



Redes Inalámbricas

Jorge Sandoval Arenas



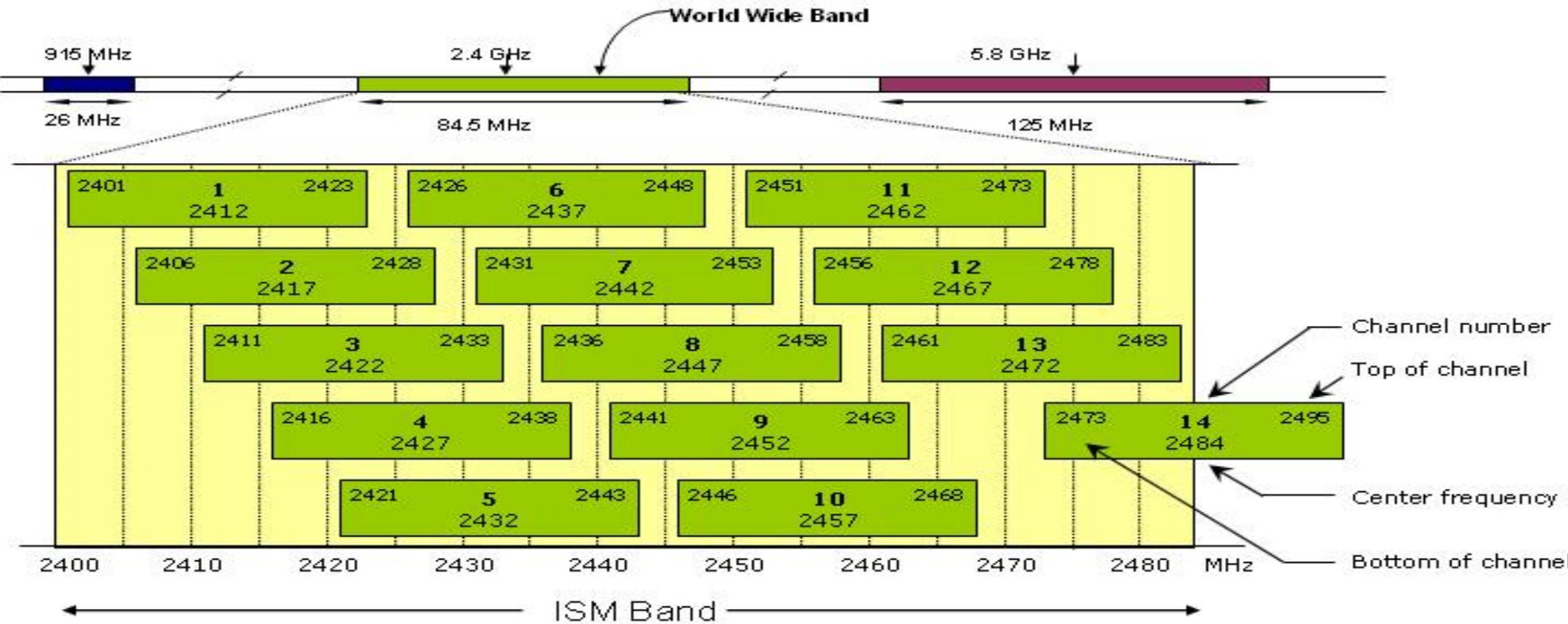
Evolución 802.11



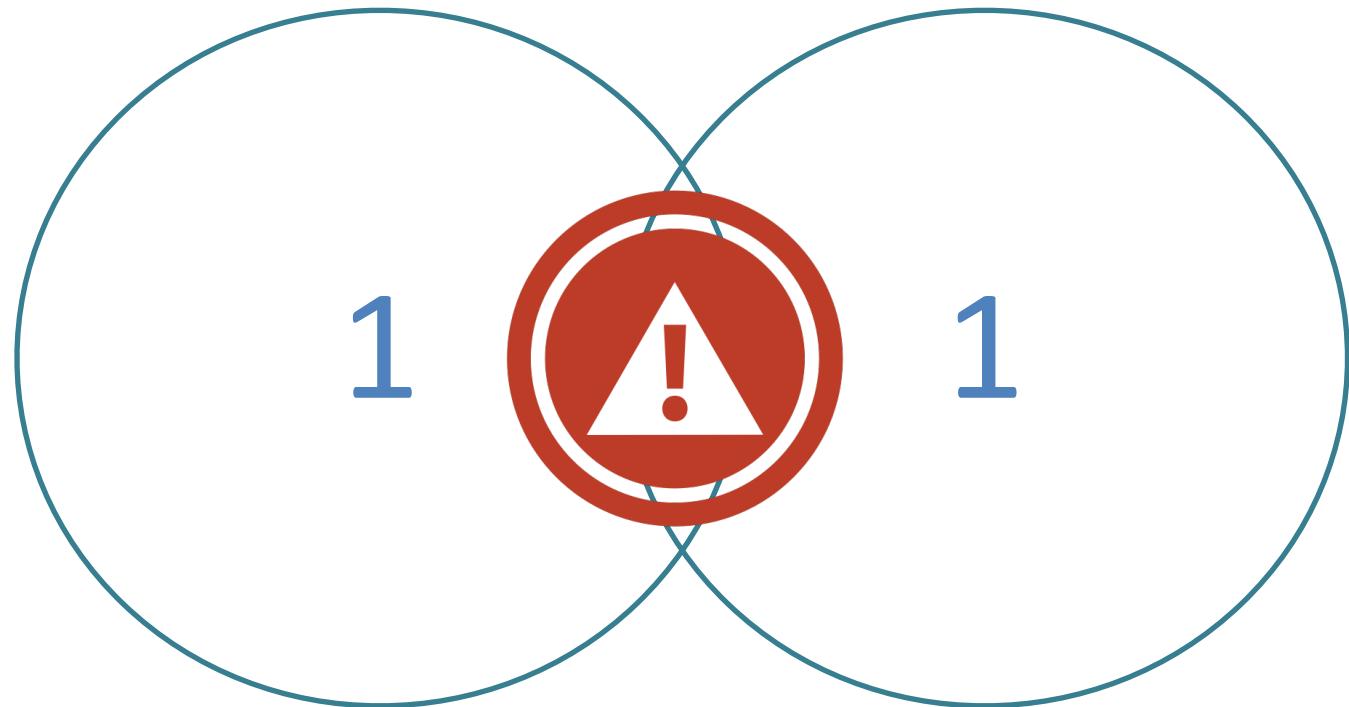
WLAN Channel 2,4GHz

Hay 14 canales separados por 5 MHz, pero cada uno de los canales usa 22 Mhz por los que estos canales se traslanpan

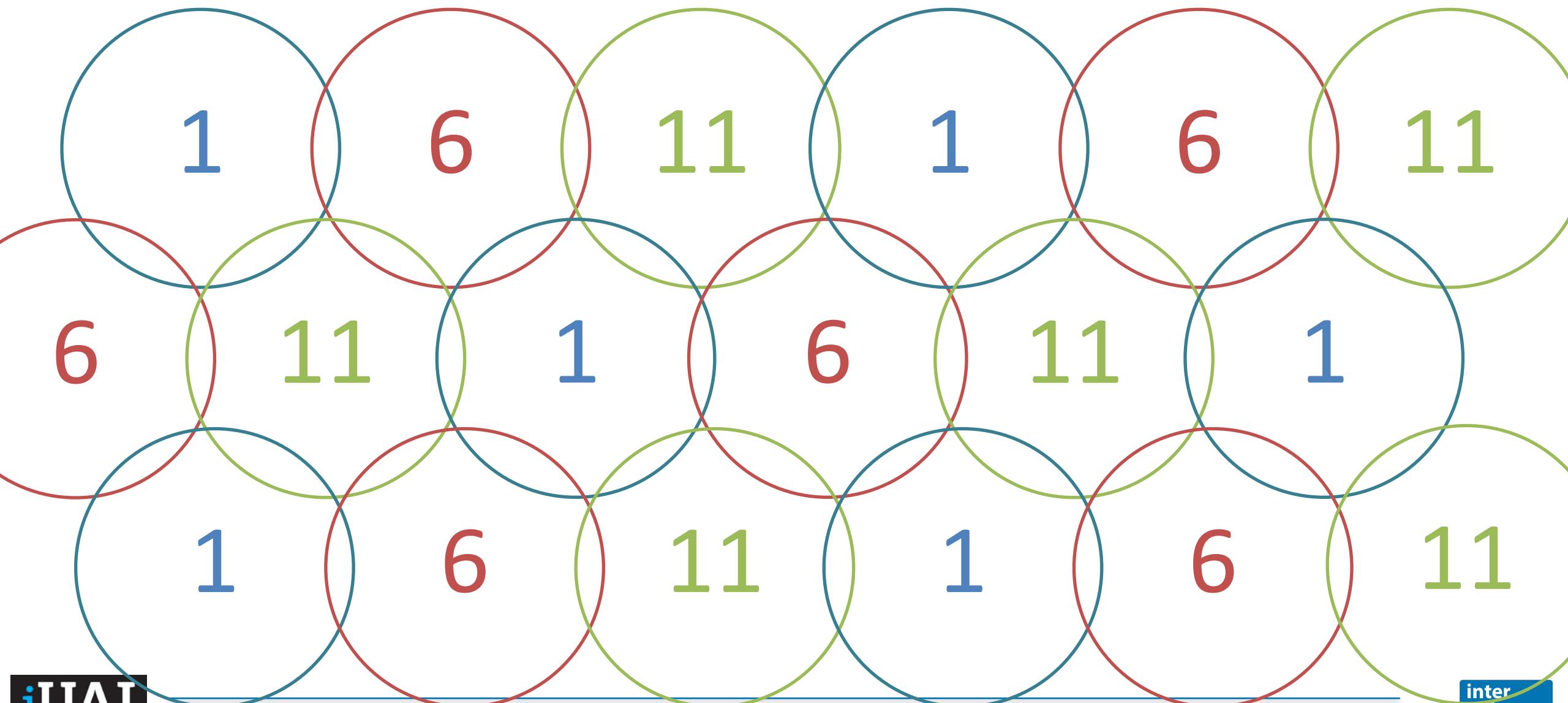
Solo hay 3 canales no traslapados por lo que debe tomarse dicha consideración en el plan de frecuencias para cubrir un lugar con distintos AP.



