

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD TECNICA
CARRERA: ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES



NIVEL LICENCIATURA
EXAMEN DE GRADO
TRABAJO DE APLICACION

**“ANALISIS DE LA TECNOLOGIA 4G PARA SU
IMPLEMENTACION (Caso La Paz)”**

Postulante: Albina Beltrán Quispe

La Paz - Bolivia

2012

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi Padre y a mi Madre que gracias a su infinito amor pude realizar la carrera que me propuse, además a mis hermanos que siempre me apoyaron en este proceso.

AGRADECIMIENTOS

El presente Trabajo es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas por lo cual agradezco a las mismas.

En primer lugar, agradezco a Dios, quien me ha dado la vida y todo para llegar hasta esta instancia. Gracias señor por regalarme mi historia y tu amor gratuitamente.

Agradezco a mis padres Ricardo Beltrán y Modesta Quispe, a mis hermanos menores Ricardito y Sara, gracias por su amor, confianza, dedicación, apoyo, preocupación y paciencia, por todo lo que me han dado incondicionalmente.

RESUMEN

El presente trabajo muestra la diferencia entre tecnología de cuarta generación y tecnología 3.75G la cual en nuestro país es nombrada “cuarta generación” por fines comerciales, además permite también de mostrar la factibilidad de implementar una tecnología de Cuarta Generación (4G) verdadera en Bolivia. La implementación de nuevas tecnologías puede ser beneficiosa para los operadores siempre y cuando exista un ambiente regulatorio y de mercado favorable para aquello.

Se define los requisitos que debe cumplir la red de acceso móvil de cuarta Generación.

Los avances tecnológicos que se dan en las redes celulares no pueden ser ajenos a los proyectos de las operadoras de telefonía celular en Bolivia, mas aún cuando 4G se muestra como una verdadera tecnología móvil de banda ancha que permitirá ofrecer a los usuarios servicios de calidad.

También se Muestra los servicios y aplicaciones que se han venido desarrollando paralelamente al avance de las tecnologías inalámbricas celulares. Este capítulo se encuentra dividido por generaciones de sistemas celulares y busca hacer una referencia de cada tecnología con sus respectivas mejoras respecto a las antecesoras. Se presenta las que podrían ser las generaciones futuras y los servicios y aplicaciones que estas podrían brindar.

Se presentan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron de analizar los aspectos concernientes a la implementación de 4G en La Paz.

INDICE

1.	MARCO REFERENCIAL	1
1.1.	INTRODUCCION.....	1
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3.	JUSTIFICACION.....	2
1.4.	OBJETIVOS.....	3
1.4.1.	OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
2.	MARCO TEORICO	4
2.1.	EVOLUCION DE LAS TECNOLOGIAS CELULARES	4
2.1.1	GENERACIÓN 1G	5
2.1.2.	GENERACIÓN 2G	5
2.1.2.1.	GSM (Global System for Mobile Communications)	5
2.1.2.1.1.	Bandas de frecuencia GSM.....	7
2.1.2.1.2.	Estructura GSM	8
2.1.2.2.	CDMA (Code Division Multiple Access).....	9
2.1.3.	GENERACIÓN 2.5 G.....	10
2.1.3.1.	GPRS (General Packet Radio Service).....	10
2.1.3.2.	EDGE (Enhanced Data rates for GSM of Evolution)	11
2.1.4.	GENERACIÓN 3G	11
2.1.4.1.	CDMA 2000-1X.....	12
2.1.4.2.	CDMA 2000 1xEV-DO (1x Evolution-Data Optimized).....	12
2.1.4.3.	UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)	14
2.1.4.3.1.	VENTAJAS DE LA TECNOLOGIA UMTS.....	14
2.1.4.3.2.	COMPONENTES DE RED LA RED UMTS.....	17
2.1.5	GENERACIÓN 3.5G DE TELEFONÍA CELULAR	18

2.1.5.1.	HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)	18
2.1.5.2.	HSUPA (High Speed Uplink Packet Access)	20
2.1.6	GENERACIÓN 4G	20
2.1.7	LTE (LONG TERM EVOLUTION)	23
2.1.7.1.	ESTANDARIZACIÓN DE LTE.....	23
2.1.7.2	ARQUITECTURA LTE.....	25
2.1.8	GENERACIÓN 5G DE TELEFONÍA CELULAR: TECNOLOGÍAS INTELIGENTES.....	26
3.	DESARROLLO DEL TRABAJO.....	26
3.1	ESTUDIO DE MERCADO DE LOS SERVICIOS 4G.....	27
3.1.1	INTRODUCCIÓN.....	27
3.1.2	SITUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS EXISTENTES	27
3.1.3	SERVICIOS DE LTE	29
3.1.4	VENTAJAS DE LTE	30
3.1.5	PROYECCIÓN DE LTE EN EL MERCADO BASADO EN LA EVOLUCIÓN DE GSM.....	31
3.1.6	MERCADO DE LA TELEFONÍA CELULAR EN LA PAZ	32
3.1.8	ESTADO DEL SERVICIO CELULAR.....	33
3.1.8.1	ENCUESTA PARA DETERMINAR EL ESTADO DE LA TELEFONÍA CELULAR EN LA PAZ	34
3.1.7.2.	MERCADO DE BANDA ANCHA.....	45
3.2	FACTIBILIDAD LEGAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LTE EN LA PAZ	45
3.2.1	LTE EN EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO	45
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
4.1	CONCLUSIONES	48
4.2	RECOMENDACIONES	49
	BIBLIOGRAFIA.....	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura GSM.....	8
Figura 2 Evolución de las tecnologías CDMA 2000	13
Figura 3 Evolución de los sistemas celulares de origen GSM.....	14
Figura 4 Modos de operación de la interfaz radio en UMTS.....	16
Figura 5 Arquitectura de red UMTS	16
Figura 6 Red de acceso UTRAN.	17
Figura 7 Países y operadores con tecnología UMTS/HSPA.....	18
Figura 8 Próximos pasos de HSPDA	19
Figura 9 Evolución de las tecnologías celulares	24
Figura 10 Velocidad de datos de <i>uplink</i> y <i>dowlink</i> de HSPA y LTE	25
Figura 11 Arquitectura de red LTE	25
Figura 12 Servicios que LTE ofrecerá a una mayor velocidad	27
Figura 13 Crecimiento global de tecnologías móviles.....	28
Figura 14 Representación de la descarga de un archivo de 350 MB.....	31
Figura 15 Previsiones tecnológicas.....	31
Figura 16 Tecnología adoptada por los usuarios.....	32
Figura 17 Estado actual de la telefonía móvil.....	33
Figura 18 Distribución por operadoras de usuarios encuestados.	35
Figura 19 Tiempo de utilización de un teléfono celular en determinada operadora.....	36
Figura 20 Percepción de la calidad de la cobertura celular.....	37
Figura 21 Percepción del servicio de llamadas y mensajes.....	38
Figura 22 Dificultades en el servicio de llamadas telefónicas.....	39
Figura 23 Percepción del costo del servicio celular.....	40
Figura 24 Servicios que se disponen en un celular	41
Figura 25 Importancia de implementar nuevos servicios.....	42

Figura 26 Interés de los usuarios por implementar nuevos servicios	43
Figura 27 Valores a pagar por un teléfono 4G.	44

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. INTRODUCCION

HSDPA no es 4G, es la tercera generación de 3G. Permite navegar con velocidades de hasta 14 mega bits/segundo. Este es el servicio que las operadoras venden como 4G.

Según Entel , HSPA+ (High Speed Packet Acces+) es la red soportada por el servicio 4G de Entel, alcanza velocidades que llegan a los 21 Mbps en downlink y 5.76 Mbps en uplink, este servicio se la presta comercialmente con el mismo nombre solo en algunos países de Latinoamérica: México, Colombia, Perú, Puerto Rico, Panamá y Bolivia sólo con Entel.

Consideramos que la ejecución del presente proyecto contribuirá al desarrollo, de nuestra ciudad ya que con la implementación de tecnología 4G a diferencia de las anteriores generaciones de tecnología móvil, los teléfonos 4G serán ampliamente utilizados para el acceso a Internet en las computadoras. Los usuarios en las zonas que tienen una cobertura 4G fuerte serán capaces de utilizar la red para una conexión de banda ancha sin necesidad de instalar cable en su hogar. Por ejemplo, con la red 4G de un operador como Entel se pueden compartir fotos, videos, tan rápido como con una computadora conectada desde la casa.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Bolivia no puede estar alejada del avance tecnológico que se lleva a cabo a nivel mundial, las tres operadoras principales deben realizar esfuerzos para poder implementar nuevas tecnologías emergentes.

Como se mencionó a un principio Bolivia no cuenta con tecnología de cuarta generación ya que la telefónica en la actualidad sólo dispone de una tecnología 3,75 G a través de una red HSPA+.

La única red que permite contar con la tecnología 4G es la LTE (Long Term Evolution) desarrollada por la empresa Verizon.

El gerente de ENTEL, Roy Méndez, aseguró, que la tecnología 4G está disponible en diferentes redes, en la HSPA+ y en la LTE. Pero aquí surge una duda, la capacidad de descarga del sistema de ENTEL es de 21 megabits por segundo (Mbps) y sabemos que la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU) estableció que para que se considere que una empresa cuenta con 4G, su red debe permitir al usuario descargar datos a velocidades de al menos 100 megabits/segundo.

1.3. JUSTIFICACION

Como se mencionó anteriormente Bolivia y consecuentemente nuestra Ciudad no puede estar alejada de los avances tecnológicos, por esta razón se necesita proyectos como el que se presenta para así disminuir el margen q nos aleja de los avances tecnológicos.

El contar con mayor ancho de banda y de acceso generalizado permitirá a las tecnologías móviles tener mayor fuerza en la sustitución de la banda ancha fija, como también acceso a más servicios para los usuarios.

Bajo esta tecnología, los usuarios pueden sobarse las manos, ya que tendrán una calidad de servicio mayor, podrán priorizar el tráfico e, incluso, obtener tasas de transferencia de hasta 100 Mbps.

Al no existir en nuestro medio investigaciones que involucren la tecnología 4G, sus servicios y aplicaciones se propone el siguiente trabajo como una fuente que servirá de guía para las áreas técnicas relacionadas con las comunicaciones.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

El presente proyecto se encamina en el análisis de una tecnología que promete revolucionar el mercado de las telecomunicaciones móviles en un futuro cercano y de esta manera presentar lo que podría ser la tecnología del mañana.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Dar a conocer que en nuestro país sólo se dispone de una tecnología 3,75G a través de una red HSPA+.
- Realizar el análisis de algunos aspectos del mercado de telefonía móvil en La Paz para verificar la posibilidad de implementar 4G.
- Proporcionar mediante los resultados de este proyecto una herramienta sólida de consulta para el estudio y diseño de sistemas inalámbricos.

2. MARCO TEORICO

En telecomunicaciones, 4G (también conocida como 4-G) son las siglas utilizadas para referirse a la cuarta generación de tecnologías de telefonía móvil. Es el sucesor de las tecnologías 2G y 3G.

La 4G está basada completamente en el protocolo IP, siendo un sistema de sistemas y una red de redes, que se alcanza gracias a la convergencia entre las redes de cables e inalámbricas. Esta tecnología podrá ser usada por módems inalámbricos, celulares inteligentes y otros dispositivos móviles. La principal diferencia con las generaciones predecesoras será la capacidad para proveer velocidades de acceso mayores de 100 Mbps en movimiento y 1 Gbps en reposo, manteniendo una calidad de servicio (QoS) de punta a punta de alta seguridad que permitirá ofrecer servicios de cualquier clase en cualquier momento, en cualquier lugar, con el mínimo coste posible.

2.1. EVOLUCION DE LAS TECNOLOGIAS CELULARES

A través del tiempo se han realizado varios esfuerzos por mejorar los servicios de la telefonía celular, mejorando la calidad de los servicios, seguridad en las comunicaciones, reducción de los tiempos de latencia, eficiencia del espectro, etc.

Todos los avances tecnológicos han permitido ofrecer a los usuarios mejores servicios como televisión móvil, videoconferencia, video llamada, acceso a diferentes redes, etc.

A continuación se presenta una descripción de la evolución de las tecnologías celulares.

2.1.1 GENERACIÓN 1G

Sistemas con tecnología analógica cuyos servicios, únicamente de voz, fueron comercializados en los años 80, se caracterizaron por ser de baja calidad y velocidad (2400 baudios).

Entre las tecnologías de esta generación están:, NTM (*Nordic Mobile Telephone*), TACS (*Total Access Communications System*), AMPS (*Advanced Mobile Phone System*), etc, a pesar que la que predominó fue AMPS que es un estándar de Estados Unidos (1982) cuyo funcionamiento presentaba problemas de seguridad, interferencia y baja capacidad.

2.1.2. GENERACIÓN 2G

Fueron sistemas con tecnología digital que nacieron en 1990, utilizan codificadores de voz y trajeron consigo teléfonos celulares de menor tamaño a los de la primera generación.

Entre las tecnologías predominantes están: GSM (Global System for Mobile Communications); IS-136 (TIA/EIA136 O ANSI-136) y CDMA (Code Division Multiple Access) y PDC (Personal Digital Communications); este último utilizado en Japón.

