



REDES INALÁMBRICAS Y RADIOENLACES

SI.TRA.TEL - 2019

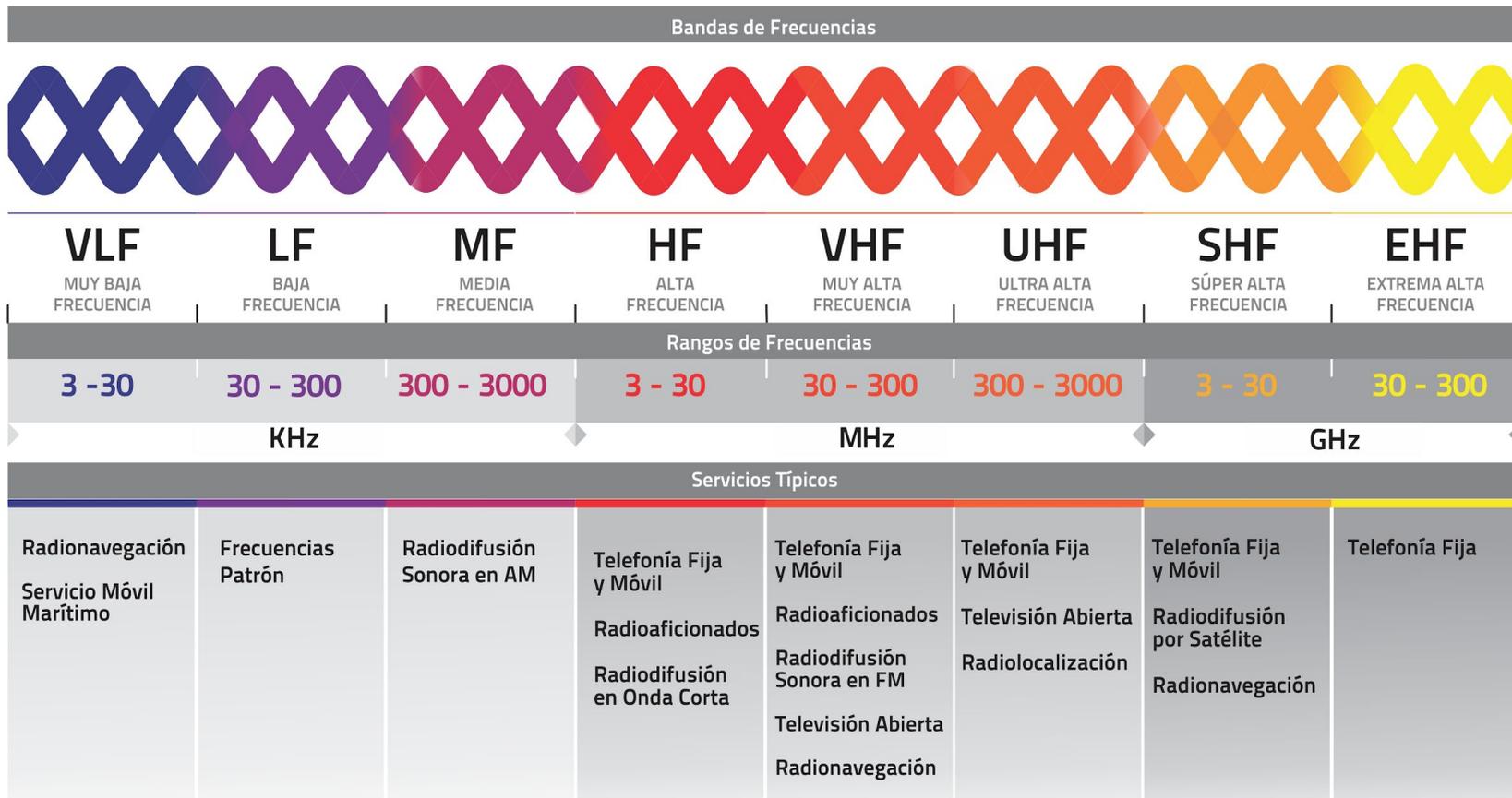


CONCEPTOS DE RF





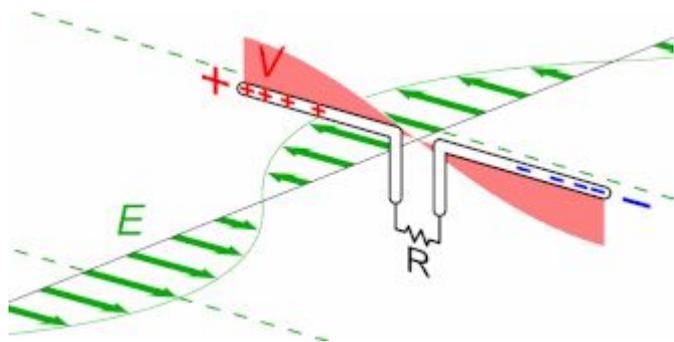
Rango útil de RF



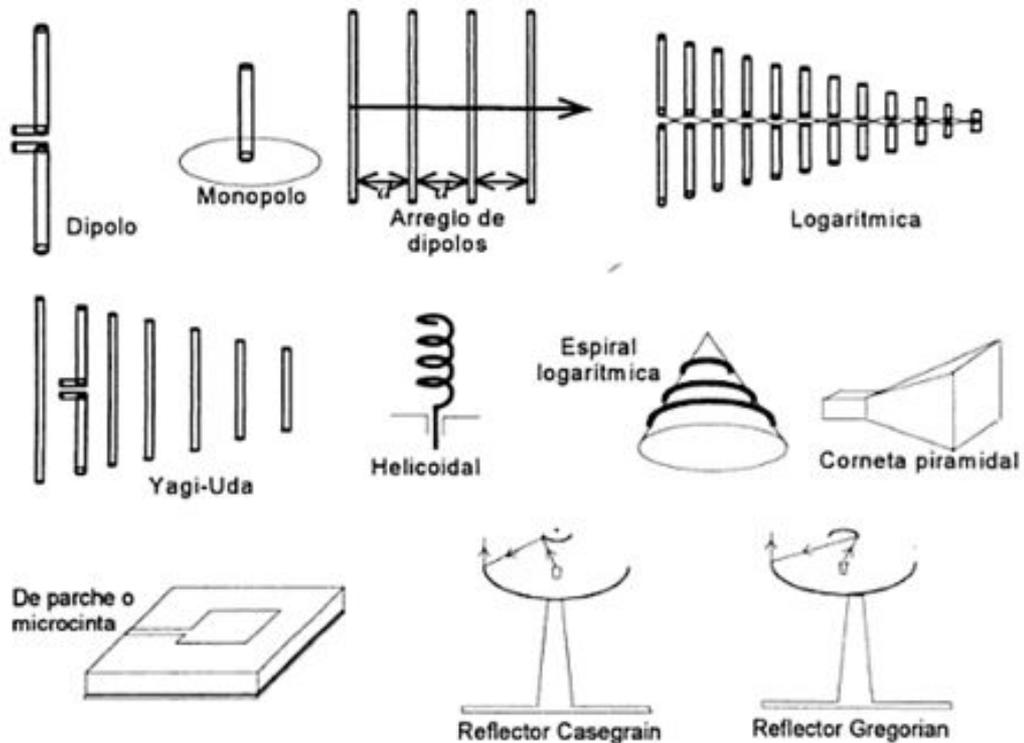


Antenas

Principio de funcionamiento (Antena dipolo)