Planificación de Frecuencias

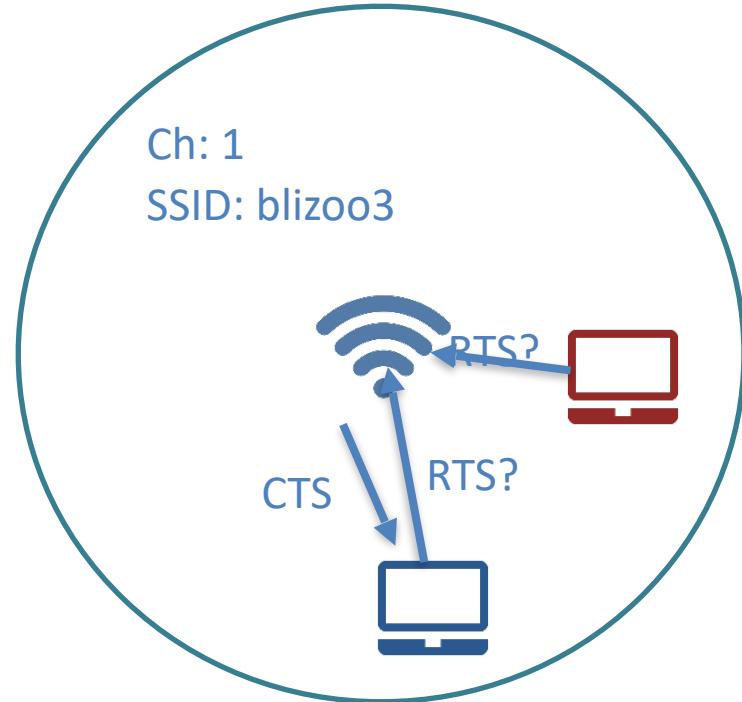


Planificación de Frecuencias



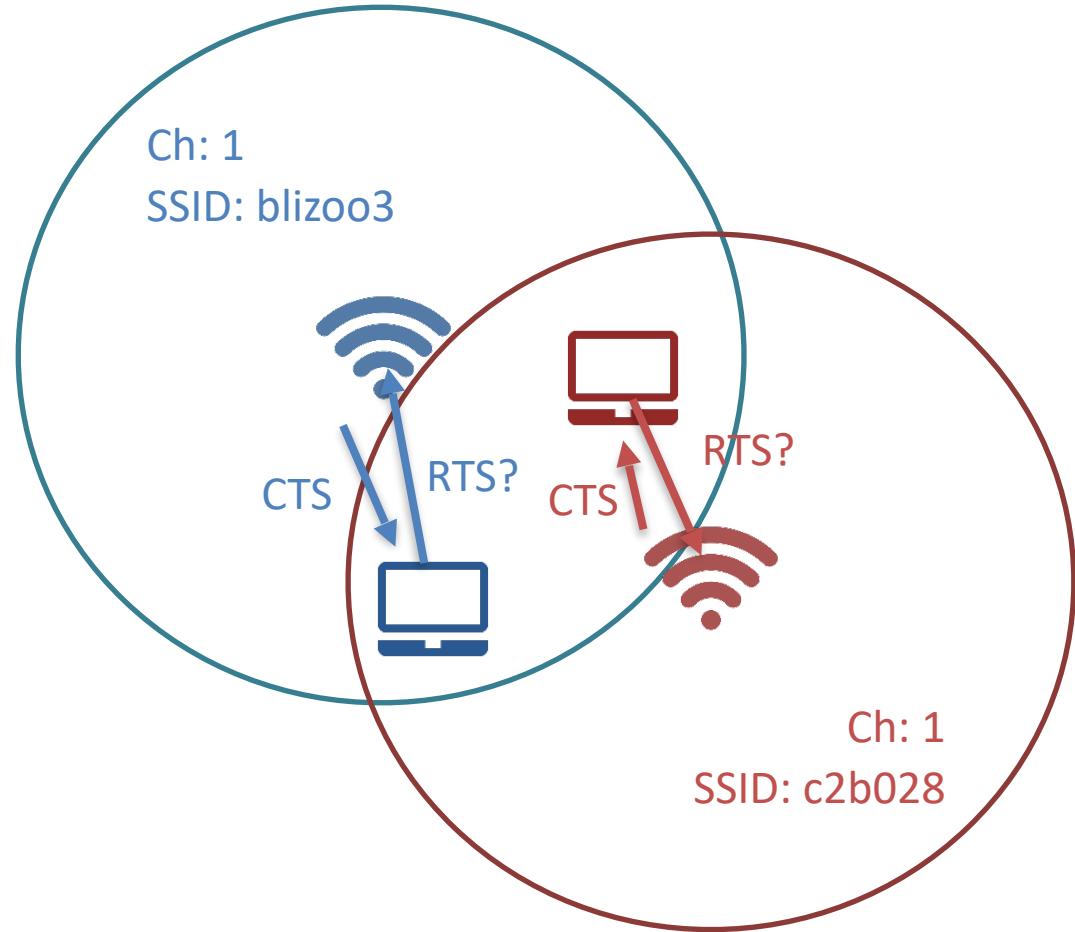
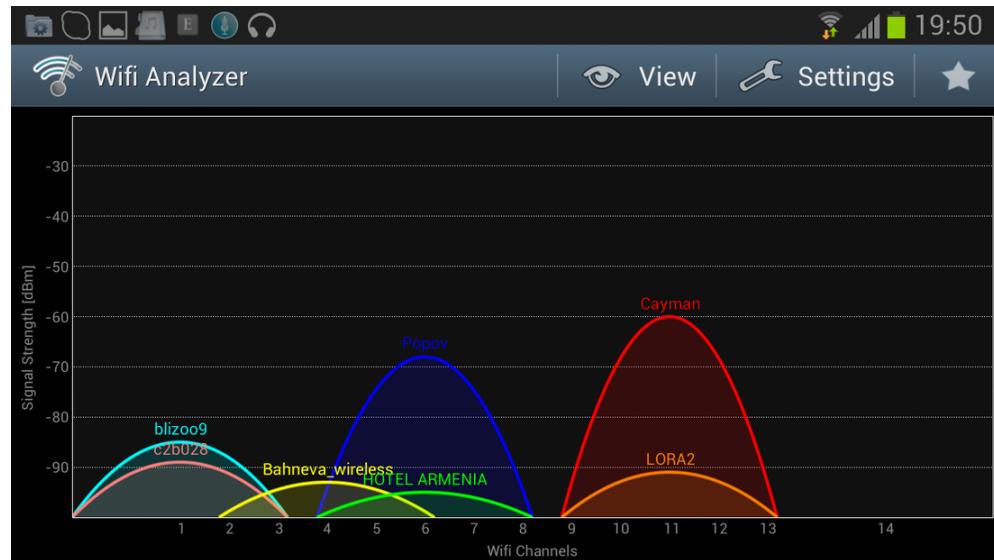
Comunicación de dos equipos

En el caso que el mismo AP le da el servicio, es este el que regula la comunicación dentro de la zona de cobertura



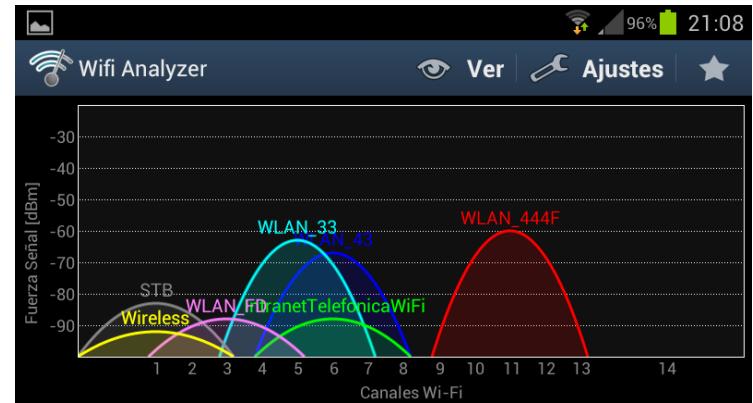
Comunicación de dos equipos

En el caso que se utilizan distintos AP, ellos podrían actuar permitiendo comunicaciones simultáneas y generando interferencia entre sí.



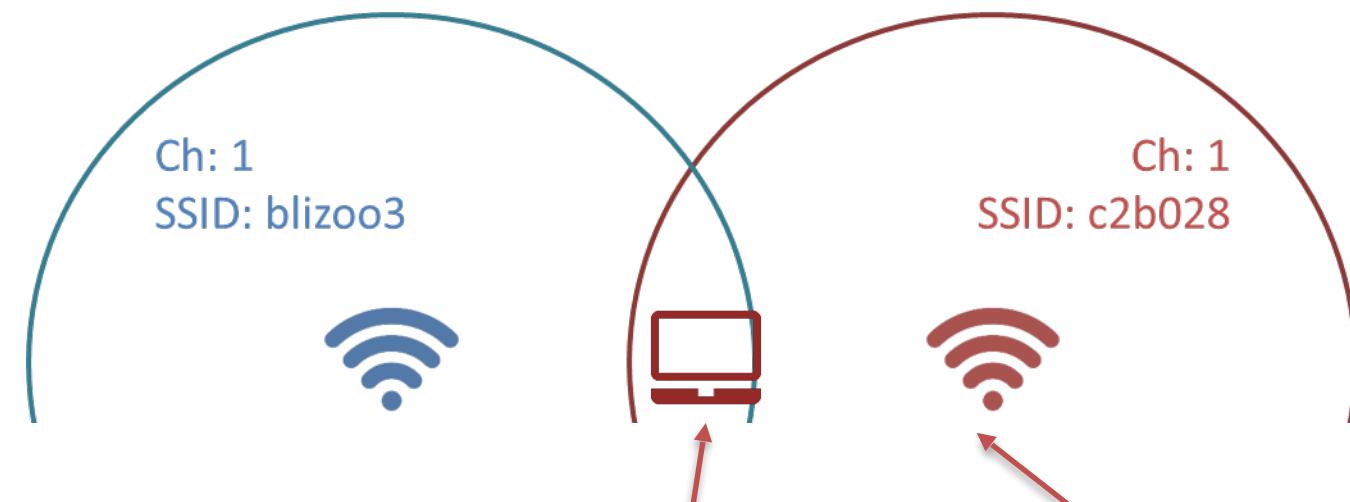
Como elegir el mejor canal

- Utilizando herramientas como WiFi Analyzer para Android o inSSIDer que opera en Windows, es posible determinar el uso y disponibilidad de canales.
- Básicamente hay que utilizar los canales que:
 - tengan menos redes y
 - que además tengan una baja señal.