2.1.2.1. GSM (Global System for Mobile Communications)

Estándar Europeo creado para que las redes digitales de teléfonos móviles soporten voz, datos, mensajes de texto y roaming en varios países.

Por su velocidad se lo considera como una tecnología 2G que brinda servicios en las bandas de 850, 900, 1800 y 1900 MHz, utiliza modulación GMSK y técnica de acceso múltiple TDMA que divide el tiempo en 8 ó 16 ranuras.

Entre las ventajas que presenta GSM están su penetración ya que se estima que existen 4 mil millones de suscripciones lo cual representa el 78% de cliente inalámbricos, los usuarios tienen comunicaciones con alta calidad de voz, bajo costo de terminales, flexibilidad debido a su tarjeta SIM la cual permite cambiar de dispositivo GSM. Además permite migrar a tecnologías GPRS, EDGE y UMTS/HSDPA.

GSM presenta además las siguientes ventajas:

- Transmisión de voz y datos a diferentes velocidades.
- Implantación de sistemas de encriptación para proporcionar confidencialidad en las comunicaciones.
- Autenticación del abonado.
- Mejora en la calidad de las comunicaciones, al incorporar potentes Códigos de control de errores.
- Simplificación de los equipos de radiofrecuencia.
- Mayor flexibilidad a la hora de incorporar los avances y desarrollos tecnológicos.

GSM utiliza varios canales para establecer comunicaciones entre la estación base y el teléfono.

- Canales de tráfico TCH (*Traffic Channels*).
- Canales de control: BCH (*Broadcast Channels*), DCCH (*Dedicated Control Channels*), CCCH (*Common Control Channels*).

2.1.2.1.1. Bandas de frecuencia GSM

La tabla 1. presenta las diferentes bandas de frecuencia en las que se ha implementado GSM.

Banda	Nombre	Canales	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
GSM 850	GSM 850	128 – 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0
GSM 900	P-GSM 900	1-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0
	E-GSM 900	975 – 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0
GSM1800	GSM 1800	512 – 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0
GSM1900	GSM 1900	512 – 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0

Tabla 1. Bandas de frecuencia de GSM

En GSM cada celda tiene un BSC (*Base Station Controller*) que reparte las frecuencias y la potencia entre la estación base y los terminales, además puede estar compuesta de 10 a 100 BTSs (*Base Transceiver Station*).

Una BS (*Base Station*) puede dar cobertura a varios cientos de metros, que dependiendo de la potencia y el tipo de entorno; una estación base garantiza la cobertura radioeléctrica en una celda de la red, proporcionando el punto de entrada a la red a los terminales de usuario. Las estaciones base pueden ser controladas localmente o bien remotamente a través de su controlador de estación base.

2.1.2.1.2. Estructura GSM

En la figura 1 se muestra la arquitectura de la tecnología GSM y la descripción de sus elementos más importantes.

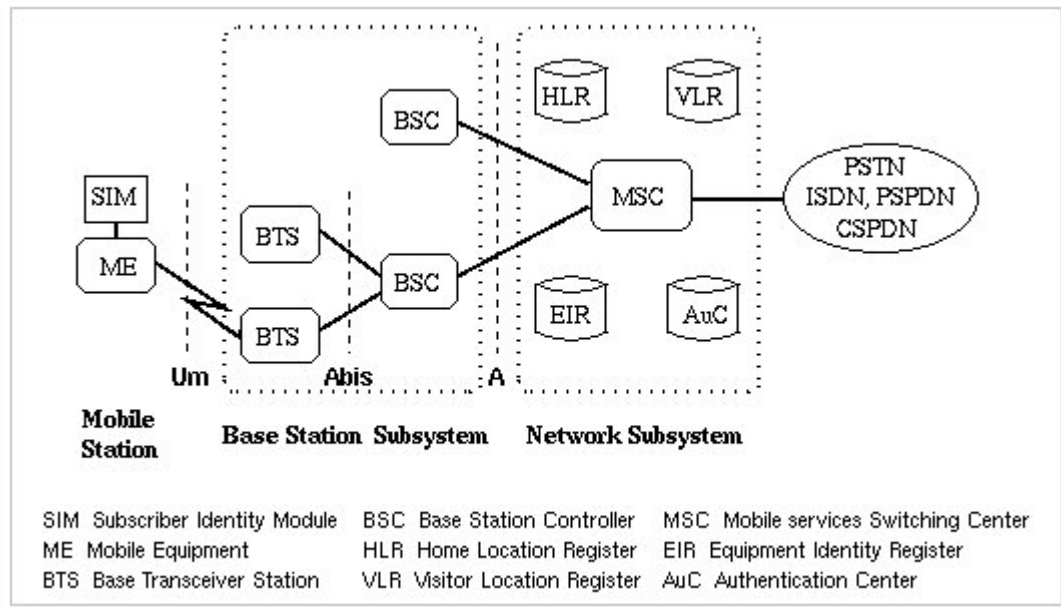


Figura 1 Estructura GSM

En la arquitectura de la red GSM se puede definir diferentes componentes como: BSS (*Base Station Subsystem*) contiene las funciones de control de los recursos radio, está compuesto por una o más BTS (*Base Transceiver Station*) que realizan las funciones de nivel físico (radio) y el BSC que efectúa la gestión de los recursos de radio.

- NSS (*Network and Switching System*) se encarga de enrutar datos, permite la interconexión de redes y las conexiones para usar servicios de red.
- El proceso de inicio, establecimiento y terminación de una comunicación a través de la BS y BSS está a cargo de la MSC (*Mobile Switching Central*).

- AUC (*Authentication Centre*) almacena información confidencial de cada usuario creando una base de datos para realizar el proceso de autenticación.
- EIR (*Equipment Identification Register*) se encarga de los permisos de utilización de los terminales.
- HLR (*Home Location Register*) contiene el registro permanente de los abonados, la posición del usuario en la red y servicios que puede usar.
- VLR (*Visitor Location Register*) es una base de datos que contiene información sobre los usuarios que se encuentran en el área del MSC.

2.1.2.2. CDMA (Code Division Multiple Access)

Es considerada como una tecnología de segunda generación definida en el estándar IS-95 (Interim Standard 95); Qualcomm inició los estudios de CDMA además fue el segundo estándar digital adoptado en Estados Unidos, se estima que tiene una capacidad seis veces mayor que AMPS.

CDMA soluciona problemas de capacidad que mostraban sistemas FDMA y TDMA debido al uso de portadoras ortogonales.

Esta tecnología basada en conmutación de circuitos ofrece velocidades de 9.6Kbps a 14.4Kbps¹⁵ y el IS-95B soporta velocidades de hasta 64Kbps basado en conmutación de paquetes, estas tecnologías presentan mayor seguridad frente a sus anteriores tecnologías (AMPS y TDMA) todo en un espectro de 1.25 MHz.

La tercera generación de esta tecnología se denomina CDMA 2000 que comprende los estándares CDMA2000 1x, CDMA2000 1x EV-DO y CDMA2000 1x EV-DV cuyo organismo encargado de su desarrollo es el 3GPP2.

2.1.3. GENERACIÓN 2.5 G

Es un paso intermedio para llegar a 3G, ofrece capacidades adicionales a los sistemas 2G.

2.1.3.1. GPRS (General Packet Radio Service)

GPRS es una extensión de la tecnología GSM, cuyo primer estándar lo realizó la ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) que permite tener mayor velocidad y ancho de banda sobre dicha red.

Permite acceder a varios servicios como mensajería multimedia MMS (*Multimedia Messaging System*), servicio de mensajes cortos SMS (*Short Message Service*), Internet y correo electrónico.

GSM se la puede considerar como una tecnología orientada a servicios de voz lo cual no quiere decir que no pueda ser optimizado para realizar transmisiones de datos, lo cual se consigue con tecnologías como GPRS cuyas siglas significan precisamente el fin de su implementación “servicio general de paquetes vía radio”. GPRS aprovecha la estructura de acceso en frecuencia y tiempo de GSM utiliza la misma técnica de modulación GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) lo cual lo hace viable en cuanto a su implementación.

GPRS añade nuevas entidades en la arquitectura GSM para manejar la conmutación y transferencia de datos:

- SGSN (*Serving GPRS Support Node*) y;
- GGSN (*Gateway GPRS Support Node*)

La ventaja de esta tecnología es el uso de la red solo en el envío y recepción de paquetes de información, con una descarga de datos de hasta 115 kbps, con velocidades promedio de 40-15 kbps.

2.1.3.2. EDGE (Enhanced Data rates for GSM of Evolution)

La tecnología denominada EDGE se conoce como EGPRS (*Enhanced GPRS*), ya que se la considera como una evolución de la tecnología GPRS. Es diseñada principalmente para mejorar el acceso radio, capaz de ofrecer servicios de paquetes de datos a alta velocidad por ejemplo acceso veloz a Internet y *streaming* multimedia¹⁷, con una velocidad de datos máxima en la red de 473 Kbps y velocidades de transmisión de 100-130 Kbps¹⁸.

EDGE tiene varios motivos por los cuales migrar a ella, se puede mencionar que es una actualización de redes GSM sin mayor costo y simple de realizarla, no requiere que el operador adquiriera espectro adicional, permite migrar fácilmente a tecnologías 3G. A operadores UMTS permite ofrecer servicios de de banda ancha en zonas especialmente rurales, compatibilidad con sistemas GSM y GPRS, envía datos hasta 150% más eficientemente que GPRS, facilidad de despliegue.

Por lo general las operadoras con tecnología GSM en algunos casos deben actualizar su software y tarjetas de canales para las redes GSM/GPRS con capacidad EDGE lo que representa un ahorro en sus costos, proporcionando a las operadoras la capacidad de brindar a sus clientes servicios de tercera generación.

2.1.4. GENERACIÓN 3G

En estas tecnologías se tiene convergencia multimedia con acceso inalámbrico a Internet. Soporta aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos.

2.1.4.1. CDMA 2000-1X

CDMA 2000-1x es una tecnología 3G que utiliza CDMA como interfaz aire, compatible con IS-95A que ofrece una tasa de datos que varían entre 9.6 kbps y 2 Mbps.

CDMA 2000-1x es la primera tecnología de los estándares IMT 2000 desplegada en el mundo en Octubre del 2000.

Ventajas

- Capacidad de voz mejorada
- Flexibilidad en la ubicación de la banda de frecuencias
- Mayor velocidad de datos.
- Mayor duración de baterías.

Entre los servicios que ofrece esta tecnología están.

- Acceso a Internet.
- Email.
- Entretenimiento.
- Mensajería multimedia.
- Tonos de llamadas (*download*)
- Servicios de información.

2.1.4.2. CDMA 2000 1xEV-DO (1x Evolution-Data Optimized)

Calificada como de tercera generación, es una tecnología de conmutación de paquetes es una evolución de CDMA 1x la cual presenta una alta velocidad de datos compatible con sistemas CDMA ONE y CDMA2000 1xRTT.

La Rev. 0 de esta tecnología puede ser instalada en la banda de los 1900 Mhz, tiene como velocidad 2.4 Mbps en *downlink* y 153 Kbps en *uplink*.

En la revisión A, desarrollada en Japón, en el enlace de subida tiene una velocidad de hasta 1,8 Mbps y en el enlace de bajada de 3,1 Mbps.

En la Rev. B se considera una velocidad de *downlink* de 73.5 Mbps y de *uplink* de 27 Mbps.

Entre los servicios que puede ofrecer esta el acceso a Internet, audio y video *streaming* con una buena velocidad. La figura 2 presenta la evolución de las tecnologías CDMA 2000.

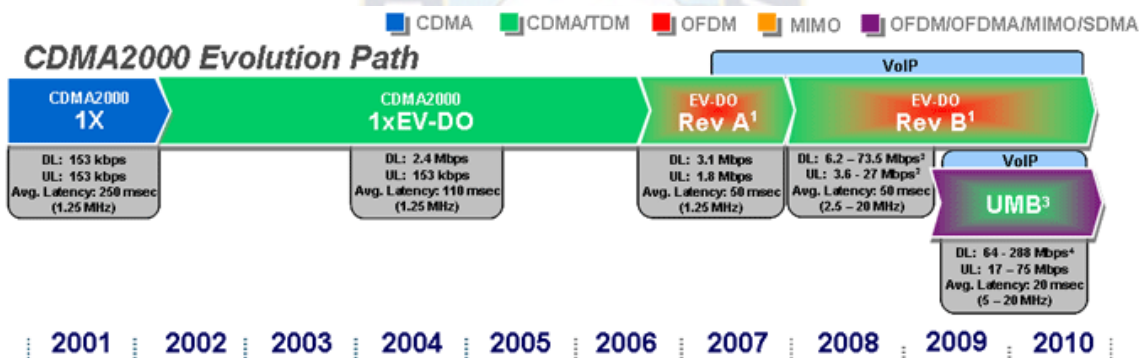


Figura 2 Evolución de las tecnologías CDMA 2000

2.1.4.3. UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*)

UMTS se define como una tecnología de tercera generación de voz y datos de alta velocidad, apoyada en el protocolo de Internet IP con velocidades de 350 kbps en movimiento, velocidades de datos máximas teóricas de 2 Mbps, con velocidades promedio de 200-300 kbps compatible con redes EDGE y GPRS lo que permite acceder a ellas en las zonas que no existe cobertura UMTS.

UMTS se la considera como una evolución de las redes GSM tal como se muestra en la figura 3.

