



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“ESTRUCTURACIÓN DEL ENTORNO REGULATORIO ADECUADO
DEL ECUADOR PARA FACILITAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA
BANDA ANCHA MÓVIL”

TESINA DE SEMINARIO

Previa a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

Autores:

Edwin Giannine Valarezo Añazco

Daniel Alberto Zhunio Maldonado

GUAYAQUIL – ECUADOR

2013

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento al Dr. Freddy Villao Quezada, PhD. por su guía en el presente seminario de graduación y en la elaboración de este documento, así como en la materia que antecede al seminario, que fue donde nos inculcó el interés hacia la regulación de las telecomunicaciones en el país.

Agradecemos a todas las instituciones que nos han acogido y formado sobre nuestros conocimientos adquiridos hasta el momento, que nos han servido para convertirnos en los profesionales que somos ahora.

DEDICATORIA

Quisiera dedicar el logro que representa este documento a Dios y la Virgen del Cisne por haberme provisto de fe y paciencia, y de forma muy especial a mis padres, Edwin Valarezo Jaramillo y Rosa Añezco Gallardo quienes durante toda mi vida supieron guiarme, darme su apoyo, brindarme lo necesario y en algunos casos más para que pueda alcanzar mis metas, mis hermanos Mauricio y Eliana Valarezo, que a pesar de ser menores me han mostrado la importancia de la perseverancia y que las cosas más valiosas en la vida son aquellas nos cuestan más trabajo alcanzarlas, en definitiva está dedicada a todos mis seres queridos que de uno u otra manera han contribuido durante todo este tiempo.

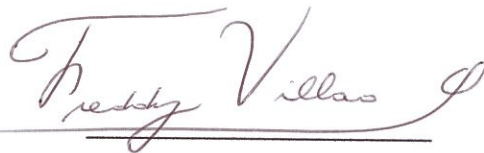
Edwin Valarezo Añezco.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de manera muy especial a mis padres Gabriel y Mariela, hermanos Ricardo y Paola, ya que han sabido formar mi carácter y anhelo de superación y demás familiares que siempre han estado presentes en todo momento de mi vida con una palabra de apoyo para no desistir. Gracias por estar siempre presente.

Daniel Zhunio Maldonado

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

A handwritten signature in cursive script, reading "Freddy Villao Quezada", written in black ink. The signature is positioned above a solid horizontal line.

PhD. Freddy Villao Quezada

PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN

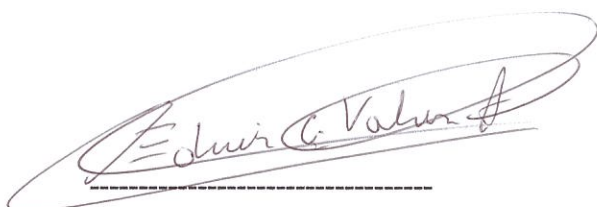
A handwritten signature in a stylized, blocky script, reading "César Yépez", written in black ink. The signature is positioned above a solid horizontal line.

Ing. César Yépez

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta Tesina corresponden exclusivamente a los autores de este documento, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

A handwritten signature in dark ink, written in a cursive style. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval. Below the signature is a horizontal dashed line.

Edwin Giannine Valarezo Añazco

A handwritten signature in dark ink, written in a cursive style. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval. Below the signature is a horizontal dashed line.

Daniel Alberto Zhunio Maldonado

ABREVIATURAS

3GPP	3rd Generation Partnership Project
ANATEL	Agencia Nacional de Telecomunicaciones (Brasil)
Apps	Applications
APT	Asia Pacific Telecommunity
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
ASEP	Autoridad Nacional de los Servicios Públicos
ATIS	The Alliance for Telecommunications Industry Solutions
AWS	Advanced Wireless Services
BAM	Banda Ancha Móvil
CCSA	China Communications Standards Association
CDMA	Code Division Multiple Access
CEPAL	Comision Economica para America Latina
CMR	Conferencia Mundial de Radio CMR
CNT	Corporación Nacional de Telecomunicaciones
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
DFT	Discrete Fourier Transform
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EV-DO	Evolution-Data Optimized
FDD	Frequency Division Duplex
FDT	Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (Chile)
FODETEL	Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones
FUNTTEL	Fondo de Desarrollo Tecnológico (Brasil)
Gb	Gigabyte
GHz	Gigahercio
GPRS	Global Packet Radio System
GSA	Global mobile Suppliers Association
GSM	Global System for Mobile communications

GSMA	Global System for Mobile communications Association
HARQ	Hybrid Automatic Repeat Request
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSPA	High-Speed Packet Access
HSUPA	High-Speed Uplink Packet Access
Hz	Hertzio
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMT	International Mobile Telecommunications
ISP	Internet Service Provider
LTE	Long Term Evolution
M2M	Machine to Machine
MAC	Medium Access Control
Mbps	Megabits por Segundo
MBR	Maximum Bit Rate
MHz	Megahercio
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MINTEL	Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la
OFDMA	Orthogonal Frequency-Division Multiple Access
P2P	Peer to Peer
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Quality of Service
RNC	Controlador de Red de Radio
RRC	Radio Resource Control
Rx	Receptor
SC-OFDMA	Single Carrier Frequency Division Multiple Access
SDL	Supplemental Downlink
SENATEL	Secretaria Nacional de Telecomunicaciones
SIC	Successive Interference Cancellation
SISO	Single Input Single Output
SMA	Servicio Móvil Avanzado

SNR	Signal to Noise Ratio
TB	Transport Block
TCP	Transmission Control Protocol
TD-CDMA	Time Domain Code Division Multiple Access
TDD	Time Division Duplex
TDT	Televisión Digital Terrestre
TIC	Tecnologías de Información y Comunicación
TTA	Telecommunications Technology Association
TTC	Telecommunication Technology Committee
TTI	Time Transmission Interval
Tv	Televisión
Tx	Transmisor
UDP	User Datagram Protocol
UE	Equipo de Usuario
UHF	Ultra high frequency
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-R	Sector de Normalización de las Radiocomunicaciones
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UNE EPM	Unidad de Negocios Estratégicos de Empresas Públicas de Medellín
VHF	Very high frequency
VoIP	Televisión Internet Protocol
VoIP	Voice Over Internet Protocol
W-CDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WiFi	Wireless-Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access

RESUMEN

En este documento vamos a analizar sobre la banda ancha móvil, las redes desplegadas a nivel mundial, regional y nacional; además de las regulaciones dispuestas por los principales países para asegurar el desarrollo óptimo de las mismas, ya que la banda ancha móvil hoy en día representa la mayor cantidad de tráfico hacia internet, por esto es considerada como la mejor herramienta para eliminar la brecha digital entre cada país.

De igual forma se analizarán las principales bandas necesarias para la implementación de las tecnologías de la banda ancha móvil, valoración y reestructuración del espectro correspondiente al dividendo digital debido a que estas bandas poseen mayor cobertura y son ideales para zonas rurales y urbano marginales, y la banda AWS que tienen características de mayor capacidad en zonas urbanas; promoviendo el uso de estas bandas en las Américas se asegura la armonización de la región lo que conlleva a reducción de costos en cuanto a la producción de equipos terminales y promover el roaming.

También estudiaremos las leyes y reglamentos que facilitarían la masificación de este servicio en el país, garantizando el uso de estas redes para cumplir con los planes y objetivos planteados por la nación para el desarrollo de las telecomunicaciones y en base a las estrategias utilizadas por otros países estructurar un entorno regulatorio adecuado para facilitar la implementación de la banda ancha móvil en el Ecuador.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	v
DECLARACIÓN EXPRESA.....	vi
ABREVIATURAS.....	vii
RESUMEN.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xix
CAPÍTULO 1.....	1
SITUACIÓN MUNDIAL DE LA BANDA ANCHA MÓVIL.....	1
1.1. Presentación de Estadísticas.....	1
1.1.1. Estadísticas región 1 UIT.....	4
1.1.2. Estadísticas región 2 UIT.....	6
1.1.3. Estadísticas región 3 UIT.....	7
1.2. Evolución hacia LTE.....	8
1.3. Características generales del sistema.....	15
1.3.1. Especificaciones.....	19
1.3.2. Análisis de los planes de banda ancha a nivel mundial:	
Caso de estudio USA-APT.....	22
1.3.2.1. Plan desplegado en USA.....	23
1.3.2.2. Plan desplegado por la APT.....	26
1.3.2.2.1. Plan de banda armonizada FDD usado APT.....	27
1.3.2.2.2. Plan de banda armonizada TDD usado en APT.....	28
1.4. Convergencia de los servicios de Banda Ancha Móvil.....	29
1.5. Brecha de la Banda Ancha.....	34
1.5.1. Acceso Universal.....	36
1.5.2. Velocidad.....	41

3.3.4.	Caso de Estudio: Plan de BAM en Colombia	91
3.4.	Análisis de las redes LTE desplegadas en América Latina	94
3.4.1.	Reducción de la brecha de la Banda Ancha	95
3.4.2.	Porcentaje de penetración	97
3.4.3.	Costos de asignación de espectro y precios de acceso a la banda ancha móvil	100
CAPÍTULO 4	103
REGULACIÓN SOBRE LA BANDA ANCHA MÓVIL A NIVEL NACIONAL.		103
4.1.	Normativa para la implementación de Banda Ancha Móvil.....	103
4.1.1.	Estudio de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones.....	104
4.1.2.	Análisis del Reglamento General a la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones.....	106
4.1.3.	Análisis del Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de Telecomunicaciones	108
4.1.4.	Estado del despliegue actual de la banda ancha móvil en el Ecuador	111
4.2.	Bandas atribuibles y asignadas para la operación de banda ancha móvil.....	120
4.2.1.	Límites para la prestación de Servicio Móvil Avanzado	124
4.3.	Barreras para el despliegue de LTE	125
4.3.1.	Valoración del espectro radioeléctrico.....	126
CAPÍTULO 5	130
PLAN DE ACCIÓN PARA FACILITAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA BANDA ANCHA MÓVIL EN EL ECUADOR.		130
5.1.	Establecimiento de topes en la asignación de espectro	130
5.2.	Liberación de las bandas atribuidas para el servicio de Banda Ancha Móvil.....	134
5.3.	Valoración de espectro.....	136
5.4.	Asignación de espectro.....	138

CONCLUSIONES	141
RECOMENDACIONES.....	144
BIBLIOGRAFÍA.....	146

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.1: Mapa de Regiones UIT.	3
Figura 1.2: Desarrollo de las TICs	4
Figura 1.3: Desarrollo de la BAM Países Desarrollados.	5
Figura 1.4: Desarrollo de la BAM por Regiones.	5
Figura 1.5: Desarrollo de la BAM en América.	7
Figura 1.6: Incrementos de eficiencia, ancho de banda y tasa de datos de las redes móviles.	9
Figura 1.7: Evolución de la Tecnología 2011 – 2015	10
Figura 1.8: Velocidades del canal delantero y de reversa en HSPA+	11
Figura 1.9 Máximas velocidades de datos del canal delantero en LTE	12
Figura 1.10: Evolución del tráfico de datos por persona	13
Figura 1.11: Evolución del mercado de las telecomunicaciones.....	15
Figura 1.12: Interfaces de X2 y S1.....	16
Figura 1.13: OFDMA y SC-FDMA.....	18
Figura 1.14: Plan de EE.UU en la banda de 700 MHz.....	24
Figura 1.15: Interferencias en el Plan de EE.UU en la banda de 700 MHz .	25
Figura 1.16: Ecosistema de Dispositivos del Plan de EE.UU en la banda de 700 MHz.....	26
Figura 1.17: Variantes de FDD y TDD en el plan de 700 MHz de APT.....	27
Figura 1.18: FDD en el plan de 700 MHz de APT	27
Figura 1.19: TDD en el plan de 700 MHz de APT	29
Figura 1.20: Abonados de Banda Ancha Fija en América	35
Figura 1.21: Abonados de Banda Ancha Móvil en América.....	36
Figura 1.22: Movilidad en Tecnologías Móviles	39
Figura 1.23: Modelo de Costos	44
Figura 1.24: Perfiles de tráfico que aportan con distintas intensidades en la hora cargada.....	45
Figura 1.25: Efecto de la política de Fair Use	47

Figura 2.1: Primer Dividendo Digital	52
Figura 2.2: Empleo generado por la banda ancha móvil.....	53
Figura 2.3: Espectro de frecuencias asignado	56
Figura 2.4: Banda FDD conocida como WCDMA y TDD como TD-CDMA..	57
Figura 2.5: Frecuencias en la Banda de 2.6 GHz	58
Figura 2.6: Comparación de Eficiencia Espectral	62
Figura 2.7: Transmisiones TDD, FDD.....	64
Figura 2.8: Estructura de las tramas FDD y TDD.....	65
Figura 2.9 Bandas principales para LTE	66
Figura 2.10: Reorganización de bandas 698-806 MHz.....	67
Figura 2.11: Alcance de las diferentes frecuencias de las redes LTE.....	68
Figura 2.12: Canales de Tv.....	69
Figura 2.13: Beneficios Económicos de la BAM vs. Radiodifusión	77
Figura 2.14: Beneficios Económicos en varias Regiones	78
Figura 2.15: Cobertura de banda ancha móvil en varios países Latinoamericanos.....	79
Figura 3.1: Bandas asignadas	81
Figura 3.2: Proyecciones sobre conexiones de Banda ancha Brasil	90
Figura 3.3: Redes LTE en Latinoamérica	95
Figura 3.4: Número de abonados de banda ancha móvil por cada 100 habitantes en la Región de las Américas en 2010	97
Figura 3.5: Base de datos de indicadores de telecomunicaciones mundiales/TIC de la UIT correspondiente a 2011	98
Figura 3.6: Número de abonados activos a la banda ancha móvil por cada 100 habitantes en ciertos países de la Región de las Américas en 2010-2011.....	99
Figura 3.7: Costo fijo promedio del plan mensual de 1Gb de banda ancha móvil (dólares por mes).....	101

Figura 3.8: Costo fijo promedio del plan mensual de 3Gb de banda ancha móvil (dólares por mes).....	102
Figura 4.1 Total de Líneas y Densidad Telf. Móvil a Nivel Nacional	113
Figura 4.2 Usuarios de Banda Ancha en el País	114
Figura 4.3 Conectividad de Banda Ancha Móvil en el país.....	115
Figura 4.4 Distribución de bandas en Ecuador	122
Figura 4.5 Distribución de bandas para dar servicios LTE.....	123
Figura 4.6 Estaciones Base por operador.....	119
Figura 4.7 Tecnologías empleadas en las estaciones base	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Características definitivas LTE.....	20
Tabla 1.2: Velocidades máximas en el uplink y downlink en modo FDD para distintas configuraciones	21
Tabla 1.3: Pros y Contras de los planes de banda ancha APT y de EEUU..	23
Tabla 1.4: Bandas soportadas en el Plan de EE.UU 700 MHz	24
Tabla 1.5: FDD en el plan de 700 MHz de APT	28
Tabla 1.6: TDD en el plan de 700MHz de APT	28
Tabla 1.7: Tráfico de datos sobre América Latina.....	30
Tabla 1.8: Clasificación de los servicio y aplicaciones más populares.	31
Tabla 2.1: Bandas de frecuencias asignadas por la UIT.....	47
Tabla 2.2: Valoración del espectro de un operador Entrante.....	70
Tabla 2.3: Valoración del espectro de un operador Redundante	70
Tabla 2.4: Resultados del estudio de valoración de banda.....	76
Tabla 3.1: Países Latinoamericanos con planes de Banda Ancha	85
Tabla 3.2: Distribución actual del espectro por operador en Colombia.....	93
Tabla 4.1: Líneas Activas Postpago.....	116
Tabla 4.2: Líneas Activas Prepago	117
Tabla 4.3: Bandas solicitadas por CLARO para ofrecer LTE	121
Tabla 4.4: Factor de Concesión de Frecuencias para los diferentes Servicios en las diferentes Bandas	127
Tabla 5.1: Posibles bandas a licitarse en 1900 MHz	132
Tabla 5.2: Bandas a licitarse para servicios de banda ancha móvil.....	133
Tabla 5.3: Canales utilizados por UNIVISA	136

INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones representa uno de los pilares fundamentales para alcanzar el desarrollo sostenible de la sociedad, además que actualmente representan una de las industrias más lucrativas a nivel mundial debido al propio deseo de las personas de estar informados de los sucesos acontecidos en el mundo y su necesidad de estar en contacto con las personas a su alrededor. Las constantes exigencias de los mercados en este sector obligan a avanzar cada vez más en cuanto a la calidad e implementación de nuevos servicios.

Hoy en día los smartphones constituyen el 12% de teléfonos a nivel mundial pero generan más del 82% del tráfico mundial de datos, sin tomar en cuenta otros dispositivos que tienen acceso a la banda ancha móvil como las tablets o los modem portátiles que brindan acceso a las computadoras a las redes de las operadoras de telefonía móvil.

Una explicación por la que la banda ancha móvil es una de las principales herramientas para la reducción de la brecha digital y prestar servicios de acceso universal es el gran porcentaje de penetración que tiene la telefonía móvil, en algunos países supera el 100%; en el caso del Ecuador el porcentaje de penetración está alrededor del 113% lo que crea la promesa de un rápido crecimiento de la banda ancha móvil en comparación con la banda ancha fija; hasta julio del 2012 los usuarios de banda ancha móvil representaban un tercio del total de usuarios de banda ancha. Considerando que ésta empezó en 2009 ha tenido un rápido crecimiento y aceptación en el país, sin embargo existen factores que dificultan la evolución hacia estas redes, como el bajo ARPU en la región lo que vuelve más caros los costos de los servicios de la telefonía móvil.

CAPÍTULO 1

SITUACIÓN MUNDIAL DE LA BANDA ANCHA MÓVIL.

1.1. Presentación de Estadísticas

En base a estimaciones realizadas a fines del año 2009, existían 640 millones de abonados con acceso a banda ancha móvil, impulsados gracias a la creciente demanda de smartphones, a las novedosas aplicaciones que encontramos en las diferentes tiendas de cada sistema operativo de estos dispositivos y a la gran aceptación y desarrollo de las redes sociales en todos los mercados; a fines de este mismo año estadísticas muestran que unos 130 países gozan de las facilidades comerciales de usar redes 3G. Las regiones que representan un mayor crecimiento en abonados de banda ancha móvil están lideradas por Asia-Pacífico y Europa, aunque América y los Estados Árabes presentaban tasas de crecimiento notables.

Japón y Luxemburgo contienen a los mercados con tasas de penetración más altas. Japón tenía una penetración de 85% en 2009 lo que pronosticaba una pronta maduración en el uso de redes 3G y una apertura para el despliegue para redes 4G. Cabe destacar que la República de Corea del Sur goza de un lugar bastante elevado, es el

tercer más importante en cuanto a lo referido a su volumen absoluto de mercado 3G y la tasa de penetración. (UIT 2010) [1].

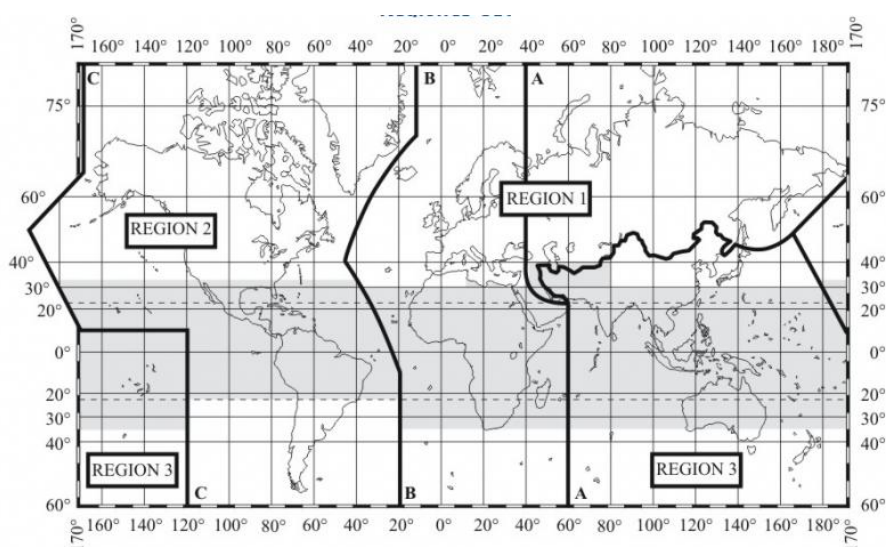
Aunque existan mercados en otros países que tengan excelentes tasas de penetración, el mercado de China es al que debemos prestar especial atención, debido a que en 2009 empezó a brindar servicios 3G, el operador dominante en este mercado es China Mobile. La UIT a través de su documento Actualizaciones de la UIT (2010, P1) [1] estableció que “ha mantenido su clientela GSM y en enero de 2009 se le concedió una licencia para TD-SCDMA. China Unicom obtuvo una licencia para 3G basada en la norma W-CDMA (UMTS), y en enero de 2009 a China Telecom le fue otorgada una licencia para 3G utilizando la norma CDMA2000 1xEV-DO.”

Si consideramos que estas tres operadoras se encuentran inmersas en una intensa competencia tanto como, para el cumplimiento de los plazos para despliegue de las tecnologías así como para satisfacer los requerimientos de los clientes, se espera que para el año 2014 o antes, China ocupara el primer lugar entre los mercados más productivos en cuanto a servicios de telecomunicaciones.

En 2010 en algunos países como India se iniciaron los procesos de subasta de bandas para 3G y WiMAX; pero una vez terminados las transacciones a redes 3G y WiMAX, los Departamento de Telecomunicaciones y las Autoridades de Reglamentación de las Telecomunicaciones en cada país comenzarán a tomar las consideraciones necesarias para las posteriores subastas del espectro del dividendo digital correspondiente a la banda de 700 MHz para la prestación de servicios 4G, debido a que es considerada como la ideal por sus características de propagación en zonas rurales, razón por la cual los proveedores del servicio de LTE (Evolución a

Largo Plazo) consideran esta banda como una banda prometedora a corto plazo. (UIT, 2010) [1].

Para el mejor control de los sistemas de telecomunicaciones desplegados y para facilitar la normativa de esta industria a nivel global, la Unión Internacional de Telecomunicaciones dividió el mundo en tres regiones las cuales podemos observar en la Figura 1.1



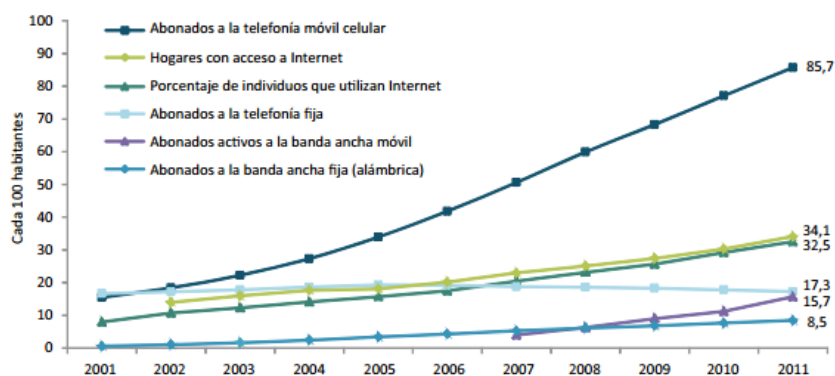
Fuente: Regiones Unión Internacional de Telecomunicaciones (2013 p.1 Figure 1) [2]

Figura 1.1: Mapa de Regiones UIT.

La región 1 comprende África, Europa y el norte de Rusia, la región 2 está perfectamente limitada por las líneas B y C, la región 3 comprende el territorio Asia-Pacífico y lo limitado por la línea C.

Como podemos observar en la Figura 1.2 todas las tecnologías de la información y comunicación tienen cada vez más usuarios, lo que contribuye a la reducción de la brecha digital; en este documento nos centraremos en el análisis del servicio de banda ancha móvil, el cual cómo podemos observar desde sus inicios ha tenido un importante

crecimiento y una significativa aceptación de los usuarios del servicio de telefonía móvil celular, que cada vez alcanza mayores porcentajes de penetración a nivel global superando el 100 %.

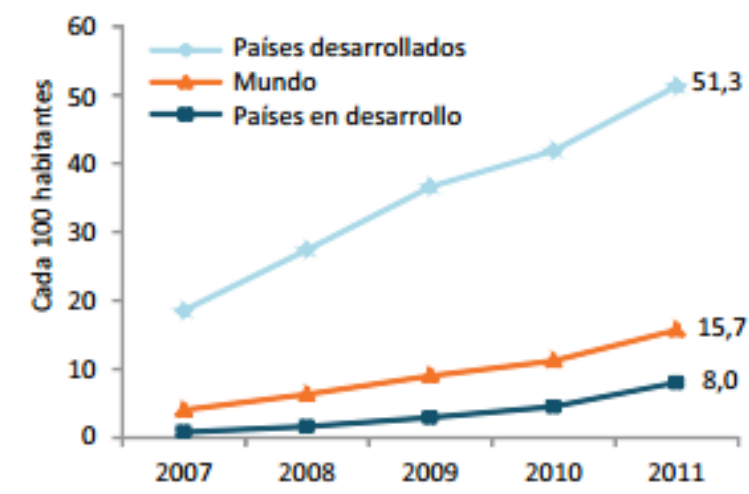


Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2012 p.1 Figura 1) [3]

Figura 1.2: Desarrollo de las TICs

1.1.1. Estadísticas región 1 UIT

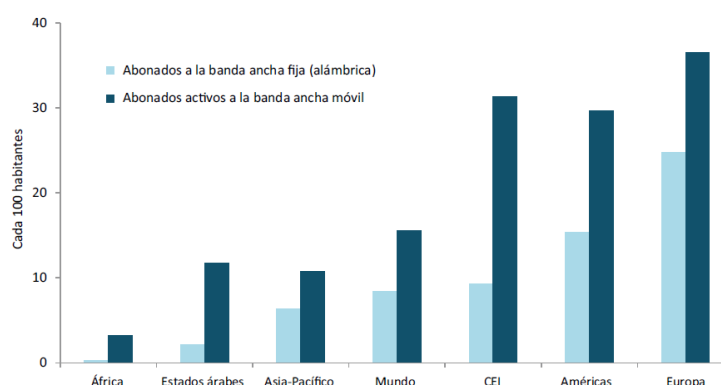
Según las últimas mediciones del uso e implementación de las TICs, 8 de los 10 países mejores puntuados pertenecen a Europa, razón por la cual esta región sea la que esté a la vanguardia en cuanto al uso de redes con soporte de banda ancha móvil como se muestra en la Figura 1.3. Aproximadamente 51 de cada 100 habitantes tienen acceso a la banda ancha móvil, de los cuales cifras significativas acorde con el mercado se encuentran en esta región.



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2012 p.2 Figura 4) [3]

Figura 1.3: Desarrollo de la BAM Países Desarrollados.

Como podemos observar la Figura 1.4 nos muestra una forma más precisa el estado de la banda ancha móvil en las principales regiones, continentes y el mundo a través del número de usuarios que de cada 100 habitantes tienen acceso al servicio de banda ancha móvil; si nos fijamos la tasa más alta es la correspondiente a la región 1, que son los países Europeos.



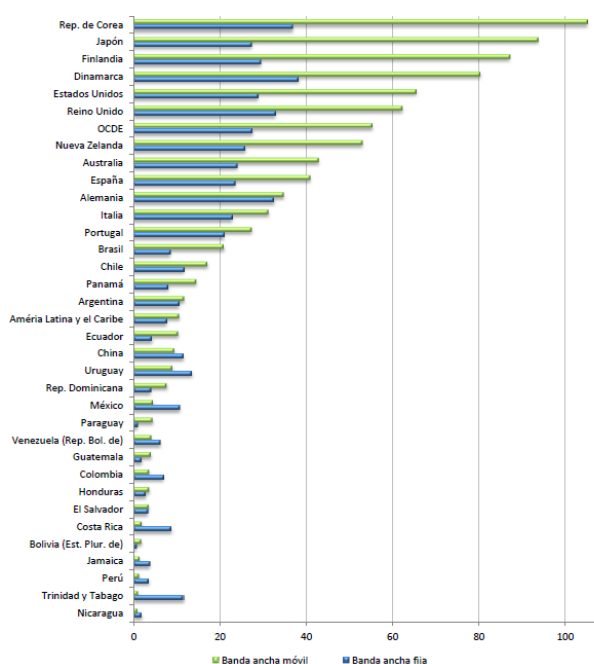
Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2012 p.3 Figura 5) [3]

Figura 1.4: Desarrollo de la BAM por Regiones.

1.1.2. Estadísticas región 2 UIT

El desarrollo de la Banda Ancha Móvil, en la región 2 específicamente en América ha estado estrechamente ligado con la tasa de penetración que tienen los smartphones, dado que en 2007 representaban el 1% y no constituía una inversión rentable implementar redes LTE. La banda ancha móvil era brindada en su totalidad en redes 3G con velocidades de descargas significativas pero bastante inferiores a las logradas en redes 4G. De la mano con el aumento de teléfonos inteligentes (en 2012, 11% tasa de penetración), se han desarrollado el despliegue de redes que gozan de velocidad de navegación mucho mayores como observamos en la Figura 1.4.

América es la segunda región con mayor tasa de penetración, casi 30 de cada 100 habitantes, y si observamos la Figura 1.5 podemos asegurar que ya existen redes de Banda Ancha móviles desplegadas en América aunque sus velocidades de navegación varían según los planes de Banda Ancha de cada país.



Fuente: CEPAL (2011 p.8 Figura 4) [4]

Figura 1.5: Desarrollo de la BAM en América.

1.1.3. Estadísticas región 3 UIT

Según comunicados de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, mediante su sala de prensa (2013, p1) [2] “más de la mitad de los abonados móviles residen en Asia, región que sigue siendo el motor de crecimiento del mercado.”

Si miramos la Figura 1.5 observaremos que el país con mayor despliegue de Banda Ancha Móvil es la República de Corea del Sur; cabe recalcar que este país siempre ha estado pionero en cuanto a materia de las TICs.

La región cuenta con países que poseen grandes cantidades poblacionales como China e India y se espera que llegue a tener más de mil millones de abonados a inicios del 2013 con lo cual se asegura

que la mayor cantidad de usuarios pertenezcan a esta región; además cuenta con países como Japón (ocupa la posición 8 en cuanto a desarrollo de las TICs) y Corea del Sur del cual ya hemos hablado, que siempre han estado entre los 10 mejores países en cuanto a desarrollo de las TICs y en este caso de Banda Ancha Móvil.

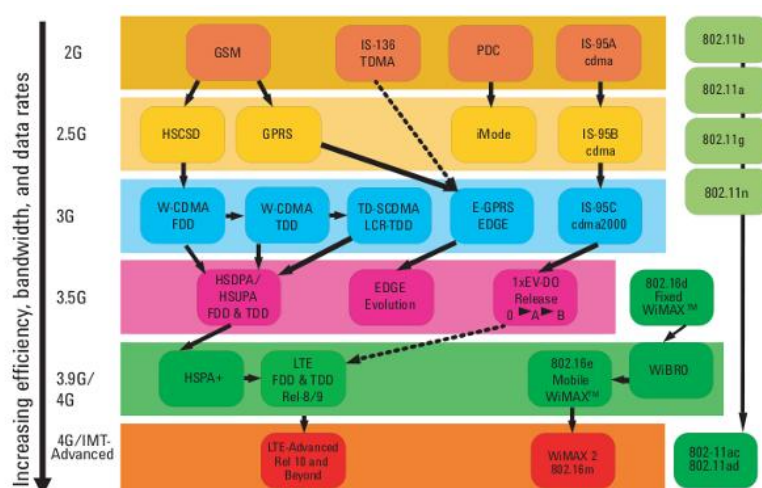
1.2. Evolución hacia LTE

La historia de las comunicaciones móviles es larga e interesante, tuvo sus inicios en 1959, sin embargo la tecnología inalámbrica ha evolucionado con el tiempo. La ruptura más grande de la tecnología vino con GSM (Global System for Mobile Communications, originalmente Groupe Spécial Mobile), como se observa en la Figura 1.6.