Selección automática de canales

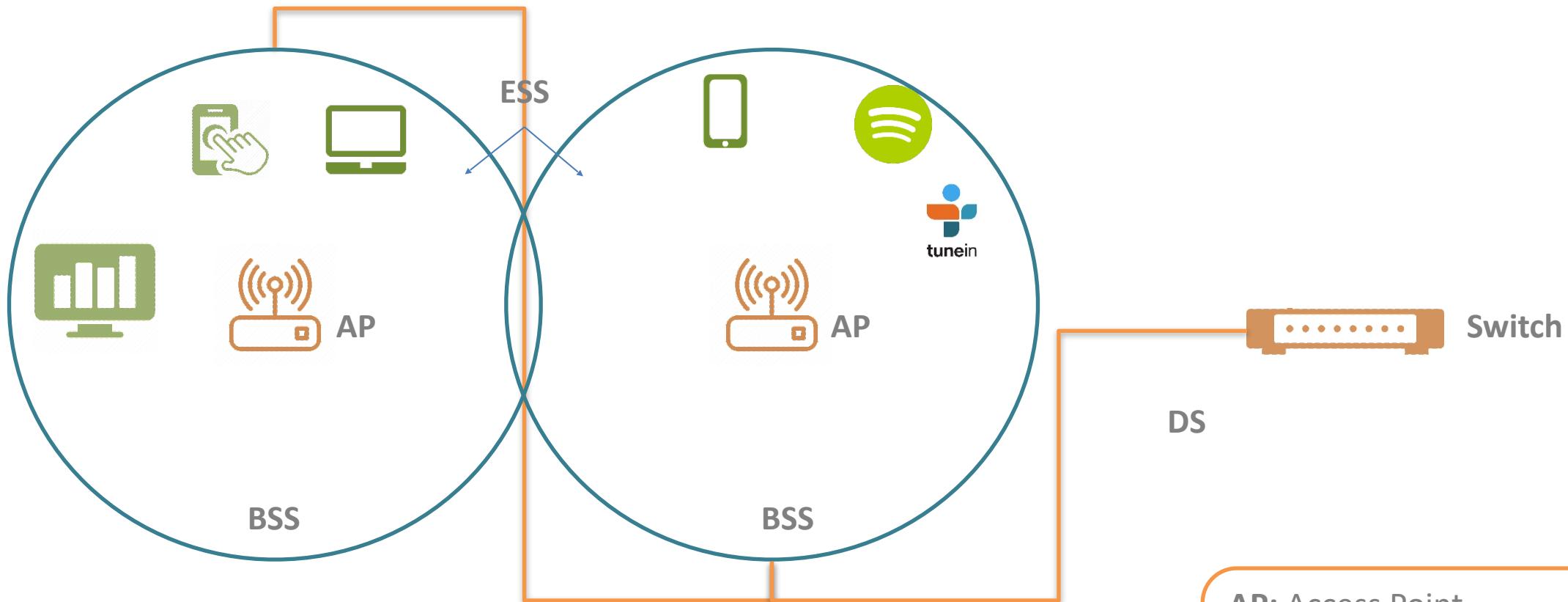
- Muchos AP son capaces de elegir automáticamente el mejor canal en función de las redes que son capaces de “ver” pero es importante destacar que ellos no ven la interferencia que puede recibir el usuario.
- Es por eso que es importante analizar toda la superficie que se utilizará.



El dispositivo se encuentra en una zona de
traslape de dos redes

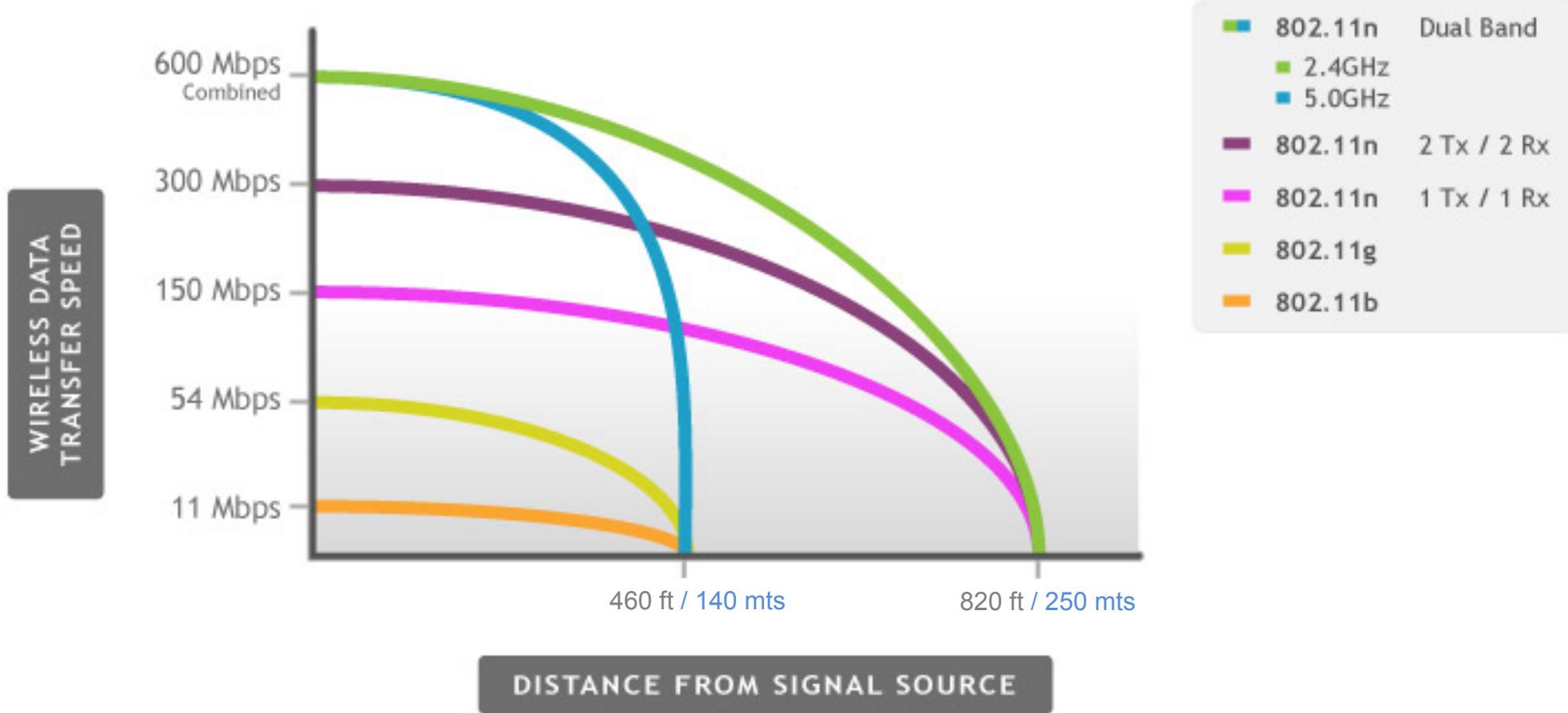
El AP no detecta redes operando
en el canal 1

Arquitectura



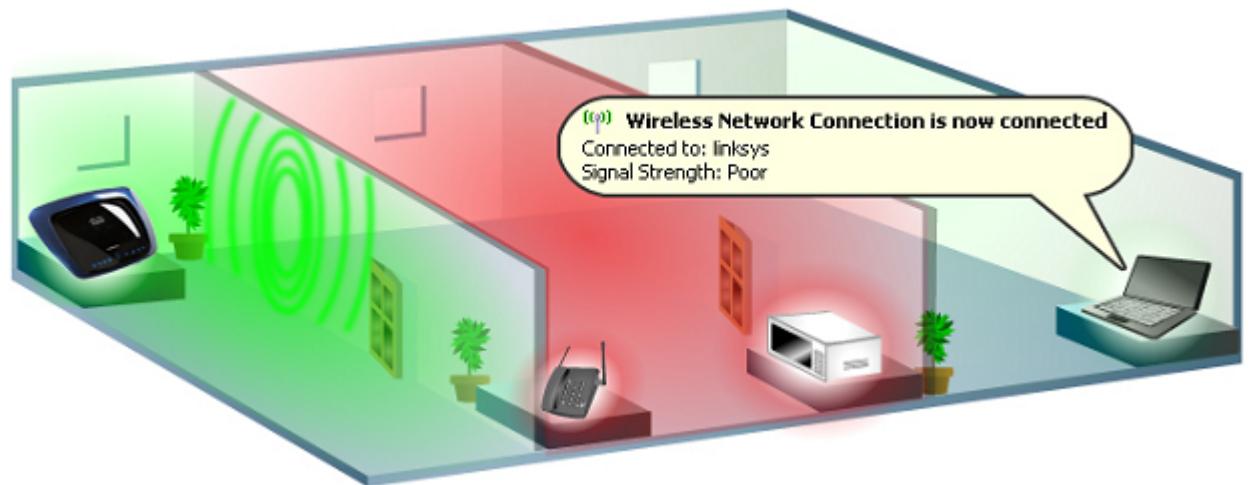
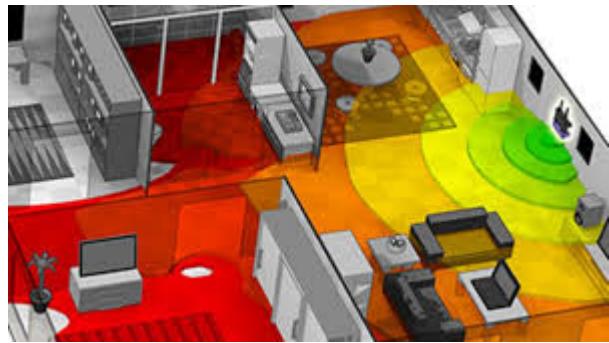
AP: Access Point
DS: Distribution System
BSS: Basic Service Set
ESS: Extended Service Set

