



Arquitectura de comunicaciones Móviles

Evolución de redes celulares

Ing. Anibal Pose

Evolución de las redes móviles



En 1947, D.H Ring de los Laboratorios Bell propusieron el concepto de celda que permitía la reutilización de las frecuencias.

Sin embargo, no fue sino hasta 30 años después que este sistema se desarrollara. Se creó el primer sistema de telefonía móvil bidireccional (IMTS, Improved Mobile Telephone System) (no celular).

El primer sistema de telefonía móvil se le atribuye a los europeos, quienes hacia los años 40 crearon un sistema en Estocolmo a través L.M. Ericsson.

Evolución de las redes móviles

No fue sino hasta 1969, más de 20 años después que Ring introdujo el concepto de celdas, que los Laboratorios Bell emplean el concepto de reuso de las frecuencias en un servicio comercial, en un tren que viajaba entre Nueva York y Washington. Sin embargo, no fue sino hasta 1978, que entra en funcionamiento el primer sistema celular funcional.

Aparentemente el primer sistema celular fue a operar comercialmente en Arabia Saudita a través de la operadora Bahrain Telephone Company (Batelco) en Mayo, 1978 [privaline][moya]. El sistema tenía 2 celdas y 250 abonados, 20 canales en la banda de los 400 MHz.

Evolución de las redes móviles



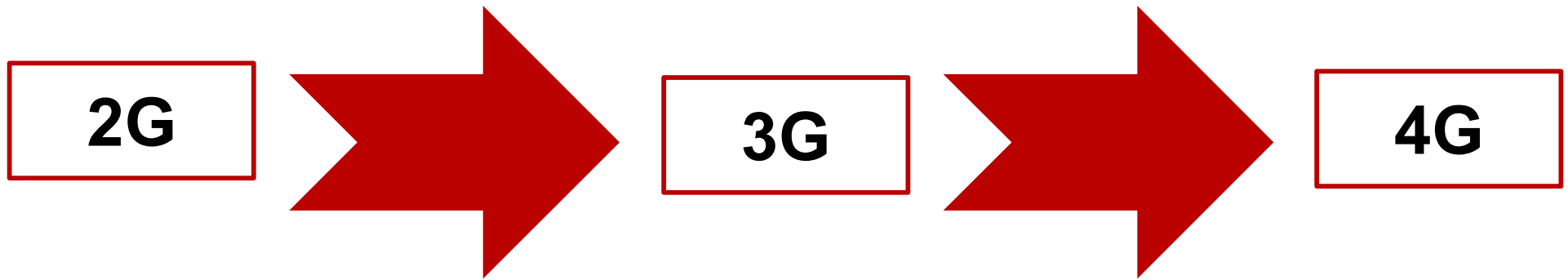
La 1ª red de comunicación móvil automatizada comercial fue lanzada por NTT en Japón en 1979, seguida por el lanzamiento del sistema de Telefonía Móvil Nórdica (NMT) en Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia, en 1981. Se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces de voz era muy baja.

Generaciones de redes móviles



- **1G: Red celular analógica** – Conmutación de circuitos.
- **2G: Red celular digital (GSM)** – Conmutación de circuitos.
- **2,5 G: Red celular digital (GPRS)** – Conmutación de paquetes.
- **3G: Red celular digital UMTS** – Conmutación de paquetes.
- **4G: Red celular digital multimedia:** – Todo IP (VoIP).
- **5G: Red celular digital multimedia alta velocidad**