GSM básicamente se desarrolló para comunicaciones basadas en voz y era un sistema casi perfecto para éste propósito, pero cuando en los requerimientos de comunicaciones de datos entró el envío de imágenes se introdujo GPRS (Global Packet Radio System) para mejorar el flujo de datos. (Panagrahi, 2012) [5]

El Proyecto de Asociación de 3ra Generación (3GPP) une seis de las organizaciones de desarrollo de estándares de telecomunicaciones (ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TTA, TTC), conocidos como "socios de la organización", y ofrece a sus miembros un entorno estable para producir los informes de gran éxito y especificaciones que definen las tecnologías 3GPP. Cuenta con cuatro Grupos de Especificaciones Técnicas (TSG), que son: Redes de Acceso de Radio (RAN), Servicio y Aspectos de Sistemas (SA), Core Network y Terminales (CT) y GSM EDGE Redes de Acceso de Radio (GERAN). Las tecnologías 3GPP de estos grupos están en constante evolución a través de

generaciones de sistemas móviles comerciales. Desde la finalización de la primera LTE y las especificaciones Evolved Packet Core, 3GPP se ha convertido en el punto focal para los sistemas móviles. El enfoque principal para todas las versiones del 3GPP es hacer que el sistema sea compatible hacia atrás y hacia delante, donde siempre que sea posible, para asegurar que el funcionamiento de los equipos de usuario sea ininterrumpida. Un buen ejemplo actual de este principio ha sido la prioridad en los grupos de trabajo sobre la compatibilidad entre LTE y LTE-Advanced, de modo que un terminal LTE-Advanced puede funcionar en una celda LTE y una terminal de LTE trabaje en la celda LTE-Advanced. (3GPP 2013) [6]



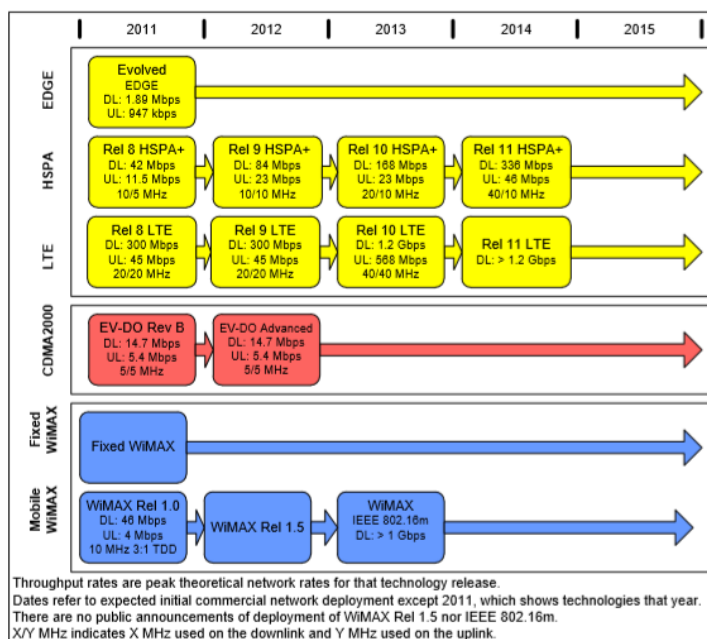
Fuente: Panagrahi (2012 p.1 Figura1) [5]

Figura 1.6: Incrementos de eficiencia, ancho de banda y tasa de datos de las redes móviles.

El introducir GPRS dio una mayor velocidad de datos a 3G. Después de 3GPP Release 5, HSDPA fue presentado y en 3GPP Release 6, presentaron HSUPA. (Panagrahi, 2012) [5]

Los usuarios de redes HSPA usan velocidades en el canal delantero y en el canal de reversa de 1Mbps; en las redes HSPA+ las velocidades típicas en el canal delantero se encuentran entre 1.9 Mbps y 8.8 Mbps, y el canal de reversa entre 1 Mbps y 4 Mbps según el Release 7. Las redes con tecnología LTE utilizan velocidades entre 5Mbps y 12 Mbps para el canal delantero y entre 2 Mbps y 5 Mbps para el canal de reversa.

En la Figura 1.7 se puede observar la evolución de las tecnologías desarrolladas por 3GPP, 3GPP2 e IEEE. Las velocidades se refieren a velocidades máximas teóricas de dichas redes según el Release de la tecnología. X / Y indica la cantidad de X MHz utilizados en el canal delantero sobre Y MHz utilizados en el canal de reversa. (4G Americas, Diciembre 2012, p.11) [7]

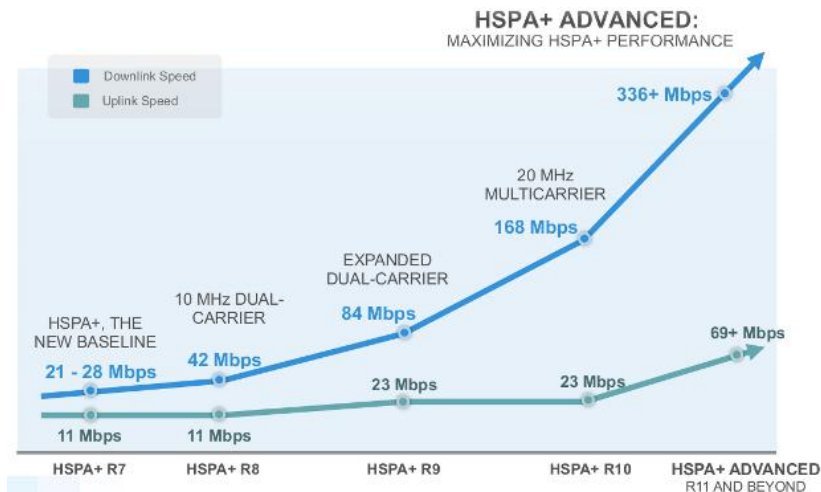


Fuente: 4G am3ricas (Diciembre 2012 p.12 Figura 7) [7]

Figura 1.7: Evoluci3n de la Tecnolog3a 2011 – 2015

Luego llegó HSPA+ que es básicamente la mejora de HSDPA y HSUPA. La mayor parte de la infraestructura de red actual en el mundo soporta HSPA+ con velocidades en el canal delantero de 21 Mbps o 42 Mbps.

HSPA+ mejora la experiencia de banda ancha móvil, proporcionando hasta 28 Mbps de velocidad de datos pico, en el canal de reversa y 11 Mbps en el canal delantero en el Release 7 (R7); hasta 42 Mbps en el canal de reversa y 11 Mbps en el canal delantero en R8; en los Release 9 y 10 las velocidades aumentan hasta 84 Mbps en R9, y 168 Mbps en R10 en el canal de reversa, y 23 Mbps en R9 y R10 en el canal delantero; finalmente la velocidad teórica se incrementa hasta 336 Mbps en el canal reversa y 69 Mbps en el canal de delantero en HSPA+ Advanced como se observa en la Figura 1.8. (Panagrahi, 2012) [5]

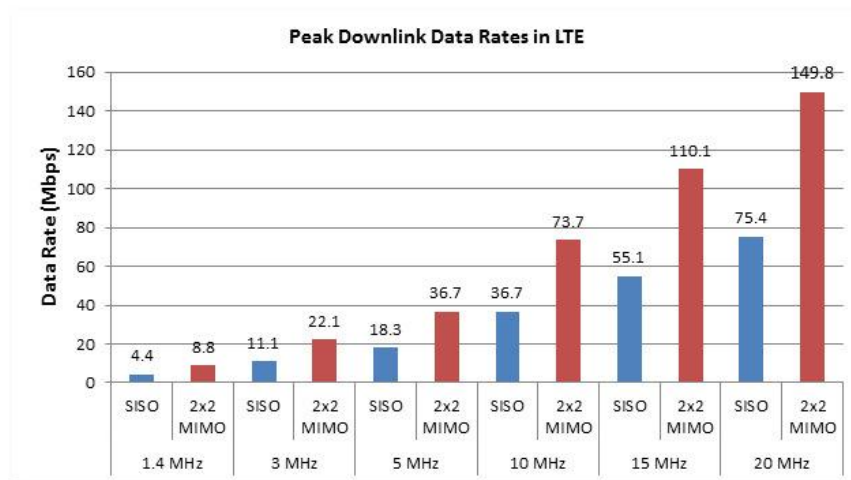


Fuente: Panagrahi (2012 p. 1 Figura 2) [5]

Figura 1.8: Velocidades del canal delantero y de reversa en HSPA+

La tecnología de última generación, que fue diseñada para llevar la comunicación de datos al siguiente nivel es LTE. Como requisito

principal de LTE, fue hacer una mejor tecnología para la comunicación de datos además de que LTE se hizo con base IP. La nueva solución de acceso, LTE se basa en OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) para ser capaz de alcanzar velocidades de datos y volúmenes de datos aún más altas. Con modulación de orden superior (hasta 64QAM), gran ancho de banda (hasta 20 MHz) y transmisión MIMO (Multiple Input Multiple Output) en el enlace de bajada (hasta 4x4) es también una parte de la solución. En la Figura 1.9 se puede observar que la velocidad de datos máxima teórica en un sistema SISO con un ancho de banda de 20 MHz es 75 Mbps en el enlace de subida, y usando sistemas MIMO 2x2 la tasa puede ser tan alta como 150 Mbps en el canal delantero (Nohrborg for 3GPP, 2013) [8]



Fuente: Panagrahi P (2012 p. 1 Figura 3) [5]

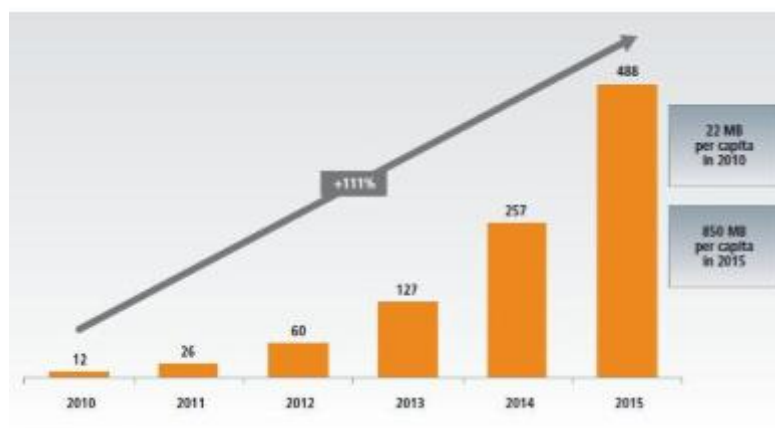
Figura 1.9 Máximas velocidades de datos del canal delantero en LTE

Actualmente las exigencias de los usuarios de servicios móviles son cada vez mayores, en velocidades de conexión, cobertura e

intercambio de tráficos de datos de redes móviles. Los clientes de telefonía móvil quieren disfrutar de calidad de servicio y velocidades al mismo nivel que los usuarios de banda ancha fija.

La cobertura es uno de los retos que tienen los operadores móviles ya que ésta, siempre está en constante demanda por los usuarios; para tener una buena cobertura también se debe de tener una excelente velocidad de datos y capacidad de tráfico en las redes móviles. Debido a esto los operadores deben de aumentar sus infraestructuras para poder gozar de una mejor conexión de banda ancha móvil manteniendo una calidad de servicio alta. (4G américas, Diciembre 2012, p.12) [7]

Los tráficos de datos en la mayoría de redes han aumentado considerablemente en los últimos años debido al uso de smartphones, tablets y demás terminales inteligentes, que demandan un gran ancho de banda en todo momento al acceder a aplicaciones como YouTube. En la Figura 1.10 se puede observar los posibles tráficos de datos de los próximos años, se espera que el tráfico global por persona entre 2010 y 2015 se incremente en un 111%. (4G américas, Diciembre 2012, p.12) [7]

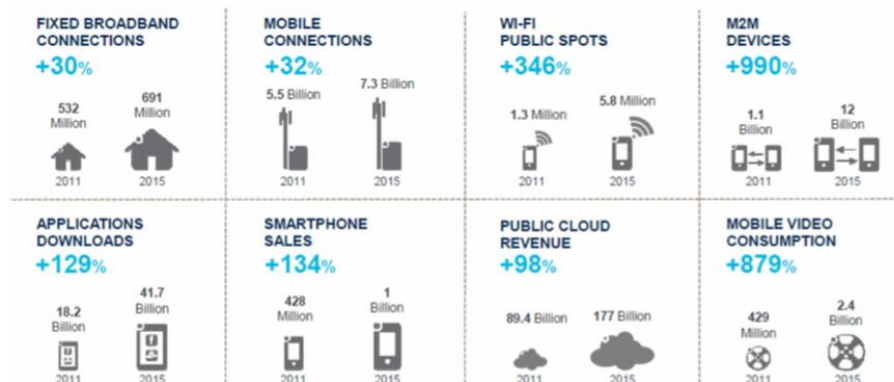


Fuente: 4G américas (Diciembre 2012 p.13 Figura 8) [7]

Figura 1.10: Evolución del tráfico de datos por persona

El tráfico en redes móviles entre 2011 y 2016 se multiplicará 18 veces, con un crecimiento agregado anual del 78%, hasta alcanzar 10.8 exabytes al mes en 2016, un 10% del tráfico IP total. El 54 % del tráfico IP en 2016 corresponderá al tráfico de video; el número de terminales conectados a Internet triplicará la población global en 2016; 1 de cada 7 personas comprará un nuevo Smartphone en el 2016, estos smartphones serán cada vez más inteligentes (procesador dual-core, memoria, pantallas de alta resolución, reconocimiento de voz); y, el número de aplicaciones crecerá considerablemente. (4G américas, Diciembre 2012, p.13) [7]

La Figura 1.11 nos enseña que el incremento en el consumo de datos de video móvil incrementará en un 879%, con respecto al consumo del año 2011; en las conexiones de dispositivos M2M se espera un incremento de 990% en el año 2015; en lugares públicos con zona WiFi un aumento de 346% en comparación con el año 2011; de igual manera se espera que las ventas de dispositivos móviles inteligentes en el año 2015 se incrementen en un 134%, lo que conllevaría a que las descargas de aplicaciones aumentaran en un 129% y los archivos subidos a servidores en internet incrementen en un 98%; así mismo en el 2015 se espera que las conexiones de smartphones se incrementen en un 32% más que en el 2011 y que las conexiones de banda ancha fija aumenten un 30%. (4G américas, Diciembre 2012, p.14) [7]



Fuente: 4G am3ricas (Diciembre 2012 p.14 Figura 9) [7]

Figura 1.11: Evoluci3n del mercado de las telecomunicaciones

1.3. Características generales del sistema

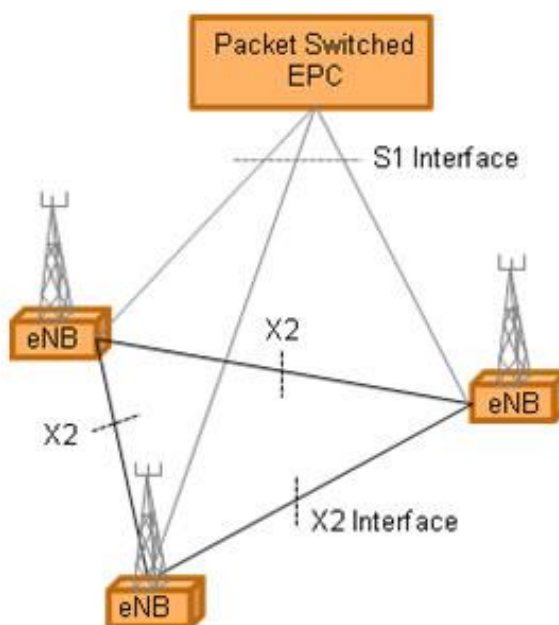
LTE es una red de comunicaciones m3vil de alto rendimiento; debido a su red simplificada permite el flujo de voz y datos en un solo sistema de paquetes basado 3nicamente en IP; en tema de espectro LTE permite operar en frecuencias ya usadas por 2G y 3G, gracias a su escalabilidad y flexibilidad entre bandas.

Una mejora notable de LTE es el ahorro de energ3a, ya que incorpora una configuraci3n para el control de recursos de energ3a denominado RRC (Radio Resource Control), logrando reducir de manera considerable el consumo de energ3a de las estaciones bases, el n3cleo de red y de los terminales m3viles, entrando en un Estado de inactividad manteniendo a3n la movilidad. Adem3s LTE incorpora configuraci3n autom3tica que permite que los nuevos elementos se actualicen de manera f3cil y r3pida solucionando problemas que pueda presentar la red. (L3pez N, 2011, p.21) [9]

La red de acceso de LTE es simplemente una red de estaciones base, Nodo B evolucionado (eNB), generando una arquitectura plana.

No hay controlador inteligente centralizado, y los eNB son normalmente interconectadas por la interfaz X2-y, hacia la red central por la interfaz S1 como se muestra en la Figura 1.12. La razón de la distribución de la inteligencia entre las estaciones base de LTE, es acelerar la conexión de puesta a punto y reducir el tiempo necesario para un handover.

Para un usuario final el tiempo de conexión para una sesión de datos en tiempo real es, en muchos casos cruciales, especialmente en juegos on-line. El tiempo para un handover es esencial para servicios en tiempo real, debido a que los usuarios finales tienden a terminar las llamadas si el handover toma mucho tiempo. (Nohrborg for 3GPP, 2013) [8]



Fuente: Nohrborg for 3GPP (p.1 Figura 2) [8]

Figura 1.12: Interfaces de X2 y S1

Otra ventaja con la solución distribuida es que el protocolo de capa MAC, que es responsable de la programación, está representado sólo

en el equipo de usuario (UE) y en la estación base que conduce a la comunicación, y a las decisiones rápidas entre el eNB y el UE. En UMTS, el protocolo MAC, y la programación, se encuentran en el controlador; y cuando HSDPA apareció, se introdujo una sub-capas MAC adicional, responsable de la programación de HSPA y ésta se añadió en el Nodo B.

El programador es un componente clave para el logro de un ajuste rápido y eficiente utilizando recursos de radio. El intervalo de tiempo de transmisión (TTI) se establece en sólo 1 ms. (Nohrborg for 3GPP, 2013) [8]

Durante cada TTI el planificador eNB deberá:

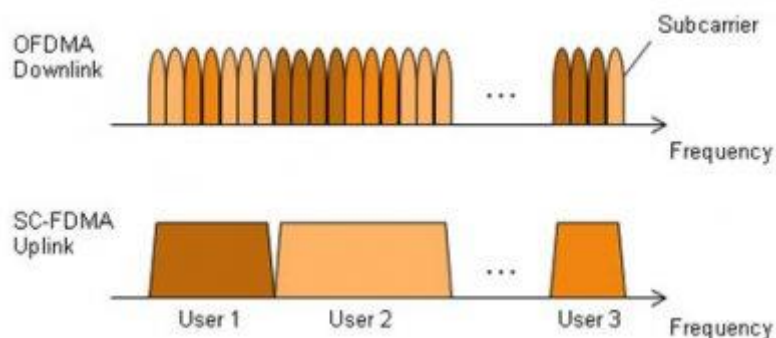
-Considerar el ambiente físico de radio por UE. Los UEs reportan su calidad de radio percibida, como una entrada para el planificador, para poder decidir qué esquema de modulación y codificación usar. La solución se basa en una rápida adaptación a las variaciones del canal, empleando HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request) con combinación flexible y adaptación de velocidad.

-Priorizar los requerimientos de QoS entre los UEs. LTE soporta tanto servicios en tiempo real sensibles al retardo, así como servicios de comunicación de datos que requieren altas velocidades de datos. Para planificar una velocidad de datos baja, los servicios en tiempo real conlleva a un cliente satisfecho pero utilizando bajo espectro de radio. (Nohrborg for 3GPP, 2013) [8]

- Informar a los UE de recursos de radio asignados. Por cada UE programado en un TTI, habrá un bloque de transporte (TB) generado, llevando los datos de usuario. En el canal delantero no puede haber un máximo de dos TBs generado por UE si se utiliza MIMO. El TB se entregará en un canal de transporte. En LTE se disminuye el número

de canales en comparación con UMTS. Para el plano de usuario sólo hay un canal compartido en cada dirección. El TB es enviado en el canal, por lo tanto, puede contener bits de un número de servicios, multiplexados juntos. En teoría, el mayor número de usuarios que se pueden programar durante 1 ms es de 440, suponiendo un ancho de banda de 20 MHz y 4x4 MIMO multiusuario.

Para lograr una alta eficiencia espectral de radio, un enfoque multiportadora para acceso múltiple fue elegido por el 3GPP. Para el canal delantero se eligió OFDMA y para el canal de reversa SC-FDMA (Single Carrier - Frequency Division Multiple Access) también conocido como DFT (Discrete Fourier Transform), como se muestra en la Figura 1.13. (Nohrborg for 3GPP, 2013) [8]



Fuente: Nohrborg for 3GPP (p. 1 Figura 3) [8]

Figura 1.13: OFDMA y SC-FDMA

OFDM es una tecnología multiportadora, que subdivide el ancho de banda disponible en una multitud de subportadoras ortogonales entre sí, de banda estrecha. En OFDMA estas subportadoras se pueden compartir entre varios usuarios. Esta solución logra una muy alta eficiencia espectral, pero requiere procesadores rápidos; esto hace que sea posible la explotación de las variaciones en ambos dominios de tiempo y frecuencia. La solución OFDM conlleva a reducir la alta

potencia que requieren amplificadores costosos con altas exigencias de linealidad, aumentando el consumo de la batería, esto no es un problema en el eNB, pero daría lugar a teléfonos muy caros. Por lo tanto se ha seleccionado una solución diferente con menor requerimiento en el terminal inalámbrico para el canal de reversa, para permitir posibles despliegues en todo el mundo, soportando muchos requisitos regulatorios; LTE se está desarrollado para un número de bandas de frecuencia que van desde 800 MHz hasta 3,5 GHz.

Los anchos de banda disponibles son también flexibles a partir de 1,25 MHz hasta 20 MHz, LTE se desarrolló para apoyar tanto la tecnología de duplexación por división de tiempo (TDD), así como para duplexación por división de frecuencia (FDD). (Nohrborg for 3GPP, 2013) [8]

1.3.1. Especificaciones

En la Tabla 1.1 se pueden observar las especificaciones de LTE, como el ancho de banda, que puede ser desde 1,25 MHz hasta 20 MHz, distintos tipos de transmisión, cobertura, velocidad y tipo de modulación de dicha tecnología.

Tabla 1.1: Características definitivas LTE

Espectro		1,25-20 MHz
Modos Transmisión		FDD, TDD, Half-duplex FDD
Movilidad		hasta 350km/h
Acceso Radio	Downlink	OFDMA
	Uplink	SC –FDMA
MIMO	Downlink	2x2,4x2,4x4
	Uplink	1x2,1x4
Peak velocidad 20 MHz	Downlink	173Mbps 2x2, 326Mbps 4x4
	Uplink	86Mbps 1x2
Modulación Adaptativa		QPSK, 16QAM y 64AM

Fuente: López (2011 p. 22 Tabla 3.1) [9]

López (2011, p. 22) [9] opina que LTE “tiene un mejor desempeño al establecer una conexión en movimiento. A pesar de que el sistema está pensado para operar de forma óptima a velocidades de 15km/h, el sistema es capaz de apoyar la movilidad hasta los 350km/h”.

Usando sistemas MIMO y dependiendo del número de antenas que tenga el sistema se puede tener mayor velocidad de transferencia de archivos. La Tabla 1.2, muestra los picos de velocidad en FDD para varias configuraciones posibles en el canal delantero y canal de reversa. (López N, 2011, p. 23) [9]

Tabla 1.2: Velocidades máximas en el uplink y downlink en modo FDD para distintas configuraciones

FDD downlink con 64 QAM	Configuración antena	1x1	2x2	4x4
	Velocidad máxima		100Mbps	172,8Mbps
FDD uplink con SISO	Tipo modulación	QPSK	16QAM	64QAM
	Velocidad máxima	50 Mbps	57,6 Mbps	86,4 Mbps

Fuente: López (2011 p.23 Tabla 3.2) [9]

López (2011, p. 22) [9] determina que “Es importante destacar que para el uplink siempre se ocupa una configuración MIMO 1x2 , es decir, que el terminal móvil transmite por una sola antena dos canales y la estación base recibe la información de dos canales por dos antenas”.

En FDD en el canal delantero (downlink), con una configuración de antena MIMO 1x1 se espera una velocidad teórica de 100Mbps, en MIMO 2x2 una velocidad de 173Mbps y MIMO 4x4 tendríamos una velocidad máxima de 326 Mbps, con un ancho de banda de 20 MHz. En el canal de reversa (uplink) se tendría una máxima velocidad de 50Mbps con modulación QPSK, en 16QAM la velocidad sería de 57Mbps aproximadamente y en 64QAM una velocidad máxima de 86Mbps todo esto en FDD.

López (2011, p.23) [9] afirma que “LTE tiene mayores áreas de cobertura en comparación a sus predecesores, una celda LTE ofrece un rendimiento óptimo para un radio de hasta 5 km, un rendimiento efectivo para un radio de hasta 30 km y rendimiento limitado en torno a 100 km. Gracias a este aumento de las capacidades de cobertura la planificación de las redes es mucho más flexible y de menor costo ya que requiere una menor cantidad de estaciones bases para cubrir un área”.

1.3.2. Análisis de los planes de banda ancha a nivel mundial: Caso de estudio USA-APT

A continuación en la Tabla 1.3 se observan los puntos positivos y negativos del plan de Asian-Pacific Telecommunity (APT) y del plan de banda ancha de EE.UU, los cuales son bastante relevantes para la región Latinoamericana, ya que los países aún deben decidir a qué plan acogerse para generar más beneficios a la comunidad.

Tabla 1.3: Pros y Contras de los planes de banda ancha APT y de EEUU.

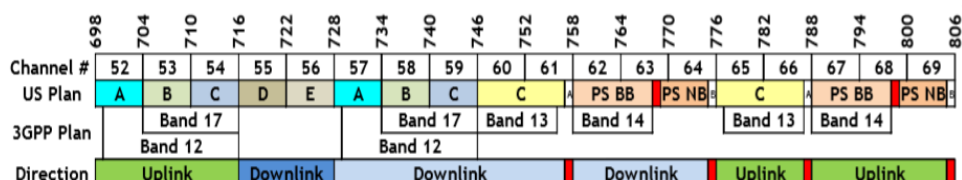
APT	
PROS	Diseñado asumiendo que el espectro esta limpio Beneficios importantes de las economías de escala (75% pobl). Total aprovechamiento de la banda (2x45 MHz).
CONTRA	A pesar de India, Nueva Zelanda y Australia la implementación del plan de banda de la APT por los países asiáticos sigue siendo trabajo en progreso. La disponibilidad de equipos para esta banda probablemente se quede por debajo del plan de banda EE.UU.
EEUU	
PROS	El plan de banda de EE.UU. tiene mucho equipamiento y disponibilidad de dispositivos que se ha desplegado en los EE.UU, gracias a las compañías que han invertido en esta tecnología. Mejor para los países que den prioridad a la liberación de la banda dentro de una poco tiempo.
CONTRA	EE.UU. tuvo que lidiar con los usuarios existentes y la seguridad pública. Menos disponibilidad de espectro (2x30 MHz)

Fuente: Fernandez (2011 p.28 Tabla 1) [10]

1.3.2.1. Plan desplegado en USA

El plan de banda de 700 MHz de EE.UU. divide la banda de frecuencias 698-806 MHz en una parte inferior de 700 MHz y una parte superior de 700 MHz. Según 3GPP las bandas 12 y 17 de FDD están definidas para trabajar en la parte inferior de 700 MHz, mientras

que las bandas 13 y 14 en la parte superior, para la operación de LTE; el bloque de frecuencias se muestra en la Figura 1.14 (4G Americas, Septiembre 2012, p.12) [11]



Fuente: 4G Americas (Septiembre 2012 p.12 Figura 1) [11]

Figura 1.14: Plan de EE.UU en la banda de 700 MHz

Para apoyar el plan de banda de 700 MHz en los EE.UU, 3GPP RAN4 ha definido las siguientes bandas de LTE y las especificaciones técnicas que figuran en la Tabla 1.4. Un dispositivo LTE en 700 MHz puede operar solo en una de estas bandas, y en algunos casos podrá operar en más de una de estas bandas. (4G Americas, Septiembre 2012, p.13) [11]

Tabla 1.4: Bandas soportadas en el Plan de EE.UU 700 MHz

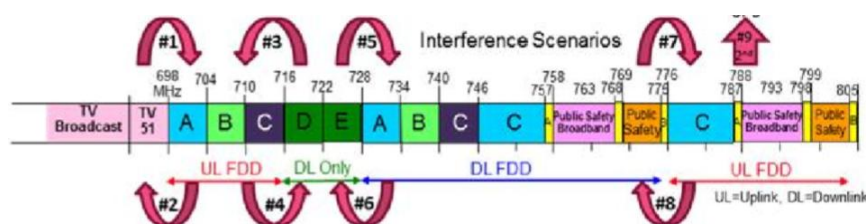
3GPP band number	FCC blocks	Duplex	Uplink Frequency	Downlink Frequency	Supported channel bandwidths					
					1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
12	Lower A, B, C	FDD	699 – 716 MHz	729 – 746 MHz	Yes	Yes	Yes	Yes		
13	Upper C	FDD	777 – 787 MHz	746 – 756 MHz			Yes	Yes		
14	Upper D, PS	FDD	788 – 798 MHz	758 – 768 MHz			Yes	Yes		
17	Lower B, C	FDD	704 – 716 MHz	734 – 746 MHz			Yes	Yes		
700 SDL ²⁵ (TBD)	Lower D, E	FDD SDL	N/A	717 – 728 MHz			Yes	Yes		

Fuente: 4G Americas (Septiembre 2012 p.13 Tabla 1) [11]

Especificaciones de rendimiento claves para el UE, incluyendo la sensibilidad de referencia y la potencia de salida máxima se han especificado en 3GPP; teniendo en cuenta una asignación para la

pérdida de inserción de banda de paso de la impresión a doble cara, debido a la estrecha separación Tx-Rx, así como las restricciones de diseño adicionales en el filtro para proporcionar rechazo debido a la coexistencia con los servicios en bandas adyacentes. Para la estación base, la sensibilidad de referencia y especificaciones de emisiones; son los mismos para todas las bandas de 700 MHz con la adición de los requisitos de emisiones especiales que puedan aplicarse para cumplir con los requisitos regulatorios locales o regionales.

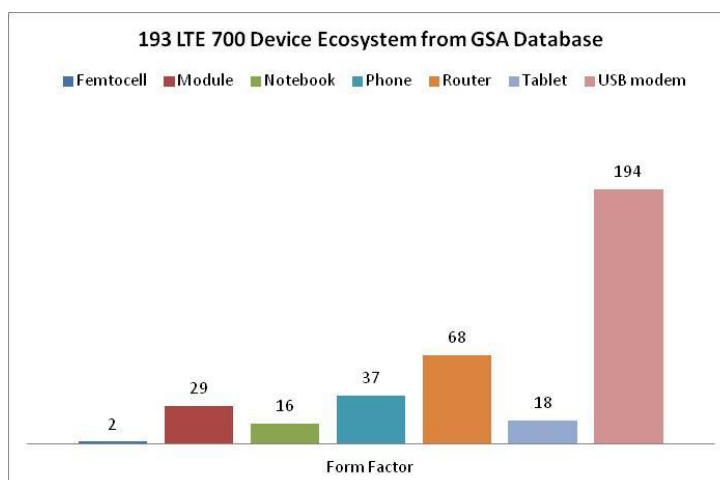
Escenarios de interferencia pueden existir para las bandas inferiores a 700 MHz debido a los servicios en bandas adyacentes, en particular los que se muestran en la Figura 1.15. (4G Americas, Septiembre 2012, p.13) [11]



Fuente: 4G Americas (Septiembre 2012 p.13 Figura 2) [11]

Figura 1.15: Interferencias en el Plan de EE.UU en la banda de 700 MHz

Según la encuesta de GSA realizada en julio de 2012, los dispositivos para trabajar en la banda de 700 MHz en los EE.UU han crecido rápidamente hasta incluir 193 productos de LTE incluyendo módulos para M2M, portátiles, teléfonos, routers para hotspots, tablets y módems USB, compatibles con más de 18 fabricantes como se muestra en la Figura 1.16 (4G Americas, Septiembre 2012, p. 21) [11]



Fuente: 4G Americas (Septiembre 2012 p.21 Figura 5) [11]

Figura 1.16: Ecosistema de Dispositivos del Plan de EE.UU en la banda de 700 MHz

1.3.2.2. Plan desplegado por la APT

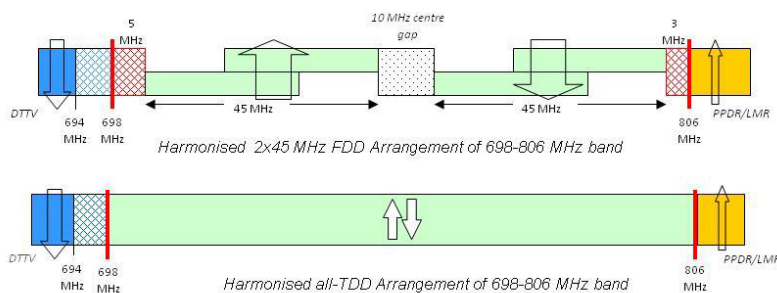
APT ha hecho un considerable trabajo para desarrollar un plan de banda armonizada en 698 MHz- 806 MHz, para ayudar a los países en la Región 3. Esto les permitirá maximizar beneficios a la región, a través de la interoperabilidad, las economías de escala y de roaming por los usuarios. (4G Americas, Septiembre 2012, p. 15) [11]

En la medida de lo posible, estas disposiciones también deben reflejar los importantes principios de:

- Uso eficaz del espectro;
- El tamaño de los bloques de espectro máximo, y
- Las medidas de protección adecuadas para los servicios en bandas adyacentes.