Velocidad vs Distancia



Intensidad de la Señal

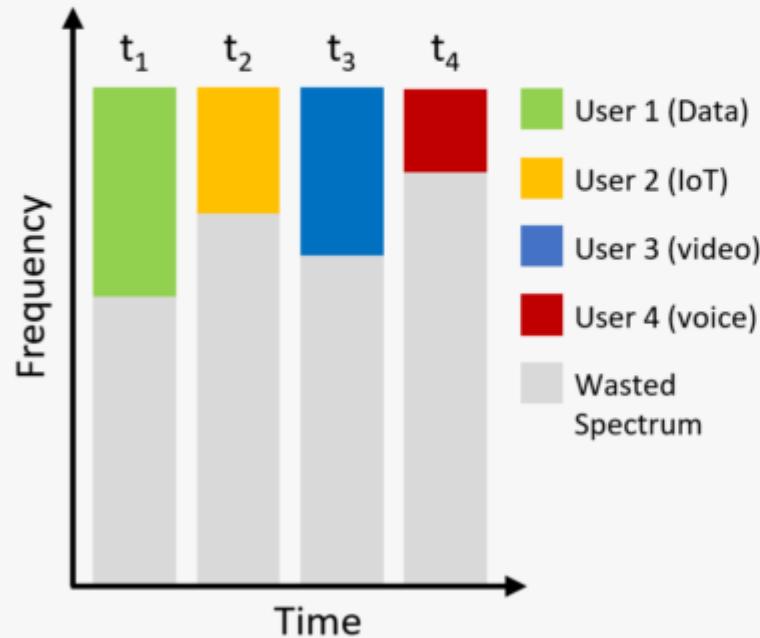
- La intensidad de la señal se debilita con la distancia y los obstáculos



OFDM o OFDMA

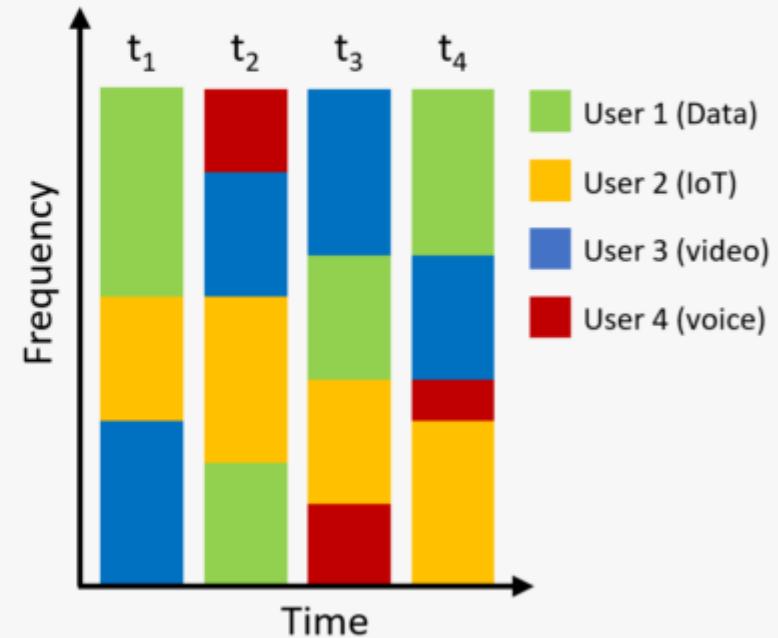
OFDM (Wi-Fi 2-5)

- One user packet per time segment
- Inefficient for small packets
- High voice/video delay



OFDMA (Wi-Fi 6)

- Multiple users packet per time segment
- Highly efficient
- Low voice/video delay

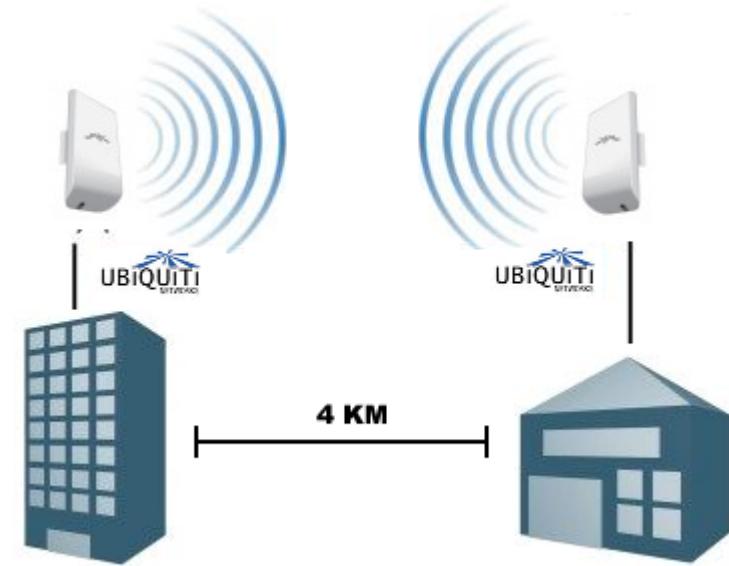


Dynamic Frequency Selection

- Una de las implementaciones típicas que utilizan los fabricantes de equipos es la técnica DFS (Dynamic Frequency Selection) que consiste en cambiar el canal por uno más limpio cuando nos encontramos en un escenario de interferencia.

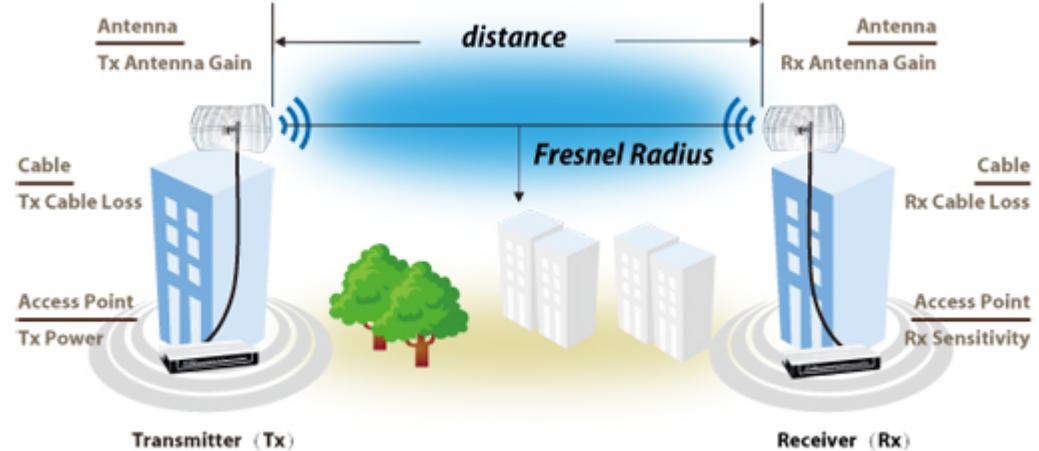
Enlace Punto a Punto

- La tecnología WiFi permite crear enlaces punto a punto.
- Como es una tecnología capa 2, es importante tener las consideraciones del caso y considerar la utilización de Routers, para no ampliar el dominio de broadcast.



Condición de Línea Vista

- La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%.



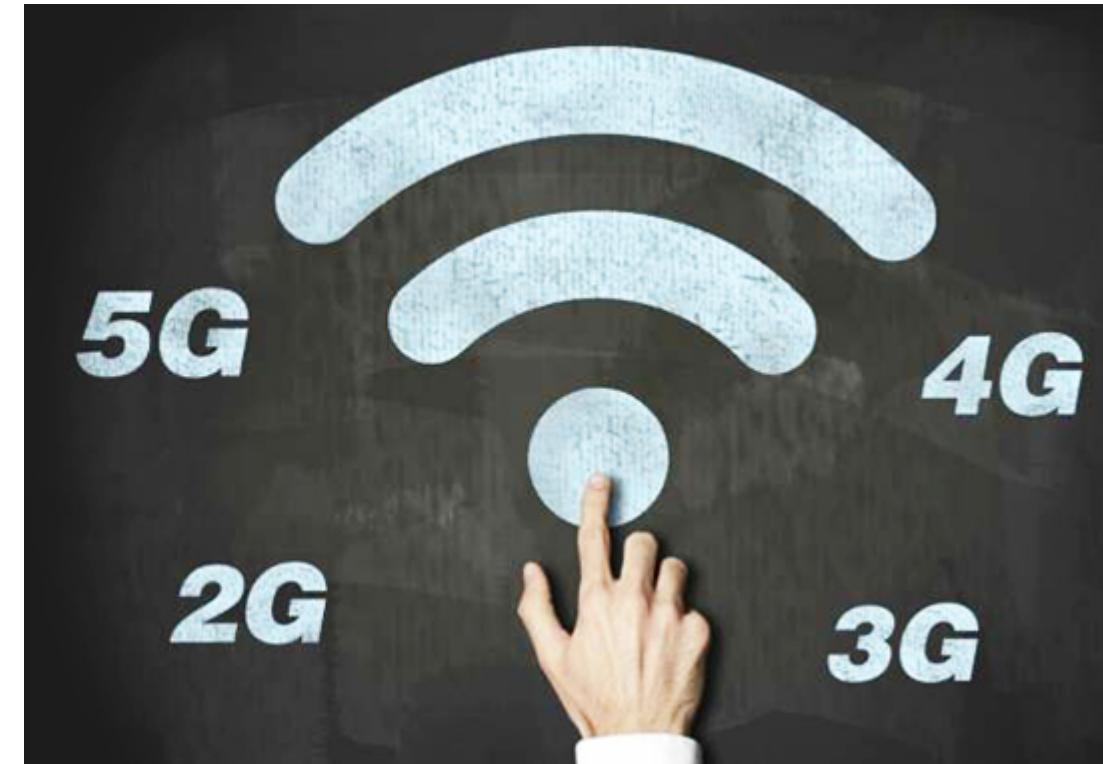
$$r_1 = 8,657 \sqrt{\frac{D}{f}}$$

r = Radio Necesario de despeje visual en Metros
 D = Distancia del enlace de antena a antena en Km
 f = Frecuencia de Transmisión en Mhz (5800 para 5,8Ghz)
Ejemplo: $r = 9,51$ Metros para enlace 5,8Ghz de 7Km