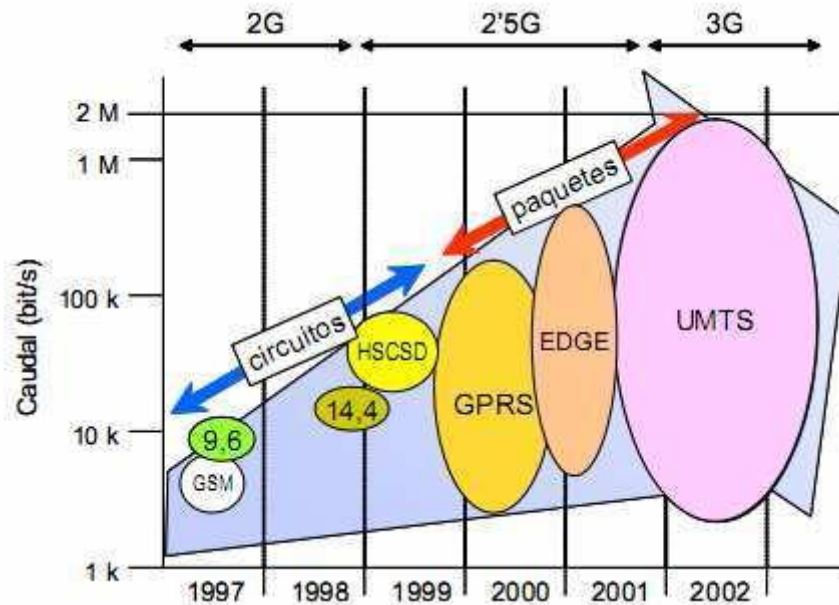


Figura 3 Evolución de los sistemas celulares de origen GSM

Entre los servicios que permite acceder UMTS están la videoconferencia, *streaming* multimedia, acceso a canales de televisión en tiempo real, transferencia de archivos grandes, juegos en tiempo real además de ofrecer soporte para Redes Privadas Virtuales (VPNs).

Mejora la eficiencia espectral para voz y datos, funciona en las bandas de 850, 900, 1700, 1800, 1900, 2100, y 2600 MHz.

2.1.4.3.1. VENTAJAS DE LA TECNOLOGIA UMTS

Ventajas para el usuario de la tecnología UMTS:

- Velocidades máximas teóricas de hasta 2 Mbps con velocidades promedio

de 200 – 300 kbps.

- Conexión a Internet siempre activa.
- Capacidad multimedia.
- Tecnología basada en paquetes proporcionando un ahorro que es trasladado al usuario.
- Mecanismos sofisticados de calidad de servicio (QoS).

Ventajas para el operador de la tecnología UMTS:

- Facilidad de actualización.
- Eficiencia en el uso del espectro.
- Compatibilidad en sentido reverso con EDGE y GPRS.
- Diseño para soporte de futuras aplicaciones.
- Es un sistema para funcionar en todo el mundo.

Existen dos tipos de sistemas UMTS basados en TDD y FDD.

FDD/UMTS usa dos frecuencias para la transmisión y recepción mientras que TDD/UMTS utiliza una frecuencia para transmisión dúplex aunque la mayoría utiliza FDD.

Tanto TDD/UMTS como FDD/UMTS ofrecen velocidades de 2Mbps.

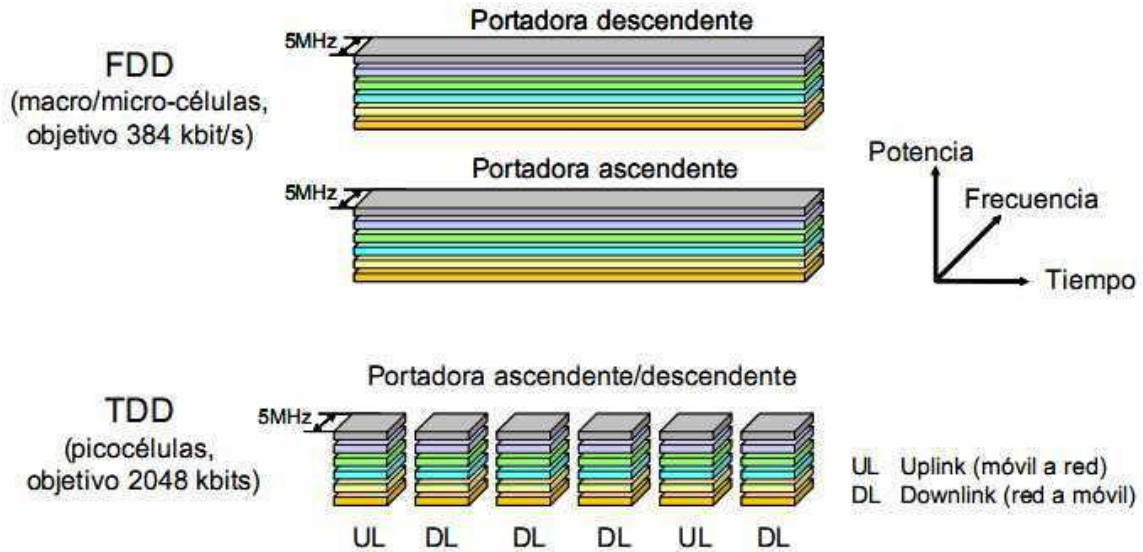


Figura 4 Modos de operación de la interfaz radio en UMTS

La figura 5 presenta una estructura básica de la red UMTS en donde constan las principales partes de la red: equipos de usuario, red de acceso a radio UTRAN (*UMTS Terrestrial Radio Access Network*), y el núcleo de red.

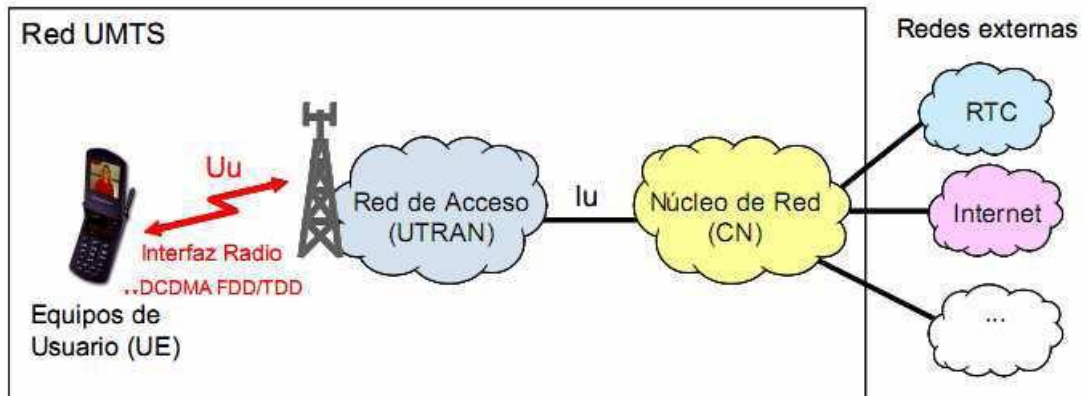


Figura 5 Arquitectura de red UMTS

2.1.4.3.2. COMPONENTES DE RED LA RED UMTS

- **Equipo de usuario** Esta compuesta por el terminal móvil y la tarjeta USIM (*Universal Subscriber Identity Module*) que es el módulo de identificación del abonado en las redes UMTS.
- **Núcleo de red** Permite a las redes UMTS conectarse a otras redes, además es el encargado de funciones de transporte, control y lógica de los diferentes servicios.
- **Red de acceso radio** Llamada UTRAN, se encarga de permitir conexión entre los equipos del usuario y el núcleo de red.

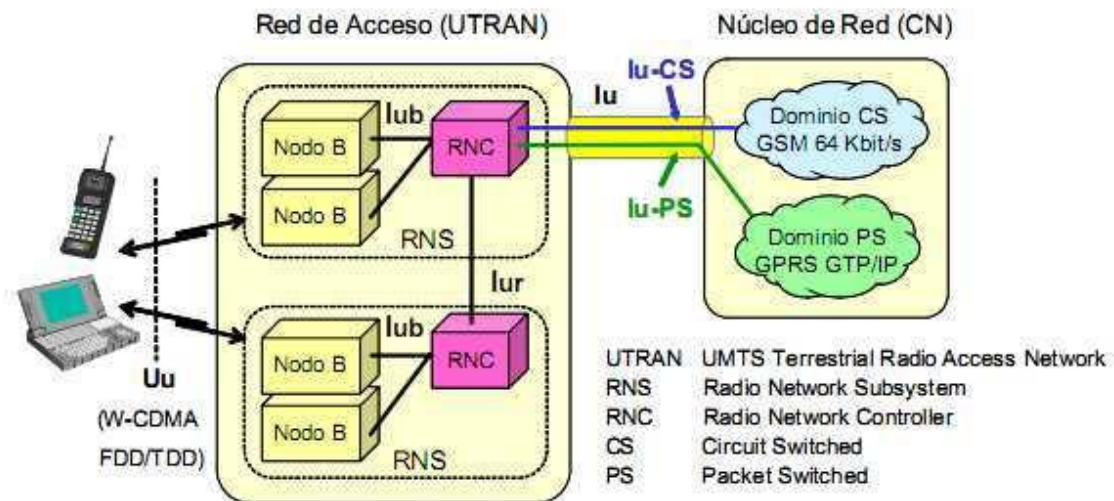


Figura 6 Red de acceso UTRAN.

2.1.5 GENERACIÓN 3.5G DE TELEFONÍA CELULAR

Es la optimización de UMTS/WCDMA, incluidas en las especificaciones de 3GPP, *Release 5*, ideal para comunicación ubicua (Comunicación ubicua.- Conexión que se puede efectuar en cualquier momento y desde cualquier lugar, sin necesidad de usar cables y a alta velocidad).

2.1.5.1. HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)

Es una tecnología catalogada como 3.5 G, actualmente se encuentra en 200 países con más de 1000 millones de usuarios que utilizan esta tecnología en sus comunicaciones móviles.

En América existen 64 redes UMTS – HSPA en servicio en 27 países 32 tal como se muestra en la figura 7.

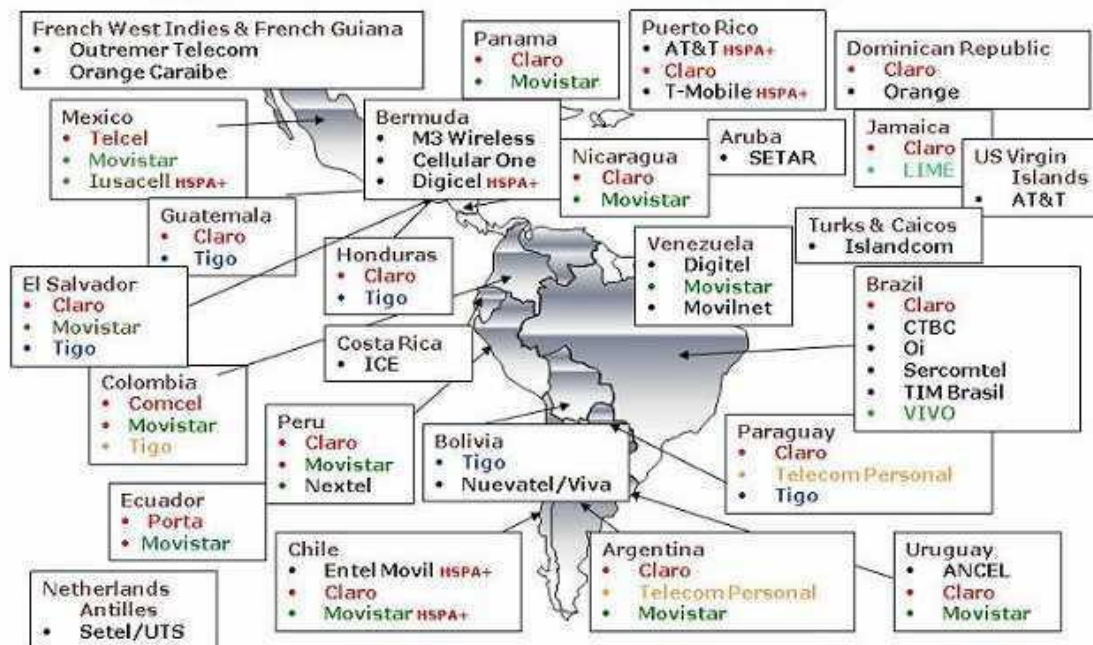


Figura 7 Países y operadores con tecnología UMTS/HSPA.

HSDPA presenta una mejora en el enlace de bajada con el objetivo de ofrecer

servicios multimedia mediante una red de conmutación de paquetes.

Entre los servicios multimedia que HSDPA ofrece están:

- Flujo de video con grana calidad.
- Rápidas descargas de imágenes de alta resolución y archivos de gran tamaño.
- Correo electrónico y juegos interactivos.
- Excepcional claridad de voz.
- Comunicación inclonable e inviolable.
- *Roaming* internacional automático.

En la figura 8 se presenta un esquema de los próximos pasos de la evolución de HSDPA.