Hay dos variantes, uno para FDD que ofrece 2x45 MHz de espectro contiguo y el otro para TDD. Ambos cubren el mismo rango de

frecuencias 698-806 MHz como plan de banda 700 MHz de EE.UU. (4G Americas, Septiembre 2012, p. 15) [11]

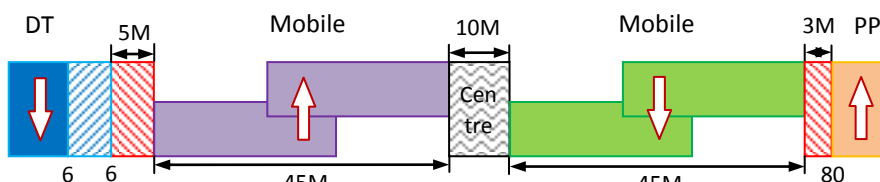


Fuente: 4G Americas (Diciembre 2012 p.15 Figura 3) [7]

Figura 1.17: Variantes de FDD y TDD en el plan de 700 MHz de APT

1.3.2.2.1. Plan de banda armonizada FDD usado APT

En la Figura 1.18 y la Tabla 1.5, se puede apreciar que para evitar las interferencias en las bandas adyacentes, se decidió tener una banda de guarda de 5 MHz, en la parte inferior (698 MHz-703 MHz) y una en de 3 MHz en la parte superior (803-806 MHz). FDD trabaja con 2 canales de 45 MHz y con una banda central de 10 MHz, por lo que la banda disponible para servicios móviles sería de 703 MHz - 748 MHz y 758-803 MHz. (Katz & Flores-Roux, 2011, p.61) [12]



Fuente: Asia-Pacific Telecommunity (2012 p.20 Figura 3) [13]

Figura 1.18: FDD en el plan de 700 MHz de APT

Tabla 1.5: FDD en el plan de 700 MHz de APT

Spectrum block allocation parameters	Allocation
Centre gap	10 MHz
Guard band between FDD uplink and system operating below 698MHz	5 MHz
Guard band between FDD downlink and system operating above 806MHz	3 MHz
FDD size	45 MHz x 2

Fuente: Asia-Pacific Telecommunity (2012 p. 20 Tabla 3) [13]

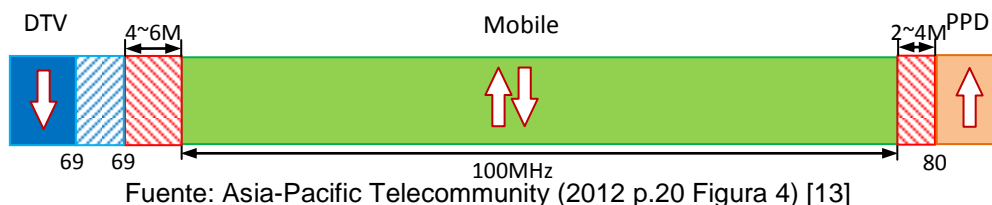
1.3.2.2.2. Plan de banda armonizada TDD usado en APT

Las disposiciones de frecuencias de TDD en la banda de 698 MHz - 806 MHz, podrían ser 5 bloques de 20 MHz cada una, con banda de guarda entre 4 y 6 MHz en ambos lados, como se muestra en la Figura 1.19 y Tabla 1.6, ya que esto proporciona la disposición más eficiente de TDD. (Asia-Pacific Telecommunity, 2012, p.20) [13]

Tabla 1.6: TDD en el plan de 700MHz de APT

Spectrum block allocation parameters	Allocation
Guard band between TDD system and system operating below 698 MHz	4~6 MHz
Guard band between TDD system and system operating above 806 MHz	2~4 MHz
TDD size	100 MHz

Fuente: Asia-Pacific Telecommunity (2012 p.20 Tabla 4) [13]



Fuente: Asia-Pacific Telecommunity (2012 p.20 Figura 4) [13]

Figura 1.19: TDD en el plan de 700 MHz de APT

1.4. Convergencia de los servicios de Banda Ancha Móvil

Dado la expansión del despliegue de banda ancha a nivel mundial, cada vez más personas tienen acceso a los servicios convergentes presentados tanto por las operadoras de telefonía móvil como por empresas que usan internet para brindar servicios de entretenimiento y comunicación, a pesar de que estas empresas no cuentan con sus propias redes en ciertas ocasiones compiten con las operadoras de telefonía móvil.

El crecimiento de los servicios convergentes viene evidenciado por el aumento del tráfico IP; según estadísticas de CISCO el flujo mundial se ha multiplicado por ocho entre 2006 y 2011, y se prevé que el tráfico se multiplique por cuatro entre 2010 y 2015; en América Latina el tráfico creció un 56% en el 2010. (Hernández, 2012, p 21) [14]

En la Tabla 1.7 podemos observar qué porcentaje del flujo de datos se realizó por banda ancha móvil por medio del uso de teléfonos inteligentes y tablets en América Latina, en el año 2011.

Tabla 1.7: Tráfico de datos sobre América Latina

	Móvil	Tablet	Otros
Argentina	77,0%	17,1%	5,8%
Brasil	56,0%	39,9%	4,1%
Chile	78,8%	15,7%	5,6%
Colombia	53,7%	38,9%	7,4%
Costa Rica	63,9%	27,1%	8,9%
Ecuador	58,0%	30,0%	12,0%
México	58,2%	27,8%	14,0%
Perú	65,0%	24,1%	11,0%
Puerto Rico	45,6%	34,6%	19,9%
Venezuela	57,8%	31,4%	10,8%

Fuente: Content & Apps (2011 p.1 Tabla 1) [15]

Es necesario destacar que en América Latina y Norteamérica, los servicios convergentes de la banda ancha móvil son generalmente más usados para descargar aplicaciones o visitar medios de entretenimiento; los principales portales y servicios brindados a través de Internet se describen a continuación en la Tabla 1.8, para los sectores antes mencionados. Cabe recalcar que un factor decisivo en cuanto a banda ancha móvil es el porcentaje de penetración de teléfonos inteligentes y la velocidad de banda ancha móvil, gracias a que ambos factores tienen niveles aceptables en Norte América, el tráfico de información y la cantidad de servicios que se pueden prestar son mayores que en Latinoamérica. (Hernández, 2012, p 22) [14]

Tabla 1.8: Clasificación de los servicios y aplicaciones más populares.

América Latina		América del Norte	
1. YouTube	26.6 per cent	1. Netflix	29,0%
2. Browsing	20.0 per cent	2. YouTube	12,2%
3. BitTorrent	9.2 per cent	3. Browsing	11,5%
4. Facebook	7.0 per cent	4. BitTorrent	11,3%

Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2012 p.24 Tabla 2) [16]

Entre los servicios más destacados que hoy en día se usan a través de banda ancha móvil tenemos:

- VoIP y Chat de video, quizá uno de los servicios que ha tenido mayor popularidad y aceptación sea VoIP, el cual comenzó como una alternativa para llamadas de voz entre usuarios de forma gratuita, ha evolucionado mucho en calidad hasta gozar de una calidad comparable al servicio telefónico tradicional, y debido a el desarrollo de los teléfonos inteligentes y Tablet se ha popularizado en muchos países, y gracias al aumento de ancho de banda muchos proveedores pueden ofrecer junto con este servicio el de video llamada y mensajería instantánea la cual representa competencia al servicio de mensajerías tradicionales debido a que el servicio de telefonía móvil tiende cada vez más a orientarse a brindar servicio de datos a través de banda ancha móvil.

Hay dos tipos de servicio de VoIP, el que es brindado por aplicaciones que encontramos para descarga gratuita en la red que funcionan en cualquier dispositivo inteligente y los que son brindados por las operadoras, las cuales solo requieren de un

teléfono ordinario con conexión a servicio de datos sin necesidad de descargar aplicaciones.

- Los servicios de contenido de video, son otros que han encontrado gran cabida en internet y en específico en redes de banda ancha móvil; estos servicios pueden ser brindados a través de portales web, por medio de videos previamente grabados o cargados por otros usuarios. Entre los portales más usados podemos citar a YouTube, que desde su comienzo en 2005 ha crecido de forma exponencial; en publicaciones recientes de esta organización se reveló que se cargan cerca de 60 horas de video por minuto en todo el mundo, y se reproducen cerca de 4000 millones de videos.

También se pueden brindar por medio del uso de IPTv, que es un servicio gestionado con normas definidas de calidad; se presta a través de aplicaciones en las cuales se permite escoger el canal de preferencia entre otras funciones que varían con cada aplicación.

- Los medios sociales y las redes de comunicación social, además de los sitios web de video antes mencionados, las redes sociales son sitios de intercambio de Imagen muy concurridos hoy en día; gracias a los accesorios con los que cuentan los teléfono inteligentes, como un ejemplo de estos servicios podemos citar Instagram que recientemente fue adquirido por Facebook otro gigante a nivel mundial en lo referido a éste tema; Instagram ha registrado a 35 millones de usuarios en solo 18 meses, y atraído inversiones importantes de las principales empresas del capital riesgo.
- El desarrollo de apps o aplicaciones para teléfonos inteligentes y tablets, han experimentado grandes niveles de evolución, según

un estudio independiente en Estados Unidos; representaba casi 500000 plazas de trabajo a finales del 2011 y generaron ingresos de 20000 millones de dólares, este mismo estudio revela que un usuario normal al día permanece 1 hora conectado mediante un teléfono inteligente, y las dos terceras partes de este tiempo accede mediante aplicaciones. Entonces podríamos concluir que el número de usuarios que accede a internet a través del uso de banda ancha móvil en un teléfono inteligente representa el doble de los que lo hacen por un explorador habitual, la Tabla 1.9 nos muestra las principales tiendas de apps y sus descargas, fácilmente identificamos que los líderes en descargas, son aquellas que tienen una amplia gama de smartphones disponibles, con ello ratificamos que el uso de banda ancha móvil está ligado al uso de teléfonos inteligentes. (Hernández, 2012, ps. 23 - 31) [14]

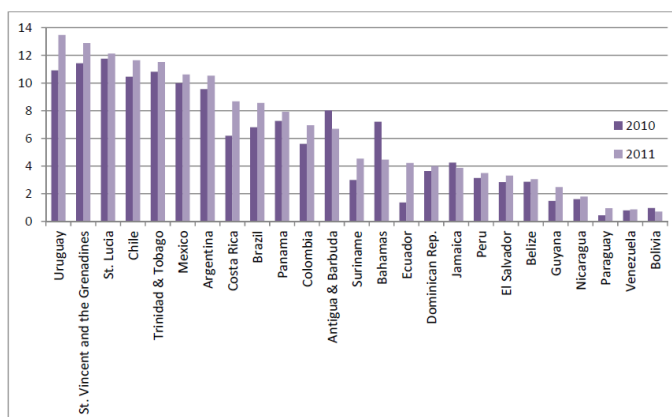
Tabla 1.9: Tiendas de Apps (Aplicaciones) más conocidas

Million	Downloads/day
Android Market	33
Apple App Store	32
BlackBerry App World	6.0
Nokia Ovi Store	5.7
GetJar	3.0
Windows Phone 7 Marketplace	1.6
Opera Mobile Store	0.7
China Mobile Mmarket	0.6
HP App Catalog	0.5
Samsung Apps	0.5

Fuente: Content & Apps (2011 p.1 Figura 3) [15]

1.5. Brecha de la Banda Ancha

A pesar del desarrollo de la banda ancha móvil, la banda ancha fija y de los esfuerzos de las organizaciones que regulan las telecomunicaciones a nivel global, aún existen marcadas diferencias entre países, y entre regiones dentro de un mismo país; esta desigualdad de acceso a servicios de banda ancha es la denominada brecha de banda ancha, si analizamos la situación en América mediante la Figura 1.21, la comparación entre los datos del 2010 y los resultados preliminares de 2011, podemos concluir que el número de abonados a la banda ancha fija en la Región continúan siendo bajo. Si no consideramos los principales países que destacan en temas de banda ancha como Barbados, Canadá y Estados Unidos, ninguno de los países de la región supera los 14 abonados que usan la banda ancha por cada 100 habitantes, éstas estadísticas revelan la brecha que existe entre estos países. Además, como puede observarse en la Figura 1.20, la tendencia de los abonados a la banda ancha fija en la Región es diversa. En ciertos países, como Uruguay, San Vicente y las Granadinas, Chile, Argentina, Costa Rica, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana y Paraguay, se observó entre 2010 y 2011 un saludable crecimiento de los abonados a la banda ancha fija; pero en otros, como Bahamas, Jamaica y Bolivia, el número de abonados con acceso a la banda ancha fija por cada 100 habitantes, sufrió un descenso real entre 2010 y 2011, probablemente esta fluctuación en la tasa de penetración se deban a un aumento acelerado de la población en el tiempo de análisis. (Hernández, 2012, ps.18-19). [14]



Fuente: Hernández (2012 p.19 Figura 6) [14]

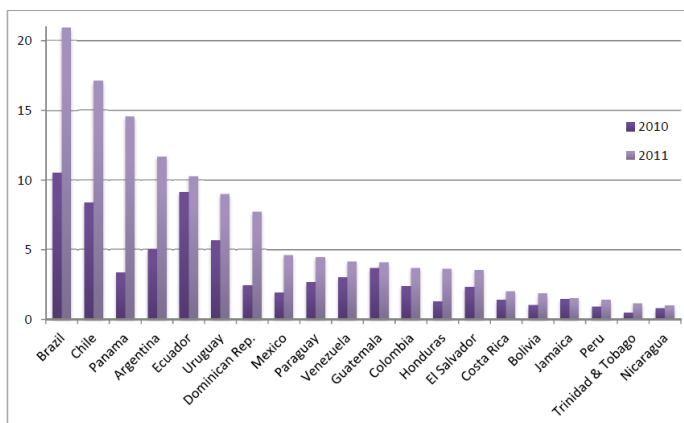
Figura 1.20: Abonados de Banda Ancha Fija en América

Debido a las facilidades que representa el uso de banda ancha móvil se ha generado en los usuarios una marcada tendencia en el uso de este medio, principalmente porque la banda ancha fija necesita de costosas redes de acometida para cada ciudadano que desea tener este tipo de acceso a la red. En base a esta premisa se ha tomado a la banda ancha móvil como la más opcionada para combatir la brecha digital, mediante la implementación de redes de banda ancha móvil para lograr la universalización de las TICs. (Hernández, 2012, p.18) [14]

La Figura 1.21 nos muestra las tasas de penetración de la banda ancha móvil en algunos países, el número de abonados activos en la banda ancha móvil por cada 100 habitantes se duplicó e incluso triplicó de 2010 a 2011; pasando Brasil de 10 aproximadamente a más de 20, Chile de 8 aproximadamente a más de 17, Panamá de 3 aproximadamente a más de 14 y Argentina de 5 a casi 12. También se manifestó un pronunciado crecimiento en otros países, como Uruguay, República Dominicana, México, Paraguay, Venezuela, Colombia, Honduras y El Salvador.

Dependiendo de la topografía, coste del espectro, dotaciones de infraestructura cableada y otras variables, las redes inalámbricas pueden resultar menos caras de desplegar que las redes cableadas, con capacidades de banda ancha semejantes. (Hernández, 2012, ps.18-19) [14]

Tal como se manifiesta en el informe de Unión Internacional de Telecomunicaciones, Impacto Regulatorio de la Convergencia y de Banda Ancha en las Américas (2012, p.19) [16], “según un concepto denominado “transferencia inalámbrica”, en los países con baja penetración de redes cableadas pueden producirse inversiones muy superiores en comunicaciones inalámbricas de la próxima generación, lo que dará lugar a que el número de usuarios inalámbricos supere al de las redes cableadas para acceder a la banda ancha.”



Fuente: Hernández (2012 p.20 Figura 7) [14]

Figura 1.21: Abonados de Banda Ancha Móvil en América

1.5.1. Acceso Universal

Un usuario de banda ancha móvil lo que usualmente pretende al acceder a este medio es usar los servicios disponibles en Internet, y a

través de la red se puede prestar prácticamente cualquier servicio inclusive los que han sido declarados de acceso universal, a continuación presentaremos los principales:

- Web Browsing. Corresponde a lo que el usuario conoce como navegación, este es uno de los servicios más prestados en internet.
- Streaming y Flash Video. Este servicio también es uno de los más usados online, corresponde a la reproducción de contenidos multimedia en tiempo real o precargado online.
- P2P. Permite la compartición de archivos de cualquier clase utilizando como medio de transporte los protocolos TCP y UDP, dependiendo de la aplicación a la que están destinada los paquetes, mediante la generación de múltiples conexiones entre los nodos que comparten la información
- Redes Sociales. Actualmente estos servicios se encuentran en auge, se describe como aquel que permite la interacción y autogeneración de contenido por parte de los usuarios que comparten la red. (Sandoval, 2011, ps. 26-27) [17]

La ventaja del servicio de banda ancha móvil frente al servicio de banda ancha tradicional radica especialmente en que es esencialmente móvil; debido al gran uso de la telefonía móvil, existen requerimientos de servicios de ciertos abonados que no necesariamente son iguales que los del servicio de banda ancha tradicional. Por esta razón la banda ancha móvil es una herramienta espectacular para lograr la universalización de servicios, pero es importante tener en cuenta las necesidades y los tipos de abonados a los cuales se va a prestar el servicio, y en base a esto realizar planes

de venta ya que para cada tipo de usuarios existen indicadores que nos pueden orientar en cuanto a sus requerimientos.

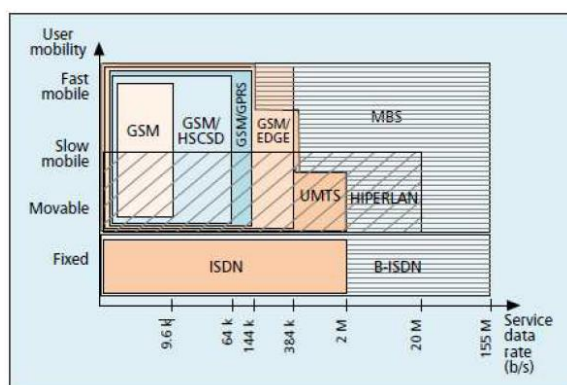
Primero tenemos a los usuarios que han utilizado este servicio desde el inicio, éstos son definidos como nativos digitales, usualmente estos usuarios necesitan estar 100% conectados 24 horas al día, 7 días a la semana, 365 días del año. El segundo grupo son los inmigrantes digitales, que corresponde aquellos que han tenido que adaptarse a la tecnología y entienden que estar online es cada vez más necesario. El tercer grupo corresponde a los usuarios que no diferencian entre el servicio inalámbrico brindado por redes con acceso WiFi y el de un servicio móvil que proporciona las operadoras del servicio móvil avanzado, debido a que usan laptops o smartphones para conectarse en forma inalámbrica a Internet.

Con esta corta descripción de los usuarios se puede observar, que estamos frente a usuarios más especializados que los de la banda ancha tradicional, o que simplemente han evolucionado de ésta con el objetivo de buscar nuevos servicios. (Sandoval, 2011, ps. 27-28) [17]

Aunque es necesario considerar que los mercados actuales cada vez necesitan más velocidad, el satisfacer esta necesidad genera que la movilidad de los dispositivos se reduzca tal como observamos en la Figura 1.22; la disminución de movilidad principalmente se debe a que estos servicios demandan altos niveles de tráfico, y requieren procesamiento más complejo que habitualmente sólo computadores personales fijos o laptops pueden realizar, esto obliga a que el usuario tenga una movilidad reducida vinculándolo a una área específica.

Aunque por otro lado el servicio móvil avanzado es prestado en terminales tradicionales con procesadores de capacidades reducidas

y pantallas de menor tamaño; corresponden en su mayoría a servicios de correos o navegación en el móvil con micro-browsers, propios de cada marca de teléfono o de cada sistema operativo del dispositivo. La creciente penetración de tablets y smartphones que cuentan con procesadores más potentes y pantallas más amplias, permitirían la descarga y ejecución de aplicaciones multimedia como: YouTube, Facebook, aplicaciones de comercio electrónico, además de otras que permiten compartición de archivos como rapidshare, dropbox, market propios de cada sistema operativo, además estos dispositivos actualmente tienen muchas de las funcionalidades asociadas a computadores personales, que estén siendo absorbidas o adaptadas para dispositivos inteligentes. (Sandoval, 2011, p. 28) [17]



Fuente: Sandoval (2011 p.27 Figura 2.15) [17]

Figura 1.22: Movilidad en Tecnologías Móviles

Algunos ISP tienen grandes complicaciones debido a los protocolos P2P producidos debido a sus características propias de operación, ya que tienden a usar en forma agresiva todo el ancho de banda disponible; en un modelo de servicio fijo esto se traduce en que estos protocolos, o los servicios que usan estos protocolos utilizan todo el ancho de banda de la línea de acceso, incluso al punto de acaparar el

ancho de banda necesario en los servicios interactivos del mismo usuario, ocasionando malestares y creando experiencias negativas en cuanto a navegación.

En el caso de los servicios móviles el efecto es mucho mayor, dado que el acceso móvil es compartido, el tráfico interactivo no sólo afectará al mismo usuario que lo ejecuta, sino también a los usuarios que comparten el servicio en la misma celda o incluso a los usuarios de la misma zona de cobertura del RNC (Controlador de Red de Radio). (Sandoval, 2011, p. 30) [17]

Entonces el uso del servicio depende del modelo comercial del servicio que se desea prestar, y este modelo debe ser construido en base a las características del mercado como las que analizamos anteriormente. Por ejemplo si un usuario tiene un plan donde el precio depende del volumen de datos al que tiene acceso se preocupará de usar sólo lo que realmente necesita, en cambio sí se encuentra con planes ilimitados generalmente tienden a usar todo lo que necesita o más aún todo lo que puede dependiendo de las capacidades del dispositivo móvil que posea; si este fuera el caso tendríamos usuarios intensivos que sobre usan los recursos, y que pueden incluso afectar a los demás clientes a través de una demanda de ancho de banda excesiva que sobrepasa los parámetros técnicos de diseño y perjudica comercialmente a los prestadores de servicio. Si existiera un número alto de estos usuarios el servicio prestado no sería rentable y podría tener mala calidad lo que afectaría enormemente la Imagen de la empresa que presta el servicio. (Sandoval, 2011, ps. 30-31) [17]

1.5.2. Velocidad

La velocidad es uno de los ítem que definen la evolución hacia 4G y el uso de banda ancha móvil, entonces si se desea determinar cuál es el flujo de datos total de una red en la hora predeterminada, se puede suponer con toda certeza que corresponde a la suma de las velocidades de transmisión que tienen todos los usuarios que están generando tráfico en la hora previamente establecida, como se muestra en la ecuación (1.1).

$$\text{Throughput Flujo de Datos} = \text{Velocidad}_i \text{ Pr}(U_i)$$

Ecuación (1.1)

Pero evidentemente lo que los usuarios necesitan es determinar cuál es la velocidad instantánea de ellos y cuál es la probabilidad de que varios usuarios se encuentren traficando en un instante dado, debido a que esto influiría en la velocidad de cada uno. (Sandoval, 2011, ps. 28-29) [17]

Según lo establecido por Sandoval (2011, p28) [17] “Este cálculo no es trivial por lo que se debe recurrir a una simplificación del problema utilizando una velocidad de diseño equivalente que representa el aporte que realiza todo el parque del servicio a éste throughput, tal como se muestra en la ecuación (1.2)”.

$$\text{Throughput} = \text{VelocidadDiseño} * \text{Numero de Usuarios}$$

Ecuación (1.2)

La velocidad de diseño a la que hacemos mención es directamente proporcional al volumen promedio de tráfico que cada usuario tiene mensualmente, y al uso del servicio en términos de conexiones diarias y días al mes que utiliza el servicio, tal como se observa en la ecuación (1.3).

$$\text{Throughput} = \text{VolDatosMes} * \text{HorasDias} * \text{DiasMes} * \text{NumeroUsuarios}$$

Ecuación (1.3)

Aunque se podría pensar que esta forma de cálculo es bastante simple, representa una buena aproximación para el cálculo de capacidades de una red móvil y fija. Pero si es necesario o estamos obligados a mejorar la exactitud, debemos considerar que efectivamente no todos los usuarios tienen el mismo comportamiento, como observamos en la ecuación (1.4), y se puede utilizar valores indexados al tipo de plan comercial que tienen estos usuarios, obteniendo: (Sandoval, 2011, ps. 28-29) [17]

$$\text{Throughput} = \sum_{i=\text{planes}} \text{VolDatosMes}_i * \text{HorasDias}_i * \text{DiasMes}_i * \text{NumeroUsuarios}_i$$

Ecuación (1.4)

1.5.3. Costos de implementación

Los costos necesarios para el despliegue de Banda ancha móvil son una pieza clave para saber el grado de desarrollo que pueden alcanzar los mercados y comprender el servicio en sí, existen proveedores de red destacados como Ericsson y Nokia Siemens Network, que han realizado diversos trabajos donde tratan los diferentes aspectos que influyen en los costos que los operadores

deben incurrir para poder prestar el servicio de banda ancha móvil, y acceder a los beneficios que este conlleva, por consiguiente como estos costos aumentan el precio final que los usuarios deben pagar también lo hace como medida de las operadoras para recuperar la inversión.

En primer lugar están los costos asociados al acceso, aquí se consideran las inversiones de hardware y software de radio bases, arriendo de sitios en caso de que se realice compartición de infraestructura, costos de energía, mantenimiento del sitio y cualquier otro gasto que influya para que los equipos operen en buenas condiciones.

La cantidad de estaciones base desplegadas por el operador depende exclusivamente de la demanda de datos del mercado, de la cobertura necesaria o que se desea tener y de la distribución geográfica de los abonados. Es necesario analizar las obligaciones que el organismo regulador haya impuesto al operador por concepto de asignación de espectro, ya que podría ser que se le exija realizar grandes inversiones cuando la demanda en estos sitios es ilimitada lo que vuelve poco rentable y riesgosa la inversión. (Sandoval, 2011, p. 35)
[17]

Luego tenemos los costos de transmisión tanto en el backhaul (es una porción de red que comprende enlaces intermedios entre los elementos de núcleo y las subredes en sus bordes), transmisión entre elementos del núcleo, mediante paquetes. Las capacidades del backhaul dependen del máximo uso que tenga la celda y de las velocidades que puedan alcanzar los usuarios; por esta razón es necesario considerar los picos de tráfico y el crecimiento a corto plazo que depende del tiempo de respuesta que se pueda ofrecer

Si analizamos la Figura 1.23, observamos en detalle los costos asociados con el despliegue de redes de datos 3G y 4G, y se estima que aproximadamente el 60% de la capacidad de la red es el margen que las operadoras deben aprovechar al máximo para garantizar el éxito de su inversión; en ambos estudios antes mencionados se estima que los costos de una red madura deberían ser menor a 1€/GByte, siempre y cuando se tenga un tráfico promedio de 3 GBytes en un mes, el costo de red que este usuario representa a su operados debería ser menor a 3€ pero este valor no solo depende de los factores antes mencionados sino de otros que analizaremos a continuación. (Sandoval, 2011, ps. 35-36) [17]



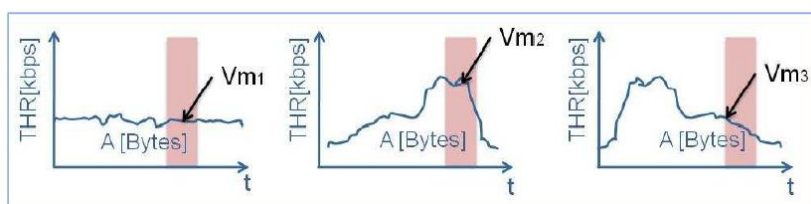
Fuente: Sandoval (2011 p.36 Figura 2.21) [17]

Figura 1.23: Modelo de Costos

El tráfico que un usuario tenga en la hora de más carga de la red es totalmente independiente, al hecho de que su nivel de consumo mensual es representativo o no; éste un factor sumamente importante que influye para que el precio que tenga que cubrir el usuario se eleve.

La velocidad media por suscriptor durante la hora cargada que es utilizada para el tráfico la podemos determinar como la razón entre el throughput máximo y el número de abonados del servicio.

La Figura 1.24 nos demuestra que aunque el volumen total descargado para los tres perfiles es el mismo, el aporte al throughput total en la hora cargada es claramente diferente, y con facilidad observamos que V_{m2} es mayor a todos los demás y que V_{m3} es mayor a V_{m1} , de esta forma podemos caracterizar a los usuarios según la cantidad de throughput que aportan. (Sandoval, 2011, ps. 36-37) [17]



Fuente: Sandoval (2011 p.36 Figura 2.22) [17]

Figura 1.24: Perfiles de tráfico que aportan con distintas intensidades en la hora cargada

Aunque también podemos medir el tráfico de un usuario de forma tradicional mediante el volumen consumido en un mes, así podremos determinar que usuario es intensivo y cual no, en caso de que tengamos un alto volumen de consumo mensual. Pero al medir de esta forma el consumo no representaría la intensidad de tráfico que éste aporta a la hora cargada y consecuentemente el costo que representa para el operador, a menos que se agrupen los usuarios según su comportamiento y establecer la relación entre intensidad y volumen.

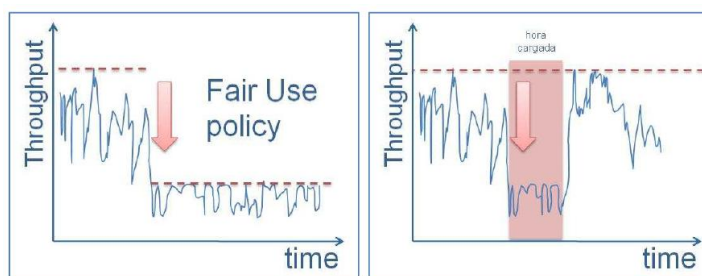
Estos dos tipos de usuarios de banda ancha móvil se pueden catalogar en cuatro grupos dependiendo de la utilización de recursos que tengan. Existen usuarios de bajo uso, normales, intensivos y ofesores.

Los usuarios ofesores son una preocupación constante de los proveedores del servicio, debido a que a pesar de representar un grupo sumamente bajo de usuarios manejan la mayor proporción del tráfico en la red; considerando que alrededor del 5% de los usuarios de este servicio fueran ofesores podrían sobrepasar el 40% del tráfico cursado por la red lo que perjudica enormemente al resto de usuarios, debido a que no tendrán espacio para navegar libremente por la red, esto obliga a que los operadores realicen grandes inversiones en la red para mantener la calidad del servicio en todos sus usuarios volviendo cada vez más riesgosa la inversión. (Sandoval, 2011, ps. 37-38) [17]

Los planes de BAM se caracterizan por la máxima velocidad que pueden alcanzar los usuarios, lo cual las operadoras controlan a través del MBR (Maximum Bit Rate), ya que existen pequeños grupos de usuarios que contribuyen enormemente al flujo de datos, degradando la calidad de experiencia del resto.