WiFi 7

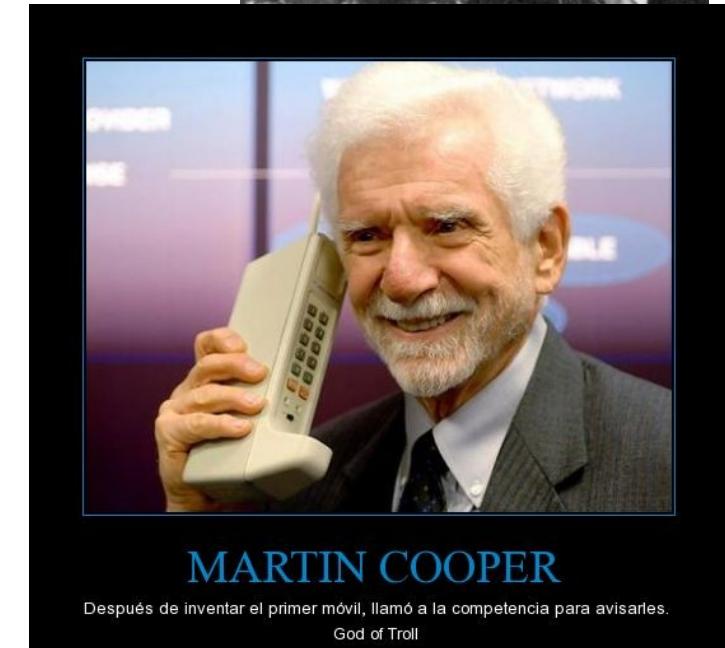


Redes móviles



Tecnologías 1G

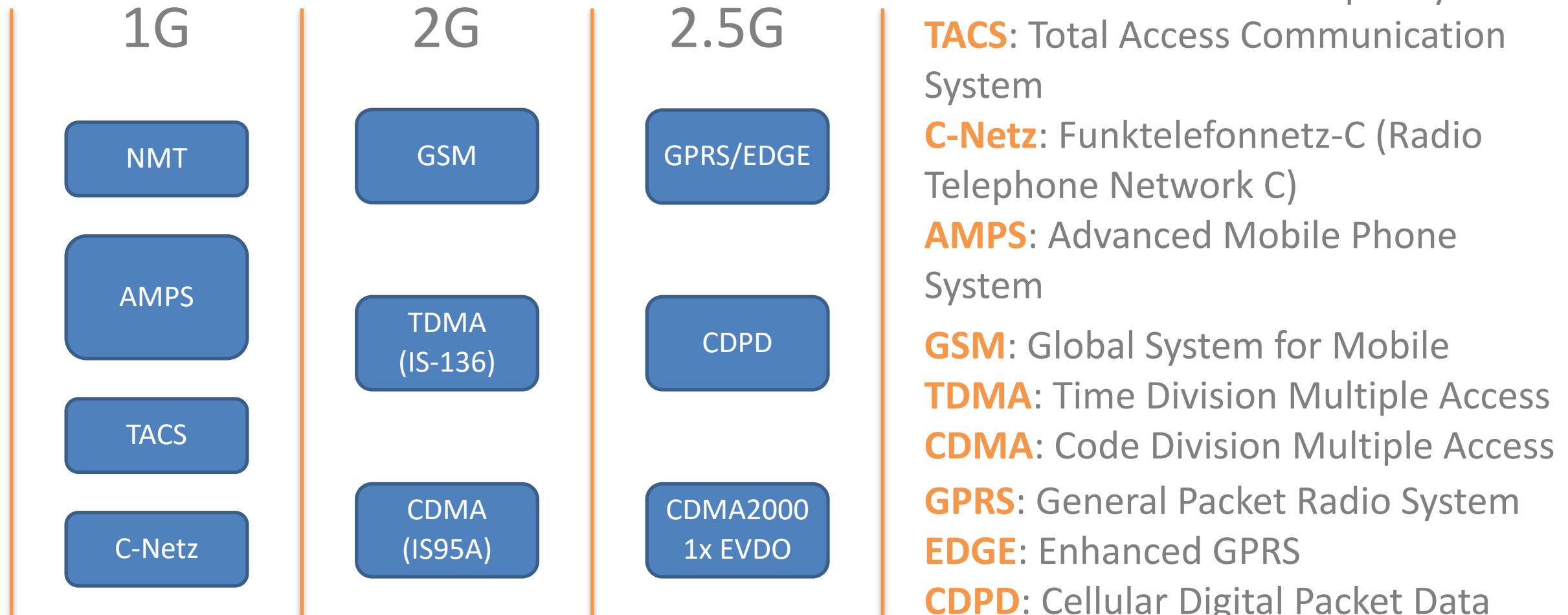
- Martin Cooper fue el pionero en esta tecnología, al introducir el primer **radioteléfono** en 1973 en los Estados Unidos mientras trabajaba para Motorola
- La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979
 - Analógica y estrictamente para voz
 - La calidad de los enlaces de voz era muy baja
 - Tenían baja capacidad
 - La seguridad no existía (*)
- En octubre de 1983 se pone en operación el primer sistema comercial en la ciudad de Chicago
- La tecnología predominante de esta generación es **AMPS** (Advanced Mobile Phone System)



Tecnologías 1G

- La tecnología **AMPS** es un sistema de telefonía móvil de primera generación (1G, voz analógica)
 - Desarrollado por los laboratorios Bell
 - Se implementó por primera vez en 1982 en Estados Unidos
 - Fue el primero en utilizar el concepto de celular
- La ventaja es:
 - La sencillez de construcción de estos equipos,
- Las desventajas son:
 - Cualquier alteración de la señal en el aire se percibía como “ruido” que quien oía no podía eliminar,
 - Cada transmisión ocupaba muchísimo espacio en el espectro
 - Los equipos debían transmitir señales de mucha potencia
 - Sólo se podía hablar con el móvil
 - El diseño de la red era muchísimo más complicado y caro.

Evolución 1G a 2G



- **Global System for Mobile (GSM)** es la segunda generación de estándar celular desarrollada para soportar servicios de voz y datos usando modulación digital. Su objetivo es reemplazar los estándares análogos existentes en la UE.
- Desarrollada por el **Group Spéciale Mobile** (fundado en 1982) que fue una iniciativa del CEPT (Conference of European Post and Telecommunication), y actualmente la responsabilidad de estandarización recae en el grupo especial de la ETSI.

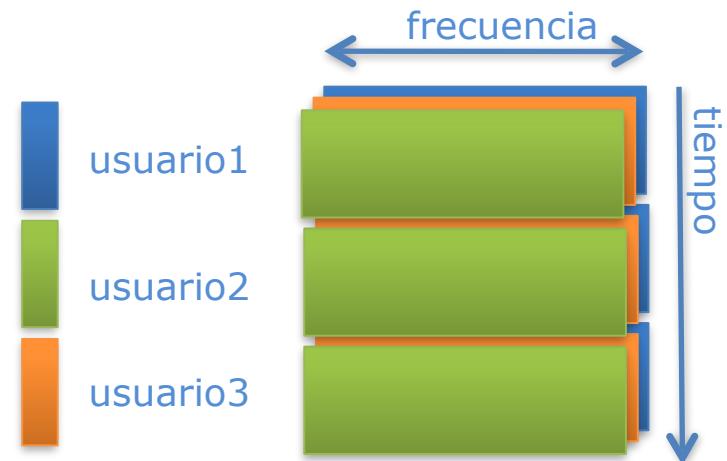


IMT-2000

- Define el estándar para redes 3G
- Objetivos:
 - Cobertura mundial
 - Terminales de bolsillo con capacidades multimedia
 - Maximizar compatibilidad de interfaces de radio
 - Alta velocidad de datos
 - 2,048 Mbps para usuarios estacionarios o caminando.
 - 384 kbps para entorno pedestre.
 - 144 kbps para vehículos en movimiento.
 - Compatibilidad dentro de IMT-2000 y con la red fija
 - Normalización de entorno de creación de servicios
 - Eficiencia Espectral

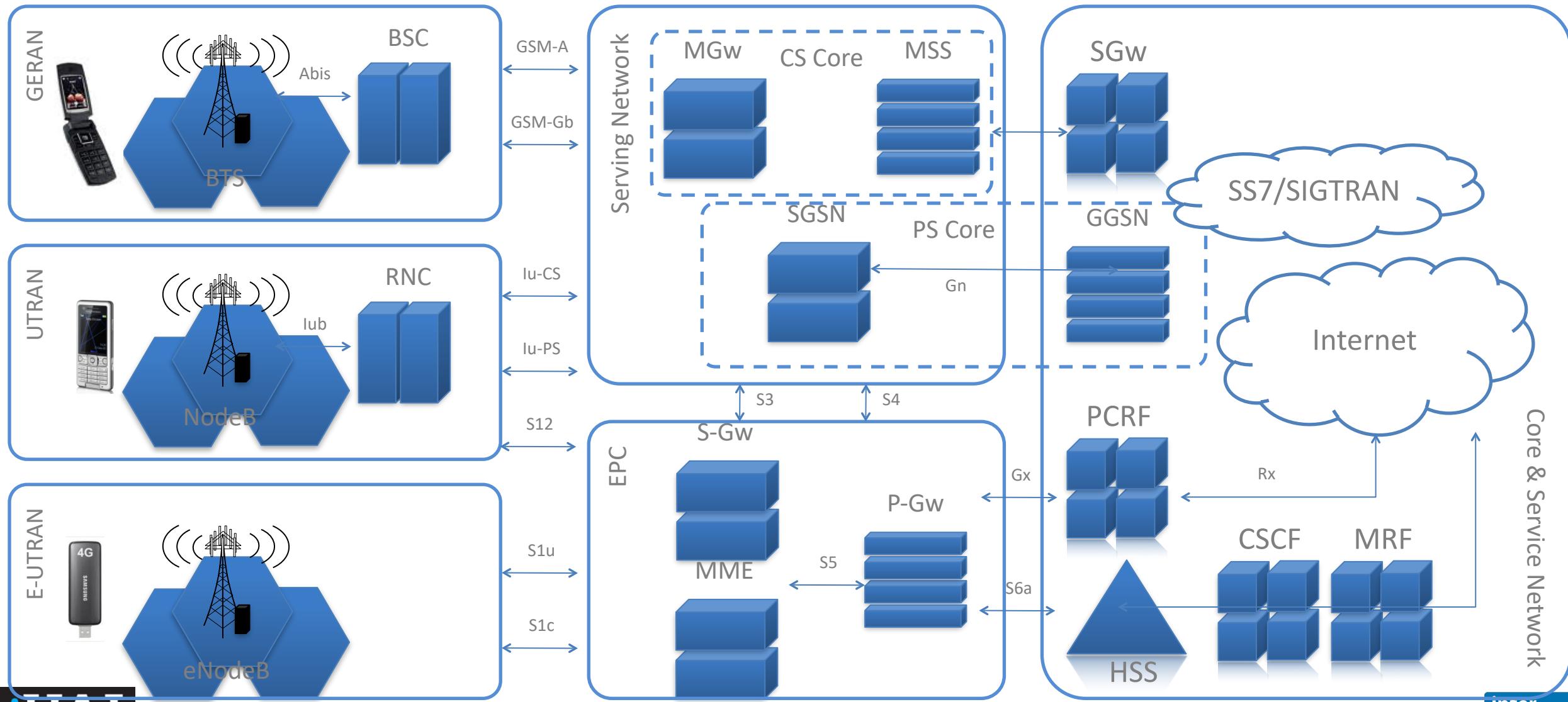
WCDMA

- Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)
 - Tecnología de acceso móvil basada en CDMA y en la que se basan varios estándares de telefonía móvil de tercera generación (3G), entre ellos el estándar UMTS.
 - WCDMA fue adoptado como un estándar por la UIT con el nombre de "IMT-2000 Direct Spread"
 - Proporciona una **mayor eficiencia espectral**, lo que permite proporcionar mayores tasas binarias y una gran flexibilidad para transportar diferentes tipos de servicios en el acceso radio (voz y datos con diferentes tasas binarias)