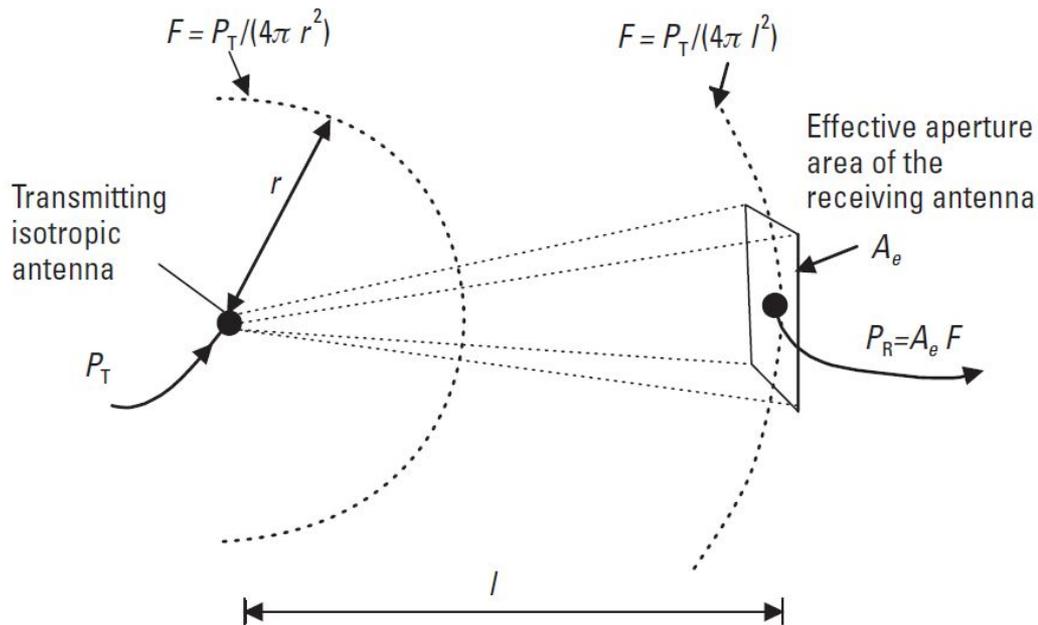
Tipos de antena





Perdida en el espacio libre

Una onda se define como una variación de una magnitud en forma periódica



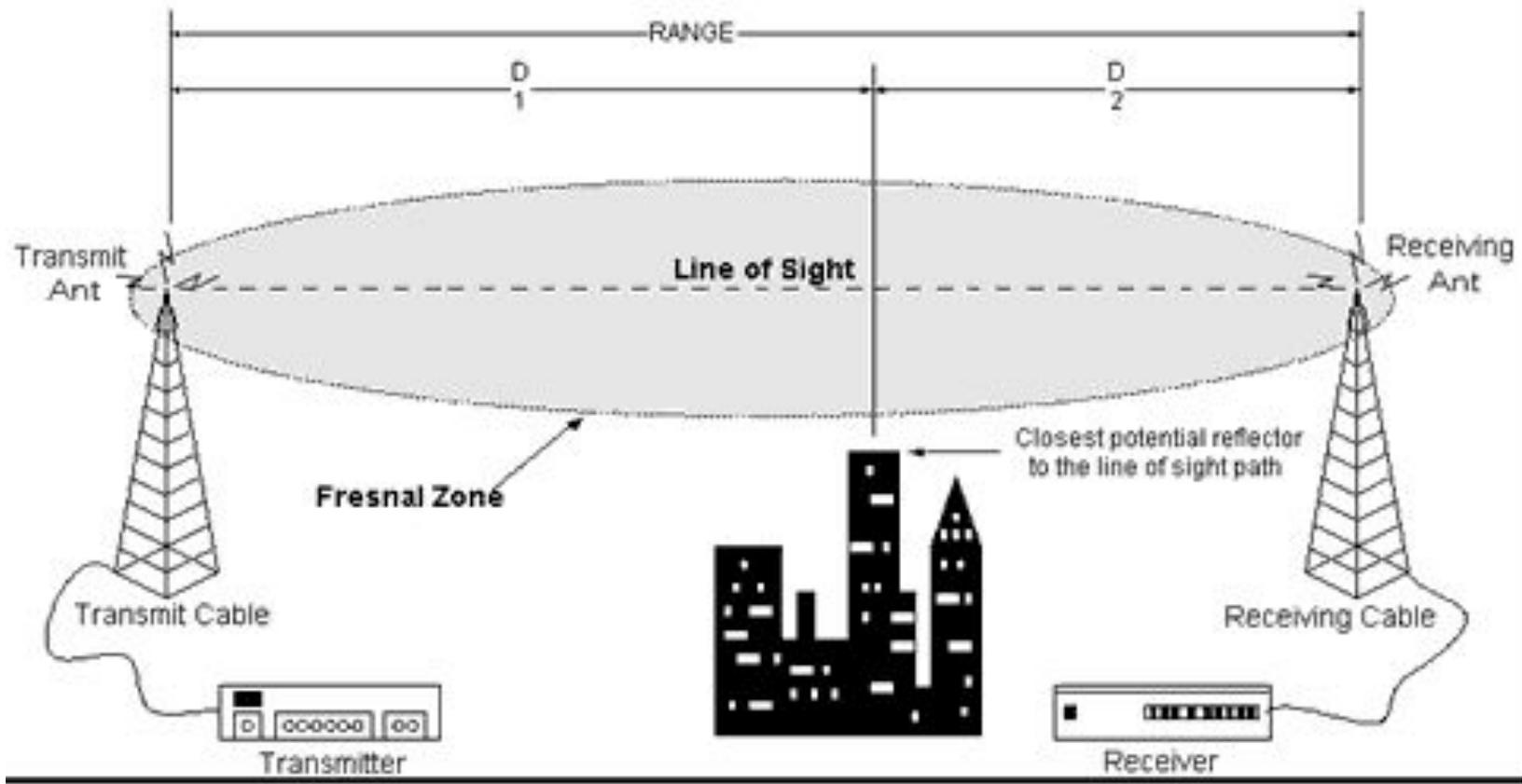


Espectro de radio

Espectro de radiofrecuencia

Nombre	Banda	Frecuencia	Longitud de onda	Uso
		< 3 Hz	> 100.000 km	
Extra baja frecuencia (Extremely low frequency)	ELF	3-30 Hz	100.000–10.000 km	No se utiliza en radiofrecuencia
Super baja frecuencia (Super low frequency)	SLF	30-300 Hz	10.000–1.000 km	Comunicaciones submarinas
Ultra baja frecuencia (Ultra low frequency)	ULF	300–3.000 Hz	1.000–100 km	Comunicaciones militares secretas
Muy baja frecuencia (Very low frequency)	VLF	3–30 kHz	100–10 km	Comunicaciones militares y gubernamentales
Baja frecuencia (Low frequency)	LF	30–300 kHz	10–1 km	Comunicaciones aéreas y marítimas
Frecuencia media (Medium frequency)	MF	300–3.000 kHz	1 km – 100 m	Radiodifusión
Alta frecuencia (High frequency)	HF	3–30 MHz	100–10 m	Seguridad, defensa, o. corta, radioaficionados
Muy alta frecuencia (Very high frequency)	VHF	30–300 MHz	10–1 m	Televisión, radio FM, aviación, satélites, servicio marítimo
Ultra alta frecuencia (Ultra high frequency)	UHF	300–3.000 MHz	1 m – 100 mm	Televisión, radiotransmisiones uso personal, telefonía móvil, militar
Super alta frecuencia (Super high frequency)	SHF	3-30 GHz	100–10 mm	Televisión vía satélite, radioenlaces, radar
Extra alta frecuencia (Extremely high frequency)	EHF	30-300 GHz	10–1 mm	Radioastronomía, radar alta resolución
		> 300 GHz	< 1 mm	