Los operadores han optado por la estrategia de *fair use* (uso justo), para controlar a los usuarios ofesores mediante la definición de un límite de tráfico que una vez alcanzado modifique la velocidad de acceso considerablemente entre un 10 – 20 % del valor original; aunque esta táctica es ineficiente pues restringe la velocidad máxima por usuario aun habiendo disponibilidad de recursos, además de que existen casos en lo que los usuarios siguen siendo intensivos a pesar de tener menor velocidad lo que continua perjudicando a los demás. (Sandoval, 2011, p. 37) [17]

Existe otra alternativa que consiste en la manipulación de la prioridad del cliente en vez de su velocidad como nos muestra la Figura 1.25, y así una vez que un usuario alcance el límite su prioridad se alterará por una menor y con ello su velocidad disminuirá en la hora de carga del sitio, pero podrá navegar a máxima velocidad cuando el flujo de datos en la red sea menor. Esta nueva política, también conocida como *Intelligent Fair Use*, o *fair use inteligente* lo que incentiva a los usuarios ofensores a cambiar sus costumbres al conectarse, específicamente la hora a la cual se conectan debido a que la velocidad será mucho mayor en las horas valles que en las horas de cargada, permitiendo un uso más eficiente de los recursos de la red disponible. (Sandoval, 2011, p. 38) [17]



Fuente: Sandoval (2011 p.39 Figura 2.23) [17]

Figura 1.25: Efecto de la política de Fair Use

CAPÍTULO 2

ESPECTRO RADIOELÉCTRICO PARA LAS APLICACIONES DE LA BANDA ANCHA MÓVIL

2.1. Bandas necesarias para el despliegue de LTE

Las bandas de espectro radioeléctrico que fueron asignadas por la UIT para el servicio IMT fueron en total 1177 MHz, pero no todas estas bandas están disponibles; estas bandas representan un gran desarrollo para los servicios móviles, ya que se adaptan a las telecomunicaciones móviles a nivel mundial. En la Tabla 2.1 se muestran las bandas asignadas por la UIT. (Restrepo, 2011, p.40) [18]

Tabla 2.1: Bandas de frecuencias asignadas por la UIT

Band (MHz)	Footnotes identifying the band for IMT
450-470	5.286AA
698-960	5.313A, 5.317A
1 710-2 025	5.384A, 5.388
2 110-2 200	5.388
2 300-2 400	5.384A
2 500-2 690	5.384A
3 400-3 600	5.430A, 5.432A, 5.432B, 5.433A

Fuente: UIT-R (ITU-R M.1036-4 2012 p. 2 Tabla 1) [19]

La banda 450-470 MHz se ha identificado para su utilización por las administraciones que deseen introducir las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT).

La banda, o partes de la banda 698-790 MHz, en Bangladesh, China, Corea del Sur, India, Japón, Nueva Zelanda, Papua Nueva Guinea, Filipinas y Singapur se han identificado para su utilización por las administraciones que deseen introducir IMT. (UIT-R, 2012) [19]

Las partes de la banda 698-960 MHz en la Región 2 y la banda 790-960 MHz en las Regiones 1 y 3 que están atribuidas al servicio móvil a título primario, se han identificado para su utilización por las administraciones que deseen introducir las IMT.

Las bandas, o partes de las bandas 1710-1885 MHz, 2300-2400 MHz y 2500-2690 MHz, se identifican para su utilización por las administraciones que deseen introducir las IMT de conformidad con la Resolución 223 (Rev.CMR-07). (UIT-R, 2012) [19]

Las bandas 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz están destinadas a su utilización, a nivel mundial, por las administraciones que deseen introducir las IMT-2000. Dicha utilización no excluye el uso de estas bandas por otros servicios a los que están asignados.

En Corea del Sur, Japón y Pakistán, la banda 3400-3500 MHz está identificada para ofrecer las IMT. (UIT-R, 2012) [19]

A continuación se detallan las bandas comerciales y más importantes de LTE hasta el momento.

BC1, LTE Band 1 ó Class 1: Es una banda LTE empleada en Asia, en países como Japón, Corea del Sur y también en Israel. La frecuencia en la que trabaja esta banda es en 2100 MHz.

BC2, LTE Band 2 ó Class 2: Ésta banda corresponde a la banda LTE secundaria empleada por U.S. Cellular (carrier CDMA), ya que este

operador tiene LTE en BC12 como banda LTE principal. La frecuencia de trabajo es en 1900 MHz. (Principales bandas 4G LTE y las Band Classes, 2013) [20]

BC3, LTE Band 3 ó Class 3: Es una de las bandas LTE empleada en Australia, ya que ahí también utilizan BC7 y BC20, además esta es la tercera banda LTE en "popularidad" en Europa, después de BC20 y BC7, en países como Reino Unido, Finlandia, Alemania, Polonia. También es utilizada en Asia en países como Singapur y Corea del Sur. La frecuencias es de 1800 MHz.

La banda de 1800 MHz también es usada en algunos países Europeos en redes 2G debido a que aún no despliegan sus redes hacia 4G, por lo que esta banda puede ser dividida para el uso de tecnologías 2G y LTE. En Latinoamérica el operador Digitel tendría pensado usar esta banda para LTE en Venezuela. (Principales bandas 4G LTE y las Band Classes, 2013) [20]

BC4, LTE Band 4 ó Class 4 ó LTE AWS: La famosa banda AWS, más precisamente AWS-1, que se compone del espectro entre 1700 MHz y 2100 MHz. La banda de 1700 MHz para upload y la banda de 2100 MHz para download. Es usada principalmente en varios operadores de Norteamérica como en Canadá, EE.UU, México y en algunos países de América Latina.

BC5, LTE Band 5 ó Class 5: Algunos países de Asia como Corea del Sur e Israel usan ésta banda que trabaja a 850 MHz.

BC6, LTE Band 6 ó Class 6: Ésta es otra banda LTE empleada en Japón, su frecuencia corresponde a 800 MHz. (Principales bandas 4G LTE y las Band Classes, 2013) [20]

BC7, LTE Band 7 ó Class 7: La banda más desplegada en Europa y Australia es la banda de 2600 MHz; aunque algunos operadores Latinoamericanos también implementaran LTE en BC7, además de Hong Kong y Rusia.

BC10, LTE Band 10 ó Class 10: Ésta banda es muy similar a BC4 pero con mayor ancho de banda, se cree que esta banda se implementará en Ecuador, Perú y Uruguay; independientemente a la implementación de otras bandas LTE.

BC12, LTE Band 12 ó Class 12: Es la banda de cuarta generación empleada por U.S. Cellular (carrier CDMA) en EE.UU. (Principales bandas 4G LTE y las Band Classes, 2013) [20]

BC13, LTE Band 13 ó Class 13: Es la banda LTE que emplea Verizon Wireless en Estados Unidos.

BC17, LTE Band 17 ó Class 17: La banda LTE inicial que está empleando At&T (LTE en 700 MHz), aunque At&T también cuenta con licencia para BC4.

BC20, LTE Band 20 ó Class 20: Otra de las bandas LTE muy usada en Europa, Australia y Rusia (LTE en 800 MHz). (Principales bandas 4G LTE y las Band Classes, 2013) [20]

BC23, LTE Band 23 ó Class 23: Su frecuencia es de 2 GHz y está asignada a Dish Network en Estados Unidos

BC25, LTE Band 25 ó Class 25: Banda LTE de 1900 MHz para Sprint (Carrier CDMA) en EE.UU.

BC28, LTE Band 28 ó Class 28: Es la banda de 700 MHz, pero al estilo Asia-Pacífico, que se pretende impulsar también en América Latina, presente en Nueva Zelanda y otros países de Asia Pacífico. Algunos países como Australia y Japón implementarán BC28 a partir

del 2015. BC28 es conocida comúnmente como "Plan APT" (APT en Modo FDD).

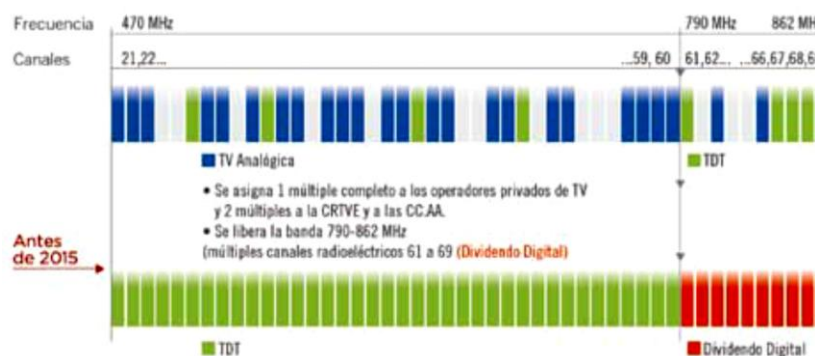
Otras bandas LTE son BC11 que trabaja a 1500 MHz, que se implementa en Japón junto a BC18 en 800 MHz; BC8 LTE en 900 MHz próximamente en Europa, Japón y América Latina, BC9 LTE en 1700 MHz/1800 MHz, BC14 otra banda LTE en 700 MHz para E.U.A. aún no explotada. (Principales bandas 4G LTE y las Band Classes, 2013) [20]

2.1.1. Banda liberada por el uso de TDT

Una de las bandas claves para el uso de tecnología 4G es la banda de 700 MHz; ésta banda corresponde a la que en algunos países como EE.UU ya ha sido liberada en el apagón analógico, y en otros países en especial en América Latina será liberada dentro de unos años cuando la Televisión Analógica migre a la Televisión Digital Terrestre, dejando de lado esta frecuencia en el llamado Dividendo Digital. Es importante reasignar el espectro radioeléctrico en un plazo corto para asegurar la armonización en la región, con la finalidad de generar economías de escala y sobre todo para que los costos de los equipos disminuyan, y así poder reducir la brecha digital que sufren varios países en vías de desarrollo. (Huidrobo, 2012) [21]

La banda de 700 MHz tiene muy buenas características de propagación, por lo que dará una mejor cobertura en áreas rurales y de poca población. La UIT adoptó la banda de 698 MHz a 862 MHz para la Región 2 y para nueve países de la Región 3, que constituyen más del 60% de la población mundial, asegurando bajo costos de consumo y de equipos.

Las asignaciones hechas en Estados Unidos consideran dos sub-bandas, una considerada alta que va desde 61 hasta 69 y baja desde 52 hasta 60 como se observa en la Figura 2.1. (Huidrobo, 2012, p. 65) [21]



Fuente: Huidrobo J (p.65 Figura 1) [21]

Figura 2.1: Primer Dividendo Digital

2.1.1.1. Ventajas de uso de la banda liberada por el uso de TDT

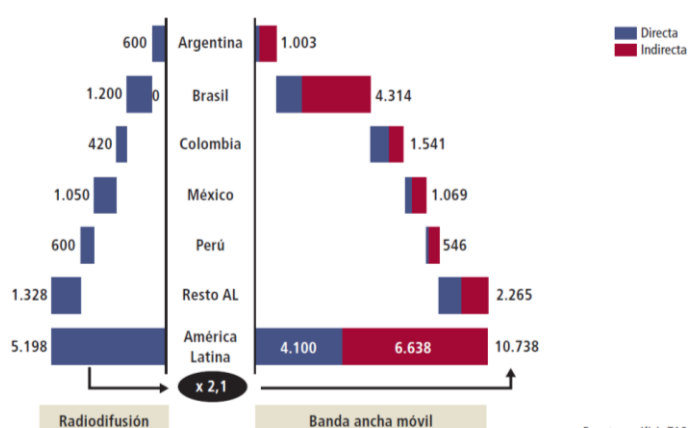
Un beneficio importante es que al desplegar estos servicios de banda ancha móvil podría contribuir con hasta US\$14.800 millones a la economía de América Latina, permitiendo ampliar la cobertura de este servicio hasta el 93% de la población.

Otro beneficio es que no se debería de invertir mucho dinero en esta banda, ya que posee una gran cobertura y su instalación sería menos costosa, según GSMA con respecto a la banda de 2.5GHz sería un 70% más barato. Esto es importante para que el despliegue de esta banda sea más rápida que las demás, permitiendo incrementar su utilización en zonas menos pobladas. (4G Americas, Diciembre 2012, p.23) [7]

Katz & Flores-Roux, (2011, p.10) [12] determinan que “Finalmente, asignar la banda de 700 MHz para la banda ancha móvil genera beneficios importantes a través del excedente del consumidor. El excedente del consumidor mide la diferencia entre la voluntad de pago (como métrica de beneficio al consumidor) y el precio de un bien o servicio.”

Katz & Flores-Roux, (2011, p. 9) [12] agregan que “Otro punto positivo a mencionar es la creación de empleos directos e indirectos, en la industria móvil, la variable determinante en la creación de empleos directos es el número de abonados adicionales incorporados como resultado de una mayor cobertura de los territorios nacionales y de un mayor número de líneas de banda ancha móvil. En este caso, dadas las importantes economías de escala de la industria móvil y el hecho de que en todos los países considerados la misma está operando a niveles óptimos de despliegue, el incremento marginal de empleados como resultado de las líneas adicionales es muy reducido”.

En la Figura 2.2 se puede observar los índices de empleo de la banda ancha móvil.



Fuente: Katz & Flores-Roux (2011 p. 9 Figura 1) [12]

Figura 2.2: Empleo generado por la banda ancha móvil

2.1.2. Banda AWS

La banda de Servicios Inalámbricos Avanzada o AWS por sus siglas en inglés, es la banda de 90 MHz hasta 120 MHz de espectro comprendida entre 1700 MHz y 2100 MHz; en América ya está desplegada sobre todo en Canadá y EE.UU. y se espera que muchos operadores de Latinoamérica tengan sus licencias para trabajar en la banda AWS, pese a esto la llegada de dispositivos móviles que trabajen en dicha frecuencia es lenta lo que preocupa a entes reguladores y operadores en todo el mundo, esto puede afectar los planes comerciales para los países en que aún no se licita la banda AWS.

Debido a que el tráfico inalámbrico crece rápidamente, se necesita de gran cantidad de espectro; gracias a que la banda AWS tiene un gran espectro constituye una oportunidad para asignar espectro radioeléctrico adicional en América, lo que favorece al crecimiento económico de un país, debido a que existe una correlación entre la penetración inalámbrica y el crecimiento económico. (Global View Partners, 2009) [22]

Según un informe realizado para la Asociación GSM, en Estados Unidos y Canadá, se pagó por la licitación de la banda AWS US\$13.700 millones o US\$0,53 por MHz/POP y US\$4.200 millones, o US\$1,55 por MHz/POP respectivamente, siendo éstos más altos que los precios alcanzados en las licitaciones PCS.

Dado que la frecuencia de AWS es próxima a la banda principal de IMT- 2000 (1920 MHz - 1980 MHz / 2110 MHz - 2170 MHz) y a las bandas PCS (1800 MHz y 1900 MHz), la producción de equipamiento con infraestructura no es un gran desafío, ya que actualmente hay

equipos HSPA en funcionamiento. (Global View Partners, 2009, p.4)
[22]

2.1.2.1 Ventajas de uso de la banda AWS

Un aspecto importante en AWS es que como es de alta frecuencia se requiere su despliegue en áreas de alto tráfico ayudando así a los países a implementar de manera más rápida las redes 4G, ya que AWS en el tema de cobertura aumenta la probabilidad de lograr objetivos de masificación aprovechando las redes instaladas y los canales de distribución existentes, y de ser posible, la infraestructura de entrantes, en equilibrio con las metas políticas de cada país.

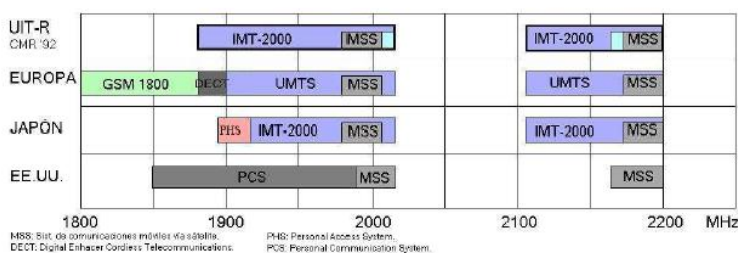
Además de que genera una gran competencia en el mercado, ya que nuevos operadores podrían licitar esta banda para desplegar redes LTE.

Global View Partners, (2009, p.11) [22] afirma que “Como la banda 3G principal en las Américas, la banda AWS (1.7-2.1 GHz) va a resultar crucial para la expansión de los servicios de banda ancha móvil. En cuanto a los operadores móviles, mejorará el lanzamiento de nuevos servicios en usuarios que emplean módems USB, smartphones y demandan un alto tráfico de datos. A los proveedores de infraestructura les representa una oportunidad singular para poner a las Américas a la par con Europa y Asia en términos de alcance y expansión de 3G. En el caso de los fabricantes de dispositivos y terminales, la banda AWS abre nuevas oportunidades en mercados con una demanda contenida de servicios de banda ancha. Para la sociedad en general, la banda AWS liberará un rango nuevo de espectro que mejorará la capacidad de la banda ancha móvil a fin de

beneficiar a los consumidores y aumentar su productividad económica.”

2.1.3. Banda IMT-2000

Como anteriormente hemos establecido la banda ancha móvil comenzó aplicarse desde redes 3G, así que las políticas para la asignación de espectro comenzaron cuando la Conferencia Mundial de Radio (CMR) de la UIT en el año 1992 identificó las frecuencias disponibles para su futura utilización en IMT-2000, lo cual constituía alrededor de 2 GHz; el objetivo principal de 3G era tener una única y global interfaz aire de IMT-2000, y en la práctica estos sistemas están cerca de conseguirlo ya que WCDMA resultó ser sumamente popular, por lo que constituye el sistema dominante en cuanto al despliegue comercial dentro del estándar IMT-2000; este estándar identifica bandas de frecuencia como observamos en la Figura 2.3. En 1885 MHz -2025 MHz y 2110 MHz - 2200 MHz, destinadas a ser utilizadas por administraciones nacionales que desean desplegar redes 3G que cuenten con los desarrollos tecnológicos de WCDMA, que se han especificado en estas bandas. (Soto, 2009, p. 16) [23]



Fuente: Soto (2009 p.16 Figura 1.5) [23]

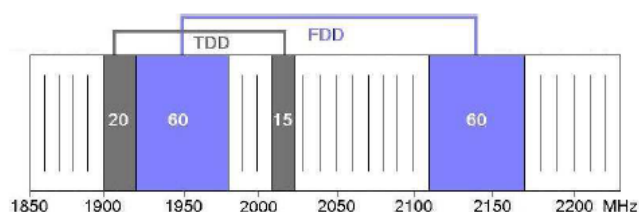
Figura 2.3: Espectro de frecuencias atribuible a IMT-2000

Aunque el estándar es algo inconforme en cuanto a las regiones de las bandas asignadas para 3G, esto se debe a que no se imponía una única banda a ser utilizada para itinerancia 3G a nivel mundial, a pesar de esto a través de grandes esfuerzos se ha identificado un pequeño conjunto de bandas para facilitar la itinerancia y así los dispositivos multibanda puedan prestar una mayor eficiencia a este tipo de servicios mundiales.

En la recomendación UIT-R M.1036 describe los acuerdos de frecuencia en todo el mundo, y se pueden identificar las partes del espectro que corresponden a las bandas emparejadas (*paired bands*) y cuáles son las bandas no emparejadas (*unpaired band*). (Soto, 2009, ps. 16-17) [23]

En el espectro de las bandas emparejadas, las bandas de frecuencia de enlace descendente y ascendente se caracterizan por el manejo de FDD (División de Frecuencia Duplex), en cambio en las bandas no emparejadas se caracterizan por el uso TDD (División de Tiempo Duplex), teniendo en cuenta que la banda con mayor despliegue de redes 3G sigue siendo 2 GHz. (Soto, 2009, p17) [23]

Soto (2009, p17) [23] manifiesta que “El 3GPP definió por primera vez los 2 GHz en el UTRA Rel-99, con las bandas de frecuencia para UTRA FDD y UTRA TDD”, como se observa en la Figura 2.4.

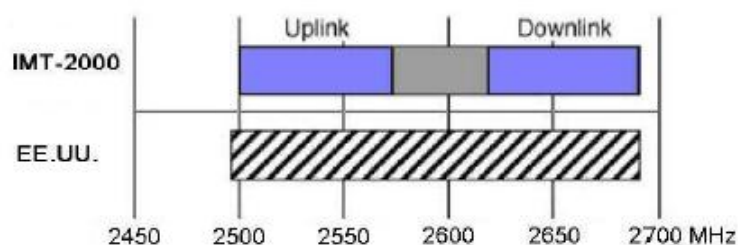


Fuente: Soto (2009 p.17 Figura 1.7) [23]

Figura 2.4: Banda FDD conocida como WCDMA y TDD como TD-CDMA

Como anteriormente mencionamos FDD se usa en bandas emparejadas y como observamos estas bandas corresponden a 1920 MHz -1980 MHz, que conforman el uplink y 2110 MHz -2170 MHz para el downlink, y TDD usa las bandas no emparejadas en las frecuencias de 2010 MHz -2025 MHz y 1900 MHz -1920 MHz lo que brinda la posibilidad de tener 60+60 MHz para FDD con 12 portadoras, y de 15+20 MHz para TDD con 7 portadoras.

Como observamos la Figura 2.5 la nueva banda IMT-2000 está alrededor de 2.6 GHz con un total de 190 MHz del espectro, estas bandas están disponibles para despliegues de las IMT-2000 y otros sistemas móviles; en Europa el espectro incluye 2+70 MHz para los sistemas FDD y 50 MHz de espacio vacío en el centro donde podemos usar TDD; esta misma banda está disponible para el uso de móviles en Estados Unidos. (Soto, 2009, ps. 17-18) [23]



Fuente: Soto (2009, p.19, Figura 1.8) [23]

Figura 2.5: Frecuencias en la Banda de 2.6 GHz

2.2. Problemática asociada al espectro

Existen varias organizaciones destinadas para apoyar el desarrollo de las tecnologías inalámbricas, facilitando el acceso y garantizando la máxima eficiencia en cuanto a calidad y cobertura del mismo,

actualmente ya contamos con las herramientas para lograr estas metas; aunque muchas de ellas para ponerse en marcha necesitan una redistribución del espectro radioeléctrico, este recurso nacional es escaso y frecuentemente subutilizado, y no siempre es asignado de tal manera que produzca beneficios óptimos para la población, generalmente el sector privado es el que tienen el mayor interés en su uso a pesar de ser finito, este recurso no perecedero es la herramienta más importante para mejorar la capacidad y cobertura de las redes y servicios inalámbricos. (CEPAL, octubre 2011) [24]

La decisión de cómo usarla es propia de cada país, aunque como previamente lo hemos citado existen organizaciones a nivel global y regional que nos presentan alternativas para el uso adecuado del espectro, por ejemplo en el caso de la banda liberada por concepto de la implementación de televisión digital terrestre, para su reasignación la mayoría de países para tomar su decisión han considerado políticas sociales y económicas como prioritarias. Debido a cuestiones de compatibilidad de dispositivos y comunicaciones en zonas fronterizas, sería ideal que los países armonicen el uso del espectro y así evitar problemas de interferencia entre los servicios que se puedan brindar en las mismas bandas en zonas fronterizas, pero la realidad socioeconómica de cada país es diferente lo que complica la compatibilización regional. (CEPAL, octubre 2011, p. 10) [24]

A pesar de que la situación de cada país es diferente existen ciertos principios que se consideran para la gestión correcta del espectro, estos son:

- Maximizar el uso eficiente del espectro de radio

- Asegurar que el espectro sea apto para nuevas tecnologías y que se preserve recursos para la adaptación de nuevos requerimientos del mercado
- Promover la libre competencia
- Asegurar la disponibilidad del espectro para beneficios relevantes al público
- Basar las asignaciones y las licencias en las demandas del mercado
- Desarrollar un proceso equitativo, transparente y eficiente para la autorización de licencias

Además la UIT establece categoría primaria o secundaria a las asignaciones del espectro; donde las asignaciones primarias corresponden aquellas que se les concede prioridad, son servicios específicos en la utilización del espectro asignado, si se da el caso de que se presenten múltiples servicios primarios todos tendrán igual derecho, sin embargo una estación tiene derecho de protección frente a cualquier otra que haya comenzado a operar en fechas posteriores. Las asignaciones secundarias son aquellas en las que los servicios deben proteger a las asignaciones primarias que se encuentran en la misma banda, esto quiere decir que las asignaciones secundarias al operar deben tener cuidado de no causar ningún tipo de interferencia a las asignaciones primarias pero deben aceptar las interferencias que estas les puedan infligir, las asignaciones secundarias tienen igual derecho entre sí. (CEPAL, octubre 2011) [24]

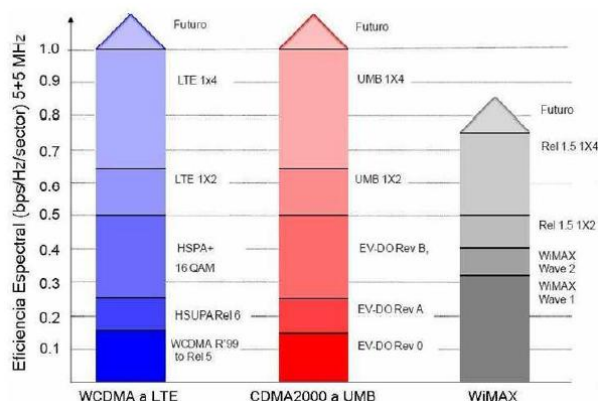
El creciente número de usuarios del servicio de banda ancha móvil ejerce una mayor demanda del mismo, y como consecuencia del aumento de esta demanda se vuelve imperativo el uso de tecnologías inalámbricas de alta eficiencia espectral; por lo que se debe

considerar bandas de frecuencia, cantidad de espectro asignada y la separación de los sectores de celdas. Un aumento de la eficiencia espectral se traduce en un aumento de la proporción en el número de usuarios y de la capacidad de cada uno.

El despliegue de estas redes depende del crecimiento económico del mercado y de los tipos de aplicaciones que se vuelvan más populares, por ejemplo hay tecnologías que mejoran el SRN, reducen al mínimo la interferencia que se genera al ocupar antenas inteligente o la interferencia de coordinación entre sectores y celdas; las técnicas MIMO usando multiplicación espacial, han logrado potenciar el aumento de la tasa de transferencia de información. (Soto, 2009, p. 35) [23]

Es importante recalcar que LTE es más eficiente espectralmente que otras tecnologías de banda ancha móvil, probablemente la causa de esto se debe a una serie de factores, por ejemplo incremento en la redundancia en la reducción de errores, modulación con fina granularidad, mayor eficiencia de control del canal, múltiple codeword, MIMO (MCW) que permite el uso de receptores basados en la técnica de cancelación de interferencias sucesivas (SIC) y un inferior indicador de calidad del canal retrasado a través del uso de tramas.

La Figura 2.6 compara la eficiencia espectral del canal de reversa o uplink, de los diferentes sistemas, donde apreciamos que la eficiencia espectral del enlace ascendente de WiMAX Wave 2 es menor q las tecnologías de 3GPP y 3GPP2 que emplean la cancelación de interferencia. (Soto, 2009, p. 36) [23]



Fuente: Soto (2009, p. 36, Figura 2.6) [23]

Figura 2.6: Comparación de Eficiencia Espectral

2.2.1. Políticas para la asignación de espectro

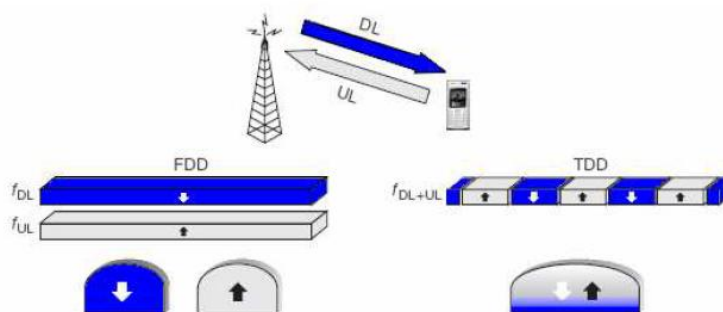
Las políticas para la asignación del espectro radioeléctrico son aquellas que gestionan las frecuencias o bandas de frecuencias a través de sistemas de asignación, sean estos procesos públicos de subasta, asignación directa o de libre competencia; además se encargan de dividir el espectro en bloques o bandas de frecuencia y asignar a cada bloque su uso para un servicio particular, el cual será implementado posteriormente a la licitación por la empresa o persona que la recibió, dentro de esta subdivisión de bandas se pueden implementar planes de canales específicos. Un buen ejemplo de estos planes son las asignaciones atribuidas a los servicios móviles terrestres en Estados Unidos donde están divididos en distribuciones para usuarios comerciales, de seguridad pública y de celulares, a cada grupo se le atribuye una parte de la banda. En sí las asignaciones son el otorgamiento de una autorización o licencia para operar transmisiones de radio en canales específicos dentro de una de un área bien definida o en todo un país, bajo condiciones

claramente estipuladas que beneficien a su población y al Estado. (Conexión Global, 2011) [25]

2.2.2. Flexibilidad del Espectro usado para BAM

Una de las principales características de las redes LTE es el alto grado de flexibilidad del espectro, es decir permite el despliegue en diversas bandas del espectro con diferentes características incluyendo diferentes arreglos, diferentes bandas de frecuencia de operación y los diferentes tamaños del espectro disponible.

La flexibilidad en los sistemas dúplex representa la posibilidad de desplegar el acceso radio basado en LTE en ambas bandas emparejadas y no emparejadas; estos deben apoyar a las redes de banda ancha desplegadas usando LTE tanto en división de frecuencia (FDD), como en división del tiempo (TDD) tal como se muestra en la Figura 2.7 donde se observa que al usar FDD la transmisión del canal delantero y de reversa se produce en diferentes bandas del espectro radio eléctrico cuando están lo suficientemente separadas; y en TDD la transmisión que se realiza en canales delantero y de reversa, ocupan diferentes intervalos de tiempo tomando en cuenta que no haya solapamiento entre ellos. (Soto, 2009, p. 58) [23]



Fuente: Soto (2009 p. 58 Figura 3.16) [23]

Figura 2.7: Transmisiones TDD, FDD

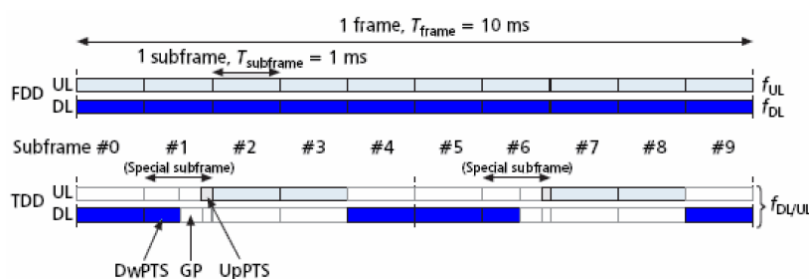
Soto (2009, p. 58) [23], establece que “El apoyo para ambos espectros, forma parte del comienzo de las especificaciones Release 99 a través del uso de FDD basado en el acceso radio de CDMA/HSPA, en las asignaciones pareadas y TDD basado en el acceso radio de TD-CDMA/TD-SCDMA, en asignaciones no pareadas”.

A pesar de que esto se obtiene por medio de la relación de diferentes tecnologías de acceso de radio, en consecuencia son poco frecuentes encontrar terminales calificados para operar usando FDD y TDD a la vez, aunque LTE puede usar ambas operaciones dentro de una misma tecnología de acceso radio, destacando únicamente las diferencias entre ellas que radican en la estructura de la trama que podemos apreciar en la Figura 2.8. (Soto, 2009, ps. 58-59) [23]

Si analizamos la trama FDD notamos que tiene dos frecuencias de portadora una para la transmisión de canal de reversa que corresponde a F_{UL} y la frecuencia del canal delantero que corresponde a F_{DL} , y por cada trama tenemos 10 subtramas tanto para el canal

delantero y como para el canal de reversa; cabe recalcar que pueden producirse las transmisiones simultaneas sin mayor problema.