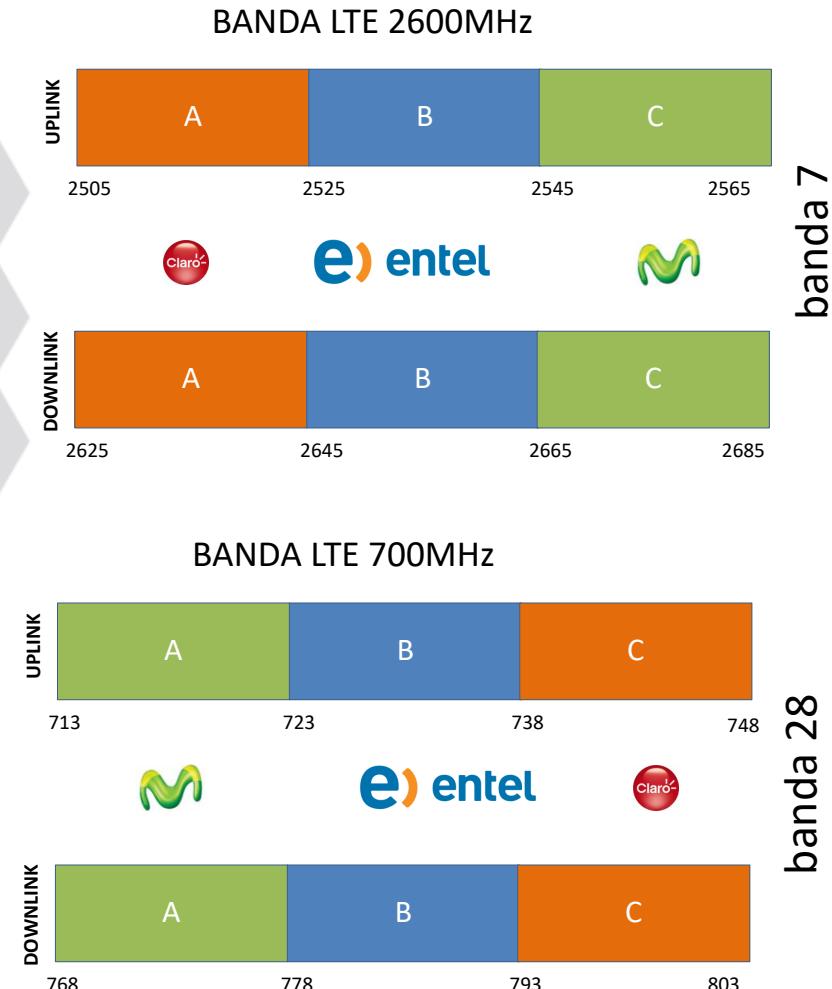
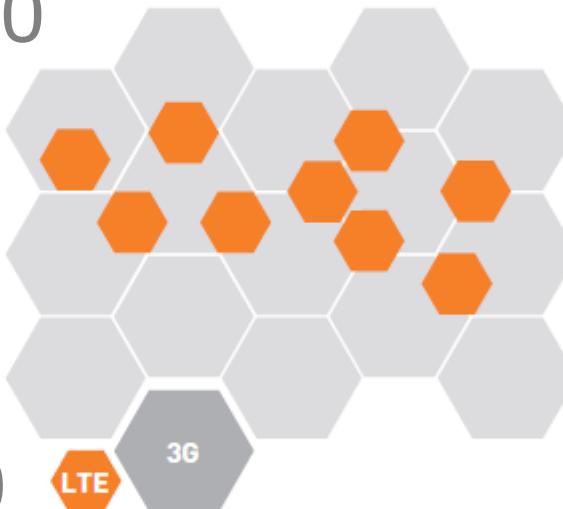
- Requerimientos 4G:
 - allIP
 - Interoperabilidad con los estándares existentes.
 - Velocidades de 100Mbps para usuarios en movimiento y 1Gbps para usuarios fijos.
 - Bandas escalables de 5-20 MHz y opcionalmente hasta 40MHz
 - Eficiencia Espectral de 15 bits/s/Hz en Downlink y 6,75 bit/s/Hz en uplink (o sea 1Gbps en downlink necesita al menos 67MHz)
 - Posibilidad de ofrecer soporte multimedia de alta calidad de servicio

Arquitectura GSM/UMTS/LTE



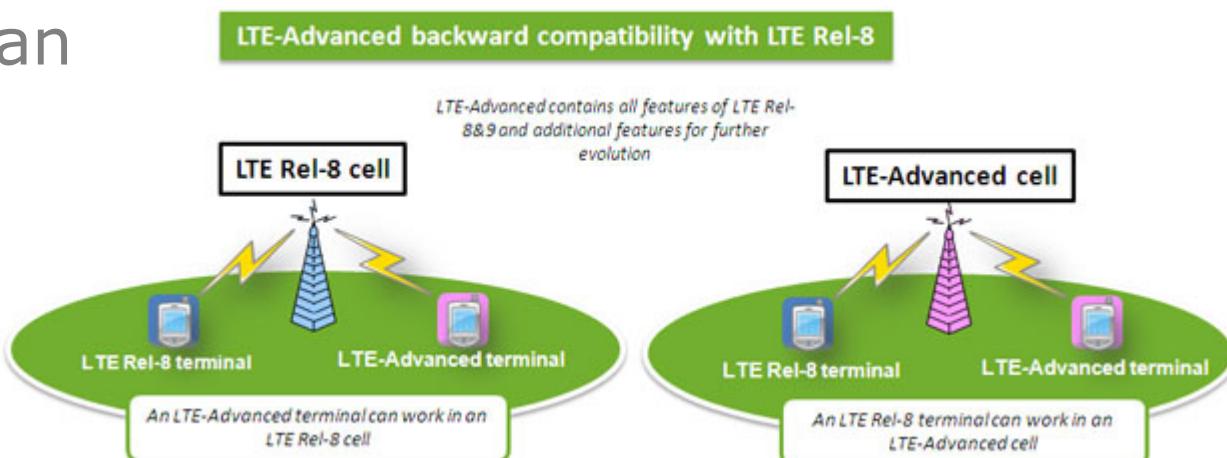
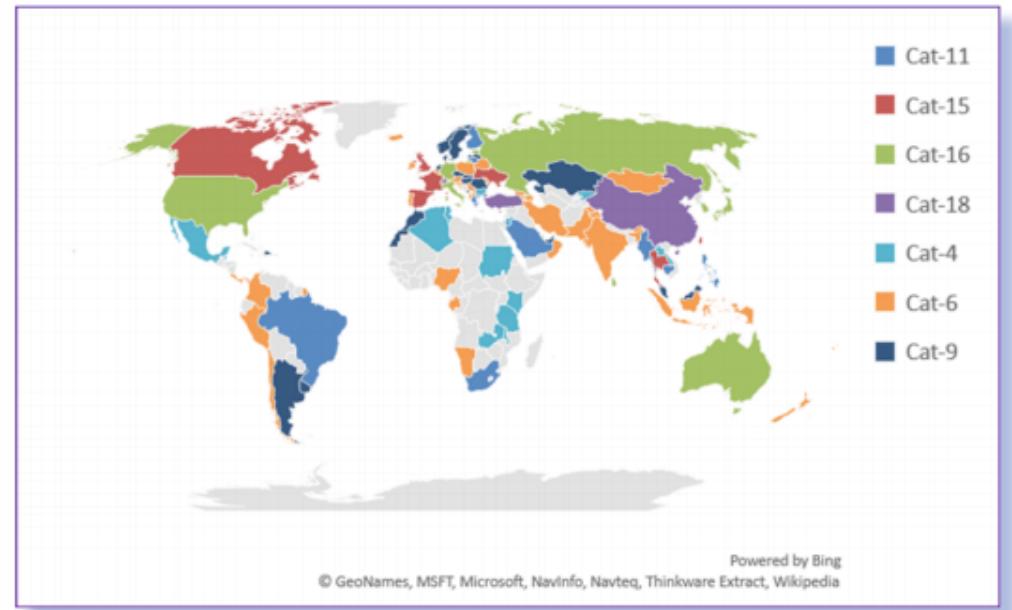
LTE en Chile

- El despliegue de LTE@2600 fue considerado una configuración Hotspot
- Sólo se logran coberturas homogéneas con la incorporación de LTE@700



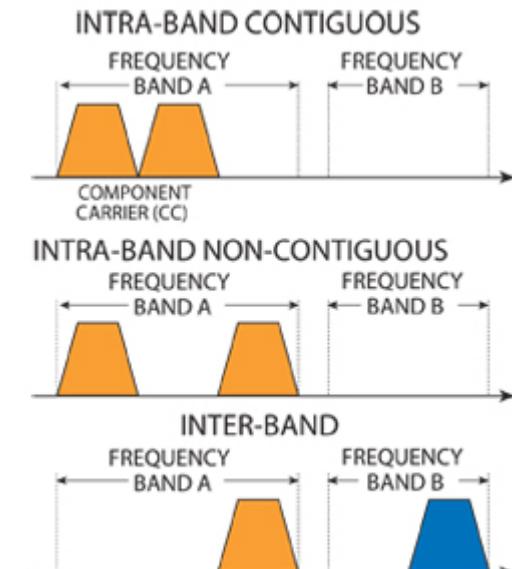
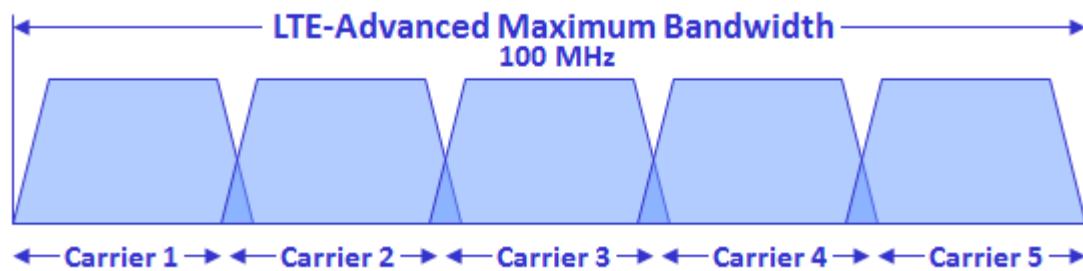
LTE-Advanced

- Existen 261 redes comerciales LTE Advanced en 119 países(*)
- LTE-Advanced es compatible hacia versiones anteriores con LTE:
 - Dispositivos LTE operaran LTE-Advanced, y
 - Dispositivos LTE-Advanced operaran en la antigua red LTE.