Vínculos de RE punto a punto





Vínculos de RE punto a punto

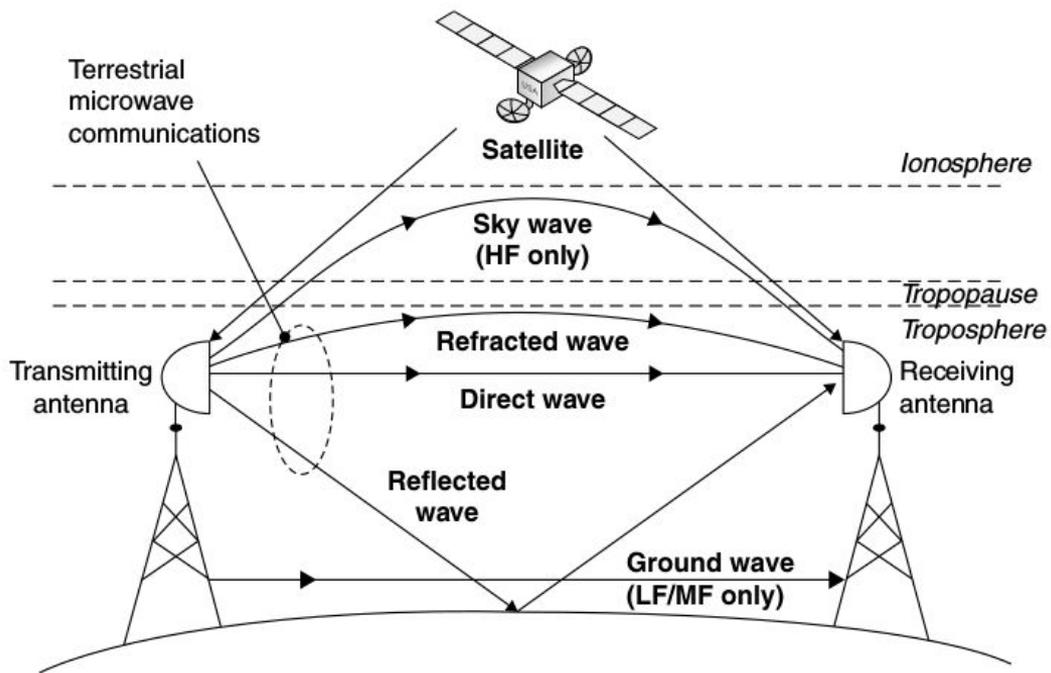


Figure 2.2 Radio wave propagation



WI-FI y BLUETOOTH



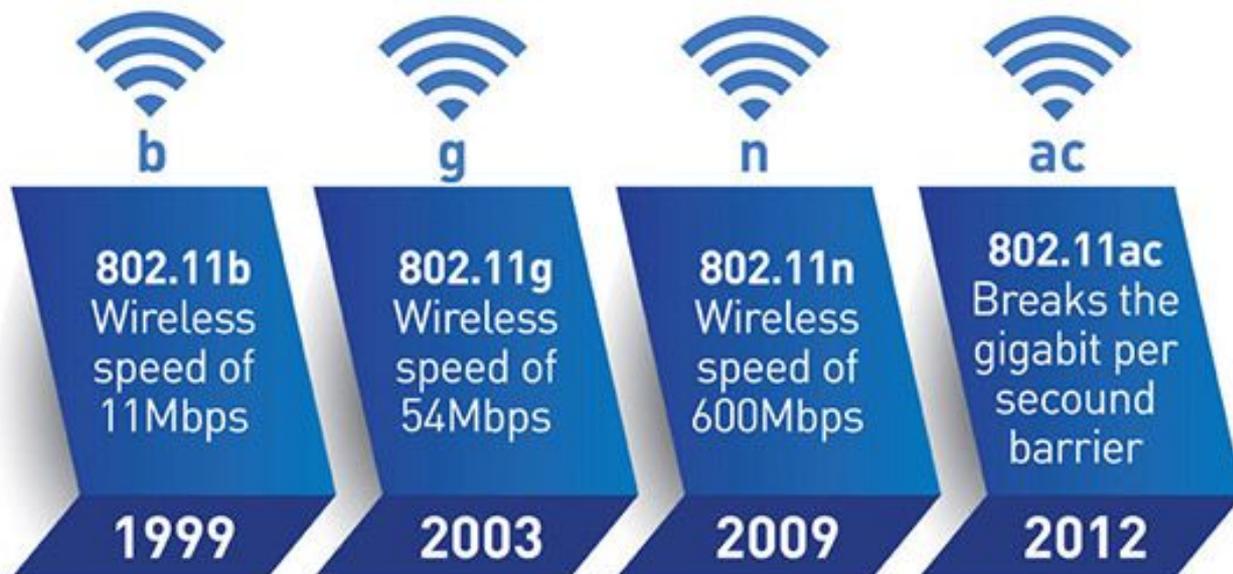


WI-FI





Evolution of 802.11



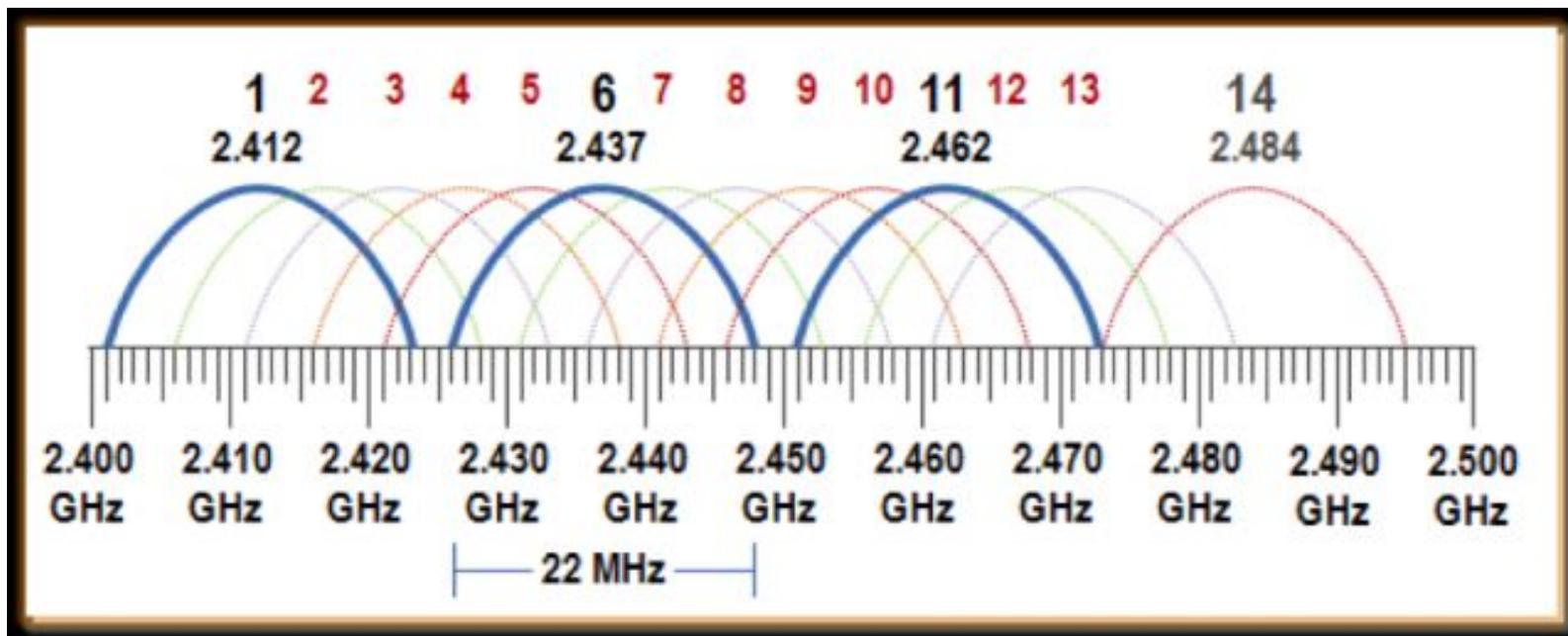


WI-FI

	802.11 (Legacy)	802.11b (Legacy)	802.11a (Legacy)	802.11g (Legacy)	802.11n (HT)	802.11ac (VHT)	802.11ax (HE)
Year Ratified	1997	1999	1999	2003	2009	2014	2019 (Expected)
Operating Band	2.4 GHz/IR	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	2.4/5 GHz	5 GHz	2.4/5 GHz
Channel BW	20 MHz	20 MHz	20 MHz	20 MHz	20/40 MHz	20/40/80/160 MHz	20/40/80/160 MHz
Peak PHY Rate	2 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	600 Mbps	6.8 Gbps	10 Gbps
Link Spectral Efficiency	0.1 bps/Hz	0.55 bps/Hz	2.7 bps/Hz	2.7 bps/Hz	15 bps/Hz	42.5 bps/Hz	62.5 bps/Hz
Max # SU Streams	1	1	1	1	4	8	8
Max # MU Streams	NA	NA	NA	NA	NA	4 (DL only)	8 (UL & DL)
Modulation	DSSS, FHSS	DSSS, CCK	OFDM	OFDM	OFDM	OFDM	OFDM, OFDMA
Max Constellation / Code Rate	DQPSK	CCK	64-QAM, 3/4	64-QAM, 3/4	64-QAM, 5/6	256-QAM, 5/6	1024-QAM, 5/6
Max # OFDM tones	NA	NA	64	64	128	512	2048