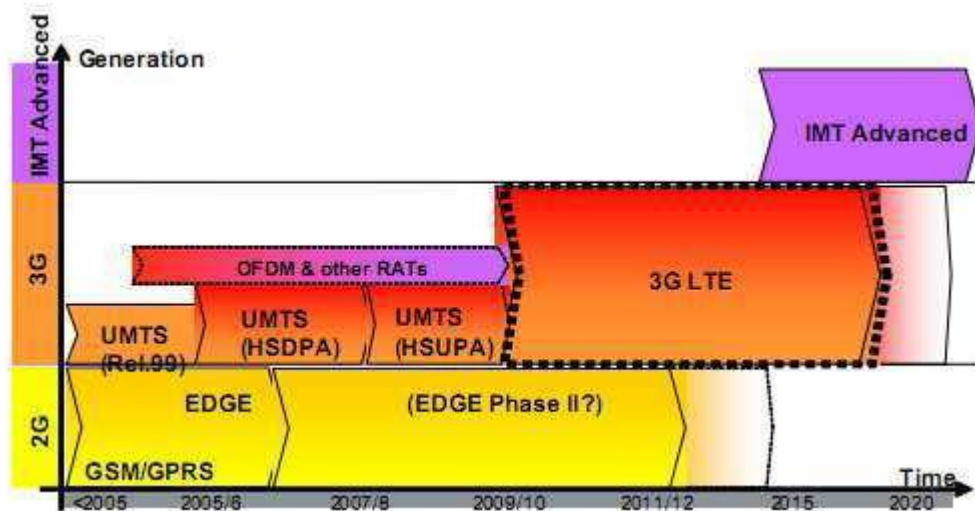


Figura 8 Próximos pasos de HSPDA

2.1.5.2. HSUPA (High Speed Uplink Packet Access)

Esta tecnología permite tener una mayor velocidad en el enlace de subida y se la considera como una evolución o actualización de HSDPA definido en el *Release 6* del organismo de estandarización 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*).

HSUPA aumenta su capacidad de transferir datos debido a que existe un canal dedicado denominado E-DCH (*Enhanced Dedicated Channel*) el cual tiene un funcionamiento similar a la tecnología HSDPA, por ejemplo mas cortos TTI (*Transmission Time Interval*), mejorando así el rendimiento del enlace de subida.

Con HSUPA se estima que la tasa de transferencia de datos en el enlace de subida puede alcanzar los 5.76 Mbps.

La combinación de las dos tecnologías, HSDPA y HSUPA se la denomina HSPA (*High Speed Packet Access*).

2.1.6 GENERACIÓN 4G

A pesar de que todavía no se han implementado plenamente las tecnologías 3G y 3.5G, (que la IEEE oficialmente llama "3G") ya está en camino, planteando desde ya un gran detrimento para el futuro de la 3G.

En general, una generación se define por la tecnología que cambia en unos 10 a 15 años, por lo que en cuanto a 4G será desplegada en el periodo 2010 a 2015 que coincide con los ofrecimientos recientes de las grandes compañías.

La introducción de la tecnología 3G proporciona una enorme expansión en la capacidad y el ancho de banda móviles. 4G hará lo mismo para el espectro de las comunicaciones de banda ancha. Mediante el soporte a la movilidad, y por ser más rápido y barato de implementar, se espera que se 4G compita con las alternativas de acceso de banda ancha por cable, incluyendo DSL (Línea Digital de Suscriptor) y cable módems.

En términos generales, 4G es una evolución, no sólo para ir más allá de las limitaciones y problemas asociados con 3G, sino también para aumentar el ancho de banda, aumentar la calidad de los servicios, y reducir el costo de los recursos. Las principales características distintivas entre 3G y 4G son el incremento de la velocidad de datos, la mejora de los servicios multimedia, nuevas técnicas de transmisión, nueva tecnología de acceso a Internet, mayor compatibilidad de interfaces con las redes troncales cableadas, la adición de QoS y mecanismos de seguridad. 4G también debe ser capaz de ofrecer un costo menor.

Esto significa una nueva interfaz aire que soporte una mayor velocidad de transmisión de datos y un cambio en la forma en que se maneja el transporte de datos de extremo a extremo. A diferencia de las redes 3G, que son una combinación de conmutación de circuitos y redes de conmutación de paquetes, 4G se basa únicamente en la conmutación de paquetes.

Los principales competidores en el mundo de las telecomunicaciones ya están en fila detrás de la tecnología seleccionada para la próxima generación.

Las pruebas de la tecnología de alta velocidad 4G utilizaron un método llamado Variable-Spreading-Factor Orthogonal Frequency Code Division Multiplexing ó VSF- OFCDM, lo que aumenta la velocidad de bajada con múltiples frecuencias de radio para enviar el mismo flujo de datos. MIMO también se utilizó para aumentar aún más capacidad de datos (por ejemplo, mediante el envío de datos a través de diversas rutas a través de una red), lo que puede permitir a un teléfono móvil recibir los datos de más de una estación base en el rango de cobertura.

Se prevé que 4G incluya servicios simétricos y asimétricos, QoS para servicios en tiempo real, soporte de streaming de audio y vídeo, además de proporcionar un transporte eficiente de servicios orientados a paquetes, así como soporte a los servicios de difusión y distribución.

Soportará antenas inteligentes y adaptativas y utilizará un esquema de modulación y codificación también adaptivo.

Una de las preocupaciones en 4G es que la alta frecuencia sugiere que se va a experimentar interferencias multitrayecto de señales secundarias que se reflejan en los objetos, pero una de las propuestas para la solución a este problema es VSF-OFCDM.

Como una red basada en IP, 4G extenderá el uso de IPv6 que es cada vez más acogido en la infraestructura de las telecomunicaciones. En la red 4G, a cada nodo se le asignará una dirección IP-4G (basado en IPv6), que estará formado por una dirección “casa (home)” permanente y una dirección IP “de atención (care-of)” dinámica que representa la dirección de su ubicación real. Por ejemplo, cuando un dispositivo en Internet como un computador quiera comunicarse con un dispositivo en una red inalámbrica como un teléfono móvil. La computadora enviará un paquete a la dirección IP-4G del teléfono móvil, marcándola como su dirección home. Un servidor de directorios en la red home del teléfono móvil entregará el paquete a la dirección care-of del teléfono móvil a través de un túnel. El servidor de directorios, también informará a la computadora de la dirección care-of del teléfono móvil (la verdadera localización) por lo que puede enviar paquetes posteriores directamente al teléfono móvil.

Lo que concierne a 4G es el costo y la compatibilidad de diversas aplicaciones, como la realidad virtual en tres dimensiones y las imágenes interactivas de un vídeo en holograma. 4G aumentará la interacción entre las tecnologías. Por ejemplo, la tarjeta inteligente en el teléfono automáticamente puede pagar por las mercancías al pasar por la caja registradora, o que la tarjeta inteligente le diga a su coche que entre en marcha en la mañana, cuando su teléfono ha notado de que ha salido de la casa o cuando ha apagado la alarma del reloj.

El desarrollo de 4G se inició en el 2002, e inicialmente había muchos estándares y tecnologías, muchas de los cuales aún se encuentran en las fases de desarrollo. Hay que tener en cuenta que hoy en día el ritmo de desarrollo es tan rápido que, a menudo, una tecnología no tiene la oportunidad de convertirse en dominante en el mercado antes de que su sucesor ya esté nominado. Y este puede ser el caso de 3G y 3.5G.

La visión de la industria de las telecomunicaciones puede caracterizarse como la creación o participación de un modelo de comunicación horizontal, donde diferentes tecnologías de acceso se combinarán en una plataforma común para complementarse entre sí de forma óptima para los diferentes requisitos de servicio de radio y entornos, incluyendo posiblemente móvil celular, acceso inalámbrico de banda ancha, LAN inalámbrica, conectividad de corto alcance, y los sistemas cableados.

2.1.7 LTE (LONG TERM EVOLUTION)

El gran avance de las tecnologías inalámbricas buscan eficiencia en sus redes, reduciendo costos y mejorando calidad de servicio; por ello LTE presenta muchas mejoras frente a otras tecnologías en lo concerniente a velocidad de transmisión de datos, eficiencia del espectro, baja latencia, etc, con lo que se da apertura a una gran variedad de nuevos servicios como video *streaming*.

2.1.7.1. ESTANDARIZACIÓN DE LTE

LTE es una tecnología estandarizada por el 3GPP (*Third Generation Partnership Project*) el cual define un nuevo acceso de radio de alta velocidad.

Se presenta como la evolución de la tecnología celular UMTS conocida como EUTRA (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access*) y E-UTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*).

LTE es parte de un camino de tecnologías de alta velocidad y baja latencia que

comprende GSM, GPRS, EDGE, WCDMA y HSPA (*High Speed Packet Access*).

LTE en comparación a sus predecesores tiene mejoras en la interfaz aire, utiliza OFDMA (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*) basado en modulación y esquemas de acceso múltiple para el *downlink*, junto con SC-FDMA para el *uplink*, lo que permite obtener mayor velocidad de transmisión.

La eficiencia espectral es otro aspecto positivo de LTE debido a que utiliza modulación 64 QAM; entre otros aspectos está el mecanismo de corrección de errores denominado FEC (*Forward Error Correction*) y técnicas complementarias de radio como MIMO.

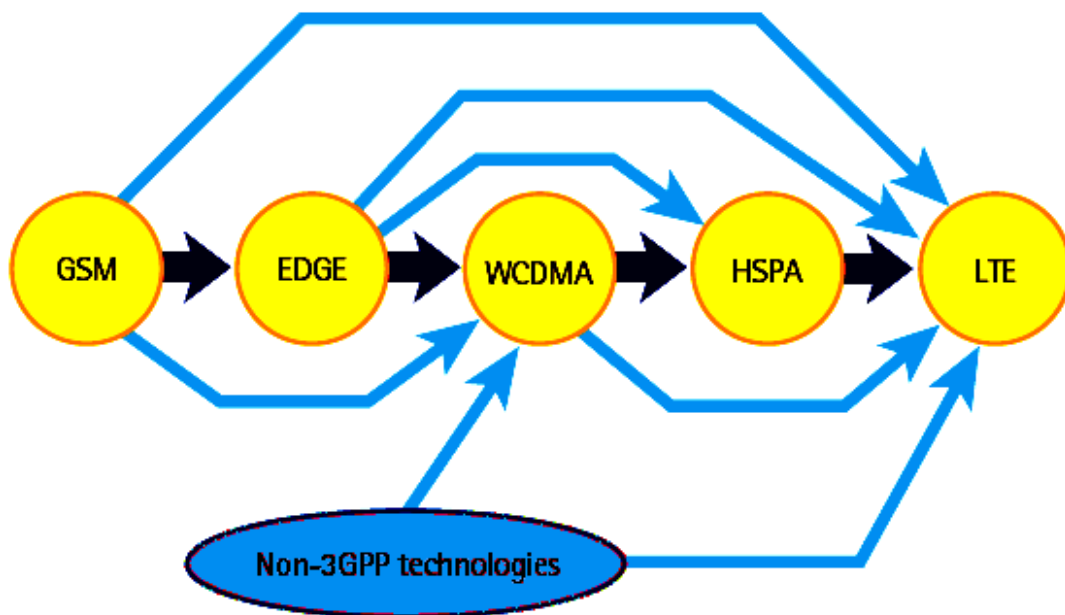


Figura 9 Evolución de las tecnologías celulares

Las velocidades de transmisión para *downlink* y *uplink* son mayores a 100 Mbps y 50 Mbps respectivamente en un ancho de banda de 20 MHz, opera en modos FDD53 y TDD.

LTE tiene una latencia reducida de 10 mseg entre el equipo del usuario y la estación base.

LTE se muestra como una tecnología basada en un *core IP* y presenta

flexibilidad para operar en una amplia variedad de anchos de banda que van desde 1.4 MHz y 20MHz.

En la figura10 se presenta un resumen de las velocidades de las tecnologías HSPA y LTE.