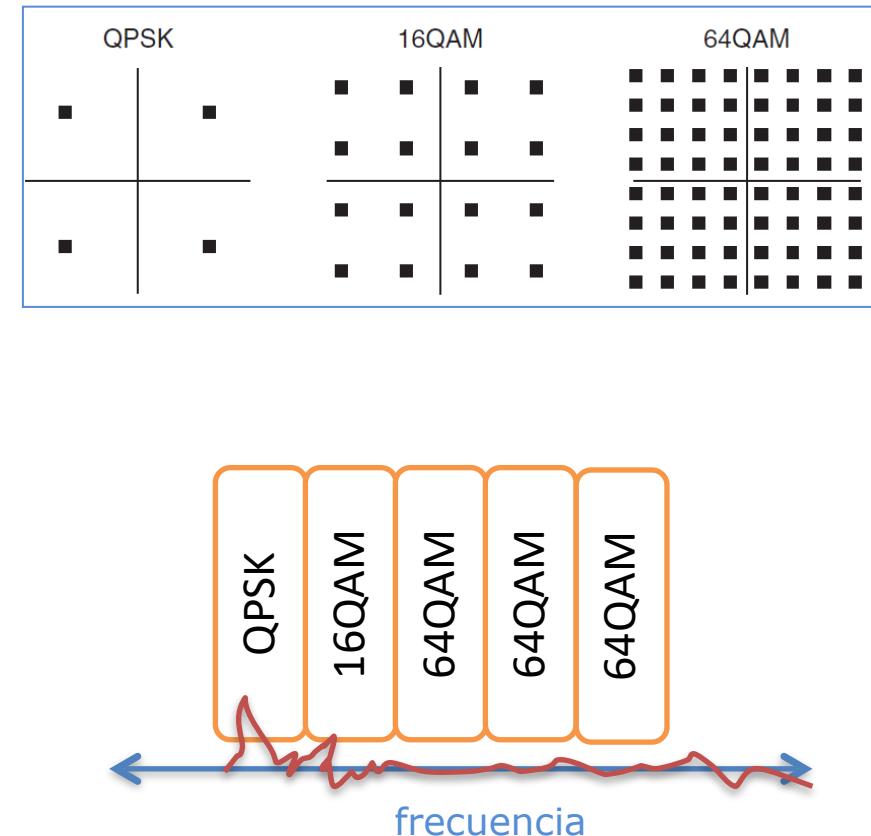
Carrier Aggregation

- Carrier Aggregation (CA).
 - permitiendo un mayor ancho de banda que soporta hasta 100MHz
 - Es posible utilizar incluso carrier no continuos de la misma banda y de distintas bandas



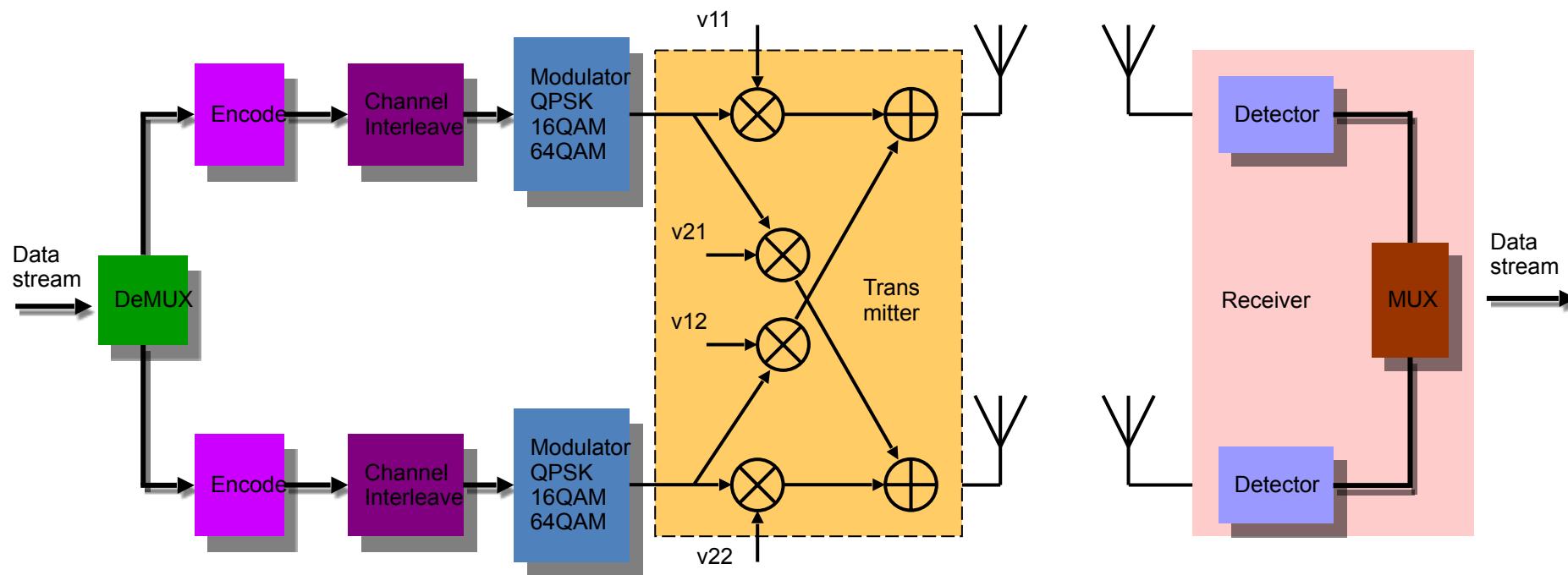
Codificación

- Modulaciones Utilizadas:
 - **QPSK**. Quadrature Phase-Shift Keying. Utiliza modulación por desplazamiento de fase de 4 símbolos desplazados entre sí en 90° , permitiendo el envío de dos bit de información por cada símbolo.
 - **QAM**. Quadrature Amplitude Modulation. Utiliza modulación de amplitud en cuadratura y puede tener diferentes números de estados (n QAM). 16QAM permite 4 bits y 64QAM por su parte 6 bits. Esto significa que una eficiencia espectral (bits/s/Hz) de dos y tres veces mejor que QPSK.
- Cada Subcarrier puede ser modulado con distinta codificación en función de la interferencia de cada canal.



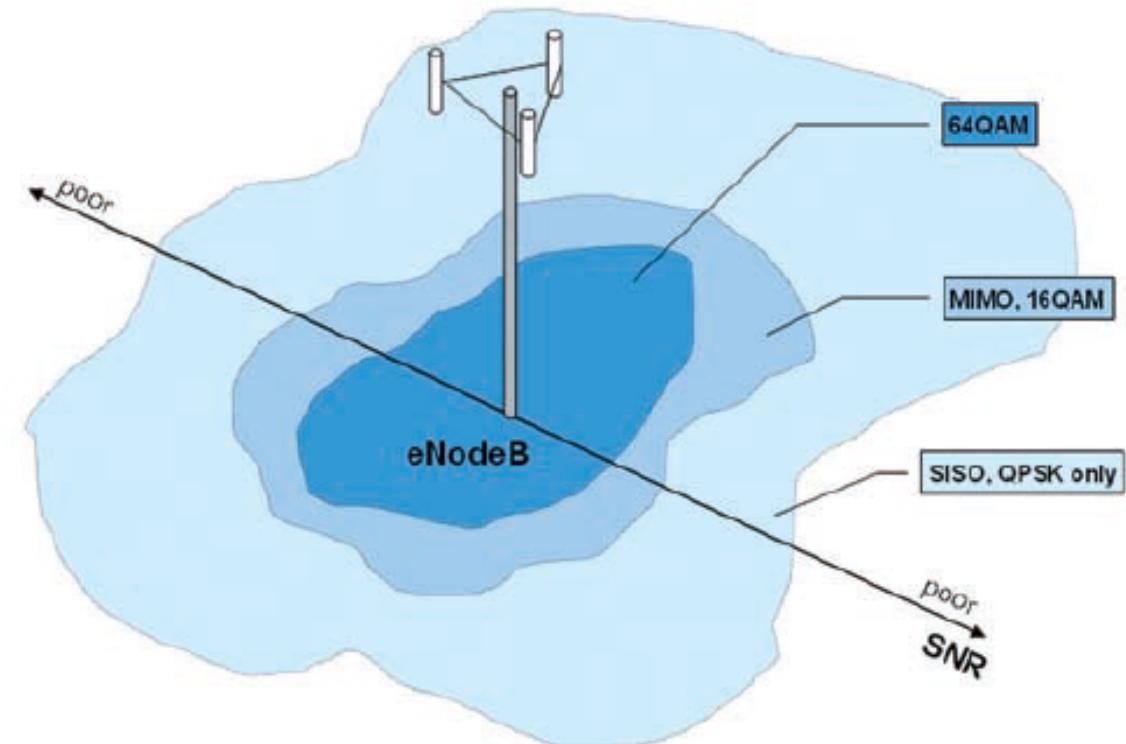
MIMO - Multiple Input Multiple Output

- Corresponde a un conjunto de técnicas utilizado para aumentar la capacidad y cobertura mediante el uso de múltiples antenas tanto en recepción como en transmisión.