Subcarrier Spacing	NA	NA	312.5 kHz	312.5 kHz	312.5 kHz	312.5 kHz	78.125 kHz

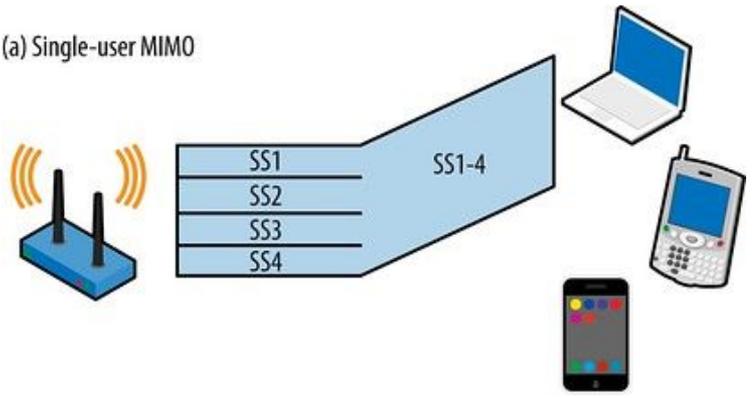


Alocación de canales

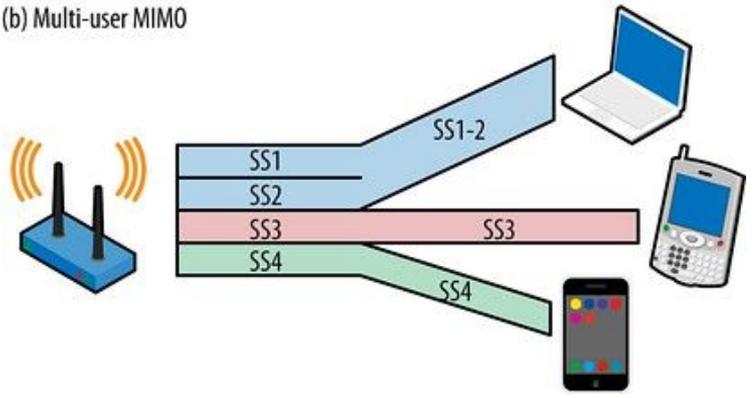


Evolución tecnológica

(a) Single-user MIMO



(b) Multi-user MIMO



Modulation and coding schemes for single spatial stream

MCS index ^[a]	Modulation type	Coding rate	Data rate (in Mb/s) ^[b]							
			20 MHz channels		40 MHz channels		80 MHz channels		160 MHz channels	
			1600 ns GI ^[c]	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI
0	BPSK	1/2	8	8.6	16	17.2	34	36.0	68	72
1	QPSK	1/2	16	17.2	33	34.4	68	72.1	136	144
2	QPSK	3/4	24	25.8	49	51.6	102	108.1	204	216
3	16-QAM	1/2	33	34.4	65	68.8	136	144.1	272	282
4	16-QAM	3/4	49	51.6	98	103.2	204	216.2	408	432
5	64-QAM	2/3	65	68.8	130	137.6	272	288.2	544	576
6	64-QAM	3/4	73	77.4	146	154.9	306	324.4	613	649
7	64-QAM	5/6	81	86.0	163	172.1	340	360.3	681	721
8	256-QAM	3/4	98	103.2	195	206.5	408	432.4	817	865
9	256-QAM	5/6	108	114.7	217	229.4	453	480.4	907	961
10	1024-QAM	3/4	122	129.0	244	258.1	510	540.4	1021	1081
11	1024-QAM	5/6	135	143.4	271	286.8	567	600.5	1134	1201