Generaciones de redes móviles



- Conmutación de circuitos para voz

- Conmutación de circuitos para voz
- Conmutación de paquetes para datos

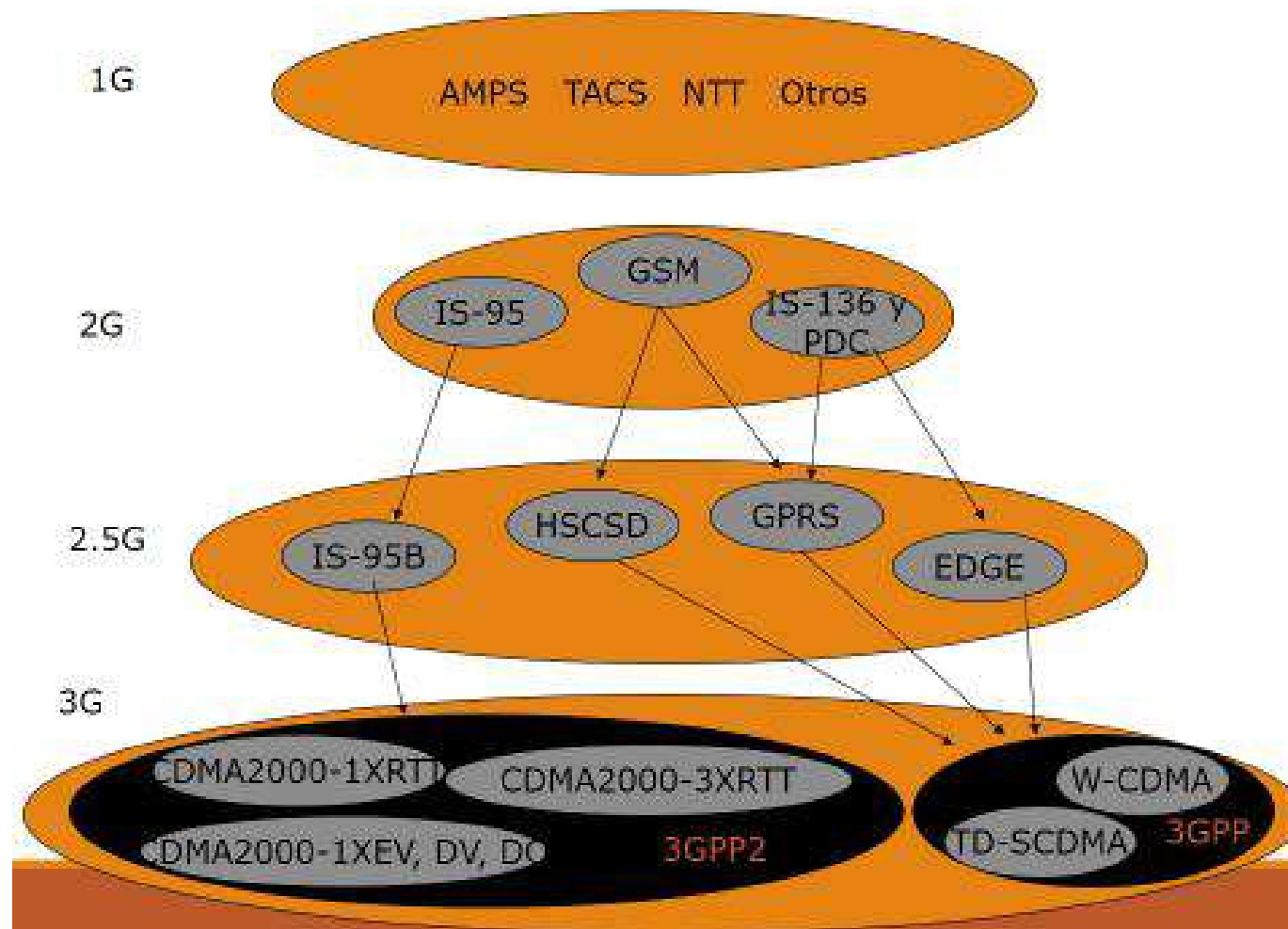
- Packet-switching para todo
- IP-based

**Telecomm
Infrastructure**



IP-based Internet

Generaciones de redes móviles



Generaciones de redes móviles

Generation	3GPP Circuit Switched	3GPP Packet Switched	3GPP2	Wimax Forum
2G	GSM		cdmaOne	
2.5G		GPRS		
2.75G		EDGE		
3G	UMTS		CDMA2000	
3.5G		HSPA/+	CDMA EV-DO	
4G		LTE	UMB	WiMAX

Generaciones de redes móviles

Las distintas generaciones celulares están determinadas por las tecnologías involucradas y las prestaciones ofrecidas. Normalmente son incompatibles de una generación a otra. Las digitales ofrecen mejores características, manejo de errores, ancho de banda mejorado a través de compresión, mayor seguridad a través de cifrado y encriptación, lo mas importante soportan comunicación de datos mas efectiva.

Primera generación o generación 1G

Tecnologías:

- **AMPS** (*Advanced Mobile Phone System*)

Primera Tecnología Desarrollada en EU por Motorola y AT&T es análoga y operaba en la banda entre los 50Mhz y los 800Mhz, soportaba 666 canales y en algunas aéreas 832.

Del total de los canales adjudicados a cada carrier, 21 canales son los canales no conversacionales dedicados a la disposición de llamada, hand - off, y el colgado de las llamadas. Los restantes canales de comunicaciones se dividían en canales de voz de 30 kHz, con una separación de 45MHz entre los canales de avance(forwar) y retroceso(reverse). **AMPS trabajaba sobre la base de transmisión FDMA y FDD, AMPS no maneja los datos.**

Primera generación o generación 1G

- **N -AMPS** (Narrowband AMPS o AMPS de Banda angosta)

Fue igualmente desarrollada por Motorola, N-AMPS mejora la utilización del sistema análogo AMPS. LA capacidad del sistema se mejora al partir cada canal de 30 kHz en tres canales de 10 kHz, con esto se triplica la capacidad de AMPS. Muy pocas portadoras de USA usan N-AMPS.

Primera generación o generación 1G

TACS (Total Access Communications System o Sistema de Comunicación de Acceso Total)

TACS es un derivado de AMPS, desarrollado para ser usado en el Reino Unido en la banda de 900 - MHz. TACS soporta tanto 600 como 1000 canales, cada uno de 25 kHz, comparado con los 666/832 canales que soporta AMPS. Un variado número fue desarrollado, incluyendo TACS de banda angosta (NTACS), TACS extendidos (ETACS), y Sistema de Comunicaciones de Acceso

Primera generación o generación 1G

JTACS (Japanese Total Access Communications System o Acceso Total Japonés). TACS halló aceptación en muy pocos países, ha sido reemplazado en su gran mayoría por GSM, y es actualmente considerado obsoleto en Reino Unido.

Nordic Mobile Telephone (NMT) – Teléfono Móvil Nórdico - NMT fue desarrollado y puesto en servicio en los inicios de los años 80 en países escandinavos, incluyendo Dinamarca, Finlandia

Primera generación o generación 1G

- Año - 1970 - 1980
- Estándares - AMPS (Advanced Mobile Phone System).
- Servicios - Sólo voz
- Tecnología - analógica
- Velocidad - 1kbps a 2,4 kbps
- Multiplexación - FDMA
- Conmutación - conmutación de circuitos
- Core Network - PSTN
- Frecuencia - 800- 900 MHz
- Ancho de banda de RF - 30 kHz. La banda tiene capacidad para 832 canales dúplex, entre los cuales 21 están reservadas para el establecimiento de llamada, y el resto para la comunicación de voz

Equipos de primera generación



Segunda generación o generación 2 G (GSM)

El sistema global para las comunicaciones móviles 2G (del inglés **Global System for Mobile communications**, abreviado como GSM, y originariamente del francés **groupe spécial mobile**) es un sistema estándar, desarrollado por European Telecommunications Standards Institute (ETSI) libre de regalías, de telefonía móvil digital.