En cuanto a la trama TDD notamos que solo existe una frecuencia de portadora, y las transmisiones de los canales delantero y de reversa siempre se están produciendo en intervalos de tiempo diferentes, debido a que el número de subtramas del canal delantero y de reversa pueden ser diferentes; no existe una correspondencia de uno a uno entre las subtramas lo que crea diferencias en el control de señalización entre FDD y TDD. (Soto, 2009, p. 59) [23]



Fuente: Soto (2009 p. 59 Figura 3.17) [23]

Figura 2.8: Estructura de las tramas FDD y TDD

LTE fue pronosticado para el desarrollo en una amplia gama de frecuencias que pueden ir desde los 450 MHz hasta 2,6 GHz, debido a que se podía asignar una porción nueva del espectro la correspondiente a 2,6 GHz como observamos en la Figura 2.9, o se podría tomar banda liberada por algún otro concepto dentro del rango previamente establecido, la posibilidad de operar una tecnología de acceso radio en distintas bandas no es nuevo ya que existen terminales GSM que tiene triple banda, comúnmente pueden operar en 900 MHz, 1800 MHz y 1900 MHz. (Soto, 2009, p. 60) [23]

FDD				TDD		
Banda	*Identificador*	Nombre banda	Frecuencias (MHz) UL/DL	Banda	*Identificador*	Frecuencias (MHz)
1	IMT Core Band	2.1 GHz	1920-1980/2110-2170	33,34	TDD 2000	1900-1920 2010-2025
2	PCS 1900	1900 MHz	1850-1910/1930-1990	35,36	TDD 1900	1850-1910 1930-1990
3	GSM 1800	1800 MHz	1710-1785/1805-1880	37	PCS Center Gap	(1915) 1910-1930
4	AWS (US & other)	1.7/2.1 GHz	1710-1755/2110-2155	38	IMT Extension Center Gap	2570-2620
5	850	850 MHz	824-849/869-894	39	China TDD	1880-1920
6	850 (Japan)	800 MHz	830-840/875-885	40	2.3 TDD	2300-2400
7	IMT Extension	2.6 GHz	2500-2570/2620-2690			
8	GSM 900	900 MHz	880-915/925-960			
9	1700 (Japan)	1700 MHz	1750-1785/1845-1880			
10	3G Americas	Ext 1.7/2.1 GHz	1710-1770/2110-2170			
11	UMTS1500	1500MHz	1428-1453/1476-1501			
12	US 700	Baja 700 MHz	698-716/728-746			
13		Alta 700 MHz	776-788/746-758			
14			788-798/758-768			
17			704-716/734-746			

Adicional (FDD&TDD)		
	3.5 GHz	3400-3600
	3.7 GHz	3600-3800

Fuente: Soto (2009 p. 61 Figura 3.18) [23]

Figura 2.9: Bandas principales para LTE

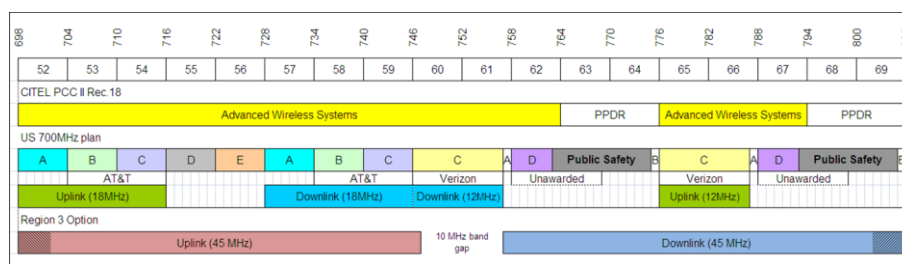
2.2.3. Servicios prestados en UHF Y VHF Vs LTE

La tecnología no se ve beneficiada con el uso del dividendo digital, sino la sociedad como consecuencia del uso adecuado de las bandas liberadas por la TDT, el uso que se le puede dar a esta banda varia con cada país y su situación, algunos tienen como prioridad promover la inversión del sector privado para ellos tal vez la mejor opción es dedicar el espectro a el despliegue de banda ancha móvil, para otros puede preferirse la variedad y pluralidad de la información y en base a esto escoger usar esta porción de frecuencias para televisión digital de alta definición. Sin embargo se ha demostrado que el despliegue de banda ancha móvil reduce la brecha digital y promueve los servicios de acceso universal, en base a esta afirmación la banda proveniente del dividendo digital se ha reorganizado por los países que ya han pasado por este proceso y se han licitado para brindar servicios de banda ancha móvil, debido a que la banda de 700 MHz es ideal para cobertura. (CEPAL, octubre 2011) [24]

CEPAL mediante el documento Banda Ancha Móvil y Dividendo Digital (octubre 2011, p25) [24], establece que “durante la conferencia

mundial de radio (WRC07), se identificó a la banda 698 - 806 MHz para IMT (International Mobile Telecommunications) en la región 2. Sin embargo, la WRC07 no especifico ningún plan de banda ancha”.

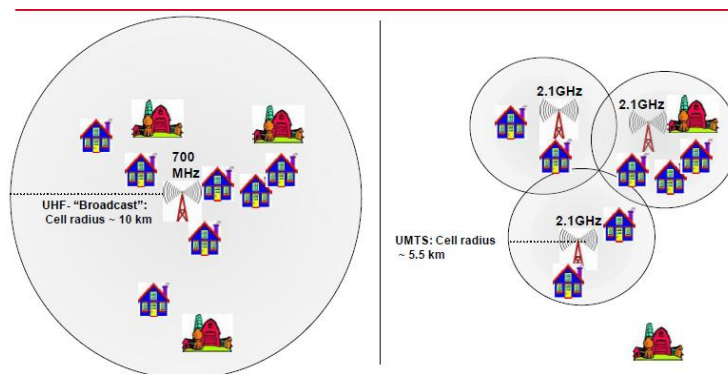
La reorganización de la banda se puede apreciar en la Figura 2.10.



Fuente: Fernández (2011 p. 25 Figura 1) [10]

Figura 2.10: Reorganización de bandas 698-806 MHz

Como ya analizamos la banda ancha móvil trabaja en un rango de frecuencias que van desde 450 MHz hasta los 2.6 GHz, o incluso más arriba pero las frecuencias ideales son las 700 MHz - 900 MHz; debido a que reducen los costos en un tercio y tienen un gran alcance, son ideales para zonas rurales donde no se necesita de mucha capacidad. Aunque si necesitamos desplegar redes LTE en zonas urbanas la banda que tiene un mejor comportamiento debido a su gran capacidad en la banda AWS correspondiente a 2.1 GHz, tal y como lo muestra en la Figura 2.11. (CEPAL, octubre 2011, p25) [24]



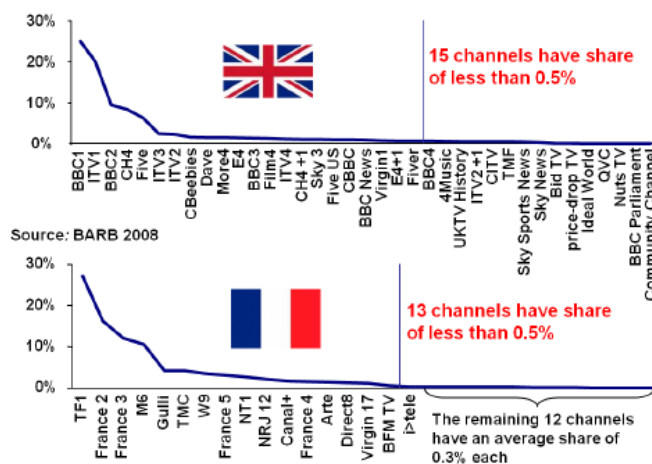
Fuente: Fernández (2011 p. 20 Figura 1) [10]

Figura 2.11: Alcance de las diferentes frecuencias de las redes LTE

Está claro que la mayoría de países buscan obtener grandes ganancias económicas a través de la licitación y en ciertos casos, a través del uso del dividendo, entonces lo ideal sería dedicar esta porción del espectro para dar servicio de banda ancha móvil; sin embargo estas bandas también se pueden usar para televisión digital pero es necesario considerar la interferencia que se pueda generar, para evitar estos problemas es conveniente dejar bandas de protección entre estos servicios. (CEPAL, octubre 2011) [24]

Existen países como Inglaterra donde se considera que existen demasiados canales, más de los que la teleaudiencia prefiere, como observamos en la Figura 2.12, estas bandas tendrían más impacto social en caso de usarlas para el despliegue de banda ancha móvil, así promovemos la armonización del espectro y logramos la reducción de costos de los terminales, y por consiguiente incrementar el número de abonados con acceso a este servicio, ya que la adquisición de smartphone estarían al alcance de más personas, además acabarían

o se reducirían las interferencias en las fronteras y se promovería el roaming. (CEPAL, octubre 2011, p. 23) [24]



Fuente: Fernández (2011 p. 23 Figura 1) [10]

Figura 2.12: Canales de Tv

2.3. Valoración de Espectro

El valor del espectro o canon total es aquel que está relacionado con el tamaño del negocio que el espectro le genere a un operador. El valor que tiene el espectro para un operador renovante es mucho mayor que para un operador entrante.

El valor que toma el espectro puede ser pagado en 3 formas: canon inicial, canon periódico anual o una mezcla de ambos. En el punto de vista financiero todas las alternativas tienen el mismo valor, el monto del canon anual no debe cambiar durante el periodo de concesión. Al asignar bandas se promueve una mayor competencia en el mercado de las telecomunicaciones, mejorando considerablemente el valor del espectro radioeléctrico. (Dn Consultores, 2012) [26]

El valor del espectro para un operador cualquiera es proporcional a sus ingresos y a sus costos, es decir depende de cuánto le pueda generar. Como se mencionó anteriormente el espectro en un operador entrante tiene menos ingresos y mayores costos que un operador renovante. (Dn Consultores, 2012) [26]

En las tablas 2.2 y 2.3 se describirán 2 casos de la valoración del espectro.

Tabla 2.2: Valoración del espectro de un operador Entrante

Resultados financieros	Valor	Análisis
Ingresos	Alto	Cuota de mercado alta
Costos (inversiones + gastos operativos)	Bajo	Inversión ya realizada
VALOR DEL ESPECTRO	ALTO	

Fuente: Dn Consultores (p. 12 Tabla 1) [26]

Tabla 2.3: Valoración del espectro de un operador Redundante

Resultados financieros	Valor	Análisis
Ingresos	Bajo	Cuota de mercado baja
Costos (inversiones + gastos operativos)	Alto	Inversión nueva
VALOR DEL ESPECTRO	BAJO	

Fuente: Dn Consultores (p. 12 Tabla 2) [26]

Para realizar una buena valoración en cualquier banda es necesario considerar una serie de factores tales como:

- *Factores Intrínsecos*, son aquellos que representan las características más básicas en una valoración, tales como la propagación, variedad de usos y aplicaciones y la armonización o en su defecto las restricciones internacionales.

La denominada banda de oro que corresponde a frecuencias menores a 1 GHz tendrá un valor más alto que las bandas de frecuencias mayores a 1 GHz, debido que permite un mayor rendimiento por MHz a menor costo de infraestructura.

Este mayor rendimiento se produce debido a que el área de servicio que una estación base puede proporcionar, es proporcional al cuadrado de la frecuencia. Esto explica que el número de estaciones bases que operan a 2 GHz será ocho veces más que las estaciones que operan a 700 MHz. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, abril 2012, p. 8) [27]

Los Factores Extrínsecos se dividen en:

- Factores Extrínsecos Físicos, son aquellos en los que se consideran la geografía física y topografía del país que pueden aumentar los costos de la red.
- *Factores Extrínsecos Socio-Económicos*, este tipo de factores incluyen la densidad y la distribución de la población, la cual podrá ser establecida dependiendo del mercado potencial de cada operadora, como por ejemplo si se divide la población según su edad, notaremos que el uso de la banda ancha móvil en su mayoría se enfoca en población joven debido al mayor uso de smartphone y a sus necesidades de estar constantemente online. Los mercados con altos potenciales de desarrollo, alta densidad de población y pocas barreras geográficas generalmente tienden

a ser considerados como candidatos idóneos para la inversión a pesar de tener bajos niveles de ingresos. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, abril 2012, ps. 9-10) [27]

- *Factores Extrínsecos Regulatorios*, constan de leyes y reglas que pueden facilitar el acceso a las bandas necesarias para la implementación de la tecnología 4G por medio de un entorno regulatorio seguro, estable y flexible para la inversión, o ponen un precio demasiado alto a la inversión lo que detiene el uso de las nuevas tecnologías móviles. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, abril 2012, p. 11) [27]

2.3.1. Métodos de valoración

Existen algunos métodos de valoración del espectro como los que detallaremos a continuación.

- Tasas Simples

Una de las ventajas es su aplicabilidad a todos los usuarios, pueden implementarse sin necesidad de largos análisis y estudios para establecer un modelo de cálculo de tasas, y fijar sus importes de acuerdo con la aplicación de radiocomunicación de que se trate, son fáciles de implementar, recupera todos los costes de expedición de la licencia o al menos parte de ellos.

El inconveniente de este método es que no refleja los costes de la administración ni el valor que el usuario atribuye al espectro. Por si solas no fomentan la utilización eficaz desde el punto de vista técnico ni económico. (Gomez C, 2012, p. 11) [28]

- Recuperación de Costes

Garantiza a los usuarios del espectro que solo se les repercuten los costes que ocasionan a la autoridad de gestión del espectro. Los impuestos recaudados a los contribuyentes en general no se utilizan para financiar actividades de la administración cuyos beneficiarios son claramente identificables.

El aspecto negativo de este método es que no fomenta por si solo la utilización eficaz del espectro, ni desde un punto de vista técnico ni económico; el proceso de distribución de los costes totales, directos e indirectos, del organismo de gestión del espectro por medio de modelos de cálculo de tasas y tarifas resulta muy complicado. Debido a restricciones legales puede ocurrir que no todas las actividades del organismo de gestión del espectro pueden financiarse con las tasas de recuperación de costes. (Gomez C, 2012, p. 11) [28]

- Tasas basadas en los ingresos brutos de los usuarios.

La particular ventaja de este método se basa en vincular el coste del espectro con el valor de las actividades comerciales que lo utiliza, su cálculo es sencillo. El inconveniente que se presenta es que solo son aplicables a aquellos usuarios cuyos ingresos están directamente vinculados a la utilización del espectro, no fomentan la eficacia espectral si los ingresos no son proporcionados a la cantidad de espectro utilizado. Pueden considerarse como impuestos extraordinarios. (Gomez C, 2012, p. 12) [28]

- Tasas incentivadas

La ventaja de este método es fomentar la utilización eficaz del espectro, recuperan todos los costes de expedición de licencias, o al menos algunos de ellos, aunque no es el objetivo de estas tasas. El inconveniente es que pueden exigir un gran esfuerzo para aproximarse a los valores de mercado. Pueden no ser idóneas para todos los servicios. (Gomez C, 2012, p. 12) [28]

- Tasas basadas en los costes de oportunidad

Poseen una buena aproximación al valor de mercado del espectro, fomenta la utilización eficaz del espectro. Sin embargo, requieren una gran cantidad de datos y análisis, solo se aplican a una parte limitada del espectro, solo se consideran los usuarios y usos en competencia por una determinada banda de frecuencias. (Gomez C, 2012, p. 12) [28]

2.3.1.1. Caso de estudio: Valoración para la banda 1710-1785, 1805-1880 MHz en Australia.

La valoración del espectro en Australia por la empresa Plum, fue realizada considerando como prioridad los siguientes objetivos:

- La obtención de un valor razonable para las arcas públicas
- Promover el uso eficiente del espectro radioeléctrico.

Los puntos eficientes para dar una cifra monetaria que imiten a los resultados obtenidos en caso de que se subaste la banda se podría

pensar que es igual o ligeramente superior al valor de costos reducidos, un valor razonable que no tome la mayoría de beneficios que un operador podría obtener por la explotación del espectro, pero se debe tomar en cuenta el valor que el operador puede llegar a ofrecer para evitar la subasta. (Plum, 2011) [29]

Desde el punto de vista de un operador existen ventajas y desventajas cuando se somete una banda a subasta, por el lado positivo tenemos que es una oportunidad para que el operador obtenga más espectro, pero existen varios factores que deben considerarse ya que las subastas pueden ser sumamente volubles, estos factores son:

- Los operadores pueden ser capaces de no mantener la posesión del espectro debido a factores económicos.
- Puede existir riesgo de mayor competencia en el mercado por la entrada de un nuevo operador.
- Interrupción de inversiones debido a la incertidumbre sobre la posesión del espectro y pérdida de tiempo asociada a la subasta.

Sin embargo es necesario recalcar que en las bandas recientes según iniciativas internacionales, se establece que la banda de 1800 MHz es una importante banda para el despliegue a corto plazo de LTE, además de ofrecer una excelente capacidad en zonas urbanas. La primera red comercial LTE que fue desplegada en Polonia utiliza espectro de 1800 MHz, y la Comisión Europea ha publicado normas

de coexistencia para facilitar el uso de la banda por la tecnología LTE y el roaming.

Teniendo en cuenta los factores antes mencionados, y considerando las ventajas de la banda, podrían aumentar los precios de subasta hasta 50% que serán aplicados a la valoración de la reducción de costos. Pero es necesario considerar la combinación de los objetivos políticos y las características del espectro, en el curso del trabajo de valoración; se recomienda un precio de \$ 0.23/MHz/pop para establecer licencias en la banda de 1800 MHz en el 2013.

La Tabla 2.4 a continuación muestra los resultados completos del proceso de valoración de banda 1710 MHz - 1785 MHz, 1805 MHz - 1880 MHz en Australia. (Plum, 2011) [29]

Tabla 2.4: Resultados del estudio de valoración de banda

Market scenario	Cost reduction value due to capacity provision	Full enterprise valuation
Low scenario	\$0.0/MHz/pop	\$0.19/MHz/pop
Medium scenario	\$0.15/MHz/pop	\$0.47/MHz/pop
High scenario	\$0.28/MHz/pop	\$0.66/MHz/pop

Fuente: Plum. (2011 p.11 Tabla 1) [29]

2.3.2. Beneficios económicos del dividendo digital

La asignación de la banda de 700 MHz genera más valor económico que con la banda ancha móvil. En la Figura 2.13 se puede observar que en contribución al ecosistema de TIC la banda ancha móvil tiene 4,2 veces más ingresos que la radiodifusión, en el crecimiento del PIB la BAM genera 7 veces más que la radiodifusión, además de que genera 2,1 más empleos y recauda 4,2 veces más impuestos que la radiodifusión. (Katz & Flores-Roux, 2011, p. 18) [12]

	Radiodifusión	Banda ancha móvil	
Contribución al ecosistema de TIC (espectro, red y otros activos)	\$ 3.508	\$ 14.800	x 4,2
Ingresos adicionales del sector y contribución al crecimiento del PIB	\$ 513	\$ 3.582	x 7,0
Generación de empleo directo e indirecto	5.198	10.738	x 2,1
Impuestos (recaudación marginal adicional en ventas)	\$ 818	\$ 3.420	x 4,2
Excedente del consumidor	~ \$ 0 (*)	\$ 5.157	

(*) Efecto de segundo orden se traduce en mayor espacio publicitario con el consiguiente posible excedente del productor y consumidor

Fuente: Katz & Flores-Roux (2011 p. 160 Figura 8-2) [12]

Figura 2.13: Beneficios Económicos de la BAM vs. Radiodifusión
(Cifras en millones de dólares, excepto empleo)

En la Figura 2.14 se puede observar que en Latinoamérica los beneficios económicos son mayores que los de Asia y la Unión Europea, excepto en generación de empleo, donde Asia genera 11 veces más empleo que América Latina y 16 veces más que Europa. Gracias al Dividendo Digital hay más disponibilidad de banda ancha móvil, lo cual es un factor muy importante para el crecimiento económico. En cuanto al despliegue y operación hubo una reducción de inversión de US \$3.701 millones comparada con el despliegue en bandas superiores, alcanzando una mejor cobertura. En América Latina se crearon más de 4600 empleos en comparación con la radiodifusión. (Katz & Flores-Roux, 2011, p. 19) [12]

	América Latina	Asia (*)	Unión Europea (**)
Contribución al ecosistema de TIC (espectro, red y otros activos)	x 4,2	N.A.	x 2,9 (sin adquisición de espectro)
Ingresos adicionales del sector y contribución al crecimiento del PIB	x 7,0	x 9,3	x 4,8
Generación de empleo directo e indirecto	x 2,1	x 22	x 1,3
Impuestos (recaudación marginal adicional en ventas)	x 4,2	x 3,8	N.A.
Excedente del consumidor	\$ 5,2 B	N.A.	€ 70 B

(*) Boston Consulting Group. "Socio-economic impact of allocating 700 MHz band to mobile in Asia Pacific." Octubre 2010

(**) SCF Associates. "The Mobile Provide Economic Impacts of Alternative Uses of the Digital Dividend." Septiembre 2007

Fuente: Katz & Flores-Roux (2011 p. 160 Figura 8-3) [12]

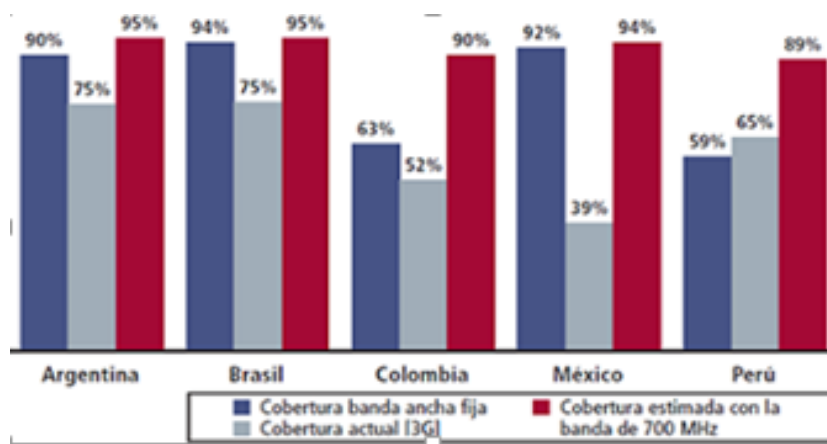
Figura 2.14: Beneficios Económicos en varias Regiones

(Cifras en millones de dólares, excepto empleo)

2.4. Comparaciones entre países con bandas asignadas.

Debido al incremento de tráfico en la región de América Latina se necesita de mucho más espectro para poder cubrir la demanda de los usuarios; aproximadamente 220 MHz es en promedio el espectro asignado en cada país de la región, con la llegada del Dividendo Digital se podrá aumentar con 90 MHz más.

En la Figura 2.15 se puede observar que la cobertura estimada en la banda de 700 MHz es aproximadamente igual en todos los países, con un 95% de cobertura para Brasil y Argentina, siendo éstos los países con mayor cobertura estimada, México, Colombia y Perú tienen 94%, 90% y 89% respectivamente. (Katz & Flores-Roux, 2011, ps.10-11) [12]



Fuente: Katz & Flores-Roux, (2011 p.106, Figura 6-4) [12]

Figura 2.15: Cobertura de banda ancha móvil en varios países Latinoamericanos

El uso de la banda de 700 MHz varía en la región, México y Perú aún está siendo poco utilizada, y en Brasil muestra un mayor trabajo, en cambio en Argentina y Colombia existen varias transmisoras de televisión analógica.

En Argentina la banda de 700 MHz está siendo utilizada por la televisión analógica; debido a esto los bloques de bandas que corresponden a 700 MHz no están asignadas por el ente regulador de dicho país para ofrecer banda ancha móvil a los usuarios.

En Brasil, se estima que la transición de los canales analógicos deberá terminar en 2016; actualmente en la banda de 698 MHz a 746 MHz (canales 52-59) consta con una gran ocupación de canales analógicos y digitales. La banda de 746 MHz a 806 MHz (canales 60-69) tiene una ocupación parcial, pero está prevista para canales de televisión pública; lo que podría aumentar significativamente la utilización de esta porción de la banda de 700 MHz para la radiodifusión. (Katz & Flores-Roux, 2011, p.7) [12]

CAPÍTULO 3

BANDA ANCHA MÓVIL EN AMÉRICA LATINA

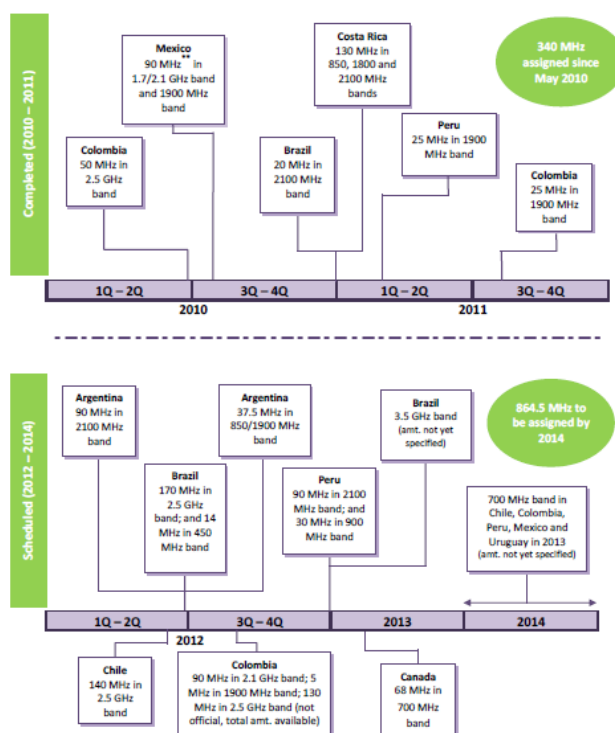
3.1. Políticas de Banda Ancha Móvil en América Latina

La creación e implementación de políticas para el despliegue de banda ancha móvil en la región se ha dado en base a los planes de banda ancha o proyectos propios de cada Estado, referentes a la banda ancha; si bien no existen planes dedicados únicamente a la banda ancha móvil, en los planes de banda ancha de cada país se incluyen políticas que rigen la banda ancha móvil; sin embargo es necesario distinguir entre políticas de conectividad o de desarrollo de las TICs y las de banda ancha. Las políticas de conectividad de las TICs son consideradas como políticas de primera generación debido que enfatizan el desarrollo de los servicios universales, mientras que la políticas de banda ancha contemplan no solo la conectividad si no también el uso, la apropiación y ampliación de la oferta de aplicaciones basadas en la banda ancha, hasta el 2010 existían tres países con planes de banda ancha pero solo Brasil contaba con un plan de dominio público de banda ancha que había sido probado con los más altos niveles normativos posibles. (Jordán, 2010) [30]

Debido a que el espectro constituye un recurso indispensable para el desarrollo de las comunicaciones inalámbricas, los gobiernos de la región han estipulado políticas para el acceso oportuno y equitativo al

espectro y así asegurar el desarrollo de la banda ancha móvil; la mayoría de los países en la región las ha publicado mediante sus planes de banda ancha.

Desde mayo del 2010 se ha asignado cerca de 340 MHz a operadores privados en la región, y se prevé la asignación de 864,5 MHz para finales del 2014, tal como se muestra en la Figura 3.1; estas asignaciones se han dado en la banda AWS y en la mayoría de los casos dependiendo también del tope máximo de espectro asignado por cada gobierno. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012, p 91) [3]



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2012 p.91 Figura 14) [3]

Figura 3.1: Bandas asignadas

Según un estudio realizado por 4G Americas, Estados Unidos y Canadá lideran el mercado de LTE con aproximadamente dos tercios del total de los abonados hasta marzo del 2012. Para el año 2015 se espera que en América Latina haya aproximadamente cuarenta operadores que ofrezcan el servicio de LTE a más de 20 millones de abonados; a pesar de éstos pronósticos se considera que la banda ancha móvil en su mayoría seguirá brindándose a través de redes 3G, pero con actualizaciones de HSPA a HSPA+; en marzo del 2012 habían 79 redes comerciales en HSPA y 20 en HSPA+. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012, p. 92) [3]

Sin embargo también existen numerosas políticas que pueden actuar como incentivos para que las empresas inviertan en el despliegue de banda ancha móvil.

Estas políticas pueden estar orientadas a la disponibilidad del espectro radioeléctrico mediante:

- Reasignación de banda en la frecuencia de 700 MHz y así mantener otras bandas libres para crecimiento de las empresas o aumento de su capacidad.
- Asegurar la asignación de espectro continuo.

Si lo que se pretende es estimular la compartición de infraestructura se pueden tomar las siguientes acciones:

- Promover la compartición de torres, enlaces troncales para reducir costos de despliegue y operación por un tiempo establecido.

- Permitir la compartición del espectro tomando las medidas adecuadas para evitar interferencias en sistemas que ya estén en operación.

Promover la inversión en zonas remotas a través de:

- Fomentar asociaciones entre empresas públicas y privadas para facilitar despliegue en zonas remotas.
- Brindar financiamiento público para evitar fallos de mercado.

Reducir cargas tributarias mediante:

- Reducción de impuestos en importaciones en terminales, o por lo menos en la clase de terminales que promuevan el uso de banda ancha móvil.
- Reducir impuestos en los servicios.

(Dr, Katz, 2011) [31]

3.2. Asignación del espectro Radioeléctrico para el despliegue de LTE en la región

La UIT en la CMR2007 identificó el espectro de 698 MHz - 862 MHz para servicios IMT-2000 en la Región 2 (América), con un total de 108 MHz de espectro. A esta banda se la denomina Dividendo Digital, y en América Latina es de suma importancia ya que muchos países de la región están en transición de la televisión analógica hacia la televisión digital, generando grandes beneficios para los servicios de banda

ancha móvil por su gran cobertura. Brasil y Chile son dos de los países que han asegurado el uso de esta banda de frecuencia para desplegar sus redes LTE. El Ministerio de Comunicaciones de Brasil hizo pública su decisión de desplegar sus servicios de banda ancha móvil en la banda de 700 MHz, a lo que Tom Phillips, Jefe de Relaciones Gubernamentales y Asuntos Regulatorios de la GSMA, en su documento, América Latina avanza hacia la asignación armonizada del espectro del Dividendo Digital en toda la región (2013, p1) [32], comentó: “La GSMA da la bienvenida a la decisión del Ministro de Comunicaciones brasileño, Paulo Bernardo, de instruir al regulador ANATEL a asignar el espectro de la banda de 700 MHz a servicios de banda ancha móvil. La acción de Brasil se alinea con las decisiones de otros países latinoamericanos con respecto al Dividendo Digital, incluyendo a Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá y Uruguay”.

Según un estudio de 4G Americas, se espera que para el 2013 Latinoamérica cuente con 181 millones de usuarios de redes HSPA y LTE, superando a Norteamérica que se estima sean 160 millones los abonados en estas redes. De igual manera se espera que el 82% de dispositivos móviles trabajen en bandas relacionadas a 4G.

A pesar de todo, en América Latina las políticas regulatorias y la asignación de espectro no son muy alentadoras al momento de permitir movilidad, y ofrecer servicios 4G en algunas bandas claves como es el caso de 2,6 GHz, donde varios países usan esta banda para otros servicios. Gracias a que LTE trabaja en varias bandas del espectro radioeléctrico, se estima que las bandas de 700 MHz, AWS y 2600 MHz serán las bandas primordiales de los operadores para el despliegue de LTE en América Latina. (Borjas N, 2012) [33]

La armonización de la banda 4G en Latinoamérica es de mucha importancia, porque además de abaratar costos de mercado y de terminales móviles para toda la región, permitirá que exista roaming internacional. (Borjas N, 2012) [33]

3.3. Análisis de los planes de los planes de Banda Ancha Móvil en América Latina

Un plan de banda ancha es una herramienta para resolver las deficiencias de las políticas de banda ancha de un país; representa un medio para que los gobiernos establezcan un conjunto de objetivos y fomenten la coordinación entre las entidades gubernamentales, así como entre el gobierno y el sector privado. Dentro de los planes de banda ancha se consideran crear o lograr un gran ecosistema de banda ancha con redes, dispositivos, contenidos y aplicaciones, en el Tabla 3.1 se muestran los países de América Latina que poseen plan de banda ancha. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012, p. 76) [3]

Tabla 3.1: Países Latinoamericanos con planes de Banda Ancha

<ul style="list-style-type: none"> • Argentina • Barbados • Brasil • Canadá • Chile • Colombia • Costa Rica 	<ul style="list-style-type: none"> • República Dominicana • Ecuador • Granada • Honduras • México • Panamá 	<ul style="list-style-type: none"> • Paraguay • Perú • Saint Kitts y Nevis • Trinidad y Tabago • Estados Unidos • Venezuela
--	--	---

Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2012 p. 78 Tabla 6) [3]

Conforme los países de la región continúan implementando sus planes de banda ancha existen ciertos objetivos, en los cuales todos los países coinciden tales como:

- La búsqueda del acceso universal y la integración digital, especialmente para los que viven en zonas rurales y remotas, esta meta la están intentando cumplir los gobiernos a través de la implementación de banda ancha móvil, en sus redes y por ende es necesario incluir proyectos con esta orientación en sus planes.
- La especial atención a los objetivos en el lado de la demanda, especialmente para mejorar la alfabetización digital, fomentar la utilización de nuevos e innovadores servicios y aplicaciones de banda ancha.
- La atención especial a los despliegues de la banda ancha tanto en líneas fijas como a través de fibra óptica ya que mejoran notablemente la velocidad de acceso de un país, de igual forma el despliegue de banda ancha móvil para alcanzar los objetivos planteados.
- Presentación de servicios públicos a través de la banda ancha tales como cibereducación, telemedicina, cibergobierno, ciberempresa.

(Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012, ps. 78-85). [3]

3.3.1. Caso de Estudio: Plan de BAM en México

México mediante el documento “AgendaDigital.mx” [34] plantea su plan de banda ancha donde se establece que al cierre del 2011 se registraba 13 millones de accesos de banda ancha fija y 7.8 millones de accesos a la banda ancha móvil, lo que representa 7 accesos por cada 100 habitantes, y cerca de 40.6 millones de usuarios de internet; además existen considerables diferencias en las zonas rurales y urbanas del país; en zonas con más de 15 mil habitantes se reporta un 77 % de penetración en cuanto a servicios de telefonía móvil, y en localidades con menos de 2500 habitantes hay tasas de 36%. Se espera que para el 2015 se tenga una tasa de penetración de 38% en cuanto a banda ancha móvil, esto junto con las tendencias regionales demuestra que es imperativo la inclusión de estrategias o políticas para la regulación de la banda ancha móvil.

Un objetivo del plan de banda ancha es la mejora del marco regulatorio del sector de las telecomunicaciones, con esto se pretende hacer una reforma a la Ley Federal de Telecomunicaciones para promover la inversión extranjera, eliminando restricciones para lograr que más operadores aporten e incrementen el número de competidores en el mercado, este objetivo si tiene éxito atraerá capital extranjero que puede ser usado para ayudar a resolver la brecha digital y generar mejores condiciones de vida para su población.

El uso eficiente del espectro es una política que debe estar en cualquier plan de banda ancha, la brecha entre la oferta y la demanda de servicios de comunicación inalámbricos en términos de capacidad, calidad y cobertura está tornándose más grande; por esta razón es particularmente importante optimizar el uso del espectro, que dadas

las limitaciones técnicas y de zonificación actuales tiene carácter de escasez, por lo que es importante adjudicar más bandas de frecuencia para uso comercial y oficial procurando alentar la competencia.

Dentro de estas frecuencias resalta la importancia del aprovechamiento de la banda del dividendo digital, además de 1.7 GHz, 2.3 GHz, 2.5 GHz y 3.5 GHz para el servicio de banda ancha móvil, procurando el desarrollo de una libre y sana competencia del mercado de las Telecomunicaciones Mexicanas. Para ello la COFETEL emitirá reglas de explotación eficiente para estas bandas, así como se buscará asegurar la relación entre la cantidad de radio bases instaladas y la calidad y cobertura del servicio. Como un adicional se analizará la viabilidad de permitir un uso más eficiente del espectro mediante el aprovechamiento de los espacios vacíos.

3.3.2. Caso de Estudio: Plan de BAM en Brasil

El denominado “Plano Nacional de Banda Larga” [35], desarrollado por el gobierno de Lula en 2010, denomina la banda ancha dentro del documento “Conectar a las Américas” (2012, p. 81) como “aquella que permite que la información fluya de modo continuo y sin interrupciones con suficiente capacidad para ofrecer el acceso a datos, voz y aplicaciones de vídeo que sean comunes o socialmente relevantes para los usuarios con arreglo a lo determinado por el Gobierno Federal”; dicho plan contempla cinco grandes objetivos:

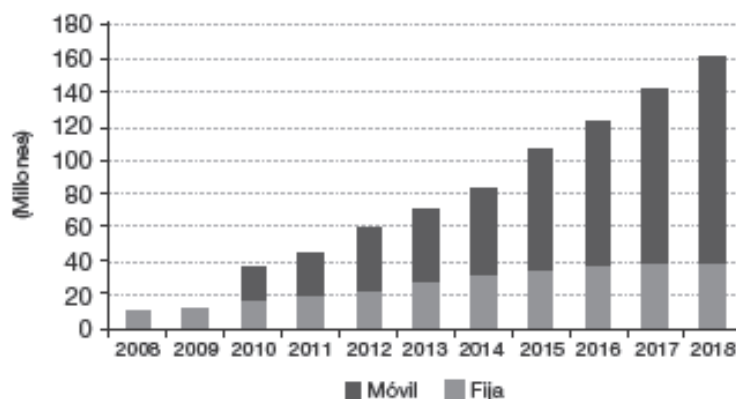
- Aumentar las posibilidades de acceso de la población a los servicios de Internet de banda ancha.

- Acelerar el desarrollo económico y social
- Promover la inclusión digital
- Reducir las desigualdades sociales y regionales
- Promover la creación de trabajo e ingreso.

En concreto, el plan busca reducir los precios de acceso a Internet y aumentar la cobertura y la calidad de los servicios de banda ancha. El plan se organiza en cuatro líneas de acción: regulación y normas de infraestructura, incentivos fiscales a los servicios de telecomunicaciones, política productiva y tecnológica y, finalmente, el despliegue de una red nacional de fibra óptica.

La construcción de las redes de banda ancha las planea realizar a través de políticas productivas y de tecnología, mediante ampliaciones de créditos a iniciativas de micro operadoras, y con especial apoyo en proyectos de ciudades digitales, reducción de impuestos para servicio de banda ancha y el uso del Fondo de Desarrollo Tecnológico (FUNTTEL). (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012, p79-82) [3]

En 2011 las proyecciones de ANATEL revelaron que el número de conexiones de banda ancha móvil superaba a la fija, tal como se muestra en la Figura 3.2 y se espera que para el 2018 existan aproximadamente 160 millones de conexiones de las cuales solo 40 millones sean fijas. (Jordán, 2011) [30]



Fuente: Jordán (2011 p. 224 Figura 7) [30]

Figura 3.2: Proyecciones sobre conexiones de Banda ancha Brasil

3.3.3. Caso de Estudio: Plan de BAM en Chile

El plan “Todo Chile Comunicado” [35], fue elaborado con el objetivo de impulsar el desarrollo productivo, la educación y la inserción de las comunidades de las zonas rurales y aisladas, al uso de las Tecnologías de Información y Comunicación, llevando a dichas zonas la cobertura de banda ancha móvil; en la mayoría de estos sectores alrededor de un 68% se trata de comunidades pequeñas, menos de 1000 habitantes razón por la cual no hay un interés por parte de las operadoras privadas.

Por lo que para que la iniciativa sea implementada se requiere del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (FDT), este fondo fue creado especialmente con este propósito, financiar proyectos de telecomunicaciones en zonas rurales y urbano marginales que no consten en los planes de expansión de ninguna empresa privada, y que subsidia con cargo al presupuesto nacional, a empresas de telecomunicaciones para que presten servicios en esta áreas. Este plan es prácticamente una alianza público-privada en la cual el

gobierno subsidia al operador para que preste servicios, pero en zonas determinadas y bajo estrictas condiciones establecidas en el pliego de la licitación del plan.

Esta iniciativa fue lanzada en 2010 y se esperaba que brinde banda ancha móvil a más de 3 millones de usuarios de 1474 localidades rurales una vez finalizadas sus tres fases hasta 2012. Cabe mencionar que la licitación fue otorgada al operador Entel, junto con una inversión de USD 110 millones, de los cuales USD 65 millones serán aportados por la operadora mientras que el resto se repartirá en partes iguales entre el Estado y el FDT.

El operador Entel ofrece servicios de banda ancha móvil en más de 1000 localidades, mediante una tarifa de aproximadamente USD 30 por mes, con velocidades de descarga de aproximadamente 1Mbps, además ofrece una modalidad de acceso por día de USD 4 (el equivalente al internet prepago en Ecuador).

3.3.4. Caso de Estudio: Plan de BAM en Colombia

El plan “Vive Digital Colombia” [36] plantea que el servicio de internet móvil provee conexión de datos mediante la red de telefonía celular, y la gran ventaja que se plantea es que, el costo de desplegar el servicio de banda ancha móvil en la última milla es mucho menor que el necesitado para el despliegue de redes fijas que se ven obligadas a realizar una conexión física sea esta a través de cobre o fibra óptica; aunque no todo son ventajas ya que el despliegue de redes de banda ancha móvil necesitan de la instalación de equipos, antenas donde sea necesario para tener la adecuada cobertura, además de la disponibilidad de espectro radioeléctrico para soportar el tráfico generado.

La penetración celular en Colombia supera el 100%, y el 99% de los municipios tiene por lo menos tecnología celular básica, con esto se garantiza que la telefonía celular en Colombia pueda cubrir a la gran mayoría de la población; las redes de tercera generación o 3G tienen un cubrimiento del 86% de los municipios, debido a que la demanda de internet móvil crece significativamente y el tráfico aumenta. Se puede asegurar, que conforme se desarrolle más las redes 3G y 4G se tendrá un incremento del número de usuarios de este servicio.

Las demoras para la asignación de espectro han generado escasez del mismo para cubrir la demanda, especialmente en las principales ciudades; estas demoras han sido de carácter legislativo y práctico. En los próximos años, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones planea asignar un total de 300 MHz a los diferentes operadores como parte de los planes para reducir la brecha digital en el país, y así cubrir la creciente demanda de los usuarios de telefonía e internet móvil prestado en redes 3G y 4G. Con estos 300 MHz el Gobierno Colombiano planea alcanzar un total de 490 MHz asignados, que permitirán alcanzar sus metas en cuanto a voz y datos. (FEDESARROLLO, 2012) [37]

El proceso de asignación de espectro IMT- 2000 en 1.9 GHz, fue realizado en 2004 para el operador TIGO (Colombia Móvil S.A.), a quien se le asignó 55 MHz; antes de este año se asignó 30 MHz a CLARO y TELEFONICA en la misma banda respectivamente.

En 2011 se esperaba asignar además las bandas de 2.5 GHz y 1.7 GHz a 2.1 GHz (banda AWS), y con estas asignaciones se aspiraba que los operadores puedan satisfacer la demanda de internet móvil en los años posteriores. Sin embargo solo se asignó 50 MHz, en la

banda de 2.5 GHz a un nuevo operador, denominado UNE EPM (Unidad de Negocios Estratégicos de Empresas Públicas de Medellín); éste operador actualmente ofrece servicios de internet móvil en las principales ciudades. Debido a la banda en la cual opera le permite tener mayor velocidad de transmisión de voz y datos. (FEDESARROLLO, 2012) [37]

En cuanto a la banda AWS, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, mediante la Resolución número 000449 del 11 de marzo de 2013, concluye que resulta necesario limitar la participación del operador dominante en la subasta de la banda de AWS, con el fin de prevenir el incremento de la concentración del mercado de telefonía y comunicaciones móviles en un único operador.

A continuación la Tabla 3.2 muestra la cantidad de espectro asignada por operador en Colombia actualmente.

Tabla 3.2: Distribución actual del espectro por operador en Colombia

Frecuencia (MHz)	700	850	1700/2100	1900	2300	2500	1400	Total
Claro		25		30				55
Telefónica		25		30				55
Colombia Móvil				55				55
UNE						50		50
Total		50		115		50		215

Fuente: FEDESARROLLO (2012 p.14 Tabla 1.4) [37]

Al igual que la banda AWS se está adelantando el despliegue de la televisión digital para liberar varias frecuencias que serán dedicadas

al servicio de banda ancha móvil por sus características de cobertura, que la vuelven ideal para transmisión de datos en grandes áreas.

3.4. Análisis de las redes LTE desplegadas en América Latina

4G Americas (2013, p.1) [38], establece que “Al tiempo que LTE es aceptado de manera fenomenal en todo el mundo, HSPA y HSPA+ están proveyendo la columna vertebral de la evolución de la banda ancha móvil, con roaming a través de cinco bandas globales, más de 500 despliegues comerciales y más de mil millones de conexiones. HSPA y HSPA+ continuarán brindando esa base importante de conectividad para la banda ancha móvil, servicio de datos ubicuo y veloz y un camino para la evolución futura.”

Actualmente en América Latina existen 14 redes comerciales LTE desplegadas en algunos países como Brasil, Colombia, México, Paraguay, Uruguay, República Dominicana, Antigua y Barbuda y Puerto Rico. Al término del 2012 existían 93 mil conexiones de redes 4G y para finales del 2013 se espera tener 2 millones de conexiones LTE. (4G Americas, 2013) [38]

En la Figura 3.3 se encuentran las redes 4G que actualmente están operando en la región; en el caso de México la operadora Telcel cuenta con ésta tecnología en la banda AWS, en la misma banda de frecuencia operan Antel en Uruguay y Copaco/Vox en Paraguay. En Brasil la banda escogida para redes LTE es de 2600 MHz por las operadoras Claro y Sky Telecom, Colombia ha desplegado sus redes LTE en la banda de 2500 MHz con la operadora UNE. Orange Dominicana trabaja en la banda de 1800 MHz, y en la banda de 700

MHz. Bolivia con Entel y Antigua y Barbuda con Digicel completan la lista de países que ya cuentan con tecnología 4G para sus abonados.



Fuente: Paredes (2013 p.1 Figura 1) [39]

Figura 3.3: Redes LTE en Latinoamérica

3.4.1. Reducción de la brecha de la Banda Ancha

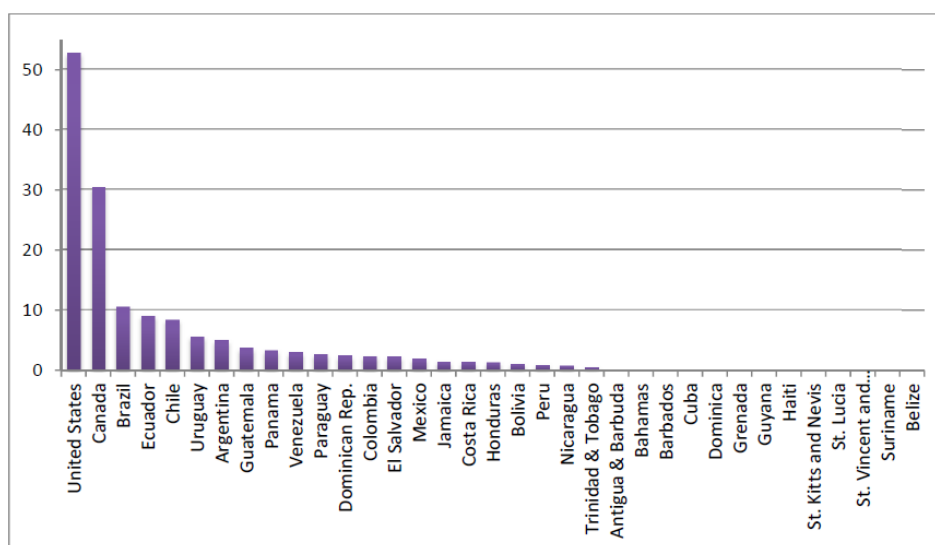
En ciertos lugares se puede acceder de manera rápida y eficaz a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) de una manera recurrente, como algo rutinario, y en otros lugares no se tiene el acceso a éstas o si las tienen no saben cómo usarlas o no se les da el adecuado uso, esto es a lo que se denomina la brecha digital.

En la actualidad, en países de Latinoamérica se puede reducir la brecha digital a través de la banda ancha móvil. A pesar del crecimiento de la banda ancha móvil experimentado por la región, sigue habiendo diferencias importantes en cuanto al acceso a los

servicios convergentes de banda ancha. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012) [3]

Existen por lo menos dos tipos de brecha digital. La brecha digital entre países o regiones y la brecha de conectividad entre sectores de la población. La brecha entre los países o regiones del mundo se debe a que los países desarrollados tienen una conectividad mucho más rápida que los países en vías de desarrollo o subdesarrollados, debido a que los países desarrollados tienen mejores infraestructuras y mayor índice de penetración. La brecha de conectividad entre los sectores de la población se refiere a que las personas de un mismo país no tienen el mismo acceso, como es el caso de la tercera edad o las personas con escasos ingresos económicos. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012) [3]

En la Figura 3.4 podemos observar el número de abonados de banda ancha móvil por cada 100 habitantes que existen en América. Dejando de lado a Estados Unidos y Canadá, Brasil es el país con más abonados activos por cada 100 habitantes que usan banda ancha móvil en Latinoamérica con poco más de 10, seguido de Ecuador con un mínimo de 6 abonados activos, de igual manera Chile, Uruguay, Argentina y Guatemala. El resto de países de la región cuentan con 4 o menos abonados por cada 100 habitantes. Analizando un poco más a detalle el gráfico podemos darnos cuenta que existe una gran brecha entre los países de América del Norte con los países Latinoamericanos, y esto se debe al despliegue de redes que tienen Estados Unidos y Canadá, además de contar con mayor penetración, mejor calidad y cobertura y sobre todo menores precios en los servicios de banda ancha móvil. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012) [3]



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2012 p.16 Figura 5) [3]

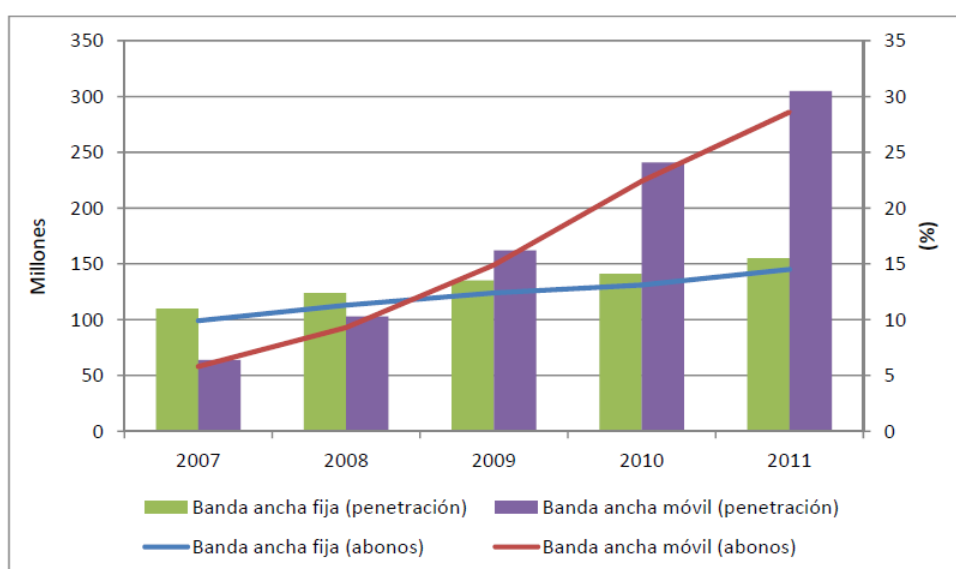
Figura 3.4: Número de abonados de banda ancha móvil por cada 100 habitantes en la Región de las Américas en 2010

3.4.2. Porcentaje de penetración

A mediados de 2011, Latinoamérica era el tercer mercado de redes móviles en el mundo, solo por detrás de Asia y África con 600 millones de conexiones. Todo esto aumentó el porcentaje de penetración a un 44% por habitante en 2005 y a un 96% en 2010. Se estima que para el 2015 las conexiones móviles lleguen a 750 millones con una penetración de aproximadamente 122%; la banda ancha móvil es un factor importante en el empleo, ya que genera aproximadamente 1,5 millones de trabajos, además de que produce un valor en las economías, representando aproximadamente el 3,2% del PIB de cada país. (CEPAL, 2011) [4]

Se puede observar en la Figura 3.5 que la penetración de la banda ancha móvil en Latinoamérica aumentó aproximadamente un 25% desde el 2007 hasta el 2011 al igual que el número de abonados. En

cuanto a millones de usuarios la banda ancha móvil creció desde el año 2007 con un poco más de 50 millones hasta unos 300 millones de abonados en el 2011.

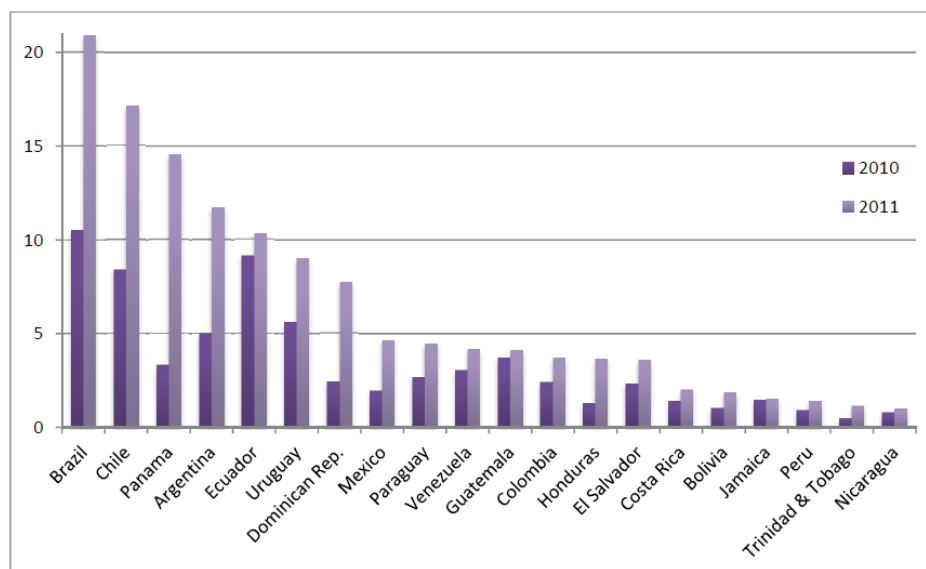


Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2012 p.11 Figura 1) [3]

Figura 3.5: Base de datos de indicadores de telecomunicaciones mundiales/TIC de la UIT correspondiente a 2011

En varios países de la región, el número de abonados de banda ancha móvil por cada 100 habitantes se duplicó o hasta se triplicó como es el caso de Brasil, Chile, Panamá y Argentina como se muestra en la Figura 3.6. El caso más notorio es el de Panamá que de aproximadamente 3 abonados por cada 100 habitantes en el 2010 pasó a tener 14 abonados por cada 100 habitantes en el 2011; Brasil por otro lado pasó de 11 abonados a un poco más de 20 usuarios por cada 100 habitantes; Chile que en el 2010 tenía aproximadamente 8 usuarios, a finales de 2011 contaba con aproximadamente 17 abonados por cada 100 habitantes. Argentina, que de cada 100 habitantes 5 usaban banda ancha móvil al 2010, en el 2011 creció

hasta tener 13 abonados por cada 100 habitantes aproximadamente. Otros países donde se notó un incremento fueron en Uruguay y República Dominicana. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012, P.19) [3]



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2012 p.20 Figura 7) [3]

Figura 3.6: Número de abonados activos a la banda ancha móvil por cada 100 habitantes en ciertos países de la Región de las Américas en 2010-2011

Ningún país de la región sufrió un crecimiento negativo, aunque el crecimiento de algunos países fue muy poco como Nicaragua, Jamaica y Guatemala, esto se debe quizás a que el crecimiento poblacional en los países fue mayor al crecimiento en el número de abonados con banda ancha móvil. (Unión Internacional de Telecomunicaciones 2012, p.19) [3]

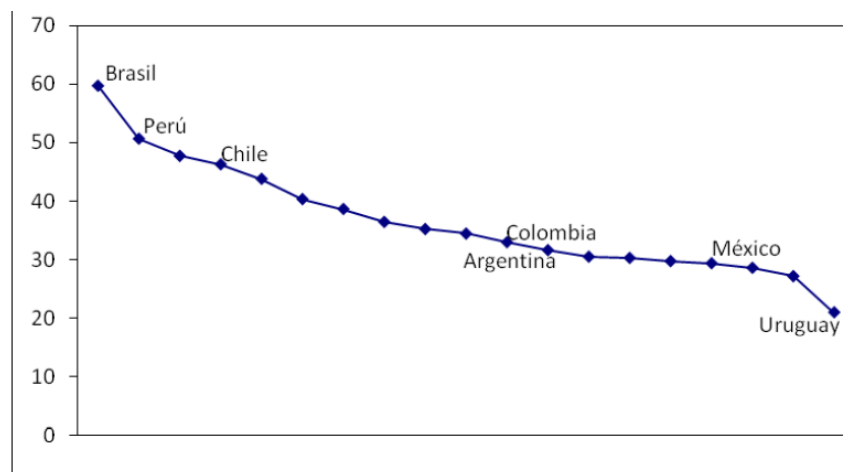
3.4.3. Costos de asignación de espectro y precios de acceso a la banda ancha móvil

El incremento de la banda ancha móvil en los últimos años es esencialmente notable. Según un estudio realizado en 2010, se espera que los ingresos de datos de los servicios móviles aumenten en más del doble en cuanto al número de abonados, desde 2009 a 2014; desde 4500 millones USD hasta 10600 millones USD. De igual manera se espera que los ingresos de la banda ancha móvil aumenten con mayor rapidez hasta alcanzar 6400 millones USD al 2014. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2012, P.11) [3]

Un tema importante para que exista el despliegue de la tecnología LTE es la inversión que deben de hacer las operadoras en sus redes, en el caso de México se registra que su inversión fue de US\$3.950 millones incluyendo el valor del espectro asignado. En Brasil se estima que la suma fue de US\$1.312 millones, en Colombia la operadora UNE pagó por el uso del espectro la cantidad de US\$40 millones por 50 MHz en la banda de 2.500 MHz. En Bolivia Entel para poder operar en la banda de 700 MHz pagó US\$32 millones; Paraguay recibió de sus operadoras US\$35 millones por el uso del espectro y en República Dominicana la inversión fue de US\$105 millones. (Paredes, 2013) [39]

El precio de la banda ancha móvil en América Latina sigue siendo elevado, lo que no hará que crezca de manera rápida como está ocurriendo en otras regiones del mundo, donde el valor de la banda ancha móvil es mucho menor.

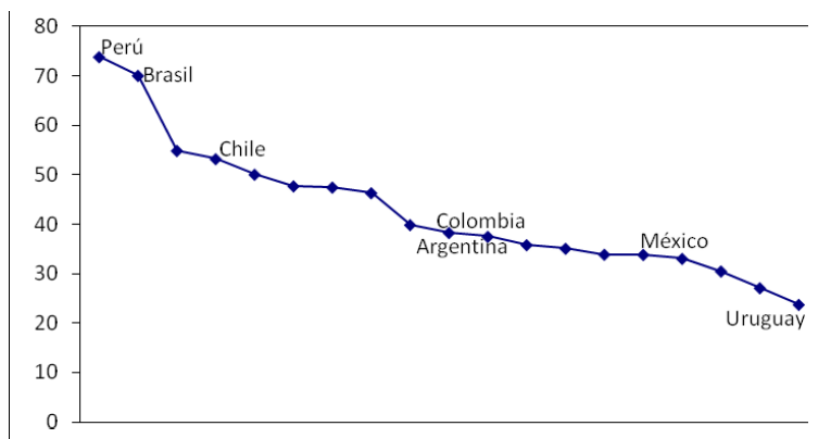
Según un estudio realizado por Ernesto Flores y Judith Mariscal en 2011, el promedio del servicio mensual de banda ancha móvil ronda los 63 dólares mensuales, con pequeñas diferencias entre países. Como se puede observar en la Figura 3.7, el país con mayor costo de banda ancha móvil es Brasil con aproximadamente 60 USD, le siguen Perú y Chile con un costo de aproximadamente 50 USD por un servicio de 1Gb, mientras que en Uruguay sus abonados cancelan cerca de 20 dólares por el servicio. (Flores & Mariscal, 2011) [40]



Fuente: Flores & Mariscal (2011 p. 23 Figura 7) [40]

Figura 3.7: Costo fijo promedio del plan mensual de 1Gb de banda ancha móvil (dólares por mes)

En el plan de servicio de 3Gb al mes, el país que más cobra a sus abonados es Perú con aproximadamente 75 USD mensuales, como se observa en la Figura 3.8, muy de cerca está Brasil, con un costo de 70 USD aproximadamente; al igual que en el servicio de 1Gb mensual, Uruguay es el país de la región en tener el costo del servicio de 3Gb más barato, con un costo de aproximadamente 20 USD. (Flores & Mariscal, 2011) [40]



Fuente: Flores & Mariscal (2011 p. 23 Figura 7) [40]

Figura 3.8: Costo fijo promedio del plan mensual de 3Gb de banda ancha móvil (dólares por mes)

CAPÍTULO 4

REGULACIÓN SOBRE LA BANDA ANCHA MÓVIL A NIVEL NACIONAL

4.1. Normativa para la implementación de Banda Ancha Móvil

En la Constitución de la República del Ecuador 2008, publicada en el Registro Oficial 449 el 20 de octubre 2008, se considera a las telecomunicaciones como un sector estratégico, y al espectro radioeléctrico como un recurso limitado del Estado; además se establece que el Estado es responsable de la provisión de los servicios públicos y uno de ellos es las telecomunicaciones, se garantiza que esta provisión sea de carácter universal, eficiente, continua y de buena calidad.

En el Artículo 16 del Título II: Derechos, Capítulo II: Derechos del Buen Vivir, Sección III: Comunicación e Información, de la Constitución de la República del Ecuador se establece que todas las personas en forma individual o colectiva tienen derecho al acceso universal a las tecnologías de información y comunicación; se consagra el derecho a “la creación de medios de comunicación social, y a al acceso en igualdad de condiciones al uso de las frecuencias del espectro radioeléctrico para la gestión de estaciones de radio y

televisión públicas, y comunitarias, y a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas.”

En el artículo 17 se garantiza la asignación de las frecuencias del espectro radioeléctrico a través de métodos transparentes para que la gestión de estaciones de radio y televisión sean públicas, comunitarias o privadas y el acceso a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas, precautelando que en su utilización prevalezca el interés colectivo. También se facilitara la creación y fortalecimiento de medios de comunicaciones, así como de acceso universal a las tecnologías de información y comunicación en especial a personas y grupos de personas que no tengan acceso o lo tengan de forma limitada.

4.1.1. Estudio de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones

Mediante la Ley No. 94, del 4 de agosto de 1995, publicada en el Registro Oficial No. 770 del 30 de agosto de 1995, se expidió la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones. En el artículo 3 de esta Ley se trata sobre la administración del espectro y le atribuye las facultades de gestión, control y administración del espectro radioeléctrico. Comprende entre otras a las actividades de planeación, coordinación, atribución de un cuadro de frecuencias, la verificación de frecuencias y la asignación para su utilización. Además la localización y eliminación de interferencias perjudiciales, la detección de infracciones; y podría ser que la facultad más importante o relevante para el tema de banda ancha móvil sea la adopción de medidas tendientes a establecer el correcto y racional uso del espectro.

El artículo 4, uso de frecuencias, estipula que para poder prestar servicios de radiodifusión y televisión es necesario tener una concesión otorgada por el Estado, y cualquier ampliación o uso de frecuencia para otro fin diferente a los servicios de radiodifusión o televisión requiere de una nueva concesión; esta ley garantiza que es facultad privativa del Estado el aprovechamiento del espectro radioeléctrico, ya que constituye un recurso natural, y le corresponde al Estado administrarlo y regularlo para cualquier sistema de telecomunicaciones en todo el territorio Ecuatoriano.

El capítulo III habla sobre el plan de desarrollo de las telecomunicaciones, concretamente sobre su objetivo que es dotar al país de un sistema de telecomunicaciones capaz de satisfacer las necesidades de desarrollo; para establecer sistemas de comunicación eficientes y seguros, de igual manera las empresas autorizadas para prestar servicios de telecomunicaciones, deben presentar un plan de inversión que será ejecutado durante el periodo de exclusividad al CONATEL para su respectiva aprobación todo esto se establece en el artículo 24.

El capítulo VII, artículo 38 dispone que todos los servicios de telecomunicaciones deben brindarse en un régimen de libre competencia, y da un plazo de 180 días al CONATEL para la creación del reglamento que se aplicara para otorgar concesiones del servicio de telecomunicaciones; en este Reglamento debe incluirse las disposiciones necesarias para la creación del FODETEL. Éste será financiado por las empresas operadoras del sector y se encargará de financiar proyectos para prestar servicios universales en sectores

rurales y urbano marginales que no estén en los planes de expansión de las operadoras.

