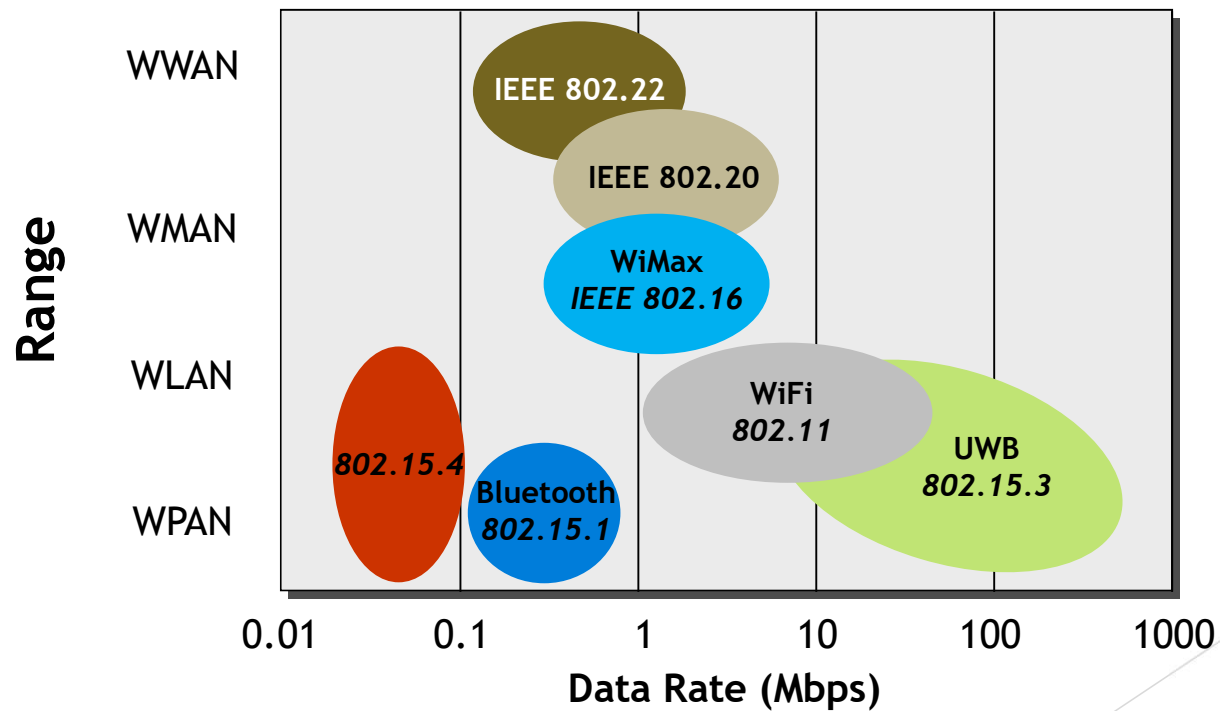
# Autenticación wi-fi

- ▶ La autenticación 802.11 es el primer paso en la conexión a la red. La autenticación 802.11 requiere un dispositivo móvil (estación) para establecer su identidad con un punto de acceso (AP) o un enrutador inalámbrico de banda ancha. No hay encriptación de datos o seguridad disponible en esta etapa.
- ▶ Existen dos tipos de autenticación:
  - ▶ De sistema abierto.
  - ▶ De llave compartida.

The background features abstract green geometric shapes. On the left, a solid green trapezoid points upwards. On the right, a complex arrangement of overlapping translucent green triangles and polygons creates a dynamic, layered effect. The text is centered in a clean, green, sans-serif font.

# Otras tecnologías Inalámbricas

# Comparación de diferentes tecnologías



# Decidiendo la tecnología correcta

- ▶ **No existe el concepto: “La mejor tecnología”.** Las tecnologías son herramientas para resolver problemas y, como con las herramientas, se debe escoger la mejor para resolver el problema en turno.
- ▶ Algunas preguntas a realizar cuando se define una tecnología son:
  - ▶ ¿Mi aplicación requiere baterías (bajo consumo de energía)?
  - ▶ ¿Cuál es el rango de alcance que requiere la aplicación a resolver?
  - ▶ ¿Mis dispositivos tienen que interactuar con dispositivos de otros fabricantes (Interoperabilidad)?
  - ▶ ¿Mi aplicación requiere que la red alcance distancias mayores al rango de alcance del radio (routers)?
  - ▶ ¿La aplicación requiere la interacción con dispositivos móviles?
  - ▶ ¿Cuál es el tiempo que tengo para desarrollar la aplicación?
  - ▶ ¿Mi aplicación requiere algún tipo de certificación?
  - ▶ ¿La aplicación requiere que la red este conectada a “la Nube”?

# Decidiendo la tecnología correcta

## ► Cableado vs Inalámbrico

Cableado	Inalámbrico
Requiere conectores	Susceptible a la interferencia
Los cables se atorán y se dañan	Menos seguro
Corrosión	El diseño de la tarjeta es mas complejo y costoso
Incrementa su costo con la distancia	

# Ejercicio

- ▶ SSID: Diplomado2018
- ▶ PSW:Diplomado2018