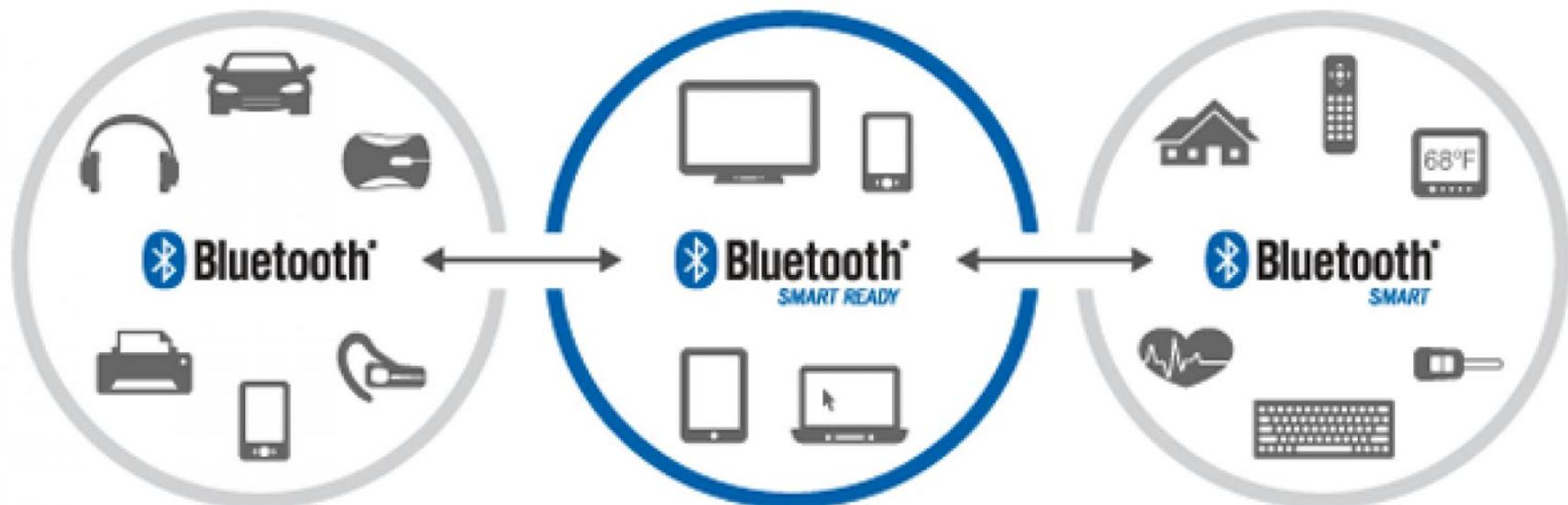
Bluetooth

- Protocolo diseñado para transmisión digital de corto alcance, originalmente como reemplazo de la conexión serial RS-232
- Rango de frecuencias de 2.2 a 2.4 Ghz.
- Utiliza la modulación FHSS
- Rango de conexión de 0 a 100 M (dependiendo de la clase de dispositivo)

Class	Max. permitted power		Typ. range ^[2] (m)
	(mW)	(dBm)	
1	100	20	~100
1.5 (BT 5 Vol 6 Part A Sect 3)	10	10	~20
2	2.5	4	~10
3	1	0	~1
4	0.5	-3	~0.5



Bluetooth



Wireless devices, streaming rich content, like video and audio.

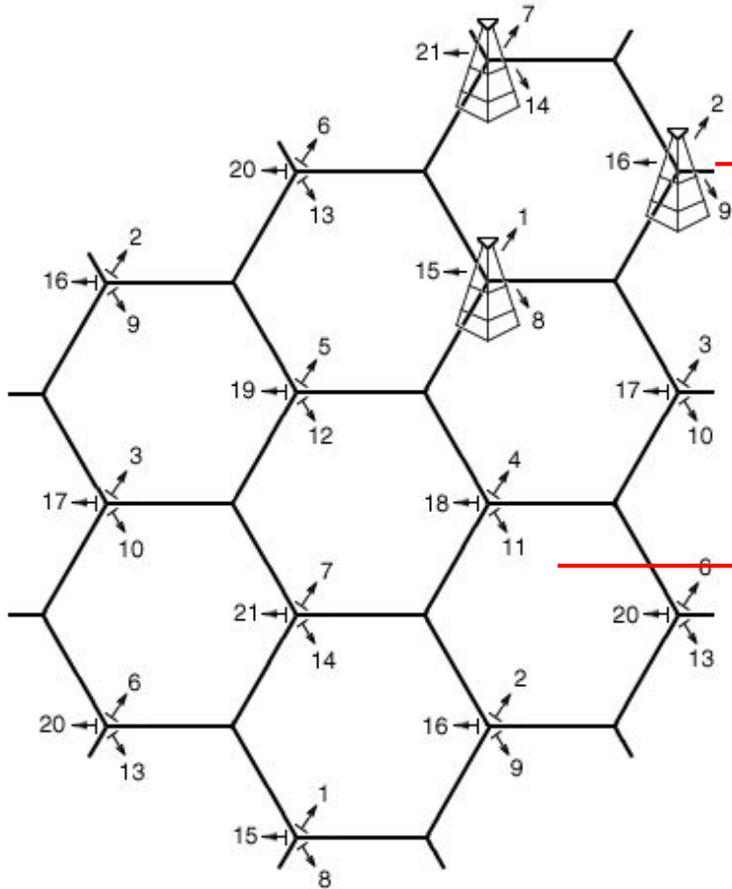
Devices that connect with both.
The center of your wireless world

Sensor devices, sending small bits of data, using very little energy.