4.1.2. Análisis del Reglamento General a la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones

Mediante Decreto Ejecutivo 179 publicado en el Registro Oficial 404 del 4 de septiembre de 2001 se expidió el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada. El capítulo IV, Título VII de este Reglamento establece las regulaciones con respecto al espectro radioeléctrico y lo define como un recurso natural limitado perteneciente al dominio público del Estado. En el artículo 48 se establecen los principios que debe obedecer el uso del espectro, entre los más destacados tenemos:

- El Estado debe fomentar el uso, explotación racional y eficiente del espectro radioeléctrico a fin de obtener el máximo provecho
- Las decisiones sobre las concesiones de uso del espectro deben hacerse en función del interés público, con total transparencia y buscando la mayor eficiencia en cuanto a su asignación.
- En caso necesario el CONATEL podrá reasignar o reducir una asignación de espectro ya realizada, lo que le dará derecho a una asignación alternativa de espectro y a una justa indemnización conforme a las normas del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada

También se establecen los objetivos que debe perseguir la administración del espectro, los más afines a los servicios de banda ancha móvil son:

- Optimizar el uso del espectro radioeléctrico
- Permitir el desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones del Ecuador
- Garantizar el uso de frecuencias sin interferencias perjudiciales

En el artículo 54 se establece que el CONATEL debe publicar al menos en dos diarios de circulación nacional y en su página web la lista de bandas o segmentos de bandas que podrán ser asignadas bajo previo cumplimiento de los requisitos para la asignación, los demás segmentos están sujetos a procesos públicos competitivos; en el caso de frecuencias liberadas por el CONATEL, que podría ser el caso del dividendo digital la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) tiene la obligación de difundir cada diez días en su página web, el listado de solicitudes presentadas para el uso del espectro, con el objetivo que otros interesados puedan hacer conocer sus observaciones. En caso de que el número de interesados supere a las asignaciones que pueden ser otorgadas y existan restricciones de disponibilidad, las asignaciones se darán mediante procesos públicos competitivos definidos por el CONATEL para lograr la mayor transparencia; en cualquier otro caso la SENATEL puede realizar asignación directa, mediante previa autorización del CONATEL.

El artículo 56 de este reglamento determina que el CONATEL autorizará a la Secretaría la reasignación de una frecuencia o una banda de frecuencias que haya sido previamente asignada por las siguientes causales:

- Cuando así lo exija el interés público
- Cuando lo exijan nuevas tecnologías o se planteen solución a problemas de interferencia

Los concesionarios de las frecuencias reasignadas tienen diez días para ubicarse en sus nuevas frecuencias, contados a partir de la fecha en que se pague la debida indemnización por parte del nuevo concesionario; cabe citar que la indemnización será fijada entre ambas partes o en caso de que no se llegue a un acuerdo, el CONATEL podrá fijar el precio en base a la inversión necesaria para la compra e instalación de los equipos necesarios o la reprogramación de los actuales en caso de que se opere en condiciones similares.

4.1.3. Análisis del Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de Telecomunicaciones

Mediante la Resolución 469-19-CONATEL-2001, publicada en el Registro Oficial 480, del 24 de diciembre del 2001, se publica el Reglamento para Otorgar Concesiones de los Servicios Telecomunicaciones. En el artículo 3, capítulo II se define concesión como la delegación del Estado para la instalación, explotación de los servicios de telecomunicaciones y la asignación de uso de frecuencia del espectro radioeléctrico correspondiente mediante la previa

autorización del CONATEL; la concesión para prestar servicios sean finales o de portador de telecomunicaciones tiene una duración máxima de 15 años renovables, se puede otorgar mediante cualquiera de los tres métodos que describiremos a continuación, y dependiendo de la cantidad de interesados o las disposiciones del CONATEL:

- Adjudicación directa, si no existe un número mayor de interesados al número de concesiones que se pueden otorgar y en caso de que no existan restricciones en la disponibilidad de frecuencias o bandas de frecuencia se otorgara adjudicación directa de la banda de frecuencia. En el capítulo III artículo 16 se establece que el contrato será suscrito en un plazo máximo de 45 días, contados a partir de la fecha de notificación con la resolución por parte del CONATEL y el proyecto de contrato, en caso de que el solicitante no suscriba el contrato en el plazo indicado la resolución quedara sin efecto.
- Proceso público competitivo de ofertas, en caso de que exista restricciones en la disponibilidad de frecuencias o bandas de frecuencia o exista un número mayor de interesados al número de concesiones que pueden ser otorgadas; la SENATEL preparará para la aprobación del CONATEL todos los documentos que sean necesarios para llevar a cabo el proceso público de competitivo de ofertas, este proceso consta de una serie de etapa que son:
 - Preparación de bases para el concurso
 - Aprobación de las bases por parte del CONATEL

- Publicaciones de la convocatoria
 - Venta de bases
 - Aclaración a las bases
 - Recepción de ofertas
 - Estudio y evolución de ofertas
 - Resolución sobre el concurso
 - Suscripción del contrato
- Subasta pública de frecuencias, para la ejecución de este proceso de asignación de espectro radioeléctrico se debe cumplir las mismas características que el proceso publico competitivo pero en cuanto a la forma del proceder del método es diferente, este proceso está formado por dos partes:
 - Pre-calificación, el CONATEL o la comisión según sea el caso conformara un comité técnico multidisciplinario, que presentara un informe fundamentado respecto de la precalificación de los participante, aunque si no existen interesados en el proceso de subasta o si no hay precalificados o solo hay un solo interesado, se declarar desierto el proceso.

- Fase de selección, el proceso de selección bajo la modalidad de subasta pública solo podrá ser declarado desierto cuando no exista al menos una oferta inicial válida en la primera ronda, y solo se consideran válidas aquellas ofertas que cumplan con lo dispuesto; el que presente la mejor propuesta al final del plazo establecido para la subasta pública será a quien se le otorgue la concesión del espectro radioeléctrico.

El capítulo VIII está dedicado al servicio universal y al Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (FODETEL), en el artículo 47 se establece que todos los prestadores de servicio de telecomunicaciones aportan una contribución anual fijada en el 1 % de sus ingresos totales facturados para el FODETEL; y en el artículo 48 determina que los proyectos de implementación del servicio universal en áreas rurales y urbano marginales que no hayan sido contempladas en el plan de expansión de los prestadores de servicio, serán financiados con recursos provenientes del FODETEL; es necesario considerar que el CONATEL es la entidad encargada de determinar cuáles servicios conforman los servicios universales.

4.1.4. Estado del despliegue actual de la banda ancha móvil en el Ecuador

La dotación de conectividad es una actividad bastante usual del sector privado y público, pero el Estado tiene la responsabilidad ineludible de atender aquellos sectores que no representan una buena inversión para el sector privado, y de esta manera garantizar el acceso universal a todos los ecuatorianos sin ningún tipo de

discriminación y de forma indiferente a su ubicación geográfica. El medio más económico y eficiente para cumplir con esta obligación es sin duda la implementación de redes de banda ancha móvil.

En Estrategia Ecu@dor Digital 2.0 plantea el Plan Nacional de Desarrollo de la Banda ancha, donde a su vez plantea una serie de objetivos, a continuación describiremos aquellos en los que el uso de banda ancha móvil juega un papel fundamental para su completo desarrollo.

- Impulsar el despliegue de redes y servicios a nivel nacional para la provisión de banda ancha
- Incrementar el uso y apropiación de TIC en educación, salud, servicios públicos y otros sectores productivos de la sociedad
- Permitir a todos los ecuatorianos independientemente de su condición socio económica y ubicación geográfica el acceso a los servicios de banda ancha con calidad y calidez

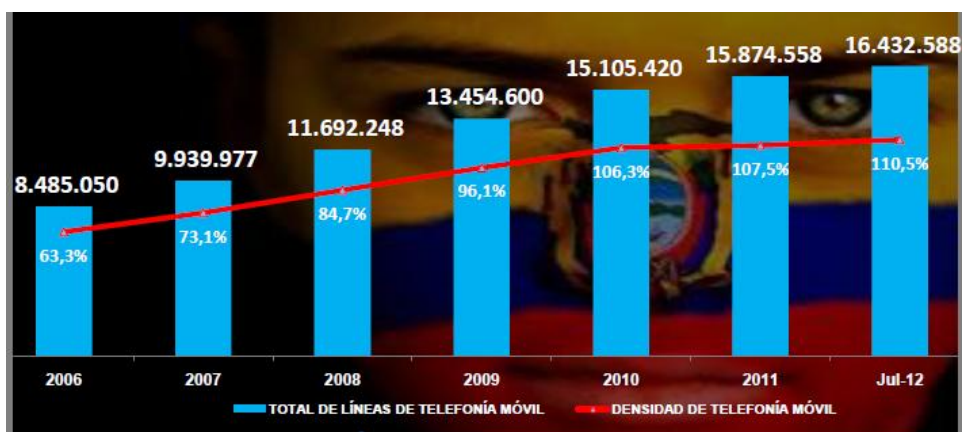
Actualmente existen tres programas que se están ejecutando para cumplir con las metas del plan nacional de banda ancha los cuales son:

- Despliegue de Infraestructura y condiciones de mercado para banda ancha
- Gestión eficiente de recursos, insumos y calidad para banda ancha
- Banda ancha con responsabilidad social y ambiental

Nos enfocaremos en el segundo; el programa de gestión eficiente de recursos, insumos y calidad para banda ancha donde se plantea metas como:

- Calidad de servicio y seguridad, y para cumplirlo se ha propuesto garantizar el uso de estándares internacionales en la presentación del servicio de banda ancha
- Desarrollo de banda ancha inalámbrica, a través del cual se garantiza la gestión eficiente del espectro radioeléctrico y la disponibilidad de espectro para servicios de banda ancha móvil considerando reasignación de espectro para los nuevos servicios.

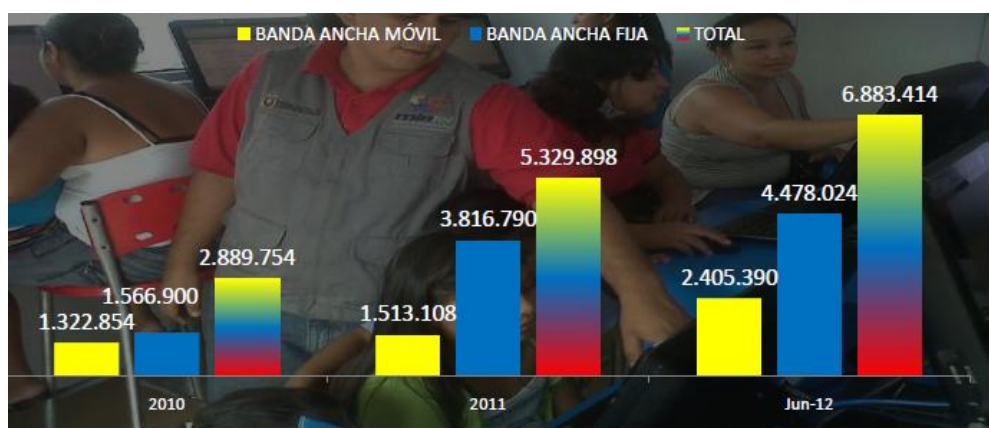
Una herramienta para comprender los posibles alcances de la banda ancha móvil, debido a que es parte del servicio móvil avanzado, es el número de usuarios móviles o la tasa de penetración que tiene la telefonía móvil en el país. En la Figura 4.1 podemos ver ambas y según cifras de las autoridades correspondientes el número de usuarios del servicio casi se ha duplicado desde el año 2006 hasta el 2012. (MINTEL, 2012) [41]



Fuente: MINTEL. (2012 p.16 Figura 1) [41]

Figura 4.1: Total de Líneas y Densidad Telf. Móvil a Nivel Nacional

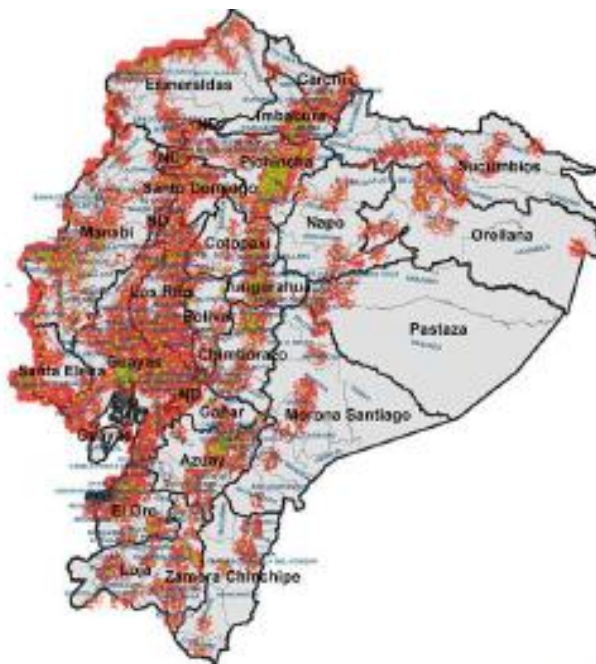
La Figura 4.2 nos muestra los usuarios de banda ancha móvil; la densidad de líneas activas de datos en el país crecieron de 1.52% en 2009 a 10.3% en 2011, y si comparamos entre los años 2010 y 2012 obtenemos que los usuarios de banda ancha móvil han crecido un 45%.(MINTEL, 2012) [41]



Fuente: MINTEL. (2012 p.16 Figura 1) [41]

Figura 4.2: Usuarios de Banda Ancha en el País

La cobertura actual de Banda Ancha Móvil, por el servicio móvil avanzado por las tres operadoras en el país se muestra en la Figura 4.3, cabe recalcar que ha diciembre del 2011 existían 5234 radio bases de banda ancha móvil como infraestructura del SMA. (MINTEL, 2012) [41]



Fuente: MINTEL. (2012 p.12 Figura 1) [41]

Figura 4.3: Conectividad de Banda Ancha Móvil en el país.

Actualmente en el país existen aproximadamente 17 millones de usuarios del servicio móvil avanzado, y aproximadamente 2 millones tienen servicios de banda ancha móvil; la Tabla 4.1 nos muestra el número de personas de cada operadora que mantenían planes de datos activos desde que se implementó este servicio en el país; un dato muy curioso que se aprecia fácilmente es el hecho de que la primera operadora en brindar servicios de datos fue CNT, lo cual se podría explicar analizando el contrato de concesión de la operadora, debido a que es relativamente joven frente a sus competidoras en su concesión se especificaba que brindarían el servicio móvil avanzado, lo cual le permite a más de dar servicios de telefonía móvil y mensajería, brindar soporte para conexiones de datos. Sin embargo el número de abonados de cada operadora es un factor importante y

con el pasar del tiempo CLARO lo ha dejado muy en puntualizado cómo podemos observar.

Tabla 4.1: Líneas Activas Postpago

LÍNEA ACTIVA POSPAGO POR CONCESIONARIO – DATOS				
AÑOS	CLARO	MOVISTAR	CNT E.P. – ALEGRO	TOTAL
Año 2008	N/D	N/D	7,769	7,769
Año 2009	61,270	105,208	10,520	176,998
Año 2010	122,107	151,946	16,087	290,140
Año 2011	228,228	133,364	46,811	408,403
Aug-12	985,061	193,233	16964	1,195,258

Fuente: CONATEL (2012 p.1 Tabla 2) [42]

A pesar de que el número de usuarios de las operadoras que usaban la modalidad de prepago para tener sus servicios siempre fue más alto que los usuarios que usaban la modalidad de postpago en cuanto al uso de redes de datos este compartimiento tiende a invertirse como nos muestra la Tabla 4.2 y enfatiza que el número de abonados totales de las operadoras influye con gran importancia al lanzar un nuevo servicio como lo fue los datos en el año 2009, ya que CLARO se mantiene como la empresa dominante, aunque en esta modalidad

y en este servicio notamos que a finales del 2012 la brecha entre Claro y Movistar tiende a disminuir.

Tabla 4.2: Líneas Activas Prepago

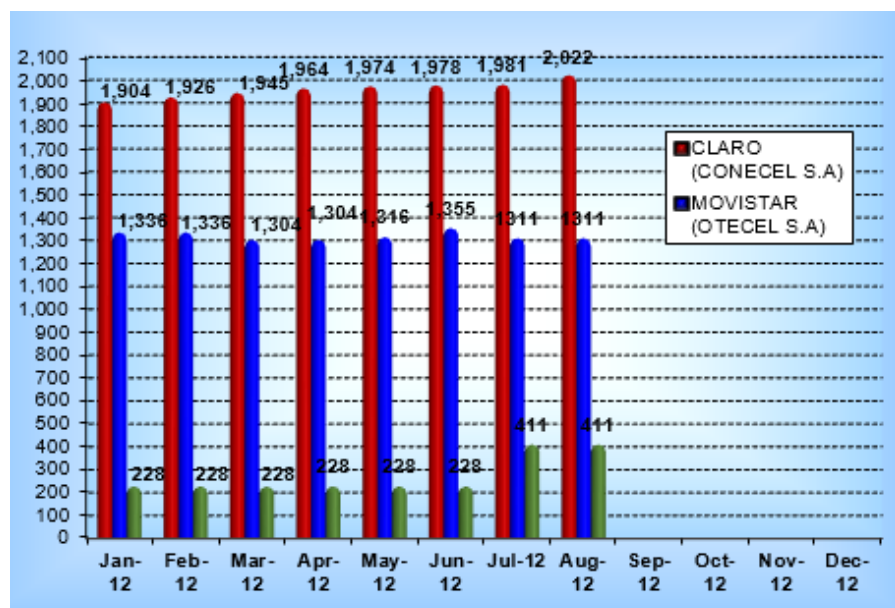
LÍNEA ACTIVA PREPAGO POR CONCESIONARIO – DATOS				
AÑOS	CLARO	MOVISTAR	CNT E.P - ALEGRO	TOTAL
Año 2008	N/D	N/D		-
Año 2009	28,749	7,095		35,844
Año 2010	17,554	29,700	727	47,981
Año 2011	75,054	57,612	774	133,440
Aug-12	428,381	74,276	62,079	564,736

Fuente: CONATEL (2012 p.1 Tabla 3) [42]

Si sumamos los resultados de usuarios de banda ancha móvil que usan la modalidad de prepago con aquellos que usan la modalidad de postpago en Agosto del 2012, como los muestran las Tablas 4.1 y 4.2, el resultado será notoriamente menor que las cifras mostradas por el MINTEL en la Figura 4.2 a pesar de que las fechas son muy próximas; esto podría deberse a que se hicieron consideraciones erróneas en cuanto a qué tecnología representa banda ancha móvil. Las redes 2G pueden presentar velocidades hasta 384 Kbps; ésta tasa es mayor que la de la banda ancha fija en el país (256 Kbps), así que podría ser

que en las cifras del MINTEL se consideraron las redes 2G debido a que su velocidad es comparable a la velocidad de banda ancha fija en el país; sin embargo es necesario especificar que las banda ancha móvil comienza desde redes 3G. En los Tablas 4.1 y 4.2 se consideran solo los usuarios de redes 3G.

Otro factor importante que nos puede guiar en cuanto al desarrollo de las telecomunicaciones y en específico de la banda ancha móvil en el país, es el número de estaciones base. Mientras más alta sea esta cifra mayor área de cobertura se tendrá lo que volverá más amplio el mercado objetivo de cada operadora; sin embargo una cantidad elevada de estaciones base no garantiza que la mayoría del país tenga cobertura ya que el principal objetivo de las operadoras privadas es obtener ingresos económicos y no reducir la brecha digital en el Estado. La Figura 4.4 nos muestra el número de estaciones base por operadora que hay desplegadas, como observamos CLARO es la que posee más de estos recursos, precisamente por ser la dominante en el mercado.

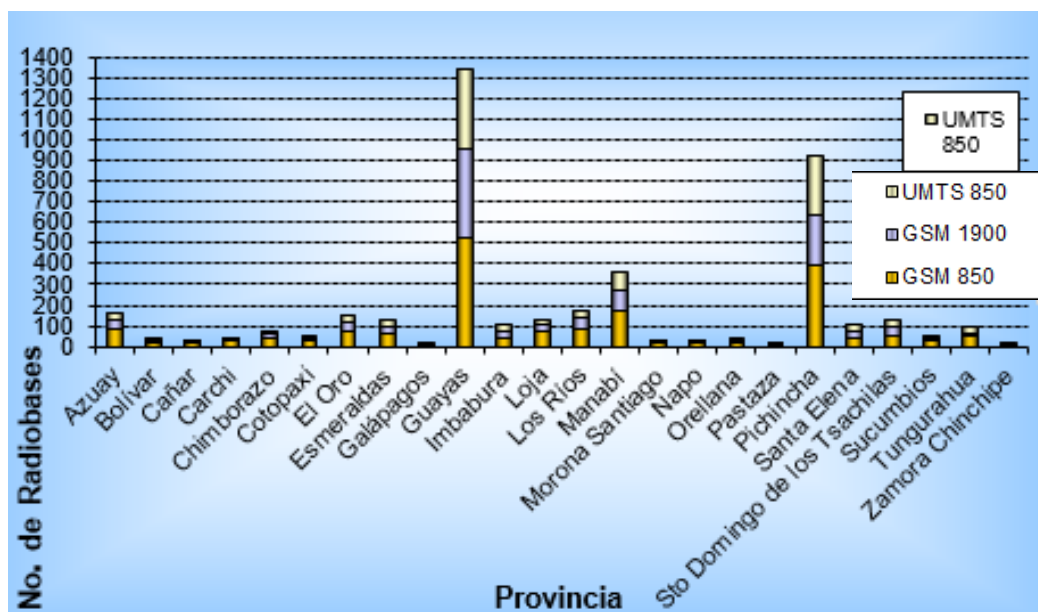


Fuente: CONATEL (2012 p.1 Figura 1) [42]

Figura 4.4: Estaciones Base por operador

Finalmente la tecnología que se usa en cada estación base la podemos observar en la Figura 4.5; definitivamente este es el factor más importante en cuanto al despliegue de la banda ancha móvil. La mayoría de redes de banda ancha móvil en el país usa UMTS, las estaciones base que usan esta tecnología se encuentran concentradas en las principales urbes tal como podemos notar.

CNT es la empresa que el Estado ha designado como el principal ejecutor de los proyectos para reducir la brecha digital; en base a esto la empresa ha dispuesto la implementación de una red basada en tecnología HSPA+; esto en conjunto con la disminución lenta del precio de los smartphones, dará a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones un rol más importante en cuanto a servicios de BAM.



Fuente: CONATEL (2012 p.1 Figura 2) [42]

Figura 4.5: Tecnologías empleadas en las estaciones base

4.2. Bandas atribuibles y asignadas para la operación de banda ancha móvil.

Mediante Oficio GNRI-GREG-055 del 11 de enero de 2011, GNRI-GREG-0723-02-2012 del 8 de mayo de 2012 y Oficio No. 20120632 del 5 de junio de 2012, CNT E.P. presentó a la SNT (Secretaría Nacional de Telecomunicaciones) la petición de asignación de banda de 700 MHz, especificando que se requiere la adjudicación de 20+20 MHz de forma directa.

Mediante Oficio VPR-2285-2011 del 11 de febrero de 2011, la operadora OTECEL S.A., solicita la asignación de dos bloques de 15 MHz cada uno para el despliegue de LTE, en una de las bandas de 700 MHz, 1700 MHz, 1900 MHz, o 2100 MHz dependiendo de la situación de cada banda.

Mediante Oficio DJYR-1638-2011 del 31 de octubre de 2011, CONECEL S.A solicitó espectro para introducir tecnología LTE-FDD, solicitando algunas de las siguientes alternativas que se muestran en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3: Bandas solicitadas por CLARO para ofrecer LTE

Alternativa	Banda de Frecuencia	No de Portadora	Ancho de Banda solicitado	Separación Dúplex	Sub-banda
1	1700 MHz (AWS)	1	40 MHz	400 MHz	4
2	2600 MHz	1	40 MHz	120 MHz	7
3	700 MHz	1	30 MHz	30 MHz	12

Fuente: CONETEL (Resolución Tel-804-CONATEL-2012 p.4 Tabla 1) [43]

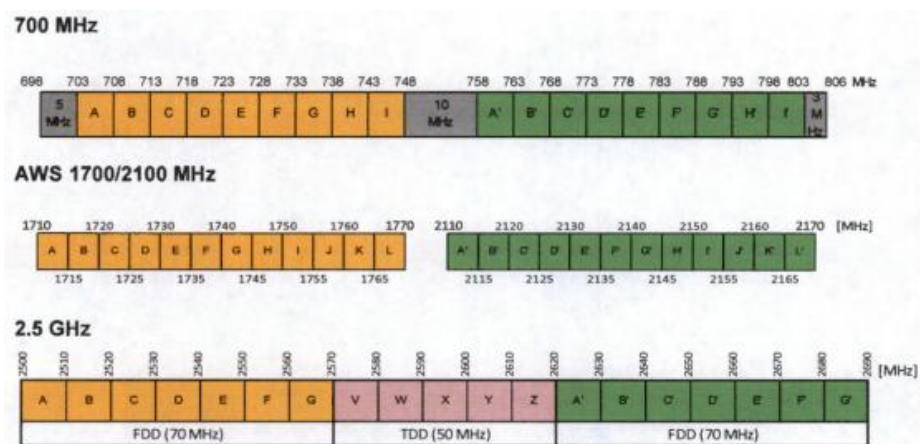
En el artículo 2 de la Resolución TEL-268-11-CONATEL-2012 con fecha 15 de mayo de 2012, el Estado modificó el cuadro de atribuciones del Plan Nacional de Frecuencias, atribuyendo a las bandas de frecuencias 698 MHz - 806 MHz, 869 MHz - 894 MHz y 2110 MHz - 2200 MHz para que operen exclusivamente sistemas IMT (International Mobile Telecommunications).

Mediante Oficio No. 20121265 del 7 de noviembre de 2012, CNT EP solicita la adjudicación de forma directa de 20+20 MHz en la banda AWS, para ofrecer SMA (Servicio Móvil Avanzado).

Mediante el artículo 2 de la Resolución TEL-804-29-CONATEL-2012 con fecha 12 de diciembre de 2012, el Estado resuelve adoptar el esquema de segmentación B5 para la banda AWS (1700 MHz / 2100

MHz) y el esquema de arreglo C1 para la banda 2.5 GHz recomendados por la UIT.

En el artículo 3 de dicha Resolución se resuelve adoptar la siguiente canalización para las bandas de 700 MHz, AWS y 2.5 GHz, como se muestra en la Figura 4.6.



Fuente: CONATEL (Resolución TEL-804-29-CONATEL-2012 p. 5) [43]

Figura 4.6: Distribución de bandas en Ecuador

Las bandas asignadas previamente para el servicio móvil avanzado (SMA) en el Ecuador se encuentran en 800 MHz y 1900 MHz, distribuidas entre los 3 operadores móviles que tiene el país (CONECEL S.A., OTECEL S.A. y CNT E.P.).

CONECEL (Claro) trabaja en la banda de 800 MHz y 1900 MHz; en los 800 MHz opera en las bandas A1 (824 MHz – 825 MHz), A1' (869 MHz – 870 MHz), A2 (825 – 835 MHz), A2' (870 MHz – 880 MHz) y A3 (845 MHz – 846.5 MHz), A3' (890 MHz – 891.5 MHz); y, en los 1900 MHz en la banda E (1885 MHz – 1890 MHz) y E' (1965 MHz – 1970 MHz). El total de espectro asignado a CLARO es de 35 MHz.

OTECCEL (Movistar) da servicio en 800 MHz en la banda B1 (835 MHz – 845 MHz), B1' (880 MHz – 890 MHz) y B2 (846.5 MHz – 849 MHz), B2' (891.5 MHz – 894 MHz); y, en 1900 MHz en la banda D (1865 MHz – 1870 MHz), D' (1945 MHz – 1950 MHz). El total de espectro asignado a MOVISTAR es de 35 MHz.

CNT E.P. trabaja en 1900 MHz en la banda C (1895 MHz – 1910 MHz), C' (1975 MHz – 1990 MHz) y F (1890 MHz – 1895 MHz), F' (1970 MHz – 1975 MHz). El total de espectro radioeléctrico asignado a CNT en la banda de 1900 MHz es de 40 MHz. En la Figura 4.7 se pueden observar los bloques de frecuencias de la banda de 1900 MHz.



Fuente: CONATEL (Resolución Tel-804-29-CONATEL-2012 p. 4 Figura 1) [43]

Figura 4.7: Distribución de la banda de 1900 MHz

En el artículo 4 de la Resolución TEL-804-29-CONATEL-2012 el CONATEL resolvió autorizar a CNT E.P en la banda de 700 MHz los bloques G-G', H-H' e I-I' a nivel nacional, mostradas en la Figura 4.6. Sin embargo en esta banda aún funciona la Televisión Codificada Terrestre, con lo que la CNT podrá operar solamente cuando los contratos de concesión en dicha banda finalicen. Además en el artículo 5 de la mencionada Resolución, autorizó asignar los bloques A-A', B-B', C-C' y D-D' en la banda AWS (1700 MHz/2100 MHz) a nivel nacional, sin embargo, en las ciudades donde aún operan enlaces de radiodifusión sonora y televisión en dichos bloques, la

CNT deberá esperar a que los enlaces hayan migrado. El total de espectro asignado a CNT para ofrecer el servicio LTE es de 70 MHz, de los cuales 30 MHz corresponden a la banda de 700 MHz y los restantes 40 MHz corresponden a la banda AWS.

En el artículo 7 de dicha Resolución se establecen propuestas de alternativas de asignación de espectro para operadoras (establecidas o entrantes) en las bandas atribuidas para los sistemas de IMT, en la cual se consideran los siguientes aspectos:

- Diseño de agrupación de bloques para cada una de las bandas: 700 MHz, 1700 MHz / 2100 MHz y 2.5 GHz.
- Condiciones de asignación de espectro a operadoras (establecidos/entrantes), de ser el caso.
- Definición de obligaciones de cobertura y tiempo de despliegue.
- Métodos de asignación (subasta, beauty contest, múltiples rondas, etc.) y los tiempos de ejecución.
- Topes de espectro para el proceso, de ser necesario.
- Combinación de bandas para la asignación.

4.2.1. Límites para la prestación de Servicio Móvil Avanzado

La fijación de topes de espectro, constituye una práctica internacional en la que los organismos de regulación de varios países la utilizan como un mecanismo tendiente a precautelar la competencia, tomando

como referencia la estructura de mercado, número de actores, disponibilidad de este recurso, etc. Adicionalmente, otro elemento a considerar con la fijación de topes espectro, constituye la necesidad de una administración eficiente de este recurso, evitando concentración y acaparamiento de espectro por parte de los operadores.

En la Resolución TEL-744-20-CONATEL-2011 con fecha 12 de octubre de 2012, el Estado resuelve poner un tope máximo de 65 MHz por operados para la prestación de servicios de telecomunicaciones, el tope máximo incluye el espectro que ya se encuentra asignado, así como el espectro adicional que las operadoras requieran.

Los topes de frecuencias evitan que los servicios móviles se expandan libremente, ya que se limita el espectro para la prestación de estos servicios, pero son necesarios en términos económicos ya que se evitan concentraciones. Los topes que dispuso el país se tomaron dependiendo de las condiciones de competencia y económicos que se encontraban en ese entonces, pero en un futuro se debería de hacer una revisión a los topes de frecuencia para poder decidir qué es lo mejor para los operadores y para el Estado.

4.3. Barreras para el despliegue de LTE

Las barreras que existen actualmente para el despliegue de LTE a nivel mundial, regional y sobre todo nacional, son los topes de espectro radioeléctrico que cada país designa para administrar de mejor manera el espectro, como se mencionó anteriormente Ecuador dispuso que las operadoras móviles ocupen un máximo de 65 MHz

entre todos los bloques de espectro radioeléctrico para ofrecer sus servicios móviles.

El despliegue de redes LTE no se limita tanto por un factor tecnológico, sino más bien por factores políticos y sociales, ya que muchas veces el Estado debido a que el espectro es un patrimonio nacional tiene diferentes planes en los bloques que se puedan desplegar el servicio de banda ancha móvil, y no subastar el espectro impediría para que las operadoras móviles existentes o alguna que quiera entrar al mercado puedan ofrecer el servicio a sus clientes.

4.3.1. Valoración del espectro radioeléctrico

La valoración para la concesión del espectro radioeléctrico en el Ecuador debe hacerse tomando en cuenta el Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico. En el capítulo III, artículo treinta de dicho reglamento se establece que los derechos de concesión de frecuencias serán aprobados por el CONATEL en base de estudios realizados por la SENATEL, para cada servicio, banda de frecuencias y sistema operador.