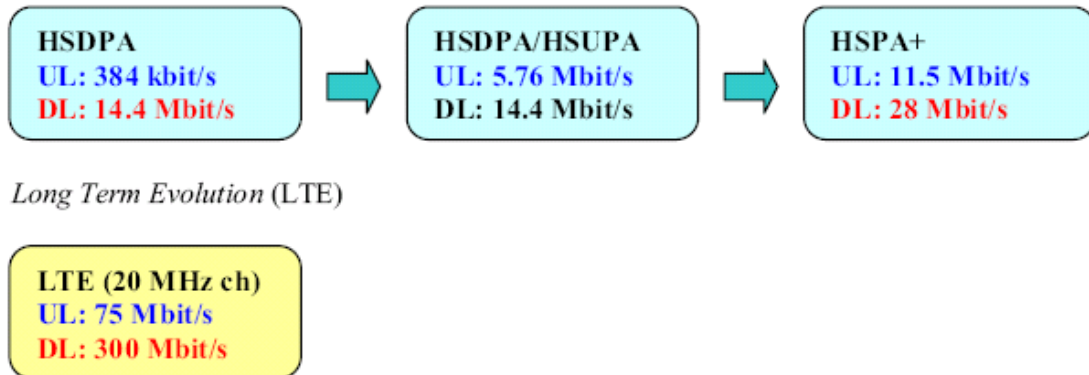


Figura 10 Velocidad de datos de *uplink* y *dowlink* de HSPA y LTE

2.1.7.2 ARQUITECTURA LTE

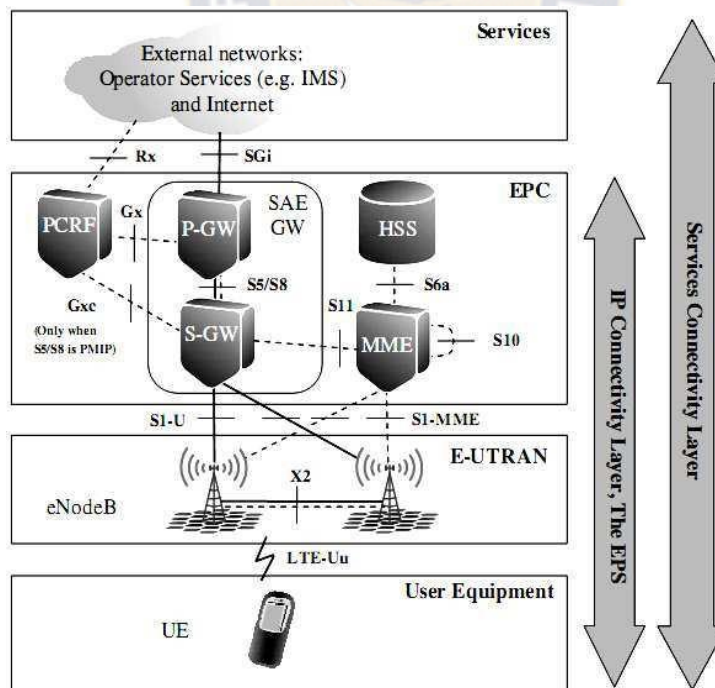


Figura 11 Arquitectura de red LTE

La figura 11 muestra la arquitectura y los elementos de red LTE, distribuidos en cuatro niveles que son:

- Servicios proporcionados por redes externas

Los servicios que se pueden ofrecer a través de la red LTE incluye varios subsistemas los cuales pueden estar proporcionados por: servicios basados en redes IMS59 en donde el operador brinda servicios basado en el protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*), servicios basados en redes no IMS en donde el usuarios accede a servicios mediante un servidor que el operador coloca en su red, por ejemplo *video streaming* y servicios proporcionados a través de Internet en donde el usuario se conecta a un servidor de Internet para acceder a servicios como navegación *web* o a un servidor SIP para establecer una llamada de voz (VoIP).

2.1.8 GENERACIÓN 5G DE TELEFONÍA CELULAR: TECNOLOGÍAS INTELIGENTES

La visión del futuro no estaría completa a menos que se mencione que 5G también está en preparación. Más allá de lo que imaginamos en 4G, es un mundo inalámbrico con la increíble velocidad de transmisión y sin limitación de acceso o tamaños de zona. 5G debe incluir las tecnologías más inteligentes que interconecten todo el mundo sin límites, creando un verdadero mundo inalámbrico que hoy en día a que se refiere como la Red Global Mundial inalámbrica (*wireless World Wide Web*). Se abre los límites a una serie de aplicaciones y usos que todavía no se han considerado, y se espera que ayudarán a entender hasta qué punto la nueva tecnología todavía tiene que ser introducida antes de que podamos realmente llamarnos una sociedad móvil.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 ESTUDIO DE MERCADO DE LOS SERVICIOS 4G

3.1.1 INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de servicios y los requerimientos técnicos para ofrecerlos son factores que los operadores deben tomar en cuenta, para lo cual sus esfuerzos deben estar centrados en satisfacer tales necesidades, se deben diseñar estrategias para implementar nuevas tecnologías con lo que se ofrecerá calidad en los diferentes servicios.

3.1.2 SITUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS EXISTENTES

LTE se presenta como una tecnología que ofrecerá mayor velocidad de transferencia de datos y el soporte de servicios como Internet móvil, televisión, etc,

Varios de los servicios que requieren un ancho de banda considerable como por ejemplo video bajo demanda se verán beneficiados con la implementación de LTE.

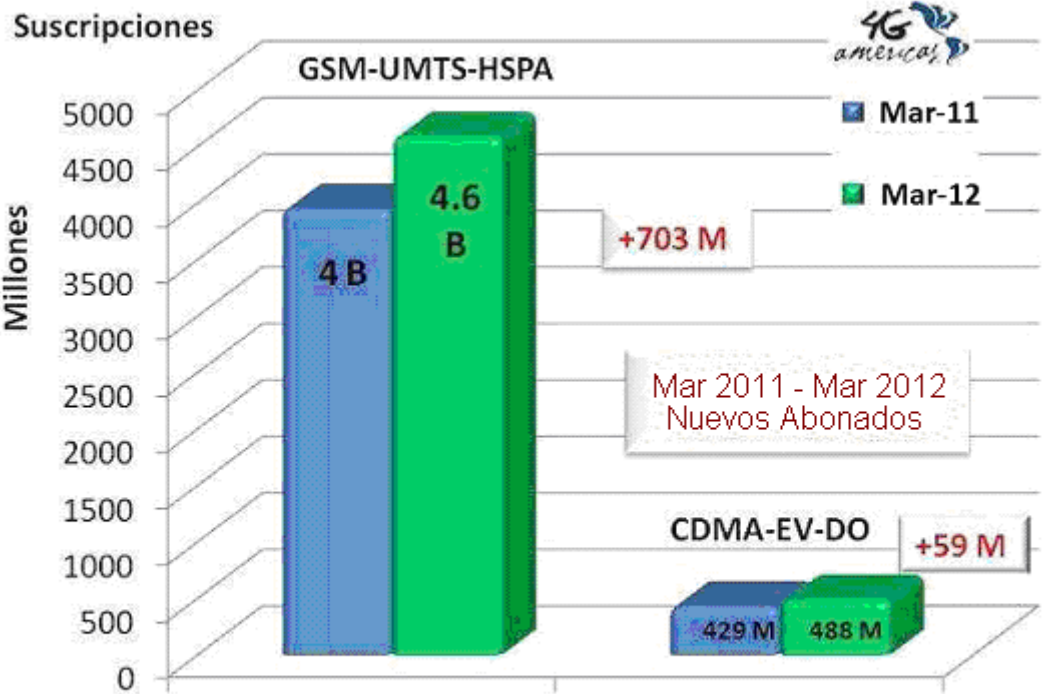
La figura 12 muestra las diferentes aplicaciones que LTE ofrecerá a una mayor velocidad dando al usuario la capacidad de acceder a servicios eficientes.



Figura 12 **Servicios que LTE ofrecerá a una mayor velocidad**

En la última década se puede apreciar un crecimiento exponencial de los usuarios de telefonía celular lo que influye directamente en la penetración de la telefonía celular en cada uno de los países tal como se muestra la figura 13.

Se considera que diariamente aumenta más de un millón de usuarios, lo que indica la fuerza que está tomando la telefonía celular y los servicios que ella ofrece⁹⁸ LTE tiene la ventaja de ser una evolución natural de GSM cuyas redes abarcan la mayoría del mercado mundial que registra un crecimiento muy importante. (Figura 13)



Fuente: Informa Telecoms & Media, WCIS+

www.4gamericas.org

Figura 13 Crecimiento global de tecnologías móviles

A medida que avanza la tecnología se presentan nuevos y mejores servicios multimedia.

En la Ciudad de la Paz también existe un crecimiento de líneas telefónicas móviles que muestra una apertura hacia el campo de las telecomunicaciones lo que hace que toda la región pueda acceder a nuevos servicios, no solo 3G, sino también hacia nuevas tecnologías 4G.

3.1.3 SERVICIOS DE LTE

- Juegos *online* a través de una red móvil Son aquellos videojuegos que se ejecutan vía Internet móvil, puede tratarse de videojuegos multijugador o videojuegos de navegador.
- Juegos remotos interactivos Denominados así por la manera de animar a los usuarios a involucrarse más activamente en el juego que se ejecuta en el terminal de usuario.
- Acceso a vídeo en alta definición Sistema que proporciona video a una mayor resolución que la definición estándar, alcanzando resoluciones de 1280 × 720 y 1920 × 1080 píxeles. Por ejemplo para los negocios el usuario puede utilizar la transmisión de video en directo para comunicarse con personas de su grupo y concretar algún negocio importante.
- VoD (vídeo bajo demanda) LTE permitirá al usuario el acceso a contenidos multimedia de forma personalizada ofreciéndole, de este modo, la posibilidad de solicitar y visualizar una película o programa concreto en el momento exacto que el usuario lo desee y desde el lugar en el que se encuentre bajo cobertura LTE.
- Videoconferencia Es posible gracias a la baja latencia de LTE ya que se la considera como un servicio de comunicación simultánea bidireccional de audio y vídeo, permitiendo mantener reuniones con grupos de personas situadas en lugares alejados entre sí. Adicionalmente, pueden ofrecerse facilidades telemáticas o de otro tipo como el intercambio de informaciones gráficas, imágenes fijas, transmisión de ficheros, etc.
- Videotelefonía LTE permitirá enviar y recibir la imagen de los interlocutores a través del terminal móvil al tiempo que se desarrolla la comunicación telefónica de voz.

- Oficina móvil Comprende el servicio que permite ocuparse de la gestión de la empresa e incluso hacer buenos negocios desde cualquier lugar, a través de un móvil.
- Redes sociales Son sitios basados en la *web* que permiten a los usuarios compartir contenido, interactuar y crear comunidades sobre intereses similares. Ejemplos de estos sitios son *Facebook* y *LinkedIn* y LTE permite a los usuarios acceder y modificar perfiles desde el lugar que se encuentren con su teléfono móvil además la posibilidad de cargar videos a sus redes sociales.
- Mundos virtuales Es un campo relacionado con la inteligencia artificial. Se trata de la simulación de mundos o entornos, denominados virtuales, en los que el hombre interactúa con la máquina en entornos artificiales semejantes a la vida real.

3.1.4 VENTAJAS DE LTE

- Prestación de servicios mediante conmutación de paquetes (incluyendo las comunicaciones de voz, VoIP).
- Aumento significativo de la velocidad de acceso.
- Mejora del uso del espectro para hacer una gestión más eficiente del mismo, lo que incluiría la posibilidad de ofrecer servicios de *unicast* y *broadcast*.
- Reducción del coste de despliegue de la red radio y de migración desde versiones anteriores del estándar.
- Mejora de la eficiencia espectral.
- Mejor integración con los estándares abiertos.
- Permite actualizar redes ya existentes como WCDMA y HSDPA.

- Capacidad para ofrecer nuevos y mejores servicios.

En la figura 14, Motorola presenta en barras de tiempo la descarga de un archivo AVI de 350MB en 2 minutos, tamaño de un episodio típico de televisión.

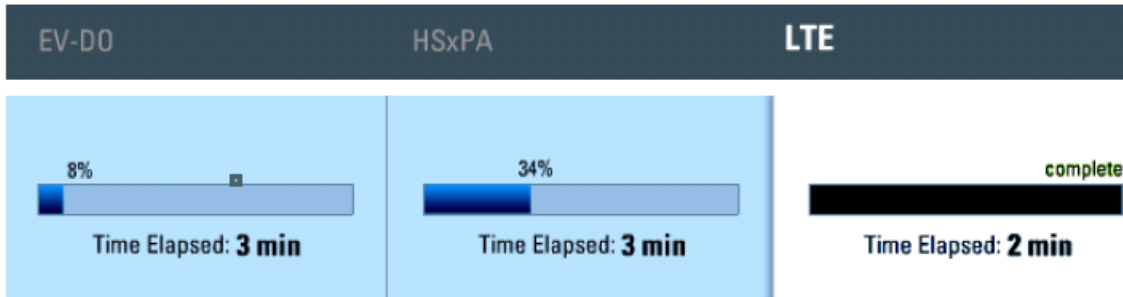


Figura 14 Representación de la descarga de un archivo de 350 MB

Pronosticos Globales 2010-2015

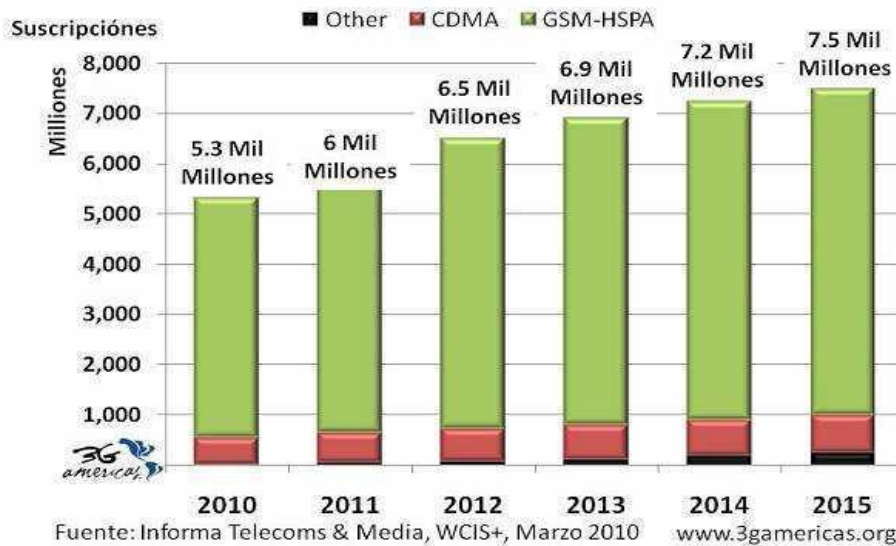


Figura 15 Previsiones tecnológicas

3.1.5 PROYECCIÓN DE LTE EN EL MERCADO BASADO EN LA EVOLUCIÓN DE GSM

La tecnología de las redes GSM registra un crecimiento sostenido de los usuarios hacia tecnologías como UMTS/HSPA con el 80% del mercado mundial que

ayudará con la implementación de LTE ofreciéndole una importante cantidad de usuarios potenciales.