Relación del SNR versus la modulación utilizada

- La eficiencia espectral máxima sólo se puede lograr aplicando la transmisión **MIMO** y el esquema de modulación más altos posibles.
- En términos de descendente esto significaría **modulación 64QAM**.
- **Se requiere una relación señal a ruido adecuada**. Es obvio que un terminal en el borde de la celda nunca será programado con MIMO ni con 64QAM

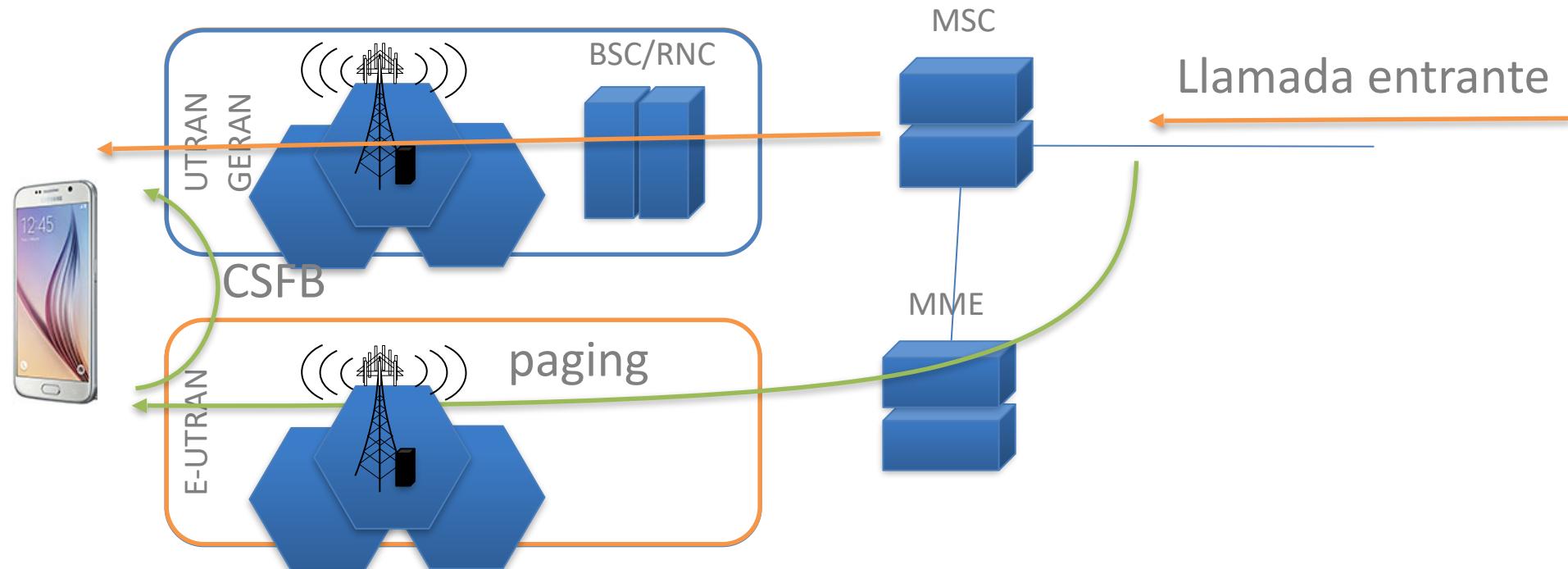


Voz sobre LTE

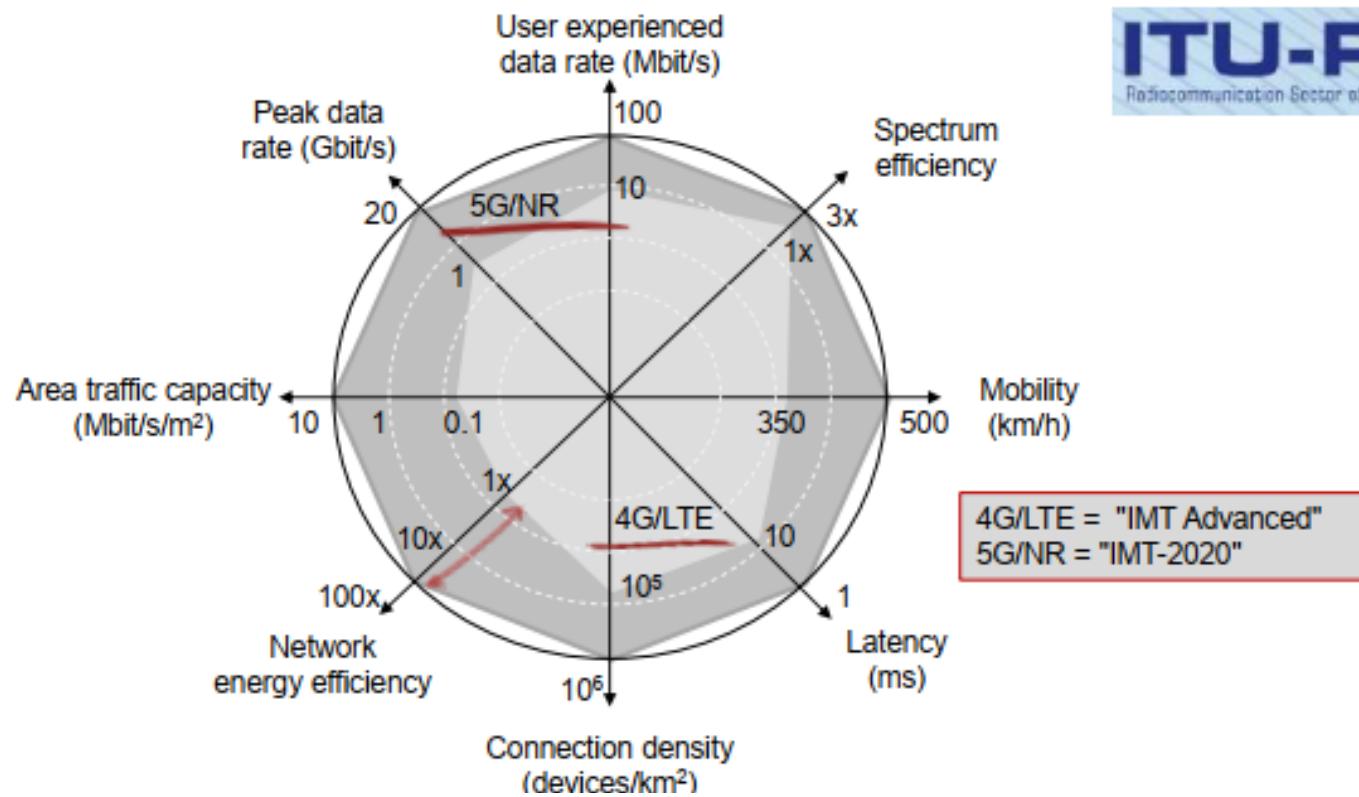


CSFB Circuit Switch Fall Back

- Como una alternativa a VoLTE se utiliza CSFB que consiste básicamente en realizar las llamadas de voz sobre las redes legacy



5G en KPI's



Minimum requirements – Summary

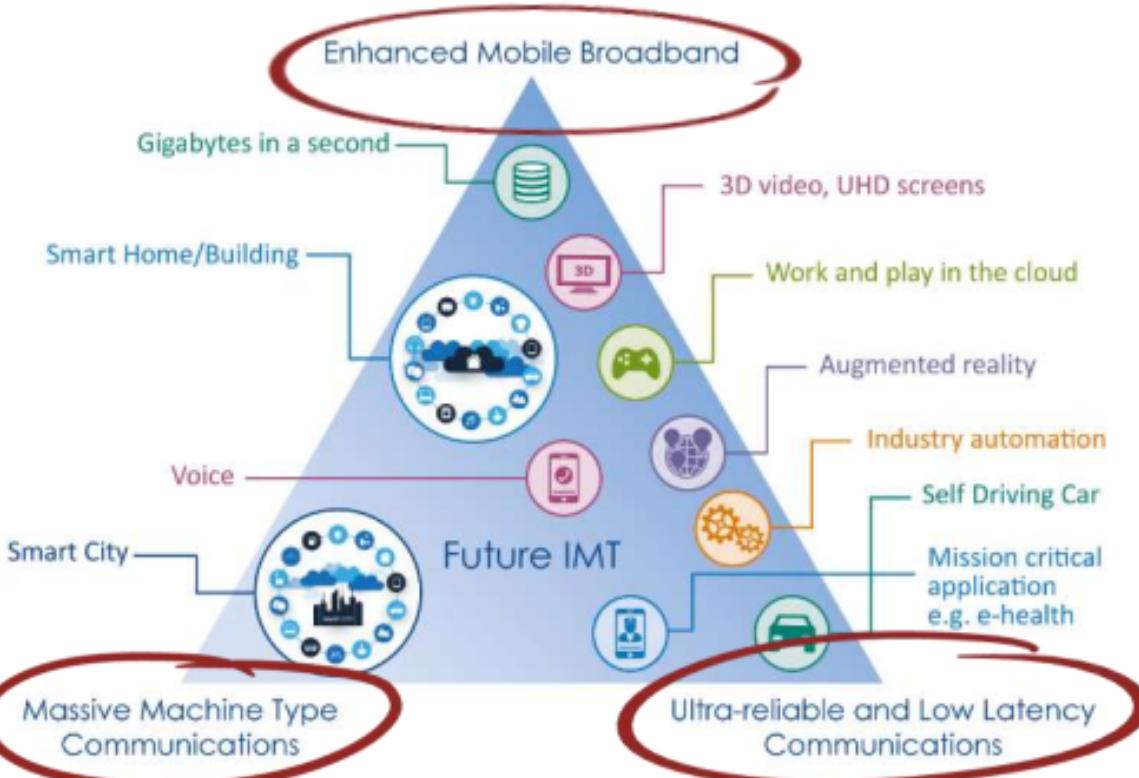
- Peak data rate: **20/10 Gbps (DL/UL)**
- User data rate: **100/50 Mbps (DL/UL)**
- Average traffic capacity: **10 Mbps/m²**
- User plane latency: **1-4 ms**
- Control plane latency (passive to active state): **20 ms**
- Connection density: **1 million devices/km²**
- Mobile station speed: **0-500 km/h**
- System interruption time: **0 ms**



5G Casos de Uso

ITU Use Cases

And 3GPP's and ETSI's and Huawei's and Ericsson's and...



enhanced Mobile Broadband (eMBB)

Allows users to experience high-speed and high-quality multimedia services, e.g., virtual reality, augmented reality, 4K/8K Ultra-High Definition video, and even hologram services, at any time and any place.

Ultra-Reliable and Low-latency Communications (URLLC)

Enables delay sensitive and mission critical services such as tactile Internet which requires less than a millisecond end-to-end delay, remote control of medical and industrial robots, and vehicle-to-everything (V2X) communications.

massive Machine Type Communications (mMTC)

Supports connections and communications among massive amounts of Internet of Things (IoT) devices.

6G – El futuro no tan lejano...