TELEFONÍA MÓVIL



Telefonía Móvil



Radiobases: Arreglo de 3 antenas direccionales con una apertura angular de 120° , cada una con su respectiva frecuencia.

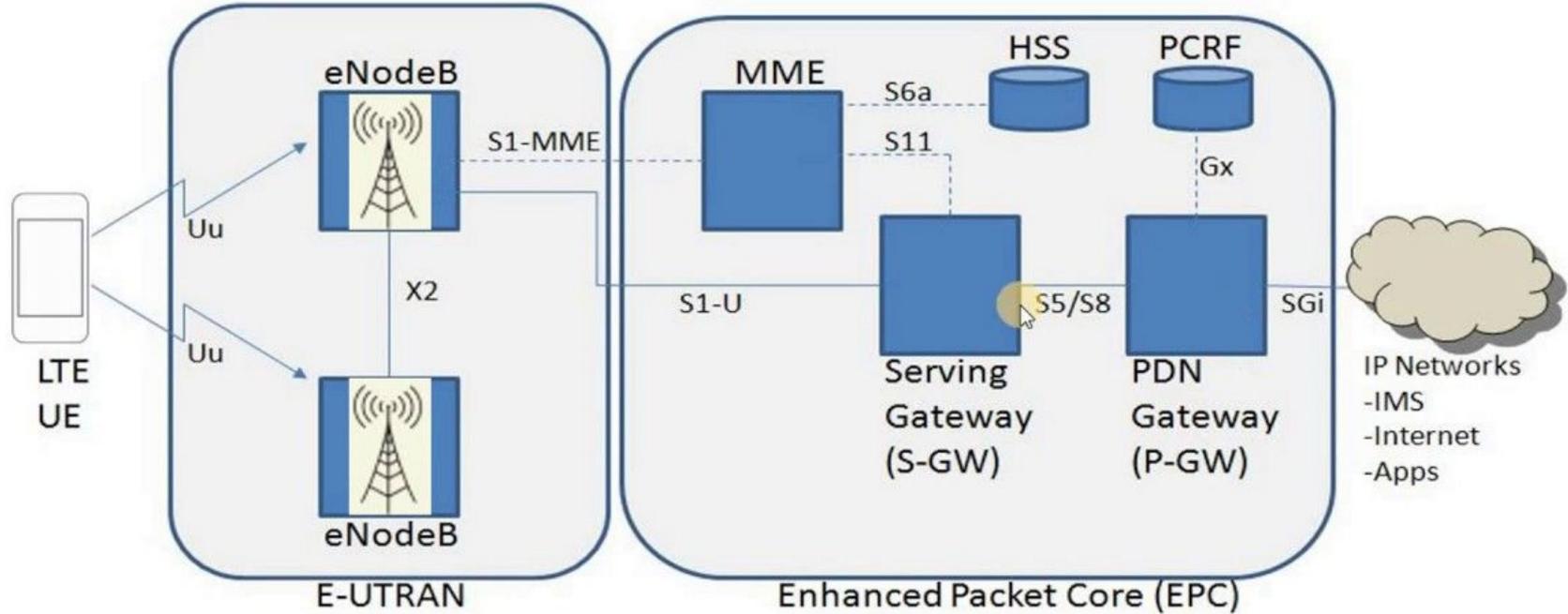
Celda: Zona de cobertura básica en la se divide una región con servicio móvil.