En la figura 15 presenta una proyección mundial del crecimiento de las tecnologías hasta el año 2014.

La figura 16 muestra un pronóstico mundial de tecnologías para el 2014 por lo que, de acuerdo al organismo 3GPP, las tecnologías GSM/EDGE, UMTS/HSPA tiene una considerable participación en el mercado mundial, esto hace que LTE sea considerada como una de las tecnologías con grandes opciones de posicionamiento en el mercado.

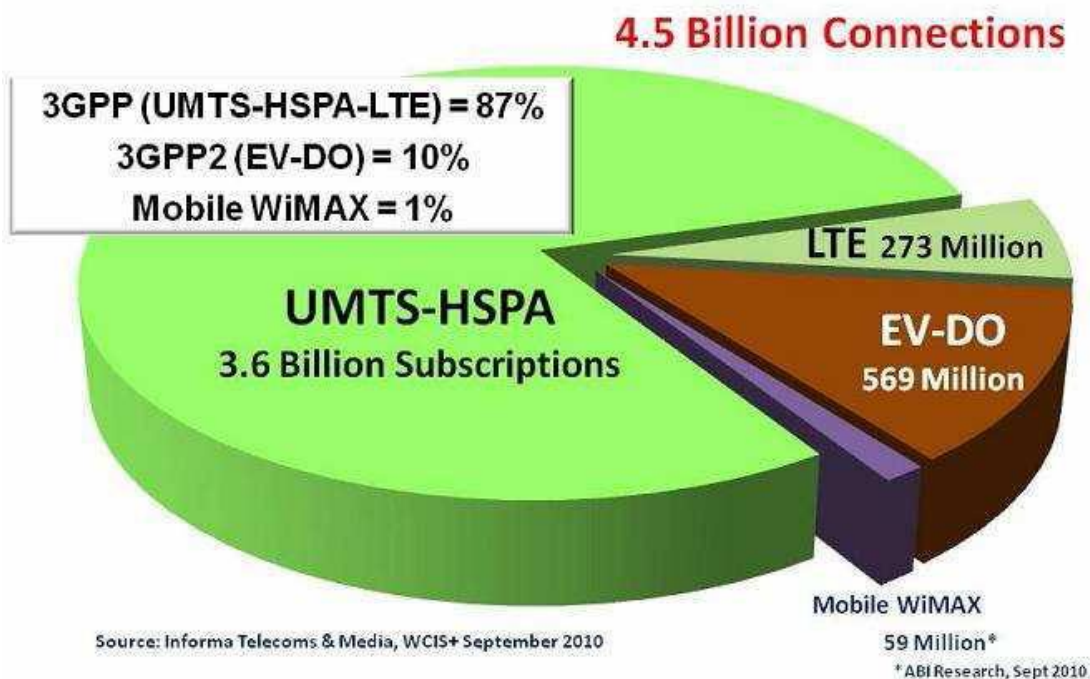


Figura 16 Tecnología adoptada por los usuarios

LTE muestra no solo ventajas tecnológicas, también lo hace desde el punto de vista de mercado, debido a la cantidad de usuarios que poseen sus tecnologías predecesoras como UMTS-HSPA.

3.1.6 MERCADO DE LA TELEFONÍA CELULAR EN LA PAZ

El sector de la telefonía móvil en la ciudad de La Paz es fundamental para el crecimiento del país.

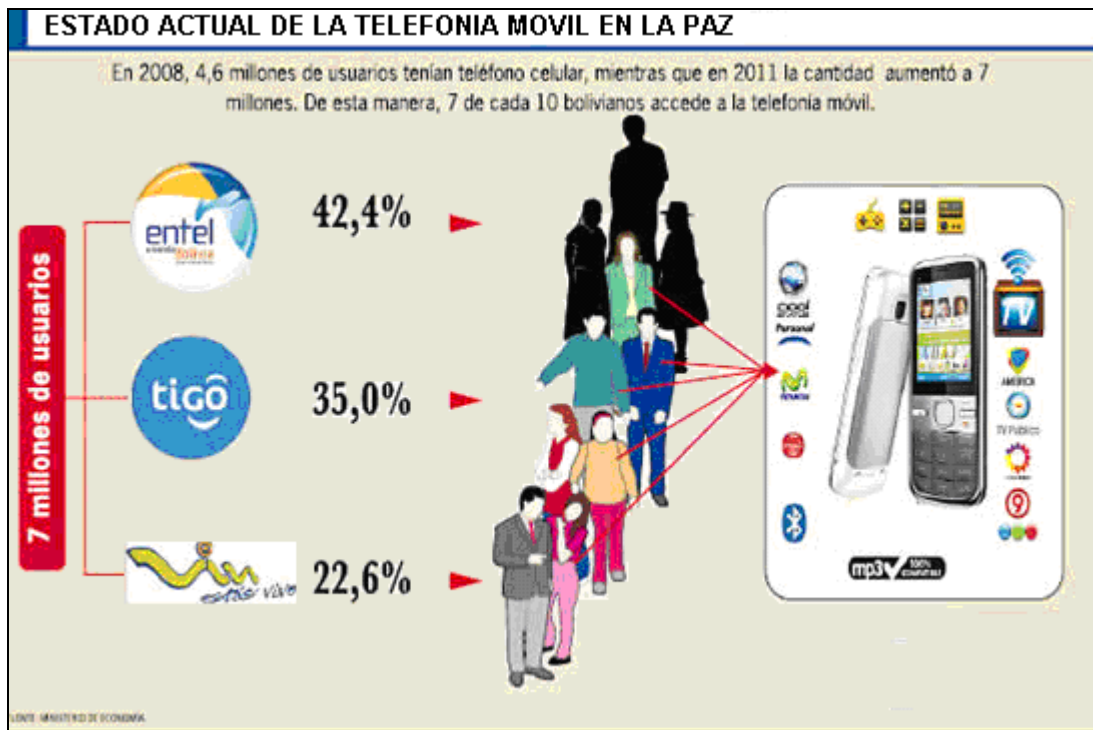


Figura 17 Estado actual de la telefonía móvil

Con mayor cantidad de usuarios, Entel cubre el 42.4% del mercado de telefonía móvil en nuestra ciudad.

Es muy importante que se considere a La Paz como un mercado lleno de oportunidades y que sea prioritario mantener satisfechos a los usuarios con los servicios que se ofrecen.

3.1.8 ESTADO DEL SERVICIO CELULAR

Los servicios de telefonía celular en La Paz son brindados por tres operadoras, en un mercado que en los últimos años ha demostrado un crecimiento importante y por tanto es fundamental que se analice la apreciación de ellos frente a varios servicios. A continuación se detallarán los resultados que permitirán tener un panorama general de aspectos como la calidad de los servicios además creará la visión para implantar nuevas tecnologías.

3.1.8.1 ENCUESTA PARA DETERMINAR EL ESTADO DE LA TELEFONÍA CELULAR EN LA PAZ

Para determinar el Estado de la telefonía en La Paz y verificar la factibilidad de implementar nuevos servicios, además de mantener o mejorar los ya existentes, se realizó una encuesta en rápida.

La encuesta fue realizada a una muestra de 100 personas bajo la aplicación de la siguiente formula:

$$n = Z_{\alpha}^2 \frac{p \cdot q}{i^2}$$

En donde:

n= tamaño de la muestra representativa.

Z_a = valor correspondiente a la distribución de Gauss (siendo a el nivel de confianza elegido). Habitualmente los valores elegidos son

Z_a =1,96 para a = 0,05 y Z_a = 2,57 para a = 0,01.

$$n = \frac{1}{i^2}$$

En donde;

i = error de estimación (10%)

Por lo tanto n= 100

El análisis de la encuesta se detalla a continuación.

- Pregunta 1 ¿Qué empresa brinda su servicio celular?

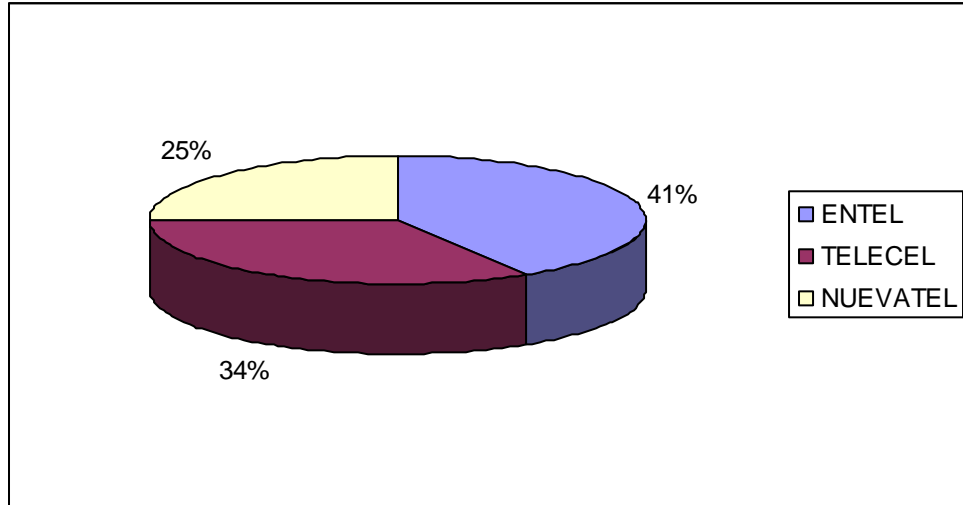


Figura 18 Distribución por operadoras de usuarios encuestados.

Tal como presentan las estadísticas por parte de las operadoras, ENTEL tiene la mayor cantidad de usuarios, seguido por TELECEL y la empresa NUEVATEL tiene menor cantidad de usuarios.

Cabe señalar que ENTEL, de acuerdo a estadísticas, los últimos años ha mantenido su predominio en el mercado de la telefonía celular.

Según la ATT, Entel tiene una participación de mercado Paceño en un 44.4%, Telecel el 35% y Nuevatel el 22.6%.

Existe cierta diferencia debido a que las encuestas fueron realizadas en el centro de la ciudad (Pérez Velasco).

- Pregunta 2 ¿Qué tiempo lleva con su actual operadora?

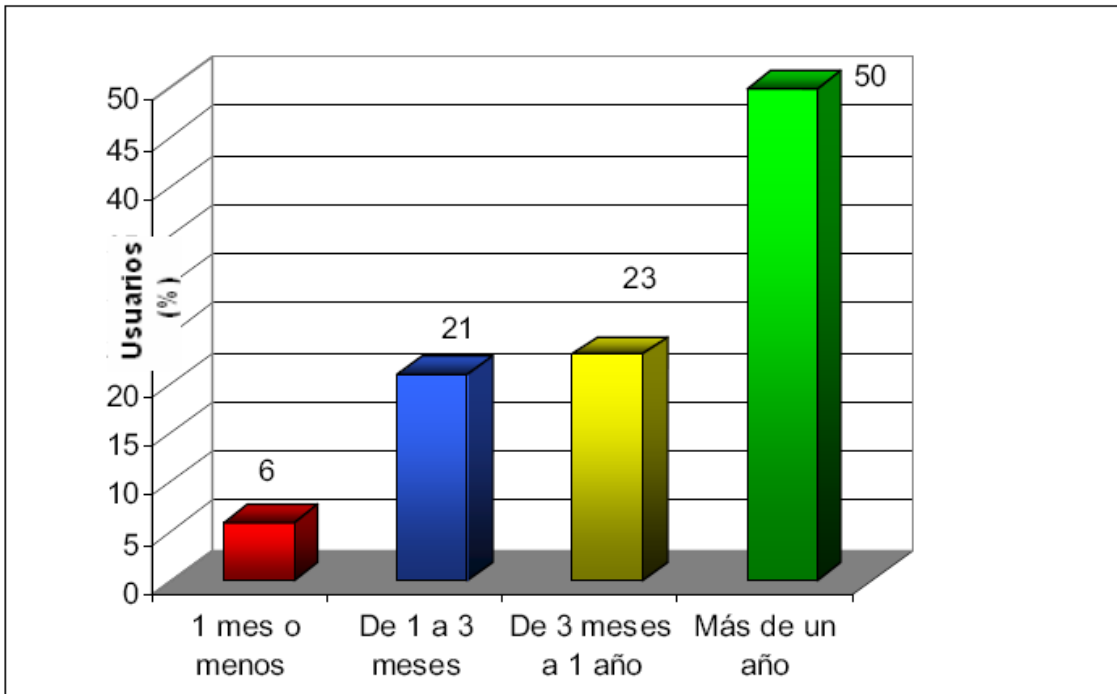


Figura 19 Tiempo de utilización de un teléfono celular en determinada operadora.

Gran parte del mercado mantiene la aceptación hacia la operadora que actualmente brinda sus servicios de telefonía móvil, pero también se puede apreciar que existe un pequeño porcentaje que tiene menos de 1 mes con su operadora, dicho porcentaje responde a un cambio de operadora debido a aspectos técnicos o económicos o por un aumento en la cantidad de abonados.