Los costos por concesión y que requieran de respectivo título habilitante, a excepción de que se autoricen por Registro, deberán de ser cancelados por única vez durante la concesión.

Dichos costos por concesión deben realizados tomando en cuenta la siguiente ecuación:

$$D_c = T \text{ US\$} * T_c * F_{cf}$$

Ecuación (4.1)

Dónde: T (US\$) = Tarifa mensual por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico en dólares de los Estados Unidos de América correspondiente al Servicio y al Sistema en consideración.

T_c = Tiempo de concesión. Valor en meses de la concesión a otorgarse al respectivo servicio y sistema.

F_{cf} = Factor de concesión de frecuencias

D_c =Derecho de concesión.

En la Tabla 4.4 se observa el Factor de concesión para las diferentes bandas de frecuencias

Tabla 4.4: Factor de Concesión de Frecuencias para los diferentes Servicios en las diferentes Bandas

Servicio	Factor de Concesión de Frecuencias
Fijo y Móvil – (Bajo 30 MHz)	0.021024
Fijo y Móvil – (Sobre 30 MHz VHF 30-300 MHz)	0.022120
Fijo y Móvil – (Sobre 30 MHz UHF 300-512 MHz)	0.028500
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional VHF 137 – 300 MHz)	0.0070616
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional UHF 300 – 512 MHz)	0.00711968
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional UHF 614 – 960 MHz)	0.00710696
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Bidireccional UHF 614 – 960 MHz)	0.00710696
Fijo y Móvil – (Sistema Troncalizado UHF 400 MHz)	0.49407115
Fijo y Móvil – (Sistema Troncalizado UHF 400 MHz)	0.50403226
Fijo (Enlaces punto-punto $0 < f \leq 1$ GHz)	0.054194
Fijo (Enlaces punto-punto $1 < f \leq 5$ GHz)	0.0330652
Fijo (Enlaces punto-punto $5 < f \leq 10$ GHz)	0.0312929
Fijo (Enlaces punto-punto $10 < f \leq 15$ GHz)	0.0295017
Fijo (Enlaces punto-punto $15 < f \leq 20$ GHz)	0.0294794
Fijo (Enlaces punto-punto $20 < f \leq 25$ GHz)	0.0290454
Fijo (Enlaces punto-punto $f > 25$ GHz)	0.0290191
Fijo y Móvil por Satélite	0.0555096
Fijo (Enlaces punto-multipunto) (Multiacceso)	0.0477714

Fuente: CONATEL (2003 p.34 Tabla 1) [44]

Dicho factor será aprobado por el CONATEL luego de un estudio previo hecho por la SENATEL, de acuerdo a las bandas de frecuencias correspondientes y a las políticas de desarrollo del sector de las radiocomunicaciones que se determinen, dando prioridad a los proyectos desarrollados por el Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones.

El artículo 34 del mencionado reglamento dispone que los valores de concesión que no están determinados en el reglamento se tomarán de un estudio técnico-económico realizado por la SENATEL.

Considerando que mediante Memorando DGGER-2012-1053 del 03 de septiembre de 2012 se solicitó la autorización al Secretario General de Telecomunicaciones para contratar la consultoría para el Análisis, evaluación y propuesta desde la perspectiva económica de posibles escenarios para la asignación de frecuencias en el Ecuador atribuidas para IMT considerando de manera integral las bandas 700 MHz, 1900 MHz, AWS y 2.5 GHz y que en el Memorando DGGEER-2012-1055 de 05 de septiembre de 2012 se solicitó a la Directora General Administrativa Financiera la certificación presupuestaria por USD 52.000,000 para contratar la consultoría para el *Análisis, evaluación y propuesta desde la perspectiva económica de posibles escenarios para la asignación de frecuencias en el Ecuador atribuidas para IMT considerando de manera integral las bandas 700 MHz, 1900 MHz, AWS y 2.5 GHz*, mediante la Resolución SNT-2012-0355, emitida el 25 de septiembre de 2012, la SENATEL decidió adjudicar al doctor Christian Rojas el contrato para el servicio de consultoría del *Análisis, evaluación y propuesta desde la perspectiva económica de posibles escenarios para la asignación de frecuencias en el Ecuador*

atribuidas para IMT considerando de manera integral las bandas 700 MHz, 1900 MHz, AWS y 2.5 GHz por la cantidad de USD 52.000,000.

Actualmente no se conoce oficialmente los resultados de dicha consultoría encargada al Dr. Rojas.

CAPÍTULO 5

PLAN DE ACCIÓN PARA FACILITAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA BANDA ANCHA MÓVIL EN EL ECUADOR.

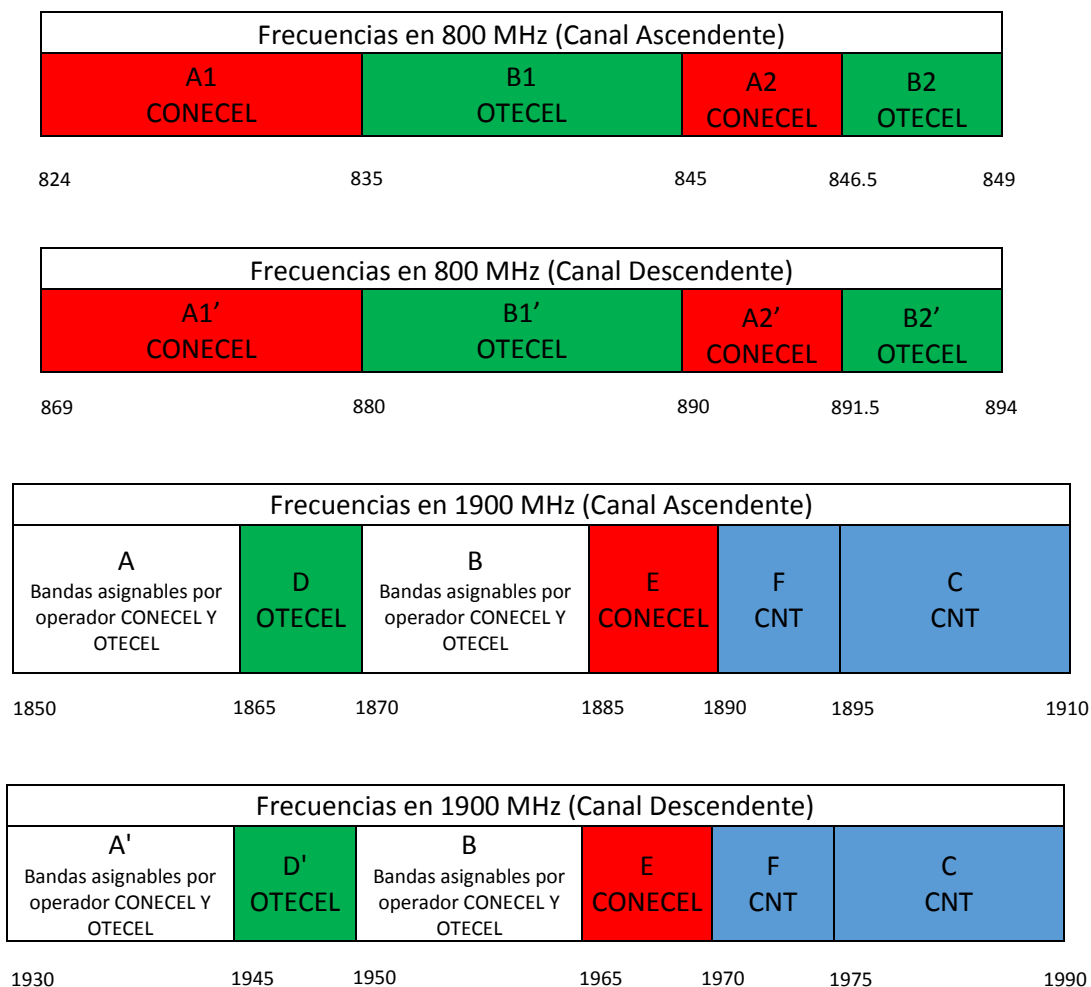
5.1. Establecimiento de topes en la asignación de espectro

Consideramos que es importante tener topes para la asignación de espectro radioeléctrico, ya que con esto se previene la monopolización del mismo y se promueve lo establecido en la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, que es la libre competencia y que toda persona natural o jurídica tenga acceso al espectro. Sin embargo sería conveniente ampliar el tope del espectro radioeléctrico actualmente establecido para facilitar el despliegue de redes 4G y conservar la posibilidad para que las operadoras puedan adquirir más espectro para mantener la calidad de los servicios actualmente prestados. En base a lo indicado anteriormente existe la posibilidad de que el mercado de las telecomunicaciones de Ecuador se vuelva más atractivo comercialmente, lo que atraería la inversión extranjera que bien podría usarse para reducir la brecha digital.

Para evitar que al aumentar el tope de espectro radioeléctrico exista la posibilidad de que el operador dominante acapare las mejores bandas para prestar sus servicios, lo que dificultaría la libre competencia y obstaculizaría el ingreso de nuevas operadoras, es conveniente

establecer topes a bandas específicas como por ejemplo fijar límites a la cantidad de espectro a ser asignado en la banda de 700 MHz y a la banda AWS, como es el caso de Brasil que tiene topes de 85 MHz en las bandas de 850 MHz + 1.8 GHz + 1.9 GHz / 2.1 GHz y 40 MHz en la banda de 2.5 GHz.

Nuestra propuesta sería fijar 50 MHz como tope máximo en las bandas de 800 MHz + 1900 MHz que es donde las operadoras actualmente tienen concesiones; consideramos que es suficiente para contemplar los futuros planes de expansión ya que ahora poseen 35 MHz, en estas bandas para brindar servicios de telefonía móvil, mensajería y datos. La disposición de espectro podría establecerse tal como se observa en la Tabla 5.1

Tabla 5.1: Posibles bandas a licitarse en 1900 MHz

Fuente: Autores

Para las bandas 700 MHz, AWS y 2.5 GHz consideramos convenientemente fijar como tope máximo 70 MHz debido que para el despliegue de LTE se necesita 40 MHz y considerando que las telecomunicaciones están convergiendo a nuevos servicios, así como VoIP, TvIP, servicios de teleconferencias y video llamadas se requiere de espectro adicional. Para la banda de 2.5 GHz es necesario destacar que los bloques V, W, X, Y, Z correspondientes al rango de

frecuencias entre 2570 MHz - 2620 MHz, están reservados para brindar 4G usando tecnología TDD, y el resto de bloques de esta misma banda, están reservados para prestar el servicio 4G con tecnología FDD. La subdivisión de las bandas podría quedar como se muestra en la Tabla 5.2

Tabla 5.2: Bandas a licitarse para servicios de banda ancha móvil

BANDA DE 700 MHz (parte baja)																		
A	B	C	D	E	F	G	H	I										
Bandas asignables 15 MHz por operador entre CONECEL Y OTECEL						CNT												
703	708	713	718	723	728	733	738	743	748									
BANDA DE 700 MHz (parte alta)																		
A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'	H'	I'										
Bandas asignables 15 MHz por operador entre CONECEL Y OTECEL						CNT												
753	758	763	768	773	778	783	788	793	798									
BANDA DE 1700 MHz																		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L							
CNT				Bandas asignables 20 MHz por operador entre CONECEL Y OTECEL														
1710	1720	1730	1740	1750	1760	1770												
BANDA DE 2100 MHz																		
A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'	H'	I'	J'	K'	L'							
CNT				Bandas asignables 20 MHz por operador entre CONECEL Y OTECEL														
2110	2120	2130	2140	2150	2160	2170												
BANDA DE 2500 MHz							BANDA DE 2500 MHz											
A	B	C	D	E	F	G	V	W	X	Y	Z	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'
Bandas asignables 20 MHz por operador entre CONECEL Y OTECEL							Bandas asignables 20 MHz por operador entre CONECEL Y OTECEL											
FDD				TDD			FDD											
2500	2540	2580	2620	2640	2660	2680	2690											

Fuente: Autores

5.2. Liberación de las bandas atribuidas para el servicio de Banda Ancha Móvil.

La banda a la cual hay que destinarle mayor esfuerzo en cuanto a su liberación es la del dividendo digital, debido a que las otras bandas siempre han sido destinadas para las radiocomunicaciones móviles pero no existía la tecnología o era muy costosa para que se encargue de aprovechar estas frecuencias de forma comercial; actualmente ya iniciaron las transmisiones de prueba para la televisión digital terrestre en Guayaquil y Quito, además de que ya existen asignaciones de frecuencias temporales para veinte operadores de televisión, acercándose cada vez más el apagón analógico.

La Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones establece que el Estado puede disponer de frecuencias asignadas a ciertas actividades para reasignarlas a otros servicios que beneficien en mayor grado y contribuyan al desarrollo del país, la reasignación se realizará luego del pago de una indemnización.

Considerando lo anterior propuesto, es necesario liberar las bandas 470 MHz – 512 MHz para la asignación de televisión digital terrestre y no se retarde la fecha del apagón analógico, y de esta forma tener disponible el dividendo digital. Sin embargo es necesario considerar que en este rango existen frecuencias que no pueden ser liberadas, como es el caso de la banda de frecuencias entre 472 MHz – 482 MHz, donde existe un sub-rango asignado en el Plan Militar para uso exclusivo de Seguridad Nacional; así como el rango de frecuencias entre 479 MHz – 482 MHz en la ciudad de Cuenca, ya que existe una concesión para ETAPA; y así mantener el plazo en el cual se va a realizar el apagón analógico.

En la banda AWS es necesario considerar que existen enlaces de radiodifusión sonora y televisión que deben ser migrados para su posterior uso en banda ancha móvil.

En la banda de 2.5 GHz actualmente operan servicios de televisión codificada terrestre. La mayor parte de esta banda está ocupada por la empresa UNIVISA S.A. Sin embargo de acuerdo con el marco regulatorio vigente en el país es factible, no se renueven las concesiones en ésta banda debido a que en el Plan Nacional de Frecuencias la banda de 2500 MHz está asignada para brindar el Servicio Móvil Avanzado.

En la tabla 5.3 se muestran las frecuencias y los canales en los cuales opera UNIVISA.

Tabla 5.3: Canales utilizados por UNIVISA

Canal	Frecuencia Central
84	2503
86	2515
87	2521
88	2527
89	2533
90	2539
91	2545
94	2563
95	2569
97	2581
99	2593
102	2611
103	2617
106	2635
108	2647
109	2653
110	2659
112	2671
113	2677
114	2683

Fuente: Superintendencia de Telecomunicaciones [45]

5.3. Valoración de espectro.

En el Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, específicamente en el Capítulo III De los Derechos de Concesión, se establece una ecuación para la valoración del espectro; puede que este valor no sea acorde para la prestación del servicio móvil avanzado.

Consideramos que para tener una valoración de la banda más beneficiosa para el Estado es necesario tomar en cuenta ciertos factores, los cuales fueron analizados en el capítulo 2.3.

A nuestro parecer los factores en los cuales se deberían dar mayor énfasis para la valoración del espectro radioeléctrico necesario para brindar el servicio de banda ancha móvil son:

Los *Factores Intrínsecos* tales como la propagación y aplicaciones, son los que constituyen las características más elementales en una valoración; estos factores determinan los parámetros que caracterizan cada banda del espectro, como su capacidad o mayor cobertura.

Los *Factores Extrínsecos Físicos* como la geografía y topografía, son muy importantes en el país ya que en el Ecuador la sierra tiende a aumentar los costos de despliegue y reducir el precio de concesión; sin embargo las redes inalámbricas a menudo tienen mayor ventaja frente a las instalaciones de redes fijas en estos entornos.

Los *Factores Extrínsecos Socio-Económicos* son aquellos que consideran la densidad y la distribución poblacional; por ejemplo se subdivide los clientes según su edad para determinar qué abonados tienen mayor poder adquisitivo para adquirir planes de datos que generen más ingresos a las operadoras móviles.

En base a lo anteriormente descrito en un proceso de valoración se establece dos valores, un tope máximo que es el que se cobra por la banda en caso de que los costos de inversión sean bajos y los posibles ingresos sean altos, y un tope mínimo que como su nombre lo indica es el mínimo valor que el Estado estaría dispuesto a recibir

por la banda en caso de que los costos de implementación sean altos y los ingresos sean bajos, lo que conlleva a que el tiempo de recuperación de la inversión sea demasiado largo.

El encargado de la valoración del espectro para IMT en el Ecuador es el Doctor Christian Rojas tal como se indicó en el capítulo 4.3.1. Se espera que el valor que sea fijado por el Doctor Rojas se base en los factores intrínsecos y extrínsecos que han sido citados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones en el reporte Exploring the Value and Economic Valuation of Spectrum, y que se han descrito anteriormente en el capítulo 2.3.

5.4. Asignación de espectro.

El artículo 316 de la Constitución de la República del Ecuador 2008 Título VI: Régimen de Desarrollo, Capítulo V: Sectores Estratégicos, Servicios y Empresas Públicas, considera que el Estado podrá delegar la participación en los sectores estratégicos y servicios públicos a empresas mixtas en las cuales tenga mayoría accionaria. La delegación se sujetará al interés nacional y respetará los plazos y límites fijados en la ley para cada sector estratégico.

El Estado podrá, de forma excepcional, delegar a la iniciativa privada y a la economía popular y solidaria, el ejercicio de estas actividades, en los casos que establezca la ley.

El artículo 408 de la Constitución de la República del Ecuador 2008 Título VII: Régimen del Buen Vivir, Capítulo II: Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección IV: Recursos Naturales manifiesta que son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del

Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

En base a los artículos descritos anteriormente, consideramos que el mercado de las telecomunicaciones en el país, no brinda la apertura necesaria para el ingreso de un nuevo operador. Los procesos de asignación presentados serían aplicables a los operadores privados existentes actualmente.

Recomendamos que para la asignación de espectro en las bandas AWS y 2.5 GHz se utilice el proceso público competitivo o la subasta pública de frecuencias, dependiendo de cuál genere mayores beneficios económicos para el Estado. Es necesario considerar los topes establecidos en el capítulo 5.1 a cada banda de frecuencias, para evitar la monopolización del espectro por parte del operador dominante.

En la banda de 700 MHz el método que consideramos para la asignación de espectro es el de adjudicación directa, debido a que el despliegue de tecnologías en ésta banda debe esperar hasta el apagón analógico. Se debe realizar un estudio previo para determinar qué operadora tiene mayor cobertura en las áreas rurales y a dicha operadora adjudicarles los bloques de ésta banda, y establecer en el contrato de concesión cláusulas donde se les exija que también

implementen el servicio de banda ancha móvil en las zonas mencionadas, y no sólo en los sectores más productivos, además de que la tarifa por Mb sea asimétrico, es decir, más económico en zonas rurales para incentivar el acceso a este servicio y así ayudar a cumplir las metas de Ecuador Digit@l 2.0, tomando en cuenta que el precio en las zonas urbanas no sea elevado, sino un precio establecido por el Estado.

CONCLUSIONES

1. Según el análisis de este documento, podemos concluir que la banda ancha móvil a más de ser un servicio que produce cuantiosos ingresos económicos, es un servicio que genera la mayor inclusión de los ciudadanos hacia los servicios en línea debido a que el uso de dispositivos inteligentes es mucho más simple que un computador tradicional lo que reduce el tiempo de aprendizaje de los usuarios, permitiendo que las personas que no tienen cultura digital tengan sus primeras experiencias en el mundo digital.
2. El costo de implementar una red móvil utilizando la banda de 700 MHz es relativamente menor que las otras bandas donde se puede desplegar banda ancha móvil debido a su cobertura. Esto explica por qué las frecuencias alrededor de 700 MHz se conocen como “frecuencias de oro” y por qué estas frecuencias se demandan de manera creciente para servicios de banda ancha móvil.
3. Los empleos generados a partir del despliegue de banda ancha móvil, representan un aumento en los ingresos económicos de un país, esto es evidenciado en el aumento del PIB, aproximadamente en un 0.3% al doblar la velocidad de banda ancha; en América Latina aproximadamente por cada 1000 usuarios de banda ancha móvil se crean 80 nuevos empleos, sin embargo el número de empleos indirectos que genera la banda ancha móvil es mayor al número de

empleos directos en varios países de la región con lo cual se ratifica que el uso de este servicio contribuye a la economía del país.

4. En lo referido al ámbito económico la implementación de banda ancha a través de redes móvil representa menos costos que la implementación de banda ancha fija, especialmente en la última milla ya que se requiere de una red física que llegue hasta el domicilio del abonado lo que incrementa el costo de despliegue y limita el área donde el usuario tienen cobertura, en cambio en la banda ancha móvil se requiere únicamente de los gastos asociados a la implementación de una estación base para tener el servicio en una determinada área cuya extensión depende de la frecuencia que se utilice entre otros parámetros típicos de los servicios de comunicaciones móviles.
5. Actualmente la banda ancha móvil representa aproximadamente un tercio del total de usuarios del servicio de banda ancha del país, esto en conjunto con el creciente porcentaje de penetración que cuentan los dispositivos móviles inteligentes en el mercado ecuatoriano asegura un mejor futuro tecnológico del país en cuanto al uso de las TICs.
6. Las bandas menores a 1 GHz tienen un mayor rendimiento por MHz a menor costo de infraestructura que las bandas superiores a 1 GHz, razón por la cual las bandas menores a 1 GHz son ideales para ofrecer el servicio en zonas rurales, ya que se requiere el doble de estaciones base a 1Ghz que a 700 MHz y 14 veces más a 2.6 GHz.

7. Las bandas AWS, 1900 MHz y 2.5 GHz han sido asignadas por el Estado para ofrecer el servicio móvil avanzado a través del Plan Nacional de Frecuencias tienen mayor velocidad de voz y de datos, lo cual las vuelve ideal para trabajar en zonas urbanas, a pesar de que tienen menor cobertura que las bandas de 850 MHz y 700 MHz.

RECOMENDACIONES

1. Considerar que en las bandas en donde se va a transmitir la televisión digital terrestre, no se renueven concesiones para que las televisoras emitan sus transmisiones en ambas bandas, y el tope máximo del apagón analógico no se extienda.
2. En conjunto el FODETEL y alguna operadora deberían promover el servicio móvil avanzado en zonas rurales, cumpliendo con lo establecido en la Ley.
3. Basando en la inversión del Estado se deberían fijar las tarifas de acuerdo a la calidad de vida de las personas del sector para generar un mayor interés en el acceso a este medio.
4. En cada contrato de concesión se debe incluir cláusulas para que las operadoras que brindan el servicio de la banda ancha móvil sean en igual calidad en las zonas urbanas y rurales, ya que actualmente la calidad de servicio en las zonas de poco interés económico para las operadoras es inferior que el de las ciudades.
5. Incentivar al sector productivo del país para la construcción o al menos el ensamblaje de dispositivos móviles inteligentes para abaratar los costos de los mismos y promover el uso de BAM, o en su defecto reducir los aranceles o permitir mayor importación de

smartphones por parte de personas naturales para uso propio y así reducir la brecha de la banda ancha.

6. Si un nuevo operador desea entrar al mercado del servicio móvil avanzado, específicamente al servicio de banda ancha móvil se debería usar las bandas mayores a 1 GHz; debido a que éstas poseen mayor capacidad y velocidad de transmisión de datos y voz. Según el Plan Nacional de Frecuencia éstas bandas son: AWS (1700 MHz – 2100 MHz) y 2500 MHz.
7. Para prestar el servicio en zonas rurales y urbano marginales sería conveniente seleccionar alguna operadora que en conjunto con el FODETEL realicen las inversiones necesarias para ofrecer el servicio en estos sectores; sin embargo debido a que los sectores de poco interés comercial son muy diversos por la geografía del país, pensamos que la operadora móvil debe elegirse dependiendo de las características y ventajas que ésta tenga en la zona donde se quiera ofrecer el servicio, en lugar de establecer alianzas con una sola operadora para desplegar estas redes en los sectores mencionados a nivel nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Unión Internacional de Telecomunicaciones, *Móvil: Banda Ancha Móvil*, disponible en: <http://www.itu.int/es/Pages/default.aspx>, 2010.
- [2] Unión Internacional de Telecomunicaciones, *Sala de prensa: pública las cifras más recientes sobre desarrollo de tecnologías a escala mundial*, disponible en: <http://www.itu.int/net/pressofice/index.aspx?lang=es#.UbEKr0B976M>, 2013, visto 20 de abril del 2013.
- [3] Unión Internacional de Telecomunicaciones, *Medición de la Sociedad de la información*, Informe Ejecutivo, publicación de la UIT, 2012.
- [4] CEPAL, *El avance de la banda ancha en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile, Editora: Laura Palacios, Periodista: Rodrigo de la Paz, Diseño: Francisca Lira, CEPAL - División de Desarrollo Productivo y Empresarial, 2011.
- [5] Panagrahi, P, *LTE Vs HSPA+: Where is the future?*, disponible en: <http://www.3glteinfo.com/lte-vs-hspa-where-is-the-future-20120809>, 2012, visto el 25 de abril de 2013.
- [6] 3GPP, *About 3GPP*, disponible en: <http://www.3gpp.org/About-3GPP>, 2013, visto 29 de abril de 2013.
- [7] 4G Americas, *Aceleración de Banda Ancha en Las Américas*, Publicación de 4G Americas, diciembre 2012.

- [8] Nohrborg M, for 3GPP, *LTE Overview*. Disponible en: <http://www.3gpp.org/LTE>, 2013, visto el 24 de abril de 2013.
- [9] López N, desarrollo, *Efecto de las Redes de Cuarta Generación (LTE) en los Servicios Móviles en Chile*, Tesis de Ingeniería, Universidad de Chile, 2011, visto el 26 de abril de 2013.
- [10] Fernandez M, *Banda Ancha Móvil y el Dividendo Digital*. Santiago, Chile, publicación de CEPAL, 2011.
- [11] 4G Americas, *The Benefits of Digital Dividend*, Publicación de 4G Americas, septiembre 2012.
- [12] Katz & Flores-Roux, *Beneficios Económicos del Dividendo digital en América Latina*. Estados Unidos, Telecom Advisory Services LLC, 2011.
- [13] Asia-Pacific Telecommunity, *SAPIV/WGS01/INP-05*, Dhaka. Bangladesh: Informe APT, 2012.
- [14] Hernández J, *Global Internet Phenomena Spotlight: North America Fixed Access*, Oficina regional de la UIT, 2012.
- [15] Content & Apps: *Estadísticas de Popularidad Smartphone*, disponible en: <http://cal.frecuenciaevents.com/es/evento/123-estad%C3%ADsticas.html>, 2011, visto el 26 de abril de 2013.
- [16] Unión Internacional de Telecomunicaciones, *Conectar a las Américas, Impacto Regulatorio de la Convergencia y de la Banda Ancha para las Américas*, Informe UIT, publicación de la UIT, 2012.
- [17] Sandoval, J, desarrollo, *Calidad de Experiencia en el Servicio de Banda Ancha Móvil*, Tesis de Maestría, Universidad de Chile, 2011, visto el 27 de abril de 2013.
- [18] Restrepo J, desarrollo, *Análisis y estudio técnico de la transferencia de tecnología para la prestación de servicios de telefonía y banda ancha móvil en Colombia a través de operadores móviles virtuales soportados por tecnología LTE*, Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, 2011, visto el 29 de abril de 2013

- [19] UIT-R, *ITU-R M.1036-4*, disponible en: <http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1036-4-201203-l/es>, 2012.
- [20] *Principales bandas 4G LTE y las Band Classes*, disponible en: <http://foros.poderpda.com/showthread.php?t=8887>, 2013, visto el 02 de mayo de 2013.
- [21] Huidrobo J, *El Dividendo Digital y la TDT*, disponible en: <http://coitt.es/res/revistas/11%20TDT.pdf>, 2012, visto el 30 de abril de 2013.
- [22] Global View Partners, *Momento Propicio para el Crecimiento en la Banda AWS*, Informe realizado para GSMA, Scott Fox Presidente y Director General, Jeffrey Walkenhorst Vicepresidente – Investigación, San Diego, Estados Unidos, 2009.
- [23] Soto K, desarrollo, *LTE, evolución a largo plazo para el acceso inalámbrico de banda ancha móvil*, Tesis de Ingeniería, Universidad Austral de Chile, 2009, visto el 28 de abril de 2013.
- [24] CEPAL, *Banda ancha móvil y dividendo digital*. London, United Kingdom, GSMA Head Office, octubre del 2011.
- [25] Conexión Global, *Asignación, gestión y aplicaciones del espectro radioeléctrico*, disponible en: <http://transition.fcc.gov/ib/initiative/files/cg/spanish/10.pdf>, 2011, visto el 28 de abril de 2013.
- [26] Dn Consultores, *Situación del espectro Radioeléctrico en América Latina*, disponible en: <http://blog.dnconsultores.com/situacion-del-espectro-radioelectrico-en-america-latina/>, 2012, visto el 29 de abril de 2013.
- [27] Unión Internacional de Telecomunicaciones, *Exploring the Value and Economic Valuation of Spectrum*, John Alden, Vice President, Freedom Technologies, Washington. Estados Unidos, publicación de la UIT, abril 2012.

- [28] Gomez C., *Valoración y economía del espectro*. Bogotá, Colombia, Informe publicado por la UIT, 2012.
- [29] Plum, *Valuation of public mobile spectrum at 1710-1785 MHz and 1805-1880 MHz*. Australia, Report for the Department of Broadband Communications and the Digital Economy, 2011.
- [30] Jordán V & Galperin H & Peres W, *Acelerando la revolución digital: Banda Ancha para América Latina y el Caribe*, Naciones Unidas. Impreso en Santiago de Chile, 2011.
- [31] Dr. Katz R., *Políticas de Promoción de Banda Ancha Móvil*. New York, Estados Unidos, Columbia Institute for Tele-Information, Columbia Business School, 2011.
- [32] GSMA, *América Latina avanza hacia la asignación armonizada del espectro del Dividendo Digital en toda la región*, disponible en: <http://www.gsma.com/latinamerica/america-latina-asignacion-espectro-dividendo-digital>, 2013.
- [33] Borjas N, *Informe sobre telecomunicaciones en América Latina*. Disponible en: <http://www.empresate.org/tecnologia/informe-sobre-telecomunicaciones-en-america-latina-2012>, 2012, visto el 27 de abril de 2013.
- [34] Pérez D & Aspe M, *AgendaDigital.mx*. Impreso y hecho en México, 1^o edición, Secretaria de Comunicaciones y transportes, 2011.
- [35] Galperin H., *Análisis de los Planes de Banda Ancha en América Latina*. San Andrés, Buenos Aires, Argentina, Universidad San Andrés – CONICET, 2011.
- [36] Ministerio de Tecnología de la Comunicación, *Vive Digital Colombia*, versión 1.0, publicaciones del gobierno de Colombia, febrero 2011.
- [37] FEDESARROLLO, *Promoción de la competencia en la telefonía móvil en Colombia*. Bogotá, Colombia, Informe de FEDESARROLLO, 2012.

[38] 4G Americas, *150 lanzamientos de redes LTE-Advanced posibles hasta fin de año*, disponible en: <http://www.4gamericas.org/index.cfm?fuseaction=pressreleasedisplay&pressreleaseid=4353>, 2013.

[39] Paredes M, *Instalaciones de redes 4G en América Latina suman casi US\$6.000 millones*, disponible en: http://www.larepublica.co/empresas/instalaciones-de-redes-4g-en-am%C3%A9rica-latina-suman-casi-us6000-millones_34144, visto el 29 de abril de 2013.

[40] Flores E & Mariscal J., *Oportunidades y desafíos de la banda ancha móvil*, publicación de CEPAL, 2011.

[41] MINTEL, *Políticas Públicas para masificación TIC y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos*. Ecuador, informe presentado por el MINTEL, 2012.

[42] CONATEL, *Numero de radio bases por tecnología*, disponible en: http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=767&Itemid=481, 2012, visto el 27 de marzo del 2013.

[43] CONATEL, *Resolución TEL_804-29-CONATEL-2012*, disponible en: http://conatel.gob.ec/site_conatel/images/stories/resolucionesconatel/2012/TEL-804-29-CONATEL-2012_.pdf, 2012, visto el 26 de marzo de 2013

[44] CONATEL, *Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico*. Ecuador, Informe publicado por el CONATEL, 2003.

[45] Superintendencia de Telecomunicaciones, *Archivos Internos*. Ecuador, publicación de la SUPERTEL, 2013.