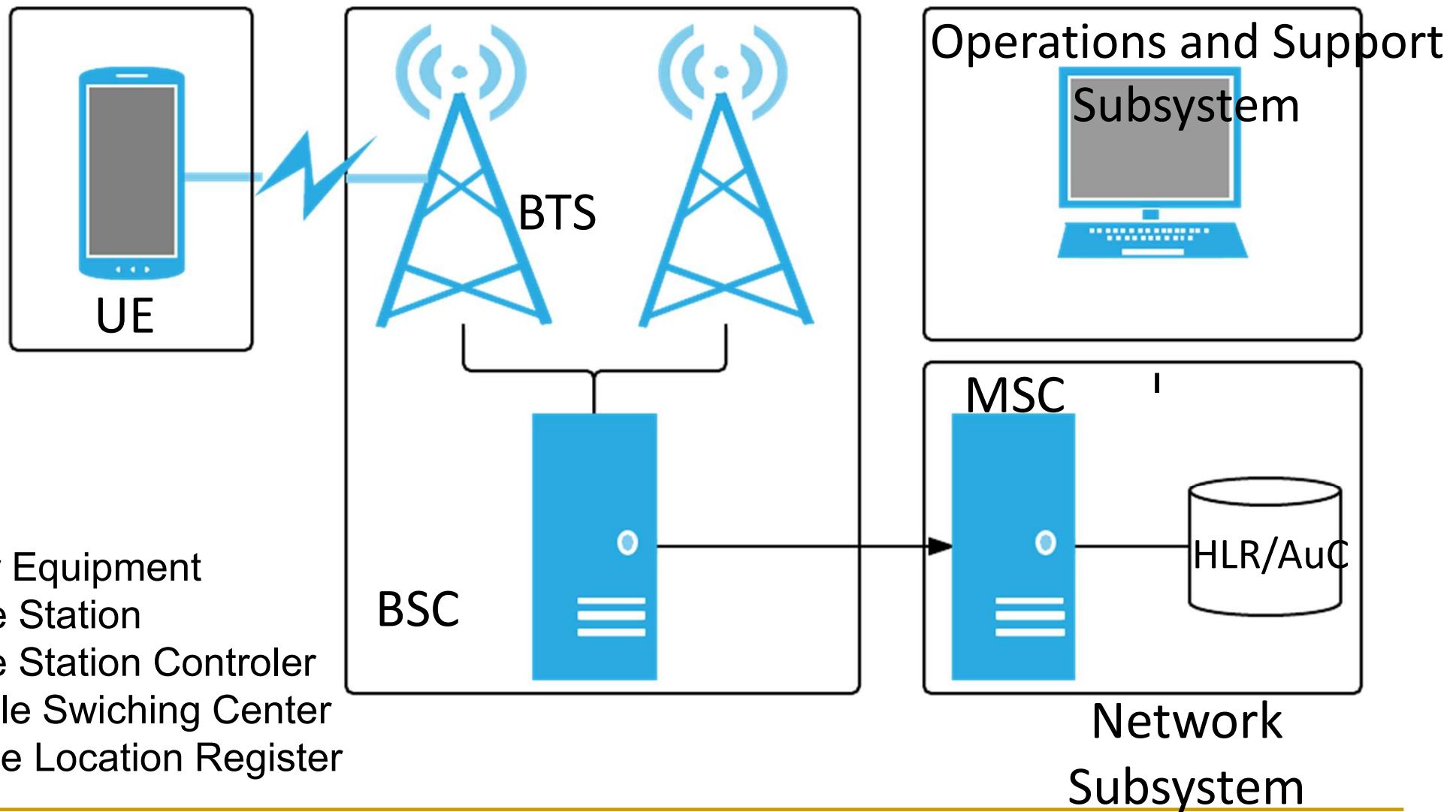
Segunda generación o generación 2 G

Las redes GSM usan TDMA (siglas en inglés de Acceso Múltiple por División de Tiempo), que funciona asignando ranuras de tiempo a múltiples flujos de conversación, alternando la secuencia de cada conversación en intervalos muy cortos. Durante estos intervalos, los teléfonos pueden transmitir su información. Para que la red sepa qué usuarios están conectados a la red, cada teléfono usa una tarjeta de módulo de identificación de suscriptor, la famosa tarjeta SIM.

La ubicuidad del estándar GSM ha sido una ventaja tanto para consumidores (beneficiados por la capacidad de itinerancia y la facilidad de cambio de operador sin cambiar de terminal, **simplemente cambiando la tarjeta SIM**) como para los operadores de red (que pueden elegir entre múltiples proveedores de sistemas GSM, al ser un estándar abierto que no necesita pago de licencias).

En GSM se implementó por primera vez el servicio de mensajes cortos de texto (SMS)

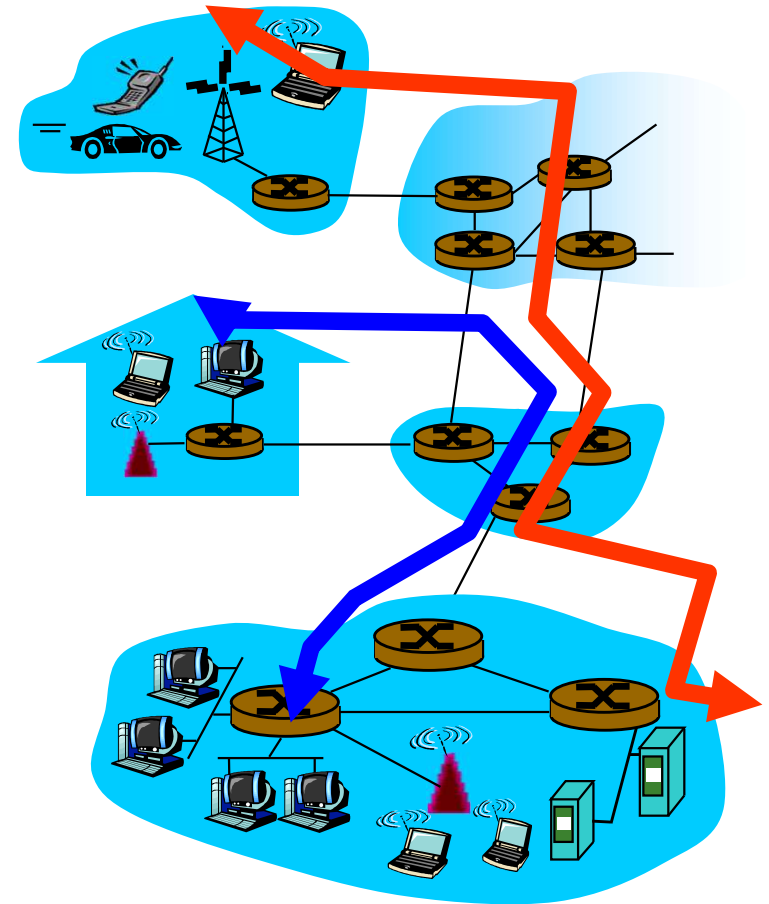
Segunda generación o generación 2 G (GSM)



2 G sobre circuito conmutado

Recursos reservados for end to end “llamadas”

- Capacidad en vínculo, capacidad de conmutación
- Recursos dedicados: no compartidos
- Rendimiento similar a un circuito (garantizado)
- Establecimiento de llamada requerido



Segunda generación o generación 2 G

- **Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM – Global System for Mobile Communications-).**

GSM opera entre las bandas de frecuencia de 800 MHz y 900MHz y es compatible con ISDN (Integrated Services Digital Net - Red Digital de Servicios Integrados). GSM corta cada banda de 200 KHz en ocho (8) canales TDMA de 33.8 kbps, cada uno de los cuales soporta llamadas de voz a 13 kbps

- **Personal Communications System (PCS – Sistema de Comunicación Personal)**

La PCS usa una o más bandas de frecuencia de 1.25 MHz convertida del espectro AMPS existente de cada portador que usa el servicio. Cada banda de 1.25 MHz se subdivide en 20 portadores, cada uno de los cuales puede soportar hasta 798 llamadas simultaneas y agregar ancho de banda hasta 1.288 Mbps

Segunda generación o generación 2 G

- Año - 1980 -1990
- Tecnología - Digital
- Velocidad - 14kbps a 64 Kbps
- Banda de frecuencia - 850 - 1900 MHz (GSM) y 825 - 849 MHz (CDMA)
- Ancho de banda / canal - GSM divide cada canal de 200 kHz en bloques de 25 kHz El canal CDMA es nominalmente de 1,23 MHz
- Multiplexación / Tecnología de acceso - TDMA y CDMA.
- Conmutación - Conmutación de circuitos
- Estándares - GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles), IS-95 (CDMA) - utilizado en América y partes de Asia), JDC (Celular Digital Japonés) (basado en TDMA), utilizado en Japón, iDEN (basado en TDMA) , **red de comunicación** propietaria utilizado por Nextel en los Estados Unidos.
- Servicios: Voz Digital, SMS, roaming internacional, conferencia, llamada en espera, retención de llamada, transferencia de llamadas, bloqueo de llamadas, número de identificación de llamadas, grupos cerrados de usuarios (CUG), servicios USSD, autenticación, facturación basada en los servicios prestados a sus clientes, por ejemplo, cargos basados en llamadas locales, llamadas de larga distancia, llamadas con descuento, en tiempo real de facturación.

Comunicaciones de datos móviles

- La comunicación de datos móvil ha sido siempre de algún modo difícil.
- El primer intento data de 1907 cuando las compañías de comunicaciones experimentaban con varias soluciones para un problema particular de campo de tácticas de comunicaciones.
- Las redes análogas 1G no fueron diseñadas con comunicaciones de datos en mente.
- Algunos módems fueron desarrollados para adquirir y manejar variaciones de datos a tasa de hasta 28.8 kbps bajo condiciones óptimas, pero las condiciones fueron raramente optimas.
- Los factores que afectan la calidad de la señal incluyen, la distancia entre la estación móvil y la estación base y la interferencia.

Generación 2.5G y 3G

- En 1992 se inicia a trabajar en el International Mobile Telecommunication 2000 (ITM-2000). Es una iniciativa para la arquitectura de la red inalámbrica del siglo 21.
- Soportan el incremento en las tasas de transmisión tanto para las versiones inalámbricas móviles y fijas.
- Todos estos estándares son una extensión de la tecnología 2G ya que de ella provienen.
- Aquí se tienen velocidades más rápidas, soporte de voz, *Short Message Service* (SMS) and *Multimedia Messaging Service* (MMS) y acceso a internet.
- La red 2.5G corre a través del mismo espectro que la red 2G y son compatibles entre ellas. Por lo tanto las velocidades de transmisión son inferiores a las de las redes 3G.

Generación 2.5G y 3G

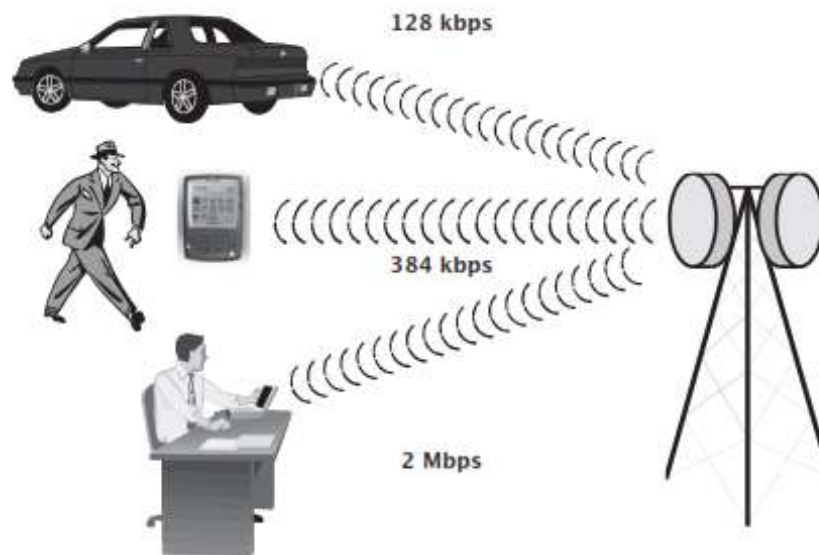


Figure 11.10 A 3G network supporting mobile, pedestrian, and fixed wireless.

TABLE 11.4 IMT-2000

Application	Maximum Bit Rate	Cell Size
Mobile	128/144 kbps ^a	Macro/micro/pico
Pedestrian	384 kbps ^b	Macro/micro/pico
Indoor	2.048 Mbps ^c	Micro/pico

^aISDN 2B/2B+D.

^b6 × DS-0.

^cE1 (32 × DS-0).

Generación 2.5G

- 2.5G tiene dos estándares principales :
 - High-Speed Circuit-Switched Data (HSCSD)
 - General Packet Radio Service (GPRS)

High-Speed Circuit-Switched Data (HSCSD)

Es un 2G+ que se actualiza a GSM diseñado para mejorar las tasas de transmisión de datos. HSCSD mejora el rendimiento de canal para un máximo de 14,4 kbps en los servidores de redes GSM que operan a 1800 MHz, mediante el uso de mecanismos mejorados de FEC. HSCSD también es compatible con la concatenación (vinculación) de intervalos de tiempo múltiples por marco en apoyo a altas velocidades. Como GSM proporciona conmutación de circuitos, en vez de conmutación de paquetes, la conectividad HSCSD es más adecuada para las aplicaciones orientadas a la conexión, tales como vídeo y multimedia.

General Packet Radio Service (GPRS)

GPRS es un servicio de conmutación de paquetes que se aprovecha de las franjas de tiempo del GSM disponibles para comunicaciones de datos y es compatible con los protocolos X.25 y TCP/IP. GPRS, un componente importante en la evolución de GSM, permite altas velocidades en comunicaciones de móviles, y se considera más útil para aplicaciones de datos a ráfagas como la navegación por Internet móvil. Al reunir hasta ocho canales GSM, GPRS tiene una velocidad de transmisión teórica de 171,2 kbps, aunque realista se limita a 115,2 kbps y más típicamente entre 30-60 kbps. En la práctica, sin embargo, los operadores GSM del sistema es poco probable que permiten a un usuario único para acceder a ocho canales.

General Packet Radio Service (GPRS)

En particular, GPRS soporta comunicaciones simultáneas de voz y datos a través del mismo enlace inalámbrico, con la voz prevaleciendo siempre. GPRS define tres clases de equipos terminales:

- Clase A: terminales de soporte simultáneo de conmutación de circuitos GSM de voz y servicio de SMS, así como el tráfico de datos GPRS por conmutación de paquetes.
- Clase B: terminales que soportan conmutación de circuitos de voz y datos de conmutación de paquetes no simultaneo, cambiando automáticamente entre los dos.
- Clase C: terminales que soportan cualquiera de los circuitos de conmutación de voz y de servicio SMS o servicios de conmutación de paquetes, pero se debe cambiar manualmente desde una a la otra.

Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)

Basado en TDMA, EDGE soporta velocidades de transmisión de datos de hasta 473,6 Kbps en canales FDD de 200 kHz de ancho a través de una técnica de modulación mejorada. 8-Phase Shift Keying (8-PSK) consiste en ocho niveles de cambio de fase y, por tanto, compatible con tres bits por símbolo. EDGE soporta 124 canales FDD, cada uno de ellos admite ocho ranuras de tiempo o usuarios.

Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)

EDGE es compatible con dos modos de funcionamiento:

Enhanced Circuit-Switched Data (ECSD): Es una mejora en el protocolo de conmutación en circuitos nativos GSM. ECSD añade 8-PSK como una opción de modulación, aumentando así la eficiencia de transmisión de datos. Una conexión GMSK requiere cuatro ranuras de tiempo para apoyar un 57,6 kbps velocidad de datos, pero ECSD requiere sólo dos.

Enhanced GPRS - Evolution (EDGE)

- Enhanced GPRS (EGPRS): Es una transmisión de conmutación de paquetes que soportan tasas de datos de hasta 473.6 Kbps. EGPRS estima que la calidad del enlace con el fin de adaptar la modulación y el esquema de codificación (MCS).

TABLE 11.6 EGPRS Modulation and Coding Schemes

MCS	Slot Capacity ^a (kbps)	FEC Overhead ^b (%)	Modulation Scheme	Channel Capacity ^c (kbps)
MCS-1	8.8	143	GMSK	70.4
MCS-2	11.2	91	GMSK	89.6
MCS-3	14.8	45	GMSK	118.4
MCS-4	17.6	22	GMSK	140.8
MCS-5	22.4	187	8-PSK	179.2
MCS-6	29.6	117	8-PSK	236.8
MCS-7	44.8	43	8-PSK	358.4
MCS-8	54.4	18	8-PSK	435.2
MCS-9	59.2	8	8-PSK	473.6

^aCapacity per time slot.

^bOverhead as a percentage of payload.

^cSignaling speed assuming eight time slots per channel. Throughput = channel capacity – FEC overhead.

Source: [26].

Generación 2.5G

- Año - 2000- 2003
- Estándares - Servicio General de Paquetes de Radio (GPRS) y EDGE (Velocidades de datos mejoradas en GSM)
- Frecuencia: 850 -1900 MHz
- Velocidad - 115kpbs (GPRS) / 384 kbps (EDGE)
- Conmutación - Conmutación de paquetes para la transferencia de datos
- Multiplexación - desplazamiento mínimo gaussiano keying-GMSK (GPRS) y EDGE (8-PSK)
- Servicios - pulsar para hablar, multimedia, información basada en la web de entretenimiento, soporte WAP, MMS, SMS juegos móviles, búsqueda y directorio, acceso a correo electrónico, videoconferencia.

Generación 3G

- Es evidente por:
 - Necesidad de mas capacidad.
 - Nuevas frecuencias y
 - Mayores tasas de transmisión.
- Se deseaba un único estándar (no fue posible).
- Dos estándares ahora reconocidos por cuerpos de estandarización (ITU):

Generación 3G

Tecnologías:

Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)

Es una tecnología 3G que es visto como una actualización lógica de GSM, aunque los dos no son compatibles. UMTS se ejecuta sobre una portadora de 5 MHz de ancho, en comparación con el portador 200 kHz usado para CDMA. Las especificaciones FDD de bajada funcionan en el rango de 2100 MHz y de subida en el rango de 1900 MHz. Como es el caso de todos los verdaderos sistemas de 3G, en UMTS las especificaciones incluyen 128 kbps para las aplicaciones de alta movilidad, 384 kbps para peatones, y 2 Mbps para aplicaciones fijas.

Generación 3G

Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)

Las redes UMTS actualmente están siendo mejoradas con High Speed Downlink Packet Access (HSDPA), que a veces se califica como una tecnología 3.5G. HSDPA promete aumentar las tasas teóricas de bajada a 14.4 Mbps, aunque las implementaciones actuales compatibles están el rango de 400-700 kbps, con ráfagas de hasta 3,6 Mbps durante cortos períodos de tiempo usando una técnica de modulación adaptativa para estrangular las tasas de bits de subida y bajada tanto como lo permita el enlace.

Generación 3G

Code Division Multiple Access 2000 (CDMA2000)

Es un sistema de 3G basado en las versiones anteriores de CDMA. Entre las versiones que mas se destacan, están:

CDMA2000 1xRTT (One times Radio Transmission Technology, “one times” se refiere al estándar del ancho de banda), ofrece las capacidades de 2.5G dentro de un único canal de 1,25 MHz, duplicando la capacidad de voz de los sistemas cdmaOne de 2G y ofrece una aceleración a los datos teórica de 153 kbps (su rendimiento está en el intervalo de 70-90 kbps) mediante el uso de modulación QPSK.

Generación 3G

Code Division Multiple Access 2000 (CDMA2000)

3G 1xEV-DO (one carrier Evolution-Data Optimized) es un High-Data-Rate (HDR) que emplea la modulación 16-QPSK que nos da una velocidad de datos pico de 2.4 Mbps en la bajada y 153 kbps en la subida. 1xEV-DO soporta rendimiento total promedio de una carga completa en una celda de tres sectores de 4.1 Mbps en bajada y los 660 kbps en la subida, con velocidades de datos asignados dinámicamente a cada usuario que proporcionan un desempeño óptimo en cualquier momento dado. 1xEV-DO puede funcionar en cualquier banda y pueden coexistir en cualquier tipo de red. CDMA2000 se ejecuta en un espectro entre los 800 MHz y 1.8-2.0 GHz.

Generación 3G

Code Division Multiple Access 2000 (CDMA2000)

GSM1x es una versión diseñada como una especificación de transición para los operadores GSM, incluyendo a los teléfonos de modo dual. También conocido como IS-2000-A, 3x es una mejora que utiliza tres operadores cdmaOne de ancho de banda total de 3,75 MHz. Este soporta velocidades de datos hasta 2 Mbps mediante la difusión de una señal a través de los tres operadores.

Generación 3G

Time Division Synchronous Code Division Multiple Access (TD-SCDMA)

Es un estándar 3G que se está desarrollando en China.

TD-CDMA se basa en CDMA pero utiliza TDMA, además de usar TDD en lugar de FDD. El uso de TDMA reduce el número de usuarios que compiten por cada ranura de tiempo, que tiene el efecto de reducir la complejidad técnica del sistema, pero a expensas de la gama de cobertura y la movilidad. Este enfoque proporciona flexibilidad adicional en la que las capacidades de los canales de subida y bajada se pueden administrar de forma independiente. TD-SCDMA se ejecuta en el 2000 MHz (2GHz), con separación de canales nominal de 1,6 velocidades de datos MHz. Las velocidades de datos asíncronas son altamente flexibles, van desde 1.2 kbps hasta 2 Mbps en ambas direcciones.

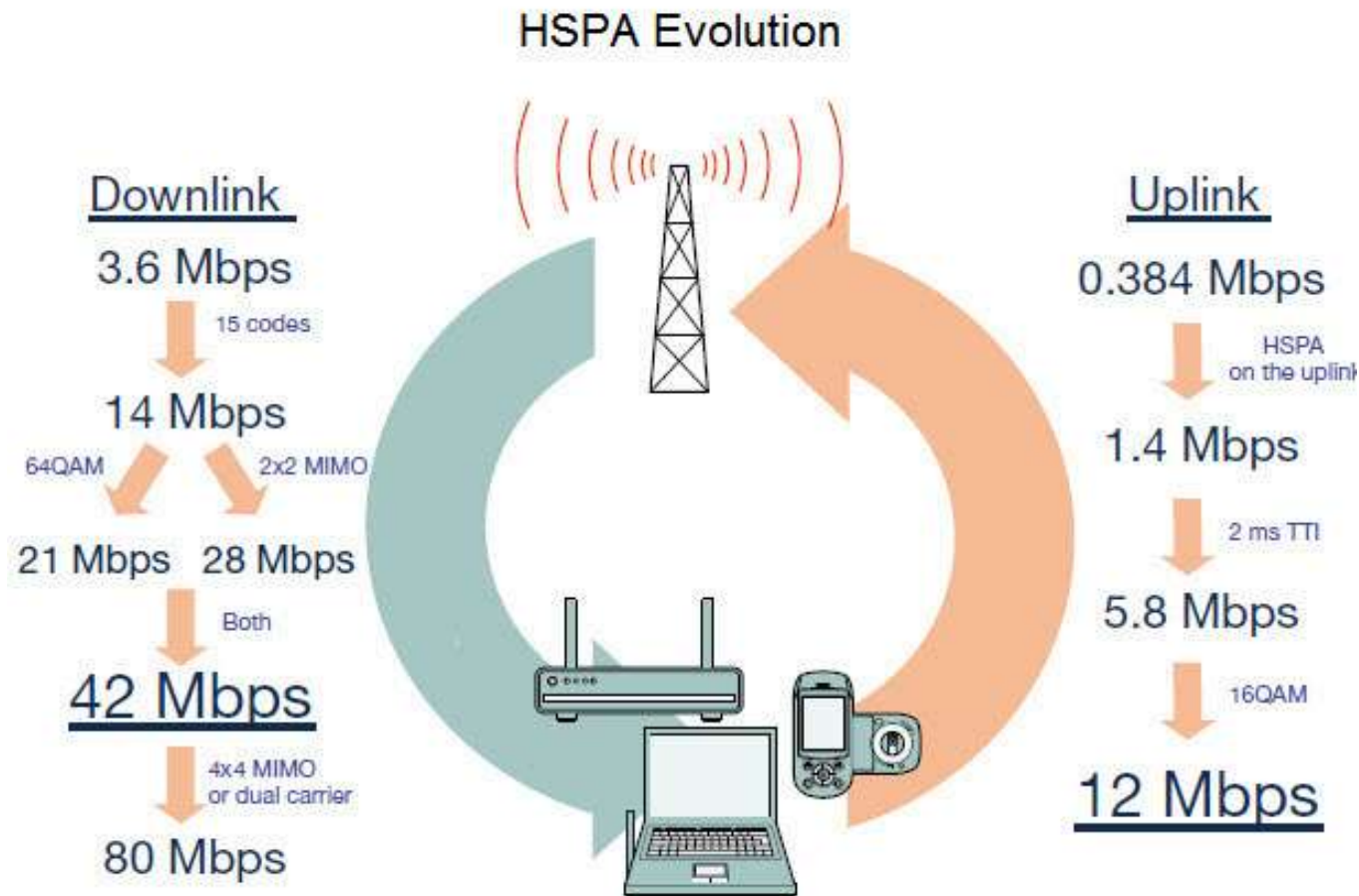
Generación 3G

- Año - 2000
- Estándares:
 - UMTS (WCDMA) basado en GSM (Global Systems for Mobile) infraestructura del sistema 2G, estandarizado por el 3GPP.
 - CDMA 2000 basado en la tecnología CDMA (IS-95) estándar 2G, estandarizada por 3GPP2.
 - interfaz de radio TD-SCDMA que se comercializó en 2009 y sólo se ofrece en China
- Velocidad: 384KBPS 2Mbps
- Frecuencia: aproximadamente 8 a 2,5 GHz
- Ancho de banda: de 5 a 20 MHz
- Tecnologías de multiplexación y acceso
- interfaz de radio llamada WCDMA (Wideband Code División Multiple Access)

Generación 3G

- HSPA es un actualización de W-CDMA que ofrece velocidades de 14,4 Mbit / s de bajada y 5,76 Mbit / s de subida.
- HSPA + puede proporcionar velocidades de datos pico teóricas de hasta 168 Mbit / s de bajada y 22 Mbit / s de subida.
- CDMA2000 1X: Puede soportar tanto servicios de voz como de datos. La máxima velocidad de datos puede llegar a 153 kbps
- Servicios - telefonía móvil de voz, acceso a Internet de alta velocidad, acceso fijo inalámbrico a Internet, llamadas de video, chat y conferencias, televisión móvil, vídeo a la carta, servicios basados en la localización, telemedicina, navegación por Internet, correo electrónico, buscapersonas, fax y mapas de navegación, juegos, música móvil, servicios multimedia, como fotos digitales y películas. servicios localizados para acceder a las actualizaciones de tráfico y clima, servicios móviles de oficina, como la banca virtual.

HSPA+ o Evolved HSPA



Generación 4G

LTE acrónimo de ***Long Term Evolution***, lo que en español se traduce como evolución a largo plazo. Es un estándar de transmisión de datos de alta velocidad.

Basado en un protocolo de la norma 3GPP definida por unos como una evolución de la norma 3GPP UMTS (3G), y por otros como un nuevo concepto de arquitectura evolutiva (4G).

LTE se destaca por su interfaz radioeléctrica basada en OFDMA, para el enlace descendente (DL) y SC-FDMA para el enlace ascendente (UL).

Generación 4G

- Inicio - años de 2010. En 2008, la UIT-R especifica los requisitos para los sistemas 4G
- Estándares - Long-Term Evolution Time-Division Duplex (LTE-TDD y LTE-FDD) estándar WiMAX móvil (802.16m estandarizado por el IEEE)
- Velocidad - 100 Mbps en movimiento y 1 Gbps cuando se permanece inmóvil.
- Telefonía IP
- Nuevas frecuencias, ancho de banda de canal de frecuencia más amplia.
- Tecnologías de multiplexación / acceso - OFDM, MC-CDMA, CDMA y LAS-Red-LMDS
- Ancho de Banda - 5-20 MHz, opcionalmente hasta 40 MHz

Generación 4G

- Bandas de frecuencia: - LTE cubre una gama de diferentes bandas. En América del Norte se utilizan 700, 750, 800, 850, 1900, 1700/2100 (AWS), 2300 (WCS) 2500 y 2600 MHz (bandas 2, 4, 5, 7, 12, 13, 17, 25, 26 , 30, 41); 2500 MHz en América del Sur; 700, 800, 900, 1800, 2600 MHz en Europa (bandas 3, 7, 20); 800, 1800 y 2600 MHz en Asia (bandas 1, 3, 5, 7, 8, 11, 13, 40) 1800 MHz y 2300 MHz en Australia y Nueva Zelanda (bandas 3, 40).
- Servicios - acceso móvil web, telefonía IP, servicios de juegos, TV móvil de alta definición, videoconferencia, televisión 3D, computación en la nube, gestión de flujos múltiples de difusión y movimientos rápidos de teléfonos móviles, Digital Video Broadcasting (DVB), acceso a información dinámica, dispositivos portátiles.

Estándares Mencionados Brevemente

TABLE 11.7 United States Cellular Standards, by Carrier

Generation	1G	2G	2.5G	3G	3.5G
Cingular	AMPS	D-AMPS ^a GSM PCS (CDMA) ^b	GPRS, EDGE	UMTS	HSDPA
Sprint	AMPS	PCS (CDMA)	—	CDMA2000	
T-Mobile	AMPS	GSM	GPRS, EDGE	UMTS	HSDPA
Verizon	AMPS	D-AMPS ^a — PCS (CDMA) ^b	GPRS —	UMTS CDMA2000	

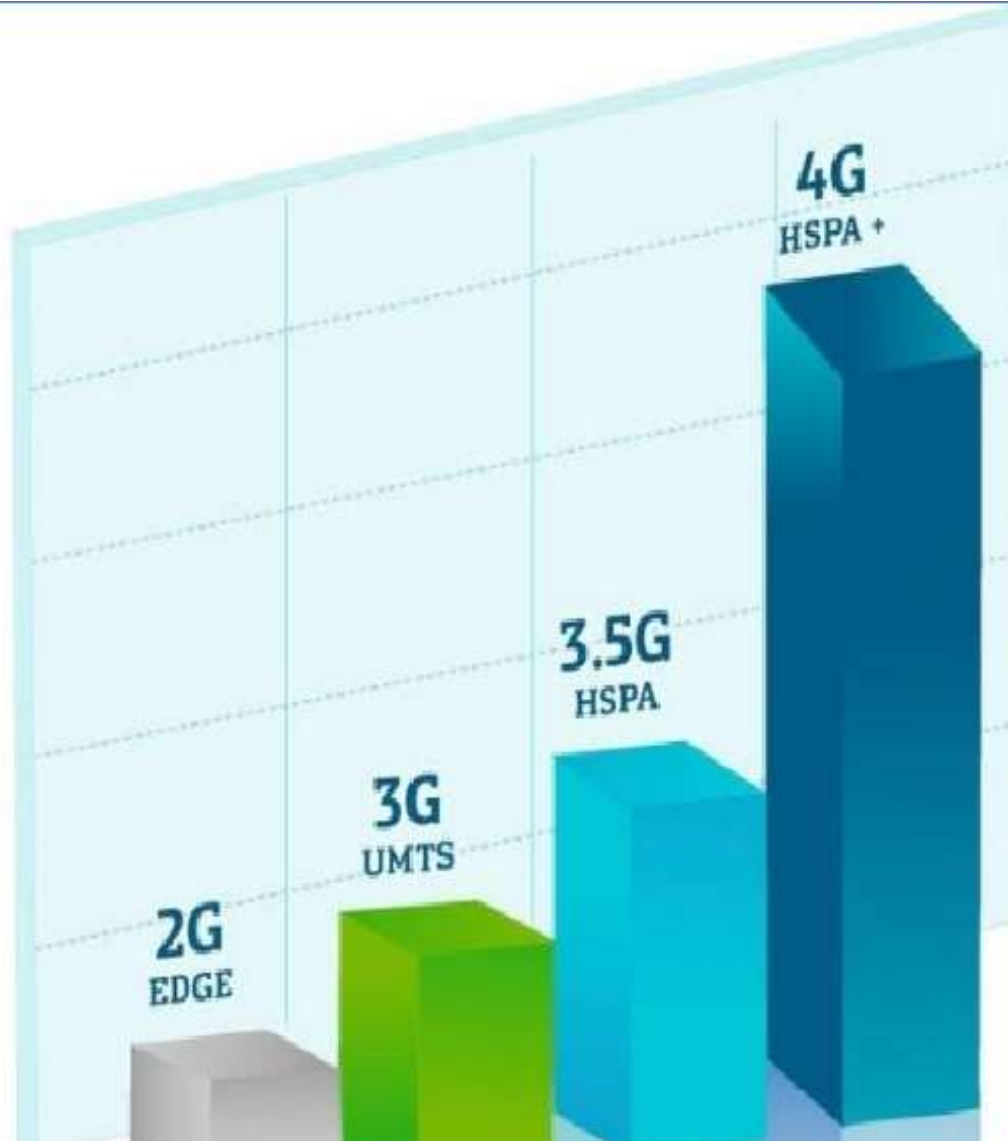
^aIS-54/136.

^bIS-95.

Comparativa de performance de tecnologías



Evolución de tecnologías



Comparativa de performance de tecnologías

	TAMAÑO	2G	3G	3.5G	4G
		EDGE	UMTS	HSPA	HSPA+
		56 KBPS	256 KBPS	1.5MBPS	5MBPS
DESCARGAR UN CORREO	500KB	71 SEG	16 SEG	3 SEG	AUTOMÁTICO
CARGAR UNA PÁGINA WEB	1MB	2 MIN	1 MIN	5 SEG	AUTOMÁTICO
DESCARGAR UNA CANCIÓN	5MB	12 MIN	3 MIN	27 SEG	8 SEG
DESCARGAR UN VIDEO	15MB	37 MIN	8 MIN	1 MIN	24 SEG
DESCARGAR VIDEO HD	100MB	4 HORAS	53 MIN	9 MIN	3 MIN
DESCARGAR ARCHIVO 1GB	1GB	2 DÍAS	9 HORAS	1 HORA	27 MIN

Generación 5G

- Ancho de Banda - 1.000x ancho de banda por unidad de superficie.
- Frecuencia - 3 a 300 GHz
- Tecnologías de multiplexación / Access - CDMA y BDMA
- Estándares - banda ancha IP LAN / W AN / PAN & WWW
- Características: rendimiento de tiempo real - de respuesta rápida, de baja fluctuación, latencia y retardo
- Muy alta velocidad de banda ancha - velocidades de datos Gigabit, cobertura de alta calidad, multi espectro
- Infraestructura virtualizada - Software de red definido, sistema de costes escalable y bajo.
- Soporta Internet de las Cosas y M2M - 100 veces más dispositivos conectados, Cobertura en interiores y eficiencia de señalización
- Reducción de alrededor del 90% en el consumo de energía a la red.

Generación 5G

- Su tecnología de radio facilitará versión diferente de las tecnologías de radio para compartir el mismo espectro de manera eficiente.
- Servicios: - Algunas de las aplicaciones son importantes - personas y dispositivos conectados en cualquier lugar en cualquier momento. Su aplicación hará que el mundo real sea una zona Wi Fi. Dirección IP para móviles asignada de acuerdo con la red conectada y la posición geográfica. Señal de radio también a mayor altitud. Múltiples servicios paralelos, con los que se puede saber el tiempo meteorológico y en tu posición geográfica mientras hablas. La educación será más fácil. Un estudiante que se sienta en cualquier parte del mundo puede asistir a la clase. El diagnóstico remoto es una gran característica de 5G. Un Médico puede tratar al paciente situado en la parte remota del mundo. El seguimiento será más fácil, una organización gubernamental y otros investigadores pueden monitorear cualquier parte del mundo. Se hace posible reducir la tasa de criminalidad. La visualización del universo, galaxias y planetas serán posibles. Posible también detectar más rápidamente desastres naturales incluyendo tsunamis, terremotos, etc.