Los índices de líneas activas de telefonía móvil, indican que el mercado está en crecimiento, lo que influye directamente en los índices de penetración de este tipo de telefonía, obligando a las operadoras a implementar nuevas tecnologías y nuevos servicios.

- Pregunta 3 ¿Cómo cataloga la cobertura que le brinda su operadora?

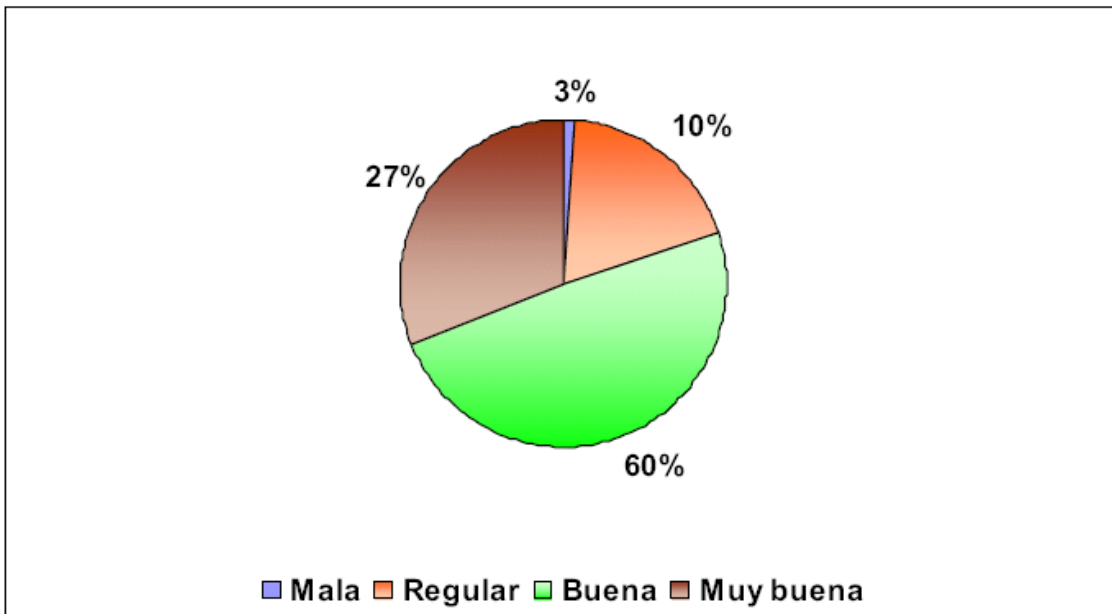


Figura 20 Percepción de la calidad de la cobertura celular

De acuerdo al tamaño de la muestra, la percepción que tienen las personas encuestadas de la Ciudad de La Paz, esto se puede deber a que las operadoras de telefonía celular han realizado muchas mejoras en cuanto a su cobertura para brindar un mejor servicio, lo que indica, al parecer de los usuarios, la calidad en lo que respecta a cobertura es buena.

- Pregunta 4

La calidad de los diferentes servicios como mensajes y llamadas que le brinda su operadora le parece:

La figura 21 detalla de manera general la calidad del servicios básicos que el usuario tiene en un teléfono móvil como lo son llamadas y mensajes (SMS).

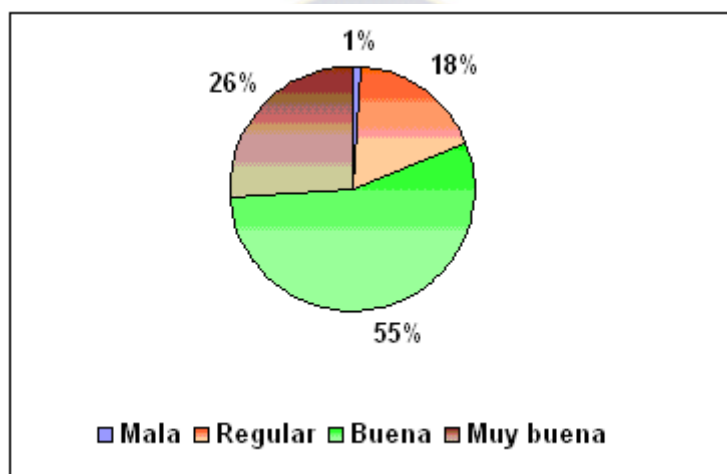


Figura 21 **Percepción del servicio de llamadas y mensajes**

El servicio de voz y mensajes que brindan los operadores se mantiene en una categoría designada por los encuestados como bueno, lo que indica que se deben mejorar varios aspectos como mejorar la cobertura, evitar cortes frecuentes de funcionamiento en las redes, etc.

- Pregunta 5 ¿Cuál es el mayor problema que ha tenido en sus llamadas telefónicas?

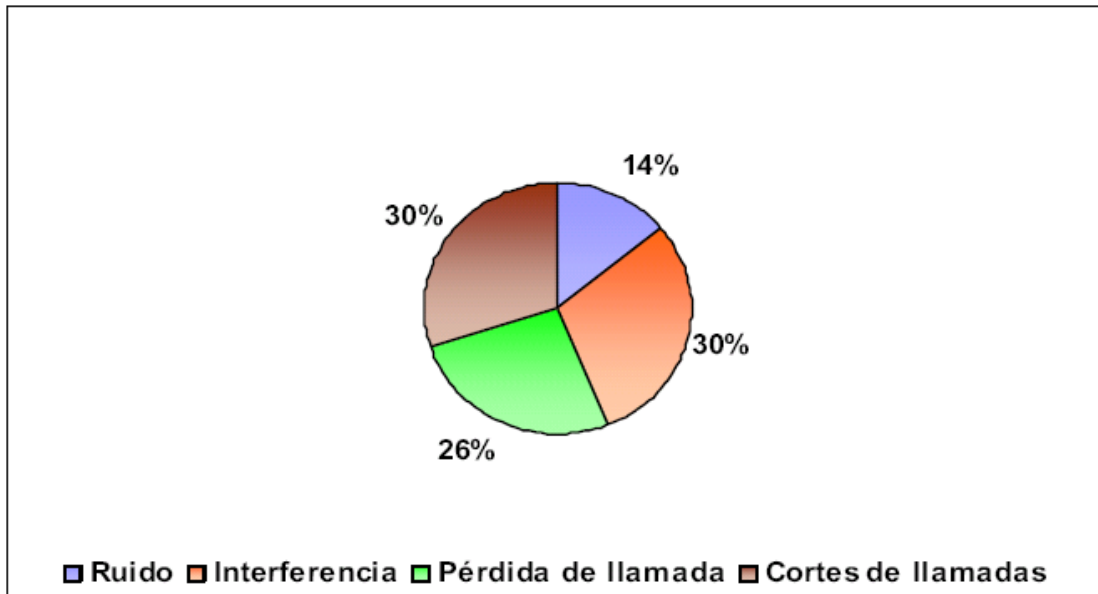


Figura 22 Dificultades en el servicio de llamadas telefónicas

La implementación de nuevas tecnologías permitirá a las operadoras ofrecer nuevos servicios, a la vez que tienen la opción de proporcionar una mejor calidad de servicio en los ya existentes, lo que influirá en la reducción de los porcentajes de ruido, interferencia, pérdida y cortes de llamada, que se muestran en la figura 24.

- Pregunta 6. El servicio celular le parece:

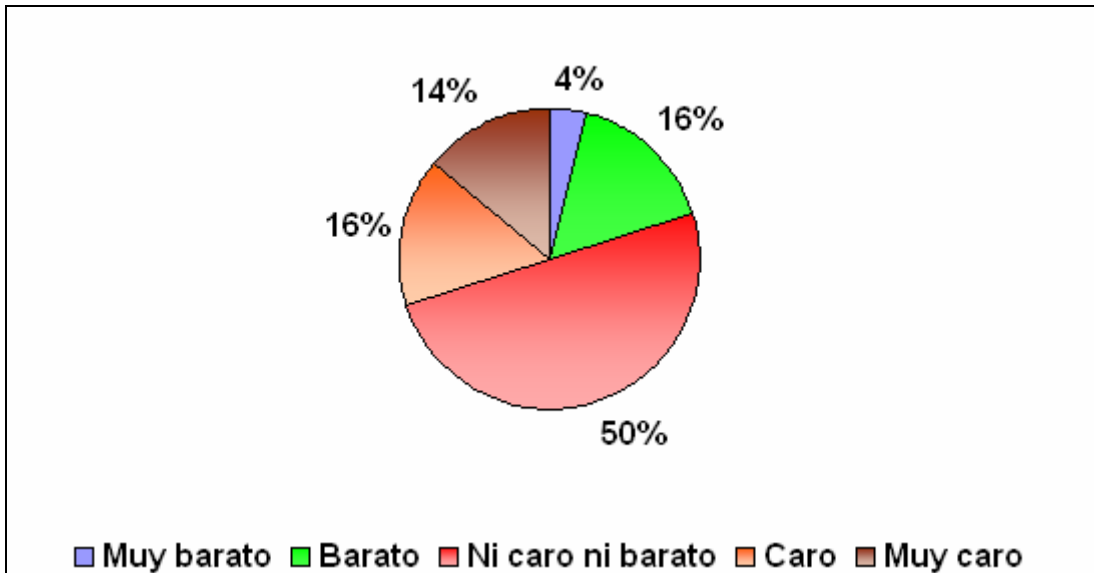


Figura 23 Percepción del costo del servicio celular

En general se lo considera como un servicio que es “ni caro ni barato”, pero las operadoras deben proyectarse en ofrecer servicios con precios accesibles para el usuario.

- Pregunta 7 ¿Qué tipo de servicios tiene su celular?

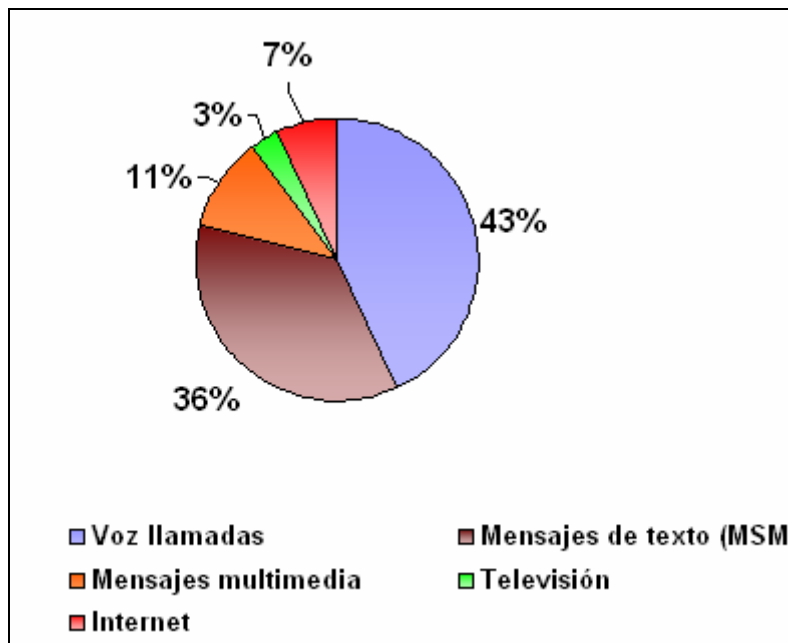


Figura 24 **Servicios que se disponen en un celular**

Los terminales de usuario son utilizados en su mayoría para realizar llamadas, además de un importante uso para enviar mensajes de texto, razón por la cual es muy importante dar prioridad a estos servicios. La percepción de la calidad de servicio estará fuertemente influenciada por estos dos aspectos.

- Pregunta 8 Considera que implementar nuevos servicios de telefonía celular es:

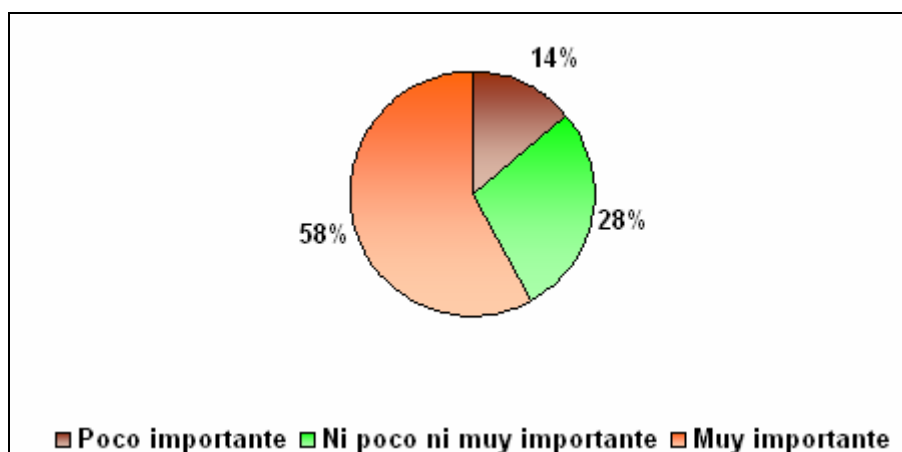


Figura 25 Importancia de implementar nuevos servicios.

Los usuarios de telefonía móvil consideran en un 58% que es muy importante implementar nuevos servicios, que permitan que los terminales brinden una amplia gama de opciones como la video llamada, oficina móvil, etc para así satisfacer las diversas necesidades del mercado.