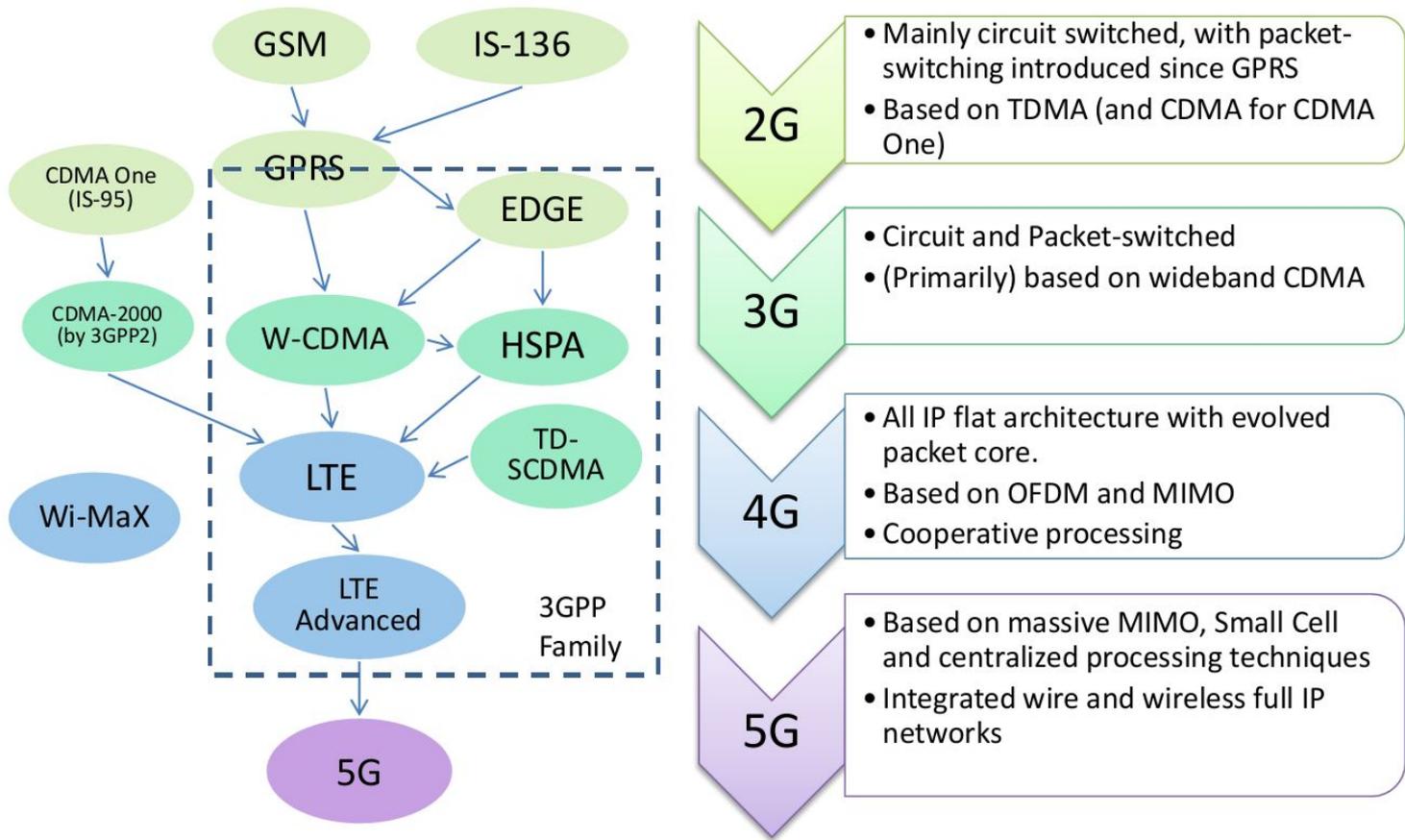
Telefonía Móvil - Frecuencias

- **Norte America**: 600, 700, 750, 800 850, 1900, 2100([AWS](#)), 2300 ([WCS](#)), 2500, 2600 MHz (bands 2, 4, 5, 7, 12, 13, 17, 25, 26, 29, 30, 41, 66, 71)
- **Latinoamérica y Caribe** – 750, 850, 900, 1700, 1800, 1900, 2100, 2600 MHz (bands 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 13, 17, 28)
- **Europa** – 450, 700, 800, 900, 1500, 1800, 2100, 2300, 2600, 3500, 3700 MHz (bands 1, 3, 7, 8, 20, 22, 28, 31, 32, 38, 40, 42, 43)
- **Asia** – 450, 700, 800, 850, 900, 1500, 1800, 1900, 2100, 2300, 2500, 2600, 3500 MHz (bands 1, 3, 5, 7, 8, 11, 18, 19, 21, 26, 21, 31, 38, 39, 40, 41, 42)
- **África** – 700, 800, 850, 900, 1800, 2100, 2500, 2600 MHz (bands 1, 3, 5, 7, 8, 20, 28, 41)
- **Oceania** – 700, 800, 850, 1800, 2100, 2300, 2600 MHz (bands 1, 3, 7, 12, 20, 28, 40)

Telefonía Móvil

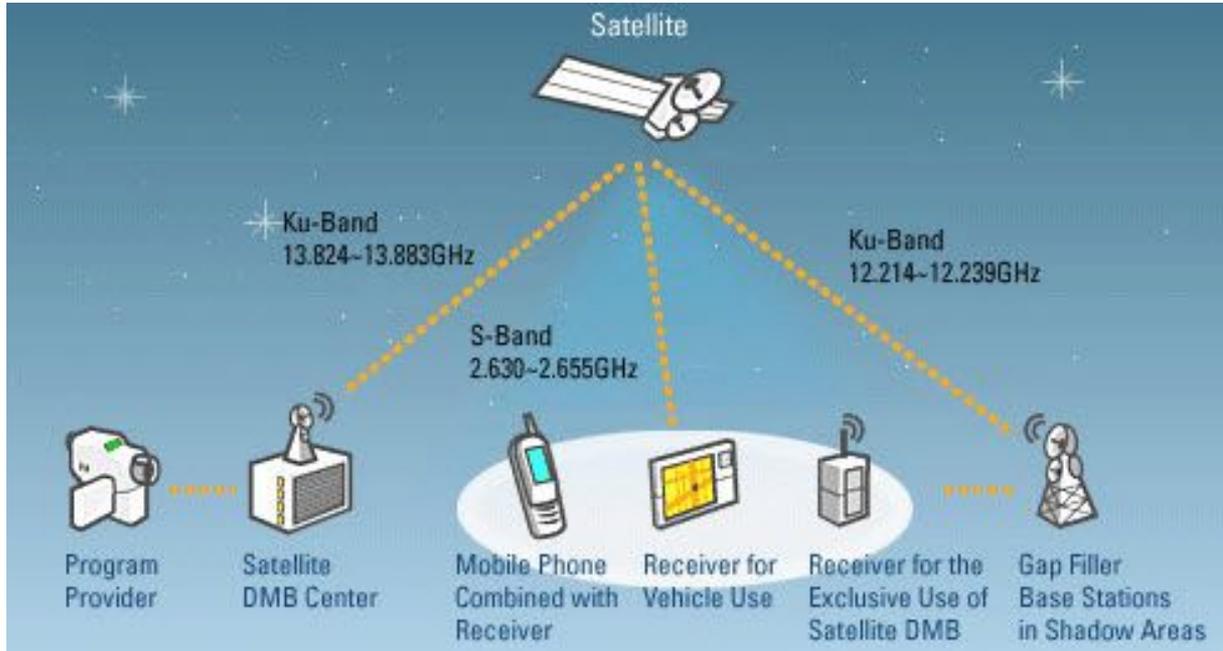


Evolución de estándares móviles





Vínculos Satelitales





Vínculos Satelitales