- Pregunta 9 ¿A qué servicios 3G de buena calidad y nuevos servicios 4G le gustaría acceder?

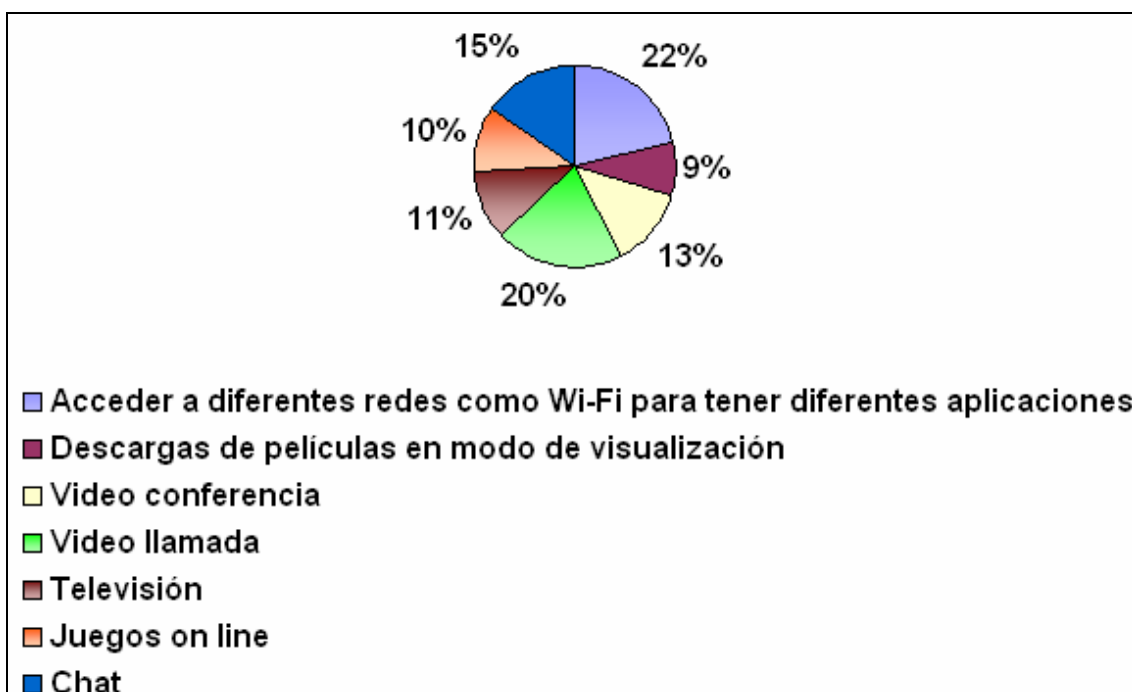


Figura 26 Interés de los usuarios por implementar nuevos servicios.

El interés por obtener nuevos servicios es un aspecto que se debe aprovechar para que las operadoras se mantengan y afiancen en el mercado paceño.

Servicios como la televisión móvil son atractivos para el usuario, pero se debe considerar que no todos los terminales tienen esa capacidad.

El ofrecimiento de nuevos servicios debe ir de acompañado con la oferta de terminales a bajo costo, calidad de servicio, mayor cobertura, para que el usuario tenga la capacidad de adquirir uno de esas características y así poder ofertar una gama de nuevos servicios que hacen que la telefonía móvil sea atractiva.

- Pregunta 10 ¿Cuánto pagaría usted por un celular de cuarta generación el cual le brindaría los servicios de la pregunta anterior?

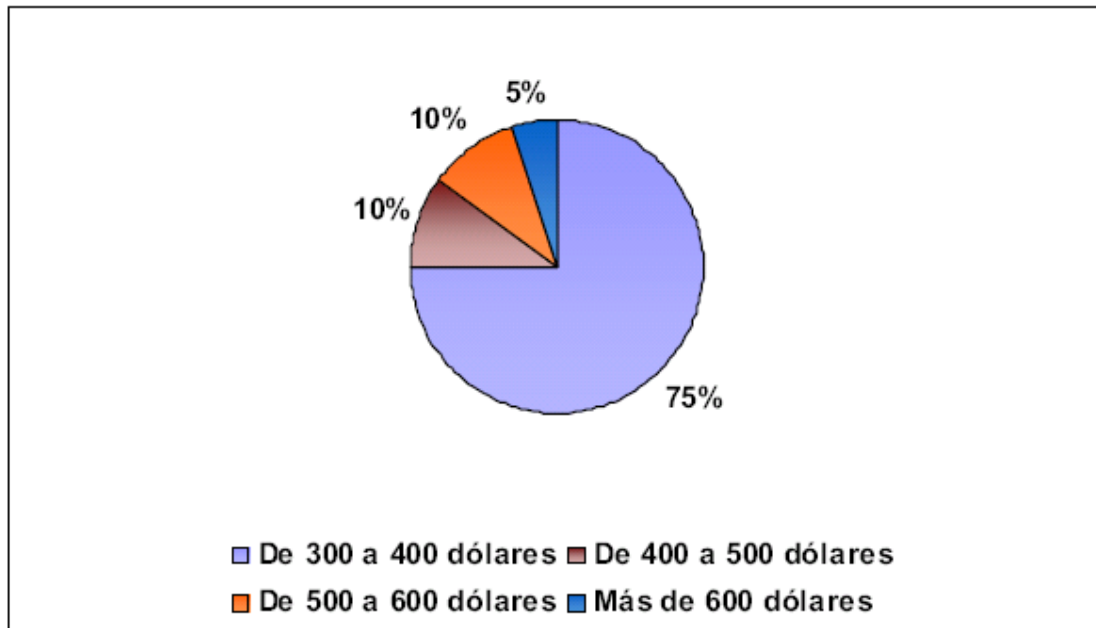


Figura 27 Valores a pagar por un teléfono 4G.

A medida que los precios, por adquirir un teléfono de cuarta generación, sean bajos existirá un amplio mercado que demande de este tipo de terminales. Los resultados a esta pregunta reflejan que los usuarios prefieren adquirir terminales a bajos precios lo que es un factor muy importante para el lanzamiento de nuevas tecnologías.

El aspecto económico es muy importante frente a la implementación de nuevos servicios, no solo deben ser novedosos sino que también deben ser asequibles y mejor aún si las tarifas son bajas en comparación a las que se tienen actualmente, así se podrá tener una amplia demanda de servicios, lo que beneficiaría a operadoras y usuarios.

3.1.7.2. MERCADO DE BANDA ANCHA

Los servicios de banda ancha presentan un crecimiento importante en toda la región.

El mercado de banda ancha está siendo explotado principalmente por empresas con tecnologías alámbricas como ADSL y Cable Módem, por lo tanto las operadoras de telefonía celular deben implementar nuevas tecnologías a bajos costos y posicionarse en el mercado.

3.2 FACTIBILIDAD LEGAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LTE EN LA PAZ

Para que una tecnología sea implementada en la ciudad de La Paz, además de tomar en cuenta aspectos tecnológicos, se debe considerar los aspectos regulatorios como la licitación de bandas en las que LTE puede ser implementada.

3.2.1 LTE EN EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

Lo fundamental en este aspecto es encontrar espectro para el despliegue de LTE, los últimos contratos firmados entre el Estado Boliviano y los operadores Entel, Telecel y Nuevatel muestran el apoyo frente a las innovaciones que se puedan dar a nuevas tecnologías.

LTE tiene como ventaja que puede ser implementada en varias frecuencias, pero es importante señalar que se deben tener en cuenta aspectos como: terminales de usuario, elementos de red, disponibilidad de espectro, etc.

De acuerdo a varios gestores de la implementación de LTE se menciona que existen dos bandas para implementar LTE esto es: 2.5 GHz (propuesta por el mercado europeo) y 700 MHz (operadores de Estados Unidos). El problema que presenta la segunda banda es que se debería migrar hacia la televisión digital para liberar esa banda.

Otra de las opciones y la más acertada, es la migración de las redes celulares hacia LTE en las bandas ya adjudicadas, como la de 850 y 1900 MHz.

A continuación se presentan las bandas designadas por 3GPP para el despliegue de LTE. Para llegar a implementar LTE se debería realizar la liberación y licitación de cualquiera de las bandas de frecuencias además de considerar la banda de frecuencia en la que funcionarían los terminales.

Nombre3GPP	Espectro total	<i>Uplink</i> [MHz]	<i>Downlink</i> [MHz]
2100	2 x 60 MHz	1920-1980	2110-2170
1900	2 x 60 MHz	1850-1910	1930-1990
1800	2 x 75 MHz	1710-1785	1805-1880
1700/2100	2 x 45 MHz	1710-1755	2110-2155
850	2 x 25 MHz	824-849	869-894
800	2 x 10 MHz	830-840	875-885
2600	2 x 70 MHz	2500-2570	2620-2690
900	2 x 35 MHz	880-915	925-960
1700	2 x 35 MHz	1750-1785	1845-1880
1500	2 x 25 MHz	1427.9-1452.9	1475.9-1500.9

Tabla 2 Bandas de frecuencia definidas por 3GPP.

La UIT (*Unión Internacional de Telecomunicaciones*) (WRC '07) presentó la decisión de utilizar la banda de 700 MHz (698-862 MHz) para el despliegue de LTE.

Todas las inversiones que los operadores realicen en tecnología, dependen de las bandas de frecuencias disponibles, es aquí en donde los entes reguladores juegan un papel importante para el acceso a nuevas tecnologías.

Para la implementación de tecnologías como LTE se deben licitar bandas de espectro a las operadoras de telefonía celular y no colocarles los llamados “*topes de espectro*” que hacen que los beneficiados de la licitación de bandas no sean precisamente las operadoras sino empresas que compiten con la telefonía celular

Uno de los retos del ente regulador Boliviano es licitar las bandas que se necesitan para implementar LTE.



4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

LTE es una gran opción para los operadores al permitir ofrecer a sus usuarios una amplia gama de servicios multimedia, más aún considerando que la tendencia presente en la región de Latinoamérica y Bolivia es la tecnología GSM/UMTS/HSPA por lo tanto se tiene un gran mercado que trabaja con esta tendencia, lo que facilita acceder a una futura migración hacia LTE.

Habiendo visto la diferencia entre tecnologías, se puede afirmar que nuestra región no cuenta con Tecnología de 4ta generación.

LTE responde de manera eficiente frente a los requerimientos de nuevos servicios como el internet móvil, videoconferencia, juegos *on line*, debido a que presenta baja latencia, velocidades altas de conexión y eficiencia espectral.

Desde el punto de vista de mercado es factible para los operadores realizar una inversión en la tecnología LTE, ya que existe un crecimiento vertiginoso de usuarios de telefonía móvil, por lo tanto existe un aumento de tráfico, además de una expectativa hacia la aparición de nuevos servicios y aplicaciones como videoconferencia, internet móvil, video llamada, descarga de archivos multimedia, video llamada, televisión móvil, juegos el línea a un precio asequible. Sin embargo es recomendable migrar a redes HSPA para explotar debidamente las redes predecesoras a LTE.

4.2 RECOMENDACIONES

Antes de implementar LTE es importante explotar debidamente las redes actuales para recuperar las inversiones ya realizadas, además se debe tener en cuenta que existen redes intermedias como HSPA las cuales son menos costosas que LTE, razón por la cual el operador debe considerar una evolución paulatina y así aprovechar los beneficios de redes predecesoras.

Los operadores de telefonía celular deben ser protagonistas en el incremento del acceso a Internet, presentando planes con tarifas asequibles y servicios con calidad para apoyar al crecimiento de suscriptores de Internet a nivel nacional.

Se recomienda que las operadoras de telefonía celular realicen inversiones tecnológicas, lo que consta en los nuevos contratos de concesión, para brindar mejor cobertura del las redes de tercera generación así como también de las 3.5 para crear brindar a un mayor sector de la población nuevos servicios para luego pensar en una evolución hacia tecnologías como LTE.

Se recomienda que en próximos proyectos de titulación se realice una comparación de LTE con su principal competidora, Wimax, debido a que existen similitudes y diferencias en aspectos como lo político, tecnológico y de costos.

Se recomienda a todos los actores del sector de las telecomunicaciones como centros de educación, entidades regulatorias, etc, capacitarse en el avance de las tecnologías inalámbricas hacia la cuarta generación como LTE que se proyecta como la gran tecnología del futuro.

BIBLIOGRAFIA.

LIBROS:

- Sinche, Soraya, MSc, Folleto de Comunicaciones Inalámbricas, 2007
- GORRICO Juan, GORRICO Mónica. Comunicaciones móviles, Barcelona España, 2002

PÁGINAS WEB:

<http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Tecnologias%20de%20banda%20angosta/introduccion%20telefon%EDa%20celular%202003.pdf>

- www.mailxmail.com

- <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Tecnologias%20de%20banda%20angosta/introduccion%20telefon%EDa%20celular%20.pdf>.

- <http://www.intel.gob.bo/telecomunicaciones/sma/informacion.htm>

- <http://www.porta.net/>

- <http://www.3gamericas.org>

- <http://www.4gamericas.org>

- <http://www.nokia-latinoamerica.com>

- <http://www.nokia-latinoamerica.com>

- www.bandaancho.es

- www.larazon.com.bo.

- <http://informate.telecomunicaciones.com>

- www.eldiario.bo.es

- <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf>