



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Estrategia para el desarrollo
de las telecomunicaciones de
banda ancha en México**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero en Telecomunicaciones

P R E S E N T A

Mario Alberto Martínez Gutiérrez

DIRECTOR DE TESIS

Mtro. Enrique Octavio Díaz Cerón



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

Agradecimientos

Con la elaboración de esta tesis tuve un crecimiento tanto personal como académico, ya que para realizar la investigación fue necesario contar con disciplina, responsabilidad y compromiso.

Quiero agradecer a las personas que me acompañaron a lo largo de este tiempo:

A mi padre, por el esfuerzo día a día de poder mantener mis sueños, hasta que se hicieron realidad, gracias por enseñarme tantas cosas, por haberme enseñado el valor del trabajo duro.

A mi madre, por la dedicación, los valores que a diario inculcaste en mí, por tu sacrificio, por tu amor, por tu bondad para cuidar de mí, por tu firmeza cuando me equivocaba, por no dejarme solo cuando más te necesite, gracias por ayudarme a lograr una meta tan importante en mi vida.

A mis hermanos Mariana y Leonardo, por acompañarme, por confiar en mí, por su amor, por caminar a mi lado en las buenas y en las peores, porque no pude tener mejores hermanos que ustedes, gracias por ser mis ángeles de la suerte.

Al profesor Enrique Díaz Cerón, que con su valioso apoyo estoy cumpliendo esta gran meta, gracias por todas sus enseñanzas, gracias por todo el tiempo que me ha brindado, por la comprensión, por las lecciones aprendidas, por ser mi mentor, muchas gracias por este tiempo.

A Alejandra Herrera, por tu compañía, por tu cariño, porque trabajando en equipo conseguimos muchas cosas buenas, gracias por todo tu apoyo, por tu comprensión, y sobre todo, muchas gracias por confiar en mí.

A Roberto Sedeño, gracias por tu amistad de tantos años, por apoyarme, por ayudarme, por ser mi mejor amigo, por estar en las buenas y en las malas, por todos los momentos que he pasado junto a ti.

A mis amigos Erick, Melissa, Óscar y Pilar, por regalarme tantos buenos momentos en la facultad, por su apoyo, por su cariño y por su comprensión en cada momento que pasé a su lado.

A Verónica Santos y Ramón Rodríguez, gracias por la confianza, por todo el apoyo brindado en el tiempo en el que trabajé con ustedes, por toda la ayuda, muchas gracias por su amistad.

*“No puede haber mayor regalo que el dar tiempo y energía
en ayudar a los demás sin esperar nada a cambio”*

Nelson Mandela

Índice

Acrónimos	9
Listado de figuras y tablas	11
Figuras	11
Tablas	14
Objetivos de la propuesta.....	19
Definición del problema	19
Capítulo 1. Marco conceptual	20
1.1 Telecomunicaciones.....	20
1.2 Banda Ancha	20
1.3 Banda Ancha de muy alta velocidad.....	21
1.4 Banda Ancha Móvil	21
1.5 Banda Ancha Fija.....	22
1.6 Banda de frecuencias.....	22
1.7 Espectro radioeléctrico	22
1.8 Comunicación.....	23
1.9 Sistema de comunicación	23
1.10 Red de telecomunicaciones	24
1.11 Internet	24
1.12 Satélite	25
1.13 Sistema de comunicación por satélite.....	25
1.14 Servicio fijo.....	25
1.15 Servicio fijo por satélite	26
1.16 Servicio móvil por satélite.....	26
1.17 Portabilidad.....	26
1.18 WiMAX	26
1.19 Fibra Óptica.....	27
1.20 Power Line Communication	27

1.21 Red de microondas	27
1.22 Lifi.....	27
1.23 Red Celular	28
1.24 WiBRO	28
1.24 ADSL	28
1.26 Banda Ancha Satelital	29
Capítulo 2. Marco jurídico y políticas públicas	30
2.1 Reforma Constitucional en Materia de Telecomunicaciones.....	30
2.2 Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión	32
2.3 Ley Federal sobre Metrología y Normalización	33
2.4 Ley Federal de Competencia Económica	36
2.5 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	37
2.5 Estrategia Digital Nacional 2013	38
2.8 Agenda de Conectividad para las Américas. Plan de Acción de Quito	40
2.7 Ley 1341	41
2.9 Agenda Digital 2020	42
2.10 Agenda Digital Uruguay	44
2.11 National Broadband Plan de los Estados Unidos de América	46
2.12 UK Next Generation Network Infrastructure Deployment Plan.....	48
Capítulo 3: Tecnologías de banda ancha.....	51
3.1 Sistemas de comunicaciones por microondas.....	51
3.1.1 Principios básicos	52
3.1.2 Servicios por enlaces de microondas	59
3.2 Telefonía celular.....	59
3.2.1 Principios básicos en la telefonía celular	61
3.2.2 Tecnología 4G LTE.....	68
3.3 Fibra óptica	69
3.3.1 Dispersión.....	71
3.3.2 Índice de refracción.....	71
3.3.3 Tipos de configuración de las fibras ópticas	73

3.4 Sistemas de comunicación satelital	77
3.4.1 Principios básicos de los satélites.....	77
3.4.2 High Throughput Satellite (HTS).....	81
3.4.3 Servicios de los sistemas de comunicación satelital	84
3.5 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line).....	85
3.5.2 ADSL2 y ADSL2+.....	87
3.6 WiMAX	89
3.7 WiBro	93
3.8 Power Line Communication.....	94
3.9 Lifi.....	97
Capítulo 4: Antecedentes de las telecomunicaciones en México	101
4.1 Origen de las telecomunicaciones en México	101
4.2 Las telecomunicaciones en el Porfiriato	102
4.2.1 La Telegrafía en México	103
4.2.2 La Telefonía en México	104
4.2.3 La Radiotelegrafía en México	106
4.3 De la Ley de Comunicaciones Eléctricas a la Ley Federal de Telecomunicaciones ..	107
4.4 Sistema Nacional e-México 2001.....	109
4.5 Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012	110
4.6 Agenda Digital e-México 2010-2012.....	111
Capítulo 5: Mercados de banda ancha: México e internacional	114
5.1 Comparación de los servicios de México y el mercado Internacional.....	115
5.1.1 Servicios con Fibra Óptica	115
5.1.2 Servicios de banda ancha sobre telefonía celular.....	123
5.1.3 Banda ancha satelital.....	129
5.1.4 Banda ancha con enlaces de microondas	133
5.1.5 ADSL	137
5.2 Diagnóstico de la actualidad de los servicios de Banda Ancha en México.....	141
5.2.1 Comparativa en las tarifas de cada tecnología de banda ancha.....	142
5.2.2 Estudio en campo	145

Capítulo 6: Propuestas	151
6.1 Reforzar la normativa jurídica en materia de telecomunicaciones de banda ancha	151
6.2 Incentivar al sector privado en la inversión de infraestructura de telecomunicaciones	153
6.3 Incentivar en la creación y el apoyo por parte del gobierno en Pyme en el sector de telecomunicaciones que sean lideradas por ingenieros	154
6.4 Propiciar el seguimiento y rápida rehabilitación de las fallas que presente un servicio de banda ancha.....	154
Capítulo 7: Conclusión.....	156
Capítulo 8. Recomendaciones.....	157
8.1 Recomendación para el Instituto Federal de Comunicaciones: Revisión del marco jurídico en materia de telecomunicaciones de banda ancha.....	157
8.2 Recomendación para los proveedores de servicios de banda ancha: Revisar la publicidad de las tarifas de los servicios que prestan	158
8.3 Recomendación para los usuarios mexicanos: En caso de presentar alguna falla o inconveniente en los servicios que tienen contratados, acudir con el proveedor de servicios.....	159
Referencias	160
Bibliográficas.....	160
Electrónicas.....	160

Acrónimos

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AGESIC	Agencia de Gobierno electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento
AM	Amplitude Modulation
AMPS	Advance Mobil Phone System
DSL	Digital Subscriber Line
FCC	Federal Communications Comission
FM	Frequency Modulation
FTTH	Fiber to The Home
Gbps	Giba bits por segundo
GHz	GigaHertz
GPON	Gigabit Passive Optical Network
GPRS	General Packet Radio Services
HD	High Definition
IFT	Instituto Federal de Telecomunicaciones
LED	Light Emitting Diode
LFTyR	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión
LiFi	Ligth Fidelity
LTE	Long Term Evolution
Mbps	Megabits por segundo
MHz	MegaHertz
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OFDMA	Orthogonal Frequency-Division Multiple Access

PLC	Power Line Communications
PON	Passive Optical Network
SMS	Short Message Service
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
WiBro	Wireless Broadband
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access

Listado de figuras y tablas

Figuras

Figura 1. Sistema De Comunicación Típico. Fuente: Elaboración Propia.....	24
Figura 2. Diagrama De Bloques Simplificado De La Cadena Portadora Del Enlace De Microondas. Fuente: Adaptado De Kennedy (1984)	52
Figura 3. Diagrama Simplificado De Bloques De Un Sistema De Radio Fm De Microondas. A) Transmisor, B) Receptor. Fuente: Adaptado De Tomasi (2005)	55
Figura 4. Figura 1. Repetidora De Microondas. Fuente: Adaptado De Tomasi (2005)	55
Figura 5. Trayectorias De Propagación. Fuente: Adaptado De Tomasi (2005).	58
Figura 6. Arquitectura Típica De Una Red Móvil. Fuente: Sitio Web: Http://Jpadilla.Docentes.Upbbga.Edu.Co	62
Figura 7. Handoff Entre Celdas. Fuente: Sitio Web: Https://Jmacias.Files.Wordpress.Com	62
Figura 8. Sistema Celular. Fuente: Adaptado De Rey (1998).	63
Figura 9. División De Célula. Fuente: Adaptado De Tomasi (2005).	65
Figura 10. Sectorización: (A) Sectores De 120 Grados; (B) Sectores De 60 Grados. Fuente: Adaptado De Tomasi (2005).	66
Figura 11. Fibra Óptica. Fuente: Sitio Web: Http://Www.Itlalaguna.Edu.Mx	69
Figura 12. Tipos De Perfiles De La Fibra Óptica. Fuente: Sitio Web: Http://Cactuspinchudo.Tumblr.Com/	70
Figura 13. Modelo Para La Ley De Snell De Refracción. Fuente: Sitio Web: Https://Hellsingge.Files.Wordpress.Com/	72
Figura 14. Refracción En Ángulo Crítico. Fuente: Sitio Web: Https://Hellsingge.Files.Wordpress.Com/	72
Figura 15. Modos De Propagación: (A) Unimodal; (B) Multimodal. Fuente: Sitio Web: Https://Hellsingge.Files.Wordpress.Com/	73
Figura 16. Fibra Monomodo De Índice Escalonado. Fuente: Sitio Web: Https://Hellsingge.Files.Wordpress.Com/	74
Figura 17. Fibra Óptica Multimodal De Índice Graduado. Fuente: Sitio Web: Https://Hellsingge.Files.Wordpress.Com/	74
Figura 18. Fibra Óptica Multimodal De Índice Escalonado. Fuente: Sitio Web: Https://Hellsingge.Files.Wordpress.Com/	75
Figura 19. Tecnologías Punto-Punto Y Punto-Multipunto. Fuente: Sitio Web: Http://Www.Ftthcouncil.Eu	76
Figura 20. Orbitas Satelitales. A) Circular, B) Elíptica. Fuente: Adaptado De Tomasi (2005)	77

Figura 21. Clases De Orbitas De Satélites.....	78
Figura 22.Siete Patrones De Radiación De Antena De Satélites (Huellas).	79
Figura 23. Haces Localizado, Zonal, Hemisférico Y Global.	80
Figura 24. Planta De Lazos Típica. Fuente: Sitio Web: Http://Catarina.Udlap.Mx	86
Figura 25. Fdm Para Un Cable Par Trenzado. Fuente: Sitio Web: Http://Catarina.Udlap.Mx/	87
Figura 26. Aplicaciones Wimax Punto-Multipunto. Fuente: Adaptado De Rangel (2009). 91	
Figura 27. Estructura De Una Red Mesh Wimax. Fuente: Adaptado De Rangel (2009).....	92
Figura 28. Wimax Móvil. Fuente: Adaptado De Rangel (2009).	93
Figura 29. Plc. Transmisión De Datos A Través De Una Red Eléctrica. Fuente: Sitio Web: Http://Test.Afinidadelectrica.Com	95
Figura 30. Funcionamiento Del Plm Y Pli. Fuente: Adaptado De Serna (2011)	95
Figura 31. Funcionamiento De Lifi. Fuente: Adaptado De Aravena (2013).....	97
Figura 32. Telégrafo Electromagnético. Fuente: Sitio Web: Wikipedia.Org	102
Figura 33. Primer Enlace Telefónico En México (1878). Fuente: Sitio Web: Https://Www.Timetoast.Com/	105
Figura 34. Estrategia De La Agenda Digital E-México. Fuente: Secretaría De Comunicaciones Y Transportes.	111
Figura 35. Distribución De Accesos De Banda Ancha Fija Por Tecnología. Fuente: Sitio Web: Http://Www.Ift.Org.Mx	122
Figura 36. Penetración De Banda Ancha Fija Por Cada 100 Hogares Desagregada Por Tecnología. Fuente: Adaptado De: Http://Www.Ift.Org.Mx	122
Figura 37. Evolución De Las Líneas De Banda Ancha Móvil Por Segmento. Fuente: Sitio Web: Http://Www.Ift.Org.Mx	128
Figura 38. Comparativo Internacional De La Penetración Del Servicio Fijo De Internet. Fuente: Adaptado De: Ift.Org.Mx	137
Figura 39. Distribución De Mercado Del Servicio Fijo De Acceso A Internet Por Número De Accesos. Fuente: Sitio Web: Http://Www.Ift.Org.Mx	141
Figura 40. Comparación De Las Tarifas En Los Servicios De Banda Ancha Con Fibra Óptica. Fuente: Elaboración Propia.	142
Figura 41. Tarifas En Los Servicios De Banda Ancha En La Telefonía Celular. Fuente: Elaboración Propia.	142
Figura 42. Tarifas En Los Servicios De Banda Ancha Satelital. Fuente: Elaboración Propia	143
Figura 43. Tarifas En Los Servicios De Banda Ancha Con Enlaces De Microondas. Fuente: Elaboración Propia.	144
Figura 44. Tarifas En Los Servicios De Banda Ancha Con Adsl. Fuente: Elaboración Propia.	144

Figura 45. Preferencia De Los Usuarios En Los Proveedores De Servicios De Banda Ancha Móvil Vía Telefonía Celular. Fuente: Elaboración Propia.	145
Figura 46. Preferencia De Los Usuarios En Los Proveedores De Servicios De Banda Ancha Fija Con Fibra Óptica. Fuente: Elaboración Propia.....	146
Figura 47. Preferencia De Los Usuarios En Los Proveedores De Servicios De Banda Ancha Fija Con Dsl. Fuente: Elaboración Propia.....	146
Figura 48. Conformidad Con Los Servicios De Banda Ancha De Los Usuarios Mexicanos. Fuente: Elaboración Propia.	147
Figura 49. Opinión Acerca De La Cobertura De Los Proveedores De Servicio De Banda Ancha En México. Fuente: Elaboración Propia.	147
Figura 50. Opinión De Los Usuarios Acerca Del Precio Y La Calidad De Los Servicios De Banda Ancha. Fuente: Elaboración Propio.....	148
Figura 51. Fallas Atendidas Por Parte De Los Proveedores De Servicios De Banda Ancha. Fuente: Elaboración Propia.	148
Figura 52. Opinión Acerca De La Publicidad De Los Servicios De Banda Ancha En México. Fuente: Elaboración Propia.	149
Figura 53. Opinión Acerca De Las Tarifas De Los Servicios De Banda Ancha. Fuente: Elaboración Propia.	149

Tablas

Tabla 1. Bandas De Frecuencias. Reglamento De Radiocomunicaciones (2016) Fuente: Sitio Web: https://www.itu.int/	22
Tabla 2. Confiabilidad Y Tiempo De Interrupción. Fuente: Adaptado De Tomasi (2005)	57
Tabla 3. Características De Transmisión En Las Fibras Ópticas. Fuente: Sitio Web: https://programas.cuaed.unam.mx	71
Tabla 4. Importancia De La Arquitectura. Fuente: Sitio Web: www.intelsat.com	82
Tabla 5. Características De La Línea Y Velocidades De Transmisión. Fuente: Sitio Web: http://catarina.udlap.mx	86
Tabla 6. Acceso A Banda Ancha. Unión Internacional De Telecomunicaciones. Fuente: Sitio Web: pnd.calderon.presidencia.gob.mx	110
Tabla 7. Precio De Paquetes Fuente: Adaptado De: https://www.telekom.de	116
Tabla 8. .Comparación Entre Planes De Servicio De Fibra Óptica De At&T. Fuente: Adaptado De: https://www.att.com	116
Tabla 9. Precios De Paquetes En Corea. Fuente: Sitio Web: http://www.skbbroadband.com	117
Tabla 10. Paquetes Ofrecidos Por Antel. Fuente: Sitio Web: www.antel.uy	117
Tabla 11. Paquetes De Exetel. Fuente: Sitio Web: https://www.exetel.com.au	118
Tabla 12. Precio De Planes Fibra Óptica En Telmex. Fuente: Sitio Web: Telmex.Com	119
Tabla 13. Precio En Paquetes De Banda Ancha Con Fibra Óptica. Fuente: Adaptado De: https://totalplayplanes.mx	119
Tabla 14. Paquetes De Axtel Fuente: Adaptado De: http://www.axtel.mx	120
Tabla 15. Servicios De Izi. Fuente: Adaptado De: www.izzi.com	120
Tabla 16. Planes De T-Mobile. Fuente: Adaptado De: https://es.prepaid.t-mobile.com	123
Tabla 17. Planes De At&T Fuente: Adaptado De: https://www.att.com/prepaid/	124
Tabla 18. Telefonía Móvil Con Kt. Fuente: Adaptado De: http://roaming.kt.com	124
Tabla 19. Planes De Movistar En Uruguay Fuente: Adaptado De: https://www.movistar.com.uy	125
Tabla 20. Planes De Telstar Fuente: Adaptado De: http://www.telstar.au	126
Tabla 21. Servicios De Banda Ancha Móvil. Telcel. Fuente: Adaptado De: www.telcel.com	126
Tabla 22. Servicios De Banda Ancha Móvil. Telcel. Fuente: Adaptado De: www.telcel.com	127
Tabla 23. Servicios De At&T. Fuente: Adaptado De: www.att.com.mx	127
Tabla 24. Planes Ofrecidos Por Telefónica Movistar. Fuente: Adaptado De: www.movistar.com.mx	127
Tabla 25. Servicios Ofertados Por Skydsl. Fuente: Adaptado De: https://www.skydsl.eu	129
Tabla 26. Servicios Ofrecidos Por Hughesnet. Fuente: Adaptado De: www.satelliteinternet.com/hughesnet	130
Tabla 27. Paquetes De Ipstar En Japón. Fuente: Adaptado De: http://www.ipstar.com/jp/en	131

Tabla 28. Planes De Hughes Net En Colombia. Fuente: Adaptado De: Hughesnet.Com	131
Tabla 29. Paquetes De Internet Satelital Del Programa Sky Muster. Fuente: Adaptado De: Skymesh.Net.Au.....	132
Tabla 30. Paquetes Banda Ancha Satelital De Stargo. Fuente: Adaptado De: Www.Stargomexico.Com	132
Tabla 31. Planes Y Servicios De Televersa. Fuente: Adaptado De: Http://Muniwireless.Com.....	133
Tabla 32. Planes Inalámbricos Fijos. Fuente: Adaptado De : Https://Www.Att.Com/Internet/Fixed-Wireless.Html	134
Tabla 33. Planes Ofrecidos Por Kt. Fuente: Adaptado De: Https://Product.Kt.Com.....	134
Tabla 34. Planes De Entel. Bolivia. Fuente: Adaptado De: Http://Www.Entel.Bo	135
Tabla 35. Planes De Servicios De Bigair Wimax. Fuente: Sitio Web: Https://Www.Superloop.Com/	135
Tabla 36. Planes Ofrecidos A Través De Ultranet2go. Fuente: Adaptado De: Http://Ultranet.Com.Mx	136
Tabla 37. Paquetes Ofrecidos Por Vodafone En Alemania. Fuente: Adaptado De: Https://Zuhauseplus.Vodafone.De/	137
Tabla 38. Paquetes De Centurylink. Fuente: Adaptado De: Https://Www.Centurylink.Com/Home/Bundles/	138
Tabla 39. Tarifas En Servicios De Kt Corporation. Fuente: Adaptado De: Https://Product.Kt.Com/Wdic	138
Tabla 40. Servicios Con Adsl En Antel. Fuente: Adaptado: Https://Tienda.Antel.Com.Uy	139
Tabla 41. Tarifas De Australiaonline. Fuente: Adaptado De: Https://Www.Australiaonline.Net.Au/Services/Nbn	139
Tabla 42. Tarifas En Los Servicios De Internet Con Adsl. Fuente: Adaptado De: Telmex.Com.....	140
Tabla 43. Tarifa En Servicio De Izzi. Fuente: Adaptado De: Https://Izziprecios.Mx	140

Introducción

El principal objetivo de la elaboración de esta tesis es realizar un análisis comparativo de la situación actual de las telecomunicaciones de banda ancha en México, analizando el mercado de tecnologías de banda ancha del mercado mexicano y el mercado de los países seleccionados. La penetración que han tenido las tecnologías de banda ancha en el mundo ha aumentado de manera exponencial en la última década, a tal grado que en la actualidad es difícil imaginarse nuestro mundo sin el acceso a internet.

Es por ello que las tecnologías han ido evolucionando conforme la demanda va aumentando. Tecnologías como la DSL comienzan a ser obsoletos en comparación con la fibra óptica, asimismo, la telefonía celular ha tenido un enorme crecimiento, ubicándose como una de las tecnologías de banda ancha más utilizadas a nivel mundial. Tecnologías como los enlaces de microondas ó la banda ancha satelital siguen siendo la opción más clara si se desea otorgar comunicación a comunidades rurales o zonas dónde el despliegue de infraestructura no resulta viable.

Sin embargo, no sólo las tecnologías deben evolucionar, lo deben de hacer a la par de políticas públicas que establezcan medidas adecuadas para la prestación de los servicios de banda ancha. Dichas medidas deben estar orientadas en brindar un servicio de calidad a los usuarios, que los precios sean asequibles y que se incentive la competencia entre los proveedores de servicios de banda ancha.

En este trabajo se abordan temas históricos, jurídicos y tecnológicos en materia de telecomunicaciones de banda ancha, esto debido a que es importante abarcar estos temas ya que con base en ellos se realizará un diagnóstico de la situación actual de las telecomunicaciones de banda ancha en México, analizando los posibles pasos a seguir si se desea que se desarrollen las telecomunicaciones de banda ancha en el país.

En el primer capítulo se presentan los conceptos principales que se utilizarán a lo largo de esta tesis, dicho capítulo abarca conceptos jurídicos y conceptos técnicos que son resulta imprescindible mencionarlos para que se entre en contexto en lo referente a este trabajo.

El segundo capítulo abarca temas jurídicos y políticas públicas, indispensables para el desarrollo de las telecomunicaciones de banda ancha en el mundo. En este capítulo se abordan los aspectos jurídicos de países del primer mundo acerca de las buenas prácticas que se realizan en estos para realizar una breve comparación con el actual marco jurídico de México.

En el tercer capítulo se abordan los temas tecnológicos de las telecomunicaciones de banda ancha, en el cual se abarcan las tecnologías de banda ancha que existen en la actualidad, así como las tecnologías que se encuentran en un proceso de elaboración como el Lifi. Este capítulo es importante ya que se detalla brevemente el funcionamiento de las tecnologías de banda ancha en el mercado. Se abordan las siguientes tecnologías de banda ancha: Enlaces de microondas, telefonía celular, fibra óptica, sistemas satelitales, DSL, WiMAX, WiBro, PLC y Lifi.

Posteriormente, en el cuarto capítulo se aborda la historia de las telecomunicaciones en México, desde la primera comunicación que se registraron en 1849. Estos antecedentes históricos son de suma importancia, ya que al conocer la historia del giro en el país, se podrá analizar de mejor manera los motivos por los que las telecomunicaciones de banda ancha en el país presentan tanto rezago en comparación con las telecomunicaciones de países del primer mundo.

El capítulo cinco contiene la investigación realizada acerca de las tarifas de los servicios de banda ancha que existen en el mercado mexicano e internacional, en el cual se abordarán las tarifas del proveedor más importante de Alemania, Uruguay, Corea, Australia, Estados Unidos, Japón y Colombia. Dichas tarifas serán comparadas con las tarifas de los principales proveedores de servicios de banda ancha en México, este análisis comparativo se mostrará en gráficas, realizando un diagnóstico se podrá observar si los servicios de banda ancha en México son competitivos con el mercado internacional. Por último, se realizará un estudio de campo en el cual se elaborará una encuesta con una serie de preguntas a 100 usuarios de la Ciudad de México acerca de los servicios de banda ancha. Dicha encuesta contendrá preguntas acerca de la opinión que tienen los usuarios, si existe conformidad con los proveedores y si los usuarios consideran que los servicios que se les prestan son de calidad y asequibles.

Como resultado de los capítulos anteriores, en el sexto capítulo se plantea una propuesta que busque darle solución a la problemática planteada en este trabajo. Esta

propuesta tiene como principal objetivo reforzar el marco jurídico en materia de telecomunicaciones de banda ancha en el país, incentivar la creación de empresas mexicanas prestadoras de servicios, y por último, incentivar una mayor comunicación entre los proveedores de servicio con los usuarios que permita que las quejas emitidas por cada usuario sea atendida de manera eficaz.

Por último, en el séptimo capítulo se presenta la conclusión que se cerrará el análisis comparativo y el diagnóstico que se realizó en los capítulos anteriores de esta tesis. Asimismo, en el octavo capítulo se realizarán una serie de recomendaciones que van dirigidas a los usuarios, al gobierno federal y a los proveedores de servicio de banda ancha, los cuales se consideran como los actores principales de los servicios de banda ancha en el país.

Objetivos de la propuesta

- Elaborar un diagnóstico de la situación actual de México en materia de Telecomunicaciones de Banda Ancha, mediante la realización de un análisis del mercado nacional, la regulación actual y el marco jurídico.
- Realizar un estudio comparativo del mercado nacional con respecto al internacional en materia de Telecomunicaciones de Banda Ancha.
- Plantear la propuesta y las recomendaciones que busquen dar solución a la problemática actual de los servicios de banda ancha, con el fin de promover mejoras en la calidad y prestación de estos, buscando el beneficio y la asequibilidad para el usuario mexicano.

Definición del problema

Los servicios de banda ancha en México han tenido un crecimiento significativo en los últimos años, sin embargo, comparado con su penetración en el resto del mundo, estos se encuentran muy por debajo de lo que debería ser.

Existe un sector importante de la población mexicana que no cuenta con acceso a servicios de telecomunicaciones de banda ancha. Los factores que provocan este hecho son: falta de infraestructura, baja asequibilidad por altos precios, cobertura insuficiente, falta de voluntad política, conflictos de interés, una falta de incentivos que promuevan la inversión en infraestructura e impacto en la calidad de servicio debido a la proliferación de fallas.

Capítulo 1. Marco conceptual

En este capítulo se citarán las definiciones más importantes de los términos que se abordarán a lo largo de la tesis y estas nos permitirán entrar en contexto del tema abordado. Los conceptos que se presentarán a continuación buscan brindar una perspectiva amplia acerca de las telecomunicaciones de banda ancha, así como facilitar la lectura a las personas que estén interesadas en los temas presentes en este documento.

1.1 Telecomunicaciones

De acuerdo con la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, las telecomunicaciones se definen como “toda emisión, transmisión o recepción de signos, señales, datos, escritos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúe a través de hilos, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos, sin incluir la radiodifusión”.¹

1.2 Banda Ancha

La banda ancha, de acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones, es “un conjunto de tecnologías de red avanzadas o como el motor de una radical y gran transformación que revitaliza la entrega de los servicios existentes y da pie a la aparición de nuevos e innovadores servicios”.²

Por su parte, la Ley Federal Telecomunicaciones y Radiodifusión, en su artículo 3 fracción V, se define como “acceso de alta capacidad que permite ofrecer diversos servicios convergentes a través de infraestructura de red fiable, con independencia de las tecnologías empleadas, cuyos parámetros serán actualizados por el Instituto periódicamente”.³

José Caballero (1998), define a la banda ancha como la “técnica de telecomunicaciones en la que las señales digitales se transmiten moduladas, pudiendo enviarse por un solo canal múltiples señales simultáneas, el Consejo Consultivo de Internacional de Teléfonos y

¹ Cámara de Diputados del Honorable Congreso de la Unión. (2014) Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. Recuperado el 4 de junio del 2018, de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5352323&fecha=14/07/2014

² Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones/TIC, ITU. (2013) Recuperado el 6 de junio del 2018, de: <https://www.itu.int/en/wtpf-13/Documents/background-er-wtpf-13-broadband-es.pdf>

³ Ibidem 1

Telégrafos la define también como banda ancha a las comunicaciones digitales a más de 2 Mbps”.⁴

Asimismo, el órgano regulador de Francia, *Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes*, define a la banda ancha como:

“En las redes de cable, a una tecnología se le califica de banda ancha si permite alcanzar velocidades superiores a las obtenidas con tecnologías de banda ancha de baja velocidad, sea cual fuere la red de acceso (líneas DSL, red de distribución por cable, conexiones por bucle local radioeléctrico, conexiones vía satélite y conexiones por wifi). Las correspondientes velocidades van desde 128 Kbits/s hasta 30 Mbits/s”.⁵

1.3 Banda Ancha de muy alta velocidad

La *Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes*, define a la banda ancha de muy alta velocidad como:

“Servicio de acceso a Internet cuya velocidad punta descendente es superior a 30 Mbits/s. Pertenecen a esta categoría, principalmente, los servicios en redes de fibra óptica hasta el abonado (FTTH), en redes «híbridas de fibra con cable coaxial» (HFC), en redes de fibra óptica con terminación en cable coaxial (FTTLA) y los servicios en red de cobre basadas en la tecnología VDSL2, cuando el abonado se encuentra lo bastante cerca del equipo activo del operador como para disfrutar de una velocidad igual o mayor de 30 Mbits/s”.⁶

1.4 Banda Ancha Móvil

En su Diccionario de Derecho de la Información, Clara Luz Álvarez (2010) define a la banda ancha móvil como: “Banda Ancha Móvil: Aquella conexión inalámbrica a la red para transportar información que permite el acceso a internet y a otros servicios digitales a velocidades iguales o superiores a 10 Mbps de descarga y 5 Mbps de carga”.⁷

⁴ Caballero, J. (1998) Redes de Banda Ancha. P. 239. España: Editorial Marcombo. Recuperado el 3 de julio del 2018 de: <https://books.google.com.mx/books?id=FI-2sZNIcFUC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

⁵ ARCEP. (2013) Regulador de las comunicaciones electrónicas y postales. Francia. Recuperado el 15 de julio del 2018 de: https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/supplement-rapport-activite-2013-espanol.pdf

⁶ Ibidem 5

⁷ Álvarez, C. (2010) Diccionario de Derecho de la Información. Tomo I. 3.ª ed. México. PDF. Recuperado el 21 de julio del 2018.

1.5 Banda Ancha Fija

La banda ancha fija, la define la misma autora (2010) como:

“Banda Ancha Fija: Aquella conexión permanente a la red (de cualquier tipo) para transportar información proporcionada por una gama de tecnologías que permite el acceso a internet y a otros servicios digitales a velocidades iguales o superiores a 25 Mbps de descarga y 5 Mbps de carga”.⁸

1.6 Banda de frecuencias

El término de banda de frecuencias, como se enuncia en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión artículo 3º fracción VI, es el “acceso de alta capacidad que permite ofrecer diversos servicios convergentes a través de infraestructura de red fiable, con independencia de las tecnologías empleadas, cuyos parámetros serán actualizados por el Instituto periódicamente”.⁹ En la tabla 1 se presentan las abreviaturas en inglés que se asignaron para cada rango de frecuencias:

Tabla 1. *Bandas de Frecuencias. Reglamento de Radiocomunicaciones (2016) Fuente: Sitio Web: <https://www.itu.int/>*

Número de la banda	Símbolos (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviaturas métricas para las bandas
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas	B.Mam
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas	B.km
6	MF	300 a 3 000 kHz	Ondas hectométricas	B.hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B.dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B.m
9	UHF	300 a 3 000 MHz	Ondas decimétricas	B.dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B.cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B.mm
12		300 a 3 000 GHz	Ondas decimilimétricas	

1.7 Espectro radioeléctrico

En el artículo 3º Fracción XXI de la Ley Federal Telecomunicaciones y Radiodifusión, el espacio radioeléctrico se define como el “espacio que permite la propagación, sin guía

⁸ Ibidem 7

⁹ Ibidem 1

artificial, de ondas electromagnéticas cuyas bandas de frecuencias se fijan convencionalmente por debajo de los 3,000 gigahertz”.¹⁰

El espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencias. La unidad de frecuencia es el Hertz (Hz), por lo que las frecuencias se expresan:

- en kilohertz (kHz) hasta 3000 kHz
- en megahertz (MHz) de 3 MHz hasta 3000 MHz
- en gigahertz (GHz) de 3 GHz hasta 3000 GHz¹¹

1.8 Comunicación

La Real Academia Española, define como comunicación a la “transmisión de señales mediante un código común entre el emisor y el receptor”.¹² Este código puede referirse a un lenguaje, que es utilizado para que las personas puedan comunicarse entre sí, o bien, puede referirse a un código entre dispositivos que permita el intercambio de información.

Por otro lado, también se define como “la impartición, envío o intercambio de información entre diferentes entidades. Se puede realizar mediante lenguaje, imágenes, instrucción, movimiento, olor, etc. O puede ser simplemente una mueca”.¹³

1.9 Sistema de comunicación

Un sistema de comunicación contiene componentes o subsistemas que permiten el intercambio o transferencia de información.¹⁴ Está constituido por 3 elementos:

- Transmisor

Se encarga de preparar o adecuar la señal para que pueda ser enviada a través de un canal.

- Canal o medio

¹⁰ Ibidem 1

¹¹ Reglamento de Radiocomunicaciones. (2016) ITU Recuperado el 15 de junio del 2018 de: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/1.43.48.es.301.pdf>

¹² Real Academia Española. (2014) Diccionario de la lengua española. Recuperado el 7 de junio del 2018 de: <http://dle.rae.es/?id=XhXvJqs>

¹³ Herrera E. (1998). Introducción a las telecomunicaciones modernas. p. 21. Editorial Limusa. Obtenido el 18 de junio del 2018 de:

https://books.google.com.mx/books?id=UE_Snss9muQC&pg=PA21&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false

¹⁴ Sin autor-Instituto de Uruguay* (2017). Sistemas de Comunicación. Clase: Introducción. Recuperado de: <https://iie.fing.edu.uy/ense/asign/siscom/teorico/clases/clase1.pdf>

Es el elemento a través del cual el transmisor envía información al receptor. La información se puede ver afectada debido a:

- Ruido
 - Interferencia
 - Atenuación
 - Distorsión
 - Receptor
- Receptor

Recibe la información que proviene del canal, y este debe adecuarla para que pueda ser procesada.¹⁵ En figura 1 se muestra un diagrama de bloques de un sistema de comunicación típico.

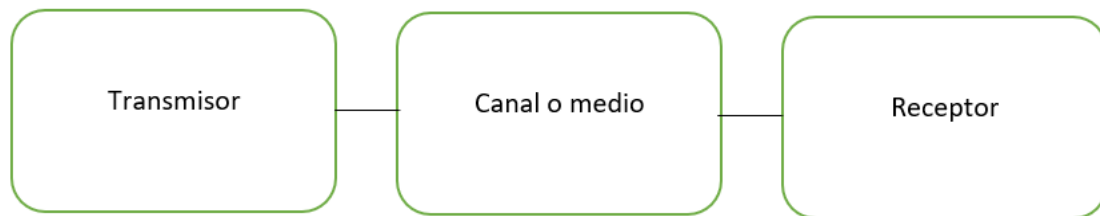


Figura 1. Sistema de comunicación típico. Fuente: Elaboración propia

1.10 Red de telecomunicaciones

La Ley Federal Telecomunicaciones y Radiodifusión, define como Red de Telecomunicaciones:

“Sistema integrado por medios de transmisión, tales como canales o circuitos que utilicen bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, enlaces satelitales, cableados, redes de transmisión eléctrica o cualquier otro medio de transmisión, así como, en su caso, centrales, dispositivos de conmutación o cualquier equipo necesario”.¹⁶

1.11 Internet

¹⁵ Telecomunicaciones. Gilberto Díaz. Recuperado el 18 de junio del 2018 de: <https://sites.google.com/site/evaintroduccion/home>

¹⁶ Ibidem 1

El concepto de internet, de acuerdo con la Ley Federal Telecomunicaciones y Radiodifusión, se define como:

“Conjunto descentralizado de redes de telecomunicaciones en todo el mundo, interconectadas entre sí, que proporciona diversos servicios de comunicación y que utiliza protocolos y direccionamiento coordinados internacionalmente para el enrutamiento y procesamiento de los paquetes de datos de cada uno de los servicios. Estos protocolos y direccionamiento garantizan que las redes físicas que en conjunto componen Internet funcionen como una red lógica única”.¹⁷

1.12 Satélite

En el Reglamento de Radiocomunicaciones, de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, en el artículo 1.179, el satélite se define como un “cuerpo que gira alrededor de otro cuerpo de masa preponderante y cuyo movimiento está principalmente determinado, de modo permanente, por la fuerza de atracción de este último”.¹⁸

Por su parte, la Ley Federal Telecomunicaciones y Radiodifusión en su artículo 3º fracción LIX se define como un “objeto colocado en una órbita satelital, provisto de una estación espacial con sus frecuencias asociadas que le permite recibir, transmitir o retransmitir señales de radiocomunicación desde o hacia estaciones terrenas u otros satélites”.¹⁹

1.13 Sistema de comunicación por satélite

Dentro de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, establece que un sistema de comunicación

“El que permite el envío de señales de radiocomunicación a través de una estación terrena transmisora a un satélite que las recibe, amplifica, procesa y envía de regreso a la Tierra para ser captada por una o varias estaciones terrenas receptoras”.²⁰

1.14 Servicio fijo

¹⁷ Ibidem 1

¹⁸ Ibidem 11

¹⁹ Ibidem 1

²⁰ Ibidem 1

El Reglamento Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, lo define como “servicio de radiocomunicación entre puntos fijos determinados”.²¹

1.15 Servicio fijo por satélite

El Reglamento de Radiocomunicaciones, establece que un servicio fijo por satélite es un:

“Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas situadas en emplazamientos dados cuando se utilizan uno o más satélites; el emplazamiento dado puede ser un punto fijo determinado o cualquier punto fijo situado en una zona determinada; en algunos casos, este servicio incluye enlaces entre satélites que pueden realizarse también dentro del servicio entre satélites; el servicio fijo por satélite puede también incluir enlaces de conexión para otros servicios de radiocomunicación espacial”.²²

1.16 Servicio móvil por satélite

El Reglamento de Radiocomunicaciones establece que un servicio móvil por satélite es un:

“Servicio de radiocomunicación: Entre estaciones terrenas móviles y una o varias estaciones espaciales o entre estaciones espaciales utilizadas por este servicio; o entre estaciones terrenas móviles por intermedio de una o varias estaciones espaciales. También pueden considerarse incluidos en este servicio los enlaces de conexión necesarios para su explotación”.²³

1.17 Portabilidad

En el artículo 3º fracción XLIV, de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, se establece que la portabilidad es el “derecho de los usuarios de conservar el mismo número telefónico al cambiarse de concesionario o prestador de servicio;”.²⁴

1.18 WiMAX

El WiMax se define como:

²¹ Ibidem 11

²² Ibidem 11

²³ Ibidem 11

²⁴ Ibidem 1

“**WiMAX** (del inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access, Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas) es un estándar de transmisión inalámbrica de datos (802.16 MAN), fue diseñada para **ambientes inalámbricos** internos como una alternativa al cableado estructurado de redes y con capacidad sin línea de vista de muy pocos metros”.²⁵

1.19 Fibra Óptica

La Fibra óptica se define como:

“Un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. La fuente de luz puede ser láser o un LED”.²⁶

1.20 Power Line Communication

El Power Line Communication son sistemas de comunicaciones que hacen uso de una red eléctrica de distribución, mediante los tomacorrientes, con el objetivo de transmitir señales moduladas.²⁷

1.21 Red de microondas

El concepto de red de microondas es:

“Una red por microondas es un tipo de red inalámbrica que utiliza microondas como medio de transmisión. El protocolo más frecuente es el IEEE 802.11b y transmite a 2.4 GHz, alcanzando velocidades de 11 Mbps. Otras redes utilizan el rango de 5.4 a 5.7 GHz para el protocolo IEEE 802.11a”.²⁸

1.22 Lifi

²⁵ Ibersystems. (2015) Tecnología WiMAX. Recuperado el 4 de julio del 2018 de:

<http://www.ibersystems.es/servicios/instalacion-redes-inalambricas/instalaciones-wimax/tecnologia-wimax/>

²⁶ Antel. (2012) ¿Qué es la Fibra óptica? Recuperado el 5 de julio del 2018 de: <http://www.antel.com.uy/personas-y-hogares/internet/fibra-optica/que-es-la-fibra-optica>

²⁷ Sin autor. (2015) PLC. Recuperado el 4 de julio del 2018 de:

<http://garciaargos.com/descargas/apuntes/posgrado/Primer-Semestre/SRC/2%20-%20Sistemas%20avanzados/3-PLC.pdf>

²⁸ Ávalos, K. (2011) Red de microondas. Obtenido el 4 de julio del 2018 de:

<https://sites.google.com/site/portafoliokevinavalos/a-portada>

De acuerdo con Aravena (2013), la tecnología Lifi se define como:

“Un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza el espectro visible de la luz como medio de transmisión de datos. Es una tecnología muy nueva, ya que se dio a conocer en el año 2011, en la charla TEDGlobal en Edimburgo, donde el doctor Harald Haas dio una charla sobre los beneficios de usar tecnologías que usen el espectro visible de luz, demostrando su uso, en un experimento en el cual con una linterna LED, logro transmitir datos a 10 Mbps a un computador”.²⁹

1.23 Red Celular

La red celular se define como:

“Un espacio o área geográfica fraccionada en regiones llamadas celdas, en donde cada celda posee su propio transmisor, que es llamado transceptor, el cual sirve como transmisor y receptor y también es conocido como estación base. Dichas celdas son utilizadas con el propósito de cubrir diferentes áreas para brindar cobertura sobre un espacio más grande que el de una celda”.³⁰

1.24 WiBRO

La tecnología WiBRO se define como “la técnica de comunicación de banda ancha inalámbrica que utiliza ondas de radio en frecuencia de 2,3 GHz y permite una velocidad teórica máxima de 30 megabits por segundo en un rango de entre 1 y 5 kilómetros”.³¹

1.24 ADSL

Sara Priestley junto a Clark Baker, definen a la tecnología ADSL como:

“La tecnología ADSL ofrece banda ancha utilizando la línea telefónica de cobre estándar: la velocidad de conexión dependerá del tipo de ADSL que se utilice; y la calidad y longitud de la línea desde la central telefónica hasta las instalaciones”.³²

²⁹ Aravena, E. (2013) Desafío de las nuevas tecnologías: Un análisis a Lifi y a otras tecnologías. Universidad Técnica Federico Santa María. PDF. Recuperado el 4 de julio del 2018 de:

http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s13/project/reports/Desafios_de_las_nuevas_tecnologias.pdf

³⁰ Delacour, L. (2009) Red Celular. Recuperado el 4 de julio del 2018 de:

<http://redcelular12b.blogspot.com/2009/03/concepto-y-funcionamiento.html>

³¹ Sin autor (2017) ¿Qué es el Wibro? Recuperado el 4 de julio del 2018 de: <http://freewimaxinfo.com/wibro.html>

1.26 Banda Ancha Satelital

La banda ancha satelital es definida por Sara Priestley y Clark Baker como:

“La banda ancha satelital es una opción para aquellos que viven en áreas rurales donde los servicios tradicionales de banda ancha basados en línea fija no están disponibles. Utiliza una antena parabólica para proporcionar acceso a servicios de banda ancha. La principal ventaja de la banda ancha satelital es que puede proporcionarse prácticamente en cualquier parte del mundo, siempre que haya una línea de visión clara hacia el sur”.³³

Una vez que se definieron estos conceptos y como se mencionó con anterioridad, se puede entrar en contexto de la importancia de las telecomunicaciones de banda ancha en la transición hacia una sociedad de la información y el conocimiento. Las telecomunicaciones de banda ancha han sido medulares en el desarrollo de la sociedad nacional y en todo el mundo, no sólo en el aspecto tecnológico, sino también social y económico. La penetración que han tenido en los últimos años es significativa. Y México no es la excepción, según datos del Instituto Federal de Telecomunicaciones, en el año 2000, 0.5 de cada 100 hogares, contaban con el servicio de Banda Ancha fija; posteriormente, en el 2005, 7.4 de cada 100 hogares tenían acceso a dicho servicio. A raíz de la Reforma constitucional, se promulgó la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, en consecuencia, el Instituto realizó un estudio que arroja como resultado que 39 de cada 100 hogares tenían acceso a estos servicios, en el 2013; y en el 2017, se registró la cantidad de 50 de cada 100 hogares, lo que representa un crecimiento del 28 % desde la reforma constitucional. (Banco de Información de Telecomunicaciones, 2018).

Este marco conceptual servirá para sustentar el contenido de la tesis. Los conceptos presentados anteriormente son una mezcla de referencias bibliográficas y referencias electrónicas con el fin de brindar una diversidad al lector.

En el siguiente capítulo se analizará el marco jurídico y las políticas públicas nacionales e internacionales relacionadas con esta investigación.

³² Priestley,S; Baker,C. (2017) Superfast Broadband Coverage in the UK. P 51. Reino Unido. Editorial House of the commons. PDF. Recuperado el 20 de julio del 2018

³³ Ibidem 32

Capítulo 2. Marco jurídico y políticas públicas

Este capítulo se dedicará al análisis del marco jurídico nacional e internacional, con el fin de realizar una comparativa con las políticas públicas de países con mayor penetración de banda ancha en el mundo. Se analizarán iniciativas presentadas anteriormente por parte del Gobierno mexicano, que buscaban en su momento impulsar las telecomunicaciones de banda ancha en el país.

Asimismo, se analizará la Reforma realizada por el gobierno de México en el año 2014, y la correspondiente Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, de la cual se tiene como consecuencia la actual situación de las telecomunicaciones del país. Por otro lado, se analizará la Ley 1341 de Colombia para elaborar un análisis comparativo que nos muestre que es lo que se hace en cada país.

También se realizará un análisis de las políticas públicas de Chile, Uruguay, Reino Unido y Estados Unidos; ya que estos son países con una penetración alta en servicios de banda ancha, de acuerdo con la OCDE.

2.1 Reforma Constitucional en Materia de Telecomunicaciones

En esta iniciativa, publicada el 11 de junio del 2013, se realizó la reforma a los artículos 6º, 7º, 27º, 28º, 73º, 78º, 94º y 105º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de telecomunicaciones y se presentará a continuación lo que corresponde a la banda ancha.³⁴

La reforma al artículo 6º derivó en que:

“(…) El Estado garantizará el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, así como a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, incluido el de banda ancha e internet. Para tales efectos, el Estado establecerá condiciones de competencia efectiva en la prestación de dichos servicios (…).”³⁵

³⁴ Reforma en materia de telecomunicaciones y competencia económica. (2013) Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 1 de julio del 2018 de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5301941&fecha=11/06/2013

³⁵ Ibidem 34

El artículo 73º establece que “el Congreso tiene facultad”:

“I. (...) a XVI. (...)

XVII. Para dictar leyes sobre vías generales de comunicación, tecnologías de la información y la comunicación, radiodifusión, telecomunicaciones, incluida la banda ancha e Internet, postas y correos, y sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal.

XVIII. (...) a XXX. (...).³⁶

En el transitorio Décimo Cuarto de esta Reforma se establece que:

“(...) El Ejecutivo Federal elaborará las políticas de radiodifusión y telecomunicaciones del Gobierno Federal y realizará las acciones tendientes a garantizar el acceso a Internet de banda ancha en edificios e instalaciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. Las entidades federativas harán lo propio en el ámbito de su competencia”.³⁷

El transitorio Décimo Quinto de esta Reforma, establece que:

“(...) Telecomunicaciones de México tendrá atribuciones y recursos para promover el acceso a servicios de banda ancha, planear, diseñar y ejecutar la construcción y el crecimiento de una robusta red troncal de telecomunicaciones de cobertura nacional, así como la comunicación vía satélite y la prestación del servicio de telégrafos. Lo anterior, de conformidad con los lineamientos y acuerdos emitidos por el Instituto Federal de Telecomunicaciones”.³⁸

El transitorio Décimo Sexto de esta Reforma se establece que el Estado:

“a través del Ejecutivo Federal, en coordinación con el Instituto Federal de Telecomunicaciones, garantizará la instalación de una red pública compartida de telecomunicaciones que impulse el acceso efectivo de la población a la comunicación de banda ancha y a los servicios de telecomunicaciones, de conformidad con los principios contenidos en el artículo 6o., Apartado B, fracción II del presente Decreto (...).³⁹

El transitorio Décimo Séptimo, dentro del Sistema Nacional de Planeación Democrática, se establece que:

“I. (...)

II. Un programa de banda ancha en sitios públicos que identifique el número de sitios a conectar cada año, hasta alcanzar la cobertura universal

³⁶ Ibidem 34

³⁷ Ibidem 34

³⁸ Ibidem 34

³⁹ Ibidem 34

III. (...) a V. (...).⁴⁰

2.2 Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión

El presidente de México, el día 24 de marzo del 2014, envió la iniciativa de Decreto al Honorable Congreso de la Unión, por la que se expide la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión.

Dentro del artículo 9º, correspondiente a la Secretaría:

“I (...) a IV

V. Coordinarse con el Instituto para promover, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, el acceso a las tecnologías de la información y comunicación y a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, incluido el de banda ancha e Internet, en condiciones de competencia efectiva;

VI. Realizar las acciones tendientes a garantizar el acceso a Internet de banda ancha en edificios e instalaciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública

VII. Establecer programas de acceso a banda ancha en sitios públicos que identifiquen el número de sitios a conectar cada año de manera progresiva, hasta alcanzar la cobertura universal;

VIII (...) a XXIII (...).⁴¹

Del funcionamiento del instituto, en el artículo 15, que habla de las atribuciones del instituto y su composición, se establece que:

“I (...) a XLVIII (...)

XLIX. Establecer la metodología y las métricas para lograr las condiciones idóneas de cobertura y capacidad para la provisión de servicios de banda ancha;

L (...) a LXIII (...).⁴²

⁴⁰ Ibidem 34

⁴¹ Artículo 9. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014) Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. Diario Oficial de la Federación. México. Recuperado el 1 de julio del 2018 de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR_150618.pdf

Lo que comprende al artículo 267, en el sector de telecomunicaciones, el Instituto podrá poner las siguientes medidas al agente económico preponderante.

“I (...) a II (...)

III. Presentar anualmente información sobre su: i) topología de red alámbrica, inalámbrica y la relativa a la banda ancha, incluyendo los planes de modernización o crecimiento, ii) centrales y demás elementos de infraestructura que determine el Instituto, para lo cual deberá detallar, entre otros, elementos físicos y lógicos, su ubicación por medio de coordenadas georeferenciadas, especificaciones técnicas, jerarquía, funcionalidades y capacidades;

IX (...) a XX (...).⁴³

La Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión es un documento jurídico vigente desde el año 2014, sin embargo, en esta Ley sólo se menciona a la banda ancha en siete ocasiones, y dos ellas en lo que corresponde al artículo 2º, donde se enuncian las definiciones de los conceptos utilizados en dicho documento. Otro aspecto importante que resaltar es que, a pesar de la Reforma en Materia de Telecomunicaciones, la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión no cuenta con un reglamento que respalde lo estipulado en ella, tal y como la derogada Ley Federal de Telecomunicaciones.

2.3 Ley Federal sobre Metrología y Normalización

Documento jurídico publicado el día 1 de julio de 1992, en el Gobierno de Carlos Salinas de Gortari, con una Reforma realizada el día 15 de junio del 2018, que establece en su artículo 2º:

“I (...)

II. En materia de normalización, certificación, acreditamiento y verificación:

⁴² Artículo 15. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014) Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. Diario Oficial de la Federación. México. Recuperado el 1 de julio del 2018 de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR_150618.pdf

⁴³ Artículo 267. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014) Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. Diario Oficial de la Federación. México. Recuperado el 1 de julio del 2018 de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR_150618.pdf

- a) Fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas;
- b) Instituir la Comisión Nacional de Normalización para que coadyuve en las actividades que sobre normalización corresponde realizar a las distintas dependencias de la administración pública federal;
- c) Establecer un procedimiento uniforme para la elaboración de normas oficiales mexicanas por las dependencias de la administración pública federal;
- d) Promover la concurrencia de los sectores público, privado, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas;
- e) Coordinar las actividades de normalización, certificación, verificación y laboratorios de prueba de las dependencias de administración pública federal;
- f) Establecer el sistema nacional de acreditamiento de organismos de normalización y de certificación, unidades de verificación y de laboratorios de prueba y de calibración; y
- g) En general, divulgar las acciones de normalización y demás actividades relacionadas con la materia”.⁴⁴

Dentro del Título Cuarto, correspondiente a la acreditación y determinación de cumplimiento, el artículo 68 establece que: “La evaluación de la conformidad será realizada por las dependencias competentes, por el Instituto Federal de Telecomunicaciones o por los organismos de certificación, los laboratorios de prueba o de calibración y por las unidades de verificación acreditados”.⁴⁵

El artículo 70°, establece que:

“Las dependencias competentes y el Instituto Federal de Telecomunicaciones podrán aprobar a las personas acreditadas que se requieran para la evaluación de la conformidad, en lo que se refiere a normas oficiales mexicanas, para lo cual se sujetarán a lo siguiente:

I (...)

⁴⁴ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1992) Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Diario Oficial de la Federación. México. Obtenido el 8 de agosto del 2018 de:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/130_150618.pdf

⁴⁵ Ibidem 44

II. Participar en los comités de evaluación para la acreditación, o reconocer sus resultados. No duplicar los requisitos solicitados para su acreditación, sin perjuicio de establecer adicionales, cuando se compruebe justificadamente a la Secretaría la necesidad de los mismos a fin de salvaguardar tanto el objetivo de la norma oficial mexicana, como los resultados de la evaluación de la conformidad con la misma y la verificación al solicitante de las condiciones para su aprobación”.⁴⁶

Se establece en el artículo 71° lo siguiente:

“Las dependencias competentes y el Instituto Federal de Telecomunicaciones podrán en cualquier tiempo realizar visitas de verificación para comprobar el cumplimiento de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas, por parte de las entidades de acreditación, las personas acreditadas o cualquier otra entidad u organismo que realice actividades relacionadas con las materias a que se refiere esta Ley, así como a aquellas a las que presten sus servicios”.⁴⁷

En lo que respecta al decreto por el que se expiden la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, y se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones en materia de telecomunicaciones y radiodifusión. Se establece en el Noveno Transitorio, dónde se menciona a los agentes preponderantes, que:

“En tanto exista un agente económico preponderante en los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión, con el fin de promover la competencia y desarrollar competidores viables en el largo plazo, no requerirán de autorización del Instituto Federal de Telecomunicaciones las concentraciones que se realicen entre agentes económicos titulares de concesiones, ni las cesiones de concesión y los cambios de control que deriven de éstas, que reúnan los siguientes requisitos:

- a. Generen una reducción sectorial del Índice de Dominancia “ID”, siempre que el índice Hirschman-Herfindahl “IHH” no se incremente en más de doscientos puntos;
- b. Tengan como resultado que el agente económico cuente con un porcentaje de participación sectorial menor al veinte por ciento;
- c. Que en dicha concentración no participe el agente económico preponderante en el sector en el que se lleve a cabo la concentración, y

⁴⁶ Ibidem 44

⁴⁷ Ibidem 44

d. No tengan como efecto disminuir, dañar o impedir la libre competencia y concurrencia, en el sector que corresponda

El Instituto investigará dichas concentraciones en un plazo no mayor a noventa días naturales y en caso de encontrar que existe poder sustancial en el mercado de redes de telecomunicaciones que presten servicios de voz, datos o video o en el de radio y televisión según el sector que corresponda, podrá imponer las medidas necesarias para proteger y fomentar en dicho mercado la libre competencia y concurrencia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión y la Ley Federal de Competencia Económica sin perjuicio de las concentraciones a que refiere el presente artículo. Las medidas que imponga el Instituto se extinguirán una vez que se autorice a los agentes económicos preponderantes la prestación de servicios adicionales”.⁴⁸

2.4 Ley Federal de Competencia Económica

Es una Ley reglamentaria del artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de competencia económica, de orden público y de interés social. Fue publicada el día 23 de mayo del 2014.

Dentro de las Disposiciones Generales, el artículo 5° establece:

“El Instituto Federal de Telecomunicaciones es la autoridad en materia de competencia económica de los sectores de radiodifusión y telecomunicaciones, por lo que en éstos ejercerá en forma exclusiva las facultades que el artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y las leyes establecen para la Comisión, conforme a la estructura que determine en su estatuto orgánico”.⁴⁹

Para la Reparación de los Daños y Prejuicios, se establece en el artículo 134° que:

“Aquellas personas que hayan sufrido daños o perjuicios a causa de una práctica monopólica o una concentración ilícita podrán interponer las acciones judiciales en defensa de sus derechos ante los tribunales especializados en materia de competencia

⁴⁸ Ibidem 44

⁴⁹ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014) Ley Federal de Competencia Económica. Diario Oficial de la Federación. México. Recuperado el 8 de agosto del 2018 de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFCE_270117.pdf

económica, radiodifusión y telecomunicaciones hasta que la resolución de la Comisión haya quedado firme.

El plazo de prescripción para reclamar el pago de daños y perjuicios se interrumpirá con el acuerdo de inicio de investigación.

Con la resolución definitiva que se dicte en el procedimiento seguido en forma de juicio se tendrá por acreditada la ilicitud en el obrar del Agente Económico de que se trate para efectos de la acción indemnizatoria”.⁵⁰

2.5 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

En materia de telecomunicaciones de banda ancha, fue en el gobierno del entonces presidente de México, Enrique Peña Nieto, donde se promovió la realización de las Reformas a la Carta Magna, con el propósito de impulsar el desarrollo de las Telecomunicaciones en el país, ya que aún se tenía un rezago muy importante en el acceso a esas tecnologías.

México, en el año 2013, se encontraba entre los últimos lugares de los países de la OCDE, en penetración de banda ancha y de acuerdo con los datos mostrados en el documento: “este tipo de banda ancha tiene una penetración de 11.4% en telefonía fija y 9.6%, en telefonía móvil con una velocidad promedio de 5.3 Mbps en 2012, mientras que el equivalente en Chile fue de 19 Mbps”⁵¹, se puede observar que comparado con Chile, el país se encontraba muy rezagado en el acceso a estos servicios.

Dentro de la Estrategia 4.5.1 en la que se estableció impulsar el desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones con el objetivo de ampliar la cobertura y promover una mejora en los servicios, se cuenta con las siguientes Líneas de Acción:

“(…) Crear un programa de banda ancha que establezca los sitios a conectar cada año, así como la estrategia para conectar a las instituciones de investigación, educación, salud y gobierno que así lo requieran, en las zonas metropolitanas que cuentan con puntos de presencia del servicio de la Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha (Red NIBA) (…)”

⁵⁰ Ibidem 49

⁵¹ Presidencia de la República. (2013) Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. México: Presidencia de la República. p. 78. Recuperado el 10 de julio del 2018 de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5299465

“(…) Desarrollar e implementar la infraestructura espacial de banda ancha, incorporando nuevas tecnologías satelitales y propiciando la construcción de capacidades nacionales para las siguientes generaciones satelitales (…)”.⁵²

En el Enfoque Transversal, para un México prospero, dentro de la Estrategia I, se considera la siguiente Línea de Acción:

“Aumentar la cobertura de banda ancha en todo el país, incluyendo zonas de escasos recursos, además de incrementar el número de usuarios del Internet y de los demás servicios de comunicaciones, buscando sistemáticamente una reducción de costos”.⁵³

2.5 Estrategia Digital Nacional 2013

En noviembre del 2013 se presentó la Estrategia Digital Nacional, como resultado de las Reformas elaboradas en ese mismo año. Uno de los objetivos de esta Estrategia es garantizar y hacer válido el derecho que tienen los mexicanos al acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Por lo tanto, este documento se pensó como una guía para las acciones y políticas necesarias con el fin de introducir las TIC a la vida cotidiana de la población mexicana, ya que el documento menciona: “(…) Asegurar el derecho de acceso a las TIC, nos permitirá ser una sociedad más libre y un país con mayores posibilidades de desarrollo, en el que cada mexicano tenga las herramientas necesarias para escribir su propia historia de éxito (…)”.⁵⁴

Para la Economía Digital, dentro del Objetivo secundario: Desarrollar el mercado de bienes y servicios digitales, la banda ancha es parte fundamental, ya que una de las Líneas de Acción menciona que: “(…) Generar mecanismos de promoción, financiamiento, capacitación y apoyo, para impulsar la conectividad a Internet de banda ancha y la adopción de herramientas digitales y tecnológicas en las micro, pequeñas y medianas empresas (…)”.⁵⁵

De acuerdo con el documento, para lograr la conectividad es necesario establecer iniciativas, y la primera es la de Habilitadores. Para ello, en el cuadro 8 sección 2, se menciona que para impulsar el desarrollo de la banda ancha se debe realizar un:

⁵² Ibidem 51 p. 136

⁵³ Ibidem 51 p. 144

⁵⁴ Presidencia de la República. (2013) Estrategia Digital Nacional 2013. México. Recuperado el 11 de julio del 2018 de: <http://cdn.mexicodigital.gob.mx/EstrategiaDigital.pdf>

⁵⁵ Ibidem 54 p. 21

“Despliegue de una red compartida de servicios móviles al mayoreo. Se desplegará una red compartida de servicios móviles al mayoreo para impulsar el acceso efectivo de la población a la banda ancha y a los servicios de telecomunicaciones Asimismo se promoverá la constitución de operadores de telecomunicaciones locales y regionales, que atiendan a las poblaciones que no cuenten con oferta de servicios de banda ancha o con dichos servicios en condiciones de competencia.”⁵⁶

En la sección 3 del cuadro 8 de Habilitadores, se establece el uso del programa México Conectado, el cual se considera como la continuación del antiguo programa de “e-México”, lanzado en el año 2001:

“Acceso a Internet de banda ancha a través del Programa México Conectado. Se garantizará el acceso a Internet de banda ancha en sitios públicos identificando el número de edificios a conectar cada año, hasta alcanzar la cobertura universal. Se buscará que en los sitios públicos la conectividad de banda ancha cuente con capacidad suficiente para satisfacer la demanda y, por tanto, deberá considerarse el número potencial de usuarios en cada sitio”.⁵⁷

En la sección 5 del cuadro 8, para el Programa nacional de Espectro Radioeléctrico se establece que:

“a. (...) b. (...)

c. Determinará las necesidades de espectro radioeléctrico para satisfacer la demanda de servicios de banda ancha en el corto, mediano y largo plazo

d. (...)

e. Establecerá un plan de licitación de espectro a corto, mediano y largo plazos, armonizado con las atribuciones internacionales de espectro para servicios de banda ancha”.⁵⁸

En la sección 9 del cuadro 8, para la creación y distribución de Contenidos, se establece que:

“Centros de distribución de contenidos y centros de datos conectados a las redes troncales y a los IXP con banda ancha. Con la finalidad de optimizar el uso de las redes y de contar con infraestructura robusta para servicios en la “nube”, se crearán centros de

⁵⁶ Ibidem 54 p. 27

⁵⁷ Ibidem 54 p. 27

⁵⁸ Ibidem 54 p. 27

distribución de datos. Asimismo, se promoverá la transición ordenada y oportuna a la versión 6 del protocolo IP (IPv6)".⁵⁹

En la sección 10 del cuadro 8, se menciona que se incentivará a las inversiones nacionales y extranjeras, y se establece que:

“Suficiencia de recursos económicos para la infraestructura. Se fomentarán las inversiones nacionales y extranjeras, públicas y privadas, que permitan ampliar la infraestructura de banda ancha, especialmente en zonas rurales y marginadas; y se buscará que la inversión pública en infraestructura de telecomunicaciones no desplace a la inversión privada”.⁶⁰

2.8 Agenda de Conectividad para las Américas. Plan de Acción de Quito

Siendo un documento elaborado en el año 2001 y con una redacción que fue dirigida por expertos mexicanos en materia de telecomunicaciones, contempla estrategias para el desarrollo de la banda ancha en países de América.

La Agenda de Conectividad para las Américas fue un documento pensado como una guía para los Gobiernos Nacionales con el objetivo de establecer un punto de partida en el desarrollo de la conectividad. Este documento proporciona premisas y principios que se deben establecer en la implementación de una Agenda de Conectividad. Ofrece además un plan de actividades, así como recomendaciones para la evaluación, ejecución, gestión y control.⁶¹

En el Anexo 3, referido a la Infraestructura, establecido en este documento se menciona que: “(...) Los tres sectores participantes en el proceso de la conectividad nacional formularán planes viables para la instalación oportuna de una infraestructura avanzada en el país, tales como redes de banda ancha y puntos de acceso a redes (...)”.⁶²

⁵⁹ Ibidem 54 p. 27

⁶⁰ Ibidem 54 p. 28

⁶¹ Díaz Cerón, Enrique, Graham, Bill, Rodríguez, Martha / Comisión Interamericana de Telecomunicaciones. (2001) Agenda de Conectividad para las Américas. CITEL-OEA, UIT, PNUD, III Cumbre de las Américas, Agenda de Conectividad para las Américas – Plan de Acción de Quito. PDF. Recuperado el 14 de julio del 2018.

⁶² Ibidem 64

Otro aspecto importante, mencionado en el Anexo 3 es que:

“(…) Cuando el uso de la tecnología y la sostenibilidad de la infraestructura instalada de conectividad hayan avanzado lo suficiente como para justificarlo, debería considerarse un proyecto de mayor alcance, para proporcionar al país “redes regionales” para incorporar muchos telecentros y puntos de acceso en nodos de comunicaciones de alto rendimiento en cuanto al acceso de banda ancha, la complejidad de los servicios, y la facilidad del acceso. Esta actividad, más ambiciosa, deberá efectuarse determinando la estrategia debida de la infraestructura, y constituirá una de las actividades más arduas desde los puntos de vista de la tecnología, de la madurez de la utilización y de la calidad y alcance de los servicios para la Agenda para la conectividad (…).”⁶³

2.7 Ley 1341

Elaborada por el Congreso de Colombia en el año 2009, esta Ley dicta las pautas y los principios sobre las tecnologías de la información y sobre la sociedad de la información que se buscó establecer en Colombia. Esta Ley tiene como objetivo:

“(…) Determinar el marco general para la formulación de las políticas públicas que regirán el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, su ordenamiento general, el régimen de competencia, la protección al usuario, así como lo concerniente a la cobertura, la calidad del servicio, la promoción de la inversión en el sector y el desarrollo de estas tecnologías, el uso eficiente de las redes y del espectro radioeléctrico, así como las potestades del Estado en relación con la planeación, la gestión, la administración adecuada y eficiente de los recursos, regulación, control y vigilancia del mismo y facilitando el libre acceso y sin discriminación de los habitantes del territorio nacional a la Sociedad de la Información”.⁶⁴

En lo que respecta a la banda ancha, en el artículo 69º, que habla de la transición de los proveedores de telefonía básica conmutada y de redes, en el parágrafo 2º se establece lo siguiente:

“Parágrafo 2º. El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, promocionará a través del Fondo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, durante el período de transición al que hace referencia el presente

⁶³ Ibidem 64

⁶⁴ El congreso de Colombia. (2009) Ley no. 1341. Colombia. Recuperado el 10 de agosto del 2018 de: https://mintic.gov.co/portal/604/articles-8580_PDF_Ley_1341.pdf

artículo, proyectos de masificación de accesos a banda ancha en estratos 1 y 2 sobre las redes de TPBCL y TPBCLE”.⁶⁵

En lo que respecta a la protección del usuario, se establece en el artículo 2º, principio orientador cuarto, lo siguiente:

“El Estado velará por la adecuada protección de los derechos de los usuarios de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, así como por el cumplimiento de los derechos y deberes derivados del Habeas Data, asociados a la prestación del servicio. Para tal efecto, los proveedores y/u operadores directos deberán prestar sus servicios a precios de mercado y utilidad razonable, en los niveles de calidad establecidos en los títulos habilitantes o, en su defecto, dentro de los rangos que certifiquen las entidades competentes e idóneas en la materia y con información clara, transparente, necesaria, veraz y anterior, simultánea y de todas maneras oportuna para que los usuarios tomen sus decisiones”.⁶⁶

La Ley 1341 contiene párrafos en los que se establece la preocupación del Estado por el beneficio del usuario, ya que se busca la libre competencia del sector privado, por lo que todos los colombianos podrán contar con mayores y mejores opciones. Es importante destacar que, en mi opinión, esta Ley se orienta más al desarrollo de las Tecnologías de la Información, así como de la Infraestructura; caso contrario de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión del año 2014, que parece más orientada al beneficio de un pequeño sector privado, permitiendo la existencia de un oligopolio en las Telecomunicaciones nacionales. La Ley 1341 fue asesorada por expertos mexicanos en materia de Telecomunicaciones, algo que es preocupante, debido a que México cuenta con excelentes ingenieros que son expertos en la materia, pero no cuentan con el apoyo gubernamental para desarrollar una adecuada normalización de las telecomunicaciones de banda ancha.

2.9 Agenda Digital 2020

La Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile, realizó una encuesta llamada *VI Encuesta a Hogares de Acceso y uso de internet* en el año 2015, con el propósito de obtener

⁶⁵ Ibidem 61

⁶⁶ Ibidem 61

el total de acceso con el que cuenta la población chilena a las tecnologías de banda ancha. Se obtuvo como resultado que más de 12 millones de personas cuentan con acceso a internet, y más de 24 millones de dispositivos son utilizados para interconectarse. Siendo un país que cuenta con aproximadamente 18 millones de habitantes, nos indica que en Chile el acceso a la banda ancha es todo un hecho.⁶⁷

A pesar de los resultados tan favorecedores en cuanto a la penetración de banda ancha, el Gobierno chileno tiene plena conciencia de que aún se tienen grandes diferencias socioeconómicas, geográficas y etarias en el acceso a internet, ya que sólo el 67% de hogares tenían acceso a él. La brecha se debe a que la cobertura es mala en las zonas rurales debido al costo del servicio, ya que esa población cuenta con menores ingresos. Por lo cual el Gobierno chileno tomó medidas al respecto e implementó oportunidades de acceso y cobertura de internet con escuelas públicas de banda ancha gratuita, a demás de comunas con acceso a Wi-Fi.⁶⁸

De acuerdo con la *Communications Outlook OECD*, en el año 2013, Chile era el país con mayor costo en los servicios estándar de banda ancha y el segundo mayor de telefonía móvil. Esto debido a que la infraestructura no estaba preparada para la política de conectividad a largo plazo y la demanda que esta supone. Por lo tanto, para el fortalecimiento de la infraestructura, se decidió que en el sector de telecomunicaciones se invirtiera aproximadamente 10, 726 millones de dólares en 5 años, lo que equivale a 120 dólares por habitante; sin embargo, el documento menciona que aún existe un potencial mayor, con el fin de poder equipararse a los países de la OCDE, que promedian una inversión de 152 dólares por habitante.⁶⁹

Por lo tanto, la Agenda Digital 2020, estableció metas para conectar digitalmente a todo el país con infraestructura de calidad, una de las metas es:

“(…) Alcanzar un 90% de hogares con banda ancha, aspirando a un 75% en hogares rurales, con un 20% del total de hogares disponiendo de cobertura de fibra óptica en su barrio. Además, aspiramos a que el 90% de las comunas tengan zonas Wi-Fi públicas. Finalmente, esperamos lograr, antes del 2020, que la velocidad promedio de acceso a Internet sea de al menos 10Mbps y que la mayoría de las escuelas públicas tenga

⁶⁷ Gobierno de Chile. (2015) Agenda 2020. Chile Digital para todos. Chile. Recuperado el 15 de julio del 2018 de: <http://www.agendadigital.gob.cl/files/Agenda%20Digital%20Gobierno%20de%20Chile%20-%20Capitulo%202%20-%20Noviembre%202015.pdf>

⁶⁸ Ibidem 67

⁶⁹ Ibidem 67

conexión de banda ancha con velocidades acorde a la disponibilidad tecnológica. En cuanto a inversión privada en telecomunicaciones, esperamos llegar a niveles cercanos a promedios OCDE en cuanto a inversión per cápita”.⁷⁰

En la Línea de Acción: Masificar el acceso digital de calidad para todas y todos, se habla Masificar la banda ancha, mediante:

“La masificación del acceso para todos los chilenos y chilenas requiere combinar distintos modelos de conectividad de “última milla”. A través del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones se entregarán subsidios para redes de acceso para usuarios y usuarias finales, priorizando proyectos que requieran de conectividad de telecomunicaciones y de acceso a Internet. Los esfuerzos se focalizarán en comunidades organizadas indígenas, rurales y vulnerables en sectores urbanos, priorizando más de 7.000 localidades y zonas a nivel nacional que cuentan con nula o baja cobertura de servicios. Además, se abordarán estudios de brecha digital comunal para planificación sectorial y se evaluarán nuevos modelos de desarrollo de capilaridad de “última milla” en complemento con políticas de subsidio que aceleren la penetración de banda ancha en el país. Por último, dentro de las áreas de desarrollo emergente se encuentra el sector espacial, respecto del cual se incluyen soluciones de conectividad de datos vía satélite”.⁷¹

Otro aspecto importante mencionado en esta Agenda Digital es el Despliegue de redes móviles de alta velocidad en todo el país, ya que, para asegurar la correcta implementación de las redes móviles de alta velocidad, se establece que: “Se asegurará el despliegue de las redes de telecomunicaciones comprometidas en los concursos de las bandas de 700 Mhz y 2,6 Ghz, para ofrecer servicios de banda ancha móvil de alta velocidad y comunicaciones de voz”.⁷²

2.10 Agenda Digital Uruguay

La Agenda Digital Uruguay es un documento elaborado en el año 2011, la cual está constituida por líneas de estratégicas, áreas de acción y objetivos. Este documento establece el compromiso por la generación de beneficios concretos y directos para la población uruguaya. Uruguay es un país comprometido con el desarrollo, y a sabiendas de la

⁷⁰ Ibidem 67

⁷¹ Ibidem 67

⁷² Ibidem 67

importancia que tiene el despliegue de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, se establece que, para impulsar el desarrollo y la transición hacia una Sociedad de la Información y el Conocimiento, se debe de:

“Construir una Sociedad de la Información centrada en la persona, integradora y orientada al desarrollo, en que todos puedan crear, consultar, utilizar y compartir la información y el conocimiento, para que las personas, las comunidades y los pueblos puedan emplear plenamente sus posibilidades en la promoción de su desarrollo sostenible y en la mejora de la calidad de vida”.⁷³

Dentro de las áreas de acción que propone esta Agenda, el acceso es fundamental, y para que exista una conectividad para la inclusión, se establece que:

“(…) Si bien no suficiente, el acceso a las TIC es una condición necesaria para la integración social y reducción de las brechas digitales. La universalización de la banda ancha y la Televisión Digital son los principales desafíos del país en los próximos años (…).”⁷⁴

El internet para todos es el primer objetivo que se plantea en la Agenda, ya que como se menciona:

“La universalización del acceso a banda ancha tiene en el siglo XXI la misma importancia para el crecimiento y la igualdad que en el siglo XX tuvieron las infraestructuras eléctricas y de caminos (e-LAC 2011- 2015). Su democratización es clave para el éxito del modelo de desarrollo económico y social del país, así como para asegurar una sociedad más justa e inclusiva”.⁷⁵

Por lo cual, es importante que se establezcan metas que sean acordes al primer objetivo que se plantea y las metas son las siguientes:

“a) Alcanzar un 60% de conexión a Internet por banda ancha o superior en hogares para 2012 y un 80% para 2015 en base al desarrollo del Servicio Universal Hogares.

b) Alcanzar una cobertura de conexión a Internet del 90% en pequeñas, medianas y grandes empresas para el período de la Agenda.

⁷³ AGESIC. (2011) Agenda Digital Uruguay. Recuperado el 18 de julio del 2018 de: https://www.agesic.gub.uy/innovaportal/file/447/1/agesic_agendadigital_2011_2015.pdf

⁷⁴ Ibidem 73

⁷⁵ Ibidem 73

c) Contar con 300.000 hogares conectados a Internet al 2015 con servicios de banda ancha en base a fibra óptica al hogar (FTTH).

d) Liberar el espectro para la banda ancha móvil con tecnologías 4G”.⁷⁶

Uruguay tiene una posición sociodemográfica muy parecida a la de los países desarrollados, pero con una economía de menor peso. Ante esta situación, el gobierno uruguayo debe incentivar el uso de las nuevas tecnologías con el propósito de incrementar el crecimiento económico para el bienestar de la población.

2.11 National Broadband Plan de los Estados Unidos de América

Elaborar un Plan que garantice que todos los estadounidenses tengan acceso a los servicios de banda ancha, fue una encomienda del Congreso de Estados Unidos de América a la Comisión Federal de Comunicaciones en el año 2009. Para ello es necesario elaborar una estrategia que logre la viabilidad económica para maximizar el uso de banda ancha. Esto con el objetivo de garantizar:

“El bienestar del consumidor, la participación civil, la seguridad pública y nacional, el desarrollo de la comunidad, el servicio de atención médica, la independencia y eficiencia de la energía, la educación, la capacitación laboral, la inversión del sector privado, la actividad empresarial, la creación de empleos, el crecimiento económico y otros propósitos nacionales”.⁷⁷

Este Plan busca garantizar que las redes, dispositivos, contenidos y aplicaciones sean de provecho. Para ello, el Plan puede influir en este ecosistema de la siguiente manera:

“1. Diseñar políticas para garantizar una competencia sólida y, como resultado, maximizar el bienestar del consumidor, la innovación y la inversión.

2. Garantizar la asignación y administración eficientes de las acciones que el gobierno controla o influye, como el espectro, los polos y los derechos de paso, a fin de estimular las actualizaciones de la red y las entradas competitivas.

3. Reformar los mecanismos actuales del servicio universal para colaborar con el despliegue de la banda ancha y los servicios de voz en áreas de alto costo; garantizar que

⁷⁶ Ibidem 73

⁷⁷ Federal Communications Commission. (2009) Connecting America: National Broadband Plan. Estados Unidos. Recuperado el 18 de julio del 2018 de: <https://transition.fcc.gov/national-broadband-plan/national-broadband-plan.pdf>

los estadounidenses de bajos recursos puedan pagar por la banda ancha; y, asimismo, apoyar los esfuerzos para incentivar su adopción e implementación.

4. Reformar leyes, políticas, normas e incentivos para maximizar los beneficios de la banda ancha en los sectores donde el gobierno ejerce una influencia significativa, como en la educación pública, la asistencia médica y las operaciones gubernamentales”.⁷⁸

Un Estados Unidos de alto rendimiento: más eficiente y efectivo, es la misión de este Plan, además de garantizar que el acceso a la banda ancha sea económico en cualquier parte del país. Para lograr garantizar esto es necesario fijar objetivos a largo plazo para poder verificar el progreso. Los 5 objetivos fijados en este Plan son:

“Objetivo N.º 1: Al menos 100 millones de viviendas estadounidenses deben contar con velocidades de descarga de 100 megabits por segundo como mínimo y velocidades de carga real de 50 megabits por segundo como mínimo; además, éstas deben ser accesibles.

Objetivo N.º 2: Los Estados Unidos debe ser el líder mundial en la innovación móvil, con redes inalámbricas más rápidas y de mayor alcance que cualquier otro país.

Objetivo N.º 3: Todos los estadounidenses deben acceder de manera económica a un servicio de banda ancha sólido. También deben contar con los medios y las habilidades necesarios para registrarse si así lo deciden

Objetivo N.º 4: Todas las comunidades estadounidenses deben acceder de manera económica a un servicio de banda ancha de al menos 1 gigabit por segundo para admitir instituciones como escuelas, hospitales y edificios del gobierno.

Objetivo N.º 5: Para garantizar la seguridad del pueblo estadounidense, cada persona que sea la primera en responder debe tener acceso a una red de banda ancha interoperable para la seguridad pública, inalámbrica y nacional.

Objetivo N.º 6: Para garantizar que los Estados Unidos sea líder en la economía de energía limpia, todos los estadounidenses deben poder usar la banda ancha para administrar y realizar un seguimiento de su consumo de energía en tiempo real”.⁷⁹

Cabe resaltar el énfasis que establece la Federación en este Plan, de que el acceso a la banda ancha sea económico y al alcance de todos los estadounidenses, ya que como se

⁷⁸ Ibidem 77

⁷⁹ Ibidem 77

mencionó anteriormente, este Plan está detalladamente elaborado para garantizar el acceso a los servicios de banda ancha a la población de Estados Unidos de América.

2.12 UK Next Generation Network Infrastructure Deployment Plan

Para el Gobierno de Reino Unido, es una prioridad el despliegue de la banda ancha superrápida. El acceso a este servicio tiene como consecuencia que se tenga crecimiento empresarial, lo que genera más empleos, además de ofrecer nuevo acceso a la salud y a la educación. La banda ancha superápida está disponible en el 80% en las instalaciones de Reino Unido, esto es gracias a la colaboración conjunta del sector privado y el Gobierno. El sector privado financió redes comerciales que impulsan el desarrollo, mientras que el Gobierno incentiva la inversión en proyectos con fondos públicos con el objetivo de extender la cobertura en todas las regiones de Reino Unido.⁸⁰

A través del programa de banda ancha super rápida, el sector público invirtió la cantidad de 1.7 mil millones de euros en la mejora de los servicios de banda ancha. Dicho programa está diseñado en 3 fases:

- “•La Fase 1 tiene como objetivo proporcionar una cobertura de banda ancha ultrarrápida al 90% de los hogares y empresas del Reino Unido a principios de 2016 y proporcionar acceso a banda ancha estándar (2Mbps) para todos. Los proyectos de la Fase 1 actualmente están extendiendo la cobertura a alrededor de 40,000 locales por semana;
- La Fase 2 tiene como objetivo proporcionar una cobertura de banda ancha ultrarrápida al 95% del Reino Unido para el año 2017. Los proyectos de la Fase 2 se encuentran actualmente en desarrollo y procesos de adquisición;
- La Fase 3 está probando opciones para extender la cobertura de banda ancha ultrarrápida más allá del 95%”.⁸¹

El *Department of Culture, Media & Sport*, destaca en el programa para la banda ancha superrápida, la importancia de respaldar los objetivos de la Agenda Digital para Europa, en la que se tienen las siguientes metas:

⁸⁰ Department of Culture, Media & Sport. (2015) Broadband Delivery UK. Reino Unido. Recuperado el 19 de julio del 2018 de:
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/418567/UK_Next_Generation_Network_Infrastructure_Deployment_Plan_March_15.pdf

⁸¹ Ibidem 80

- “•Toda la UE estará atendida por banda ancha superior a 30 Mbps para 2020;
- Velocidades de Internet de 100 Mbps a la mitad de todos los hogares para 2020; y
- 33% de las pequeñas y medianas empresas (PYME) para realizar ventas en línea para 2015”.⁸²

El Gobierno de Reino Unido elaboró una investigación acerca del impacto que tendrá las inversiones realizadas a los servicios de banda ancha superrápida, y se obtuvo un resultado alentador. Esta inversión traerá beneficios económicos, además de innovación y una mejor competitividad para todas las empresas. Por lo tanto, se puede concluir que el Gobierno ofrecerá un crecimiento económico a largo plazo, se ofrecerá una excelente relación calidad-precio, se generarán cerca de 20,000 empleos y se mantendrá el equilibrio en la economía, ya que el 89% de los beneficios se acumularán en áreas del Reino Unido. Y no sólo se piensa en el aspecto económico, también en el medio ambiente, ya que se espera que:

“Los hogares podrán ahorrar 45 millones de libras anuales para el 2024 a través de personas que puedan trabajar desde casa más que en la actualidad, y alrededor de 0,4 millones de toneladas al año de ahorro de CO2 se lograrán mediante una reducción de los desplazamientos diarios, los viajes de negocios y el cambio de las empresas a una computación en la nube más eficiente desde el punto de vista energético”.⁸³

En este capítulo se analizaron las políticas públicas de países con una alta penetración en servicios de banda ancha. Es importante mencionar que las iniciativas que fueron abordadas en este capítulo comparten características importantes, una es que cada uno de los Gobiernos incentiven que los actores principales, el sector público y el sector privado, hagan un esfuerzo conjunto para beneficiar al usuario. Otra característica importante es el énfasis que se da a promover que los servicios de banda ancha sean asequibles para la población, tal y como se establece en la Ley 1341; Colombia es un país que hace un especial énfasis en la protección del usuario, algo que en México dista de ser similar.

De este capítulo se puede concluir que México cuenta con un marco jurídico deficiente, además de políticas públicas intrascendentes, comparado con países como Chile, Uruguay, Estados Unidos y Reino Unido. Otro aspecto que resulta preocupante es que no se cuentan con iniciativas que promuevan que los servicios de banda ancha sean de calidad, económicos y accesibles para toda la población, sin mencionar que en las zonas rurales el servicio es todavía peor. El oligopolio establecido en México hace ya varios años, es el que dicta pauta de cómo se maneja el sector de telecomunicaciones en el país y eso aunado a la

⁸² Ibidem 80

⁸³ Ibidem 80

pasividad del Órgano Regulador de aplicar justicia, provocan que las telecomunicaciones de banda ancha en el país estén estancadas.

En el siguiente capítulo se abordarán las tecnologías de banda ancha existentes en la industria. Se explicará a detalle el funcionamiento y la relevancia que ha tenido su implementación, lo que conlleva a un impacto significativo en la sociedad y economía de los países que hacen uso de ellas.

Capítulo 3: Tecnologías de banda ancha

Este capítulo se dedicará al análisis comparativo de las tecnologías de banda ancha que existen en la industria de telecomunicaciones. El primer tema que se analizará es el relativo a las radiocomunicaciones por microondas, en el cual se detallará el funcionamiento de estas, así como los componentes y las características más importantes.

En segundo lugar, se hablará de la telefonía celular, tecnología de banda ancha móvil que actualmente cuenta con un gran número de usuarios en todo el mundo. En tercer lugar, se hablará de la fibra óptica, medio de transmisión con la mayor tasa de transmisión, que soporta velocidades de “n” Terabits/s, del cual la tecnología FTTx sobresale por tener mayor capacidad comparado con tecnologías como el GPON, PON, etc.

En cuarto lugar, se hablará de los sistemas de comunicaciones satelitales, tecnología que es capaz de brindar gran cobertura a usuarios de todo el mundo. En quinto lugar, se hablará de la tecnología ADSL, surgida en la década de los 90's, tecnología que fue parte vital para el desarrollo de las telecomunicaciones de banda ancha en México. Dicha tecnología sigue siendo ofertada en la actualidad. Posteriormente, se hablará de la tecnología WiMAX, tecnología que puede ser implementada como punto a punto y punto multipunto, con la característica de ser ideal para zonas donde no existe o no se puede implementar otro tipo de tecnología de banda ancha.

Asimismo, se analizarán tecnologías que no se encuentran disponibles en el mercado mexicano, tales como la tecnología Coreana WiBro. Posteriormente, se hablará del PLC, tecnología que se basa en el aprovechamiento de la infraestructura de las redes eléctricas. Por último, la tecnología LiFi, surgida en el año 2015, como solución a los problemas de interferencia e inseguridad que se presentan en el WiFi.

3.1 Sistemas de comunicaciones por microondas

Esta conexión inalámbrica fija está basada en señales de microondas que son utilizadas para conectar a los usuarios a un punto de presencia (PoP). Estos enlaces nos proporcionan velocidades de ancho de banda que van desde 1.5Mbps a 1 Gbps. Las ventajas de la conexión inalámbrica fija en comparación con los servicios por cable es la instalación

rápida sin zanjas ni construcción, asimismo, cuenta con un ancho de banda escalable, con diversidad de red y fácil transferencia de Ethernet.

3.1.1 Principios básicos

Los enlaces de microondas realizan las mismas funciones que la fibra óptica o el cable de cobre, pero de diferente manera. Esto se realiza mediante el uso de una transmisión de microondas punto a punto entre repetidores. Muchos de estos enlaces son operados en la región de 4 a 6 GHz, sin embargo, algunos enlaces de microondas operan por debajo de los 2 GHz y en algunos casos en frecuencias por encima de los 13 GHz. Tal y como Kennedy afirma: “La propagación es, por supuesto, por medio de las ondas espaciales, por lo tanto, limitadas por la línea de vista”.⁸⁴

Una terminal de un enlace de microondas tiene una gran similitud a la terminal de un cable coaxial, en especial el equipo de multiplexado. Un enlace de microondas utiliza una cantidad de operadores en varias frecuencias dentro del ancho de banda que fue asignado. Además de utilizar un operador de repuesto como una barrera protectora, en caso de que la barrera de la red falle; por último, existe una interconexión entre las terminales del enlace de microondas, de manera troncal o local.⁸⁵ En la figura 2 se muestra un diagrama de bloques de un típico repetidor de microondas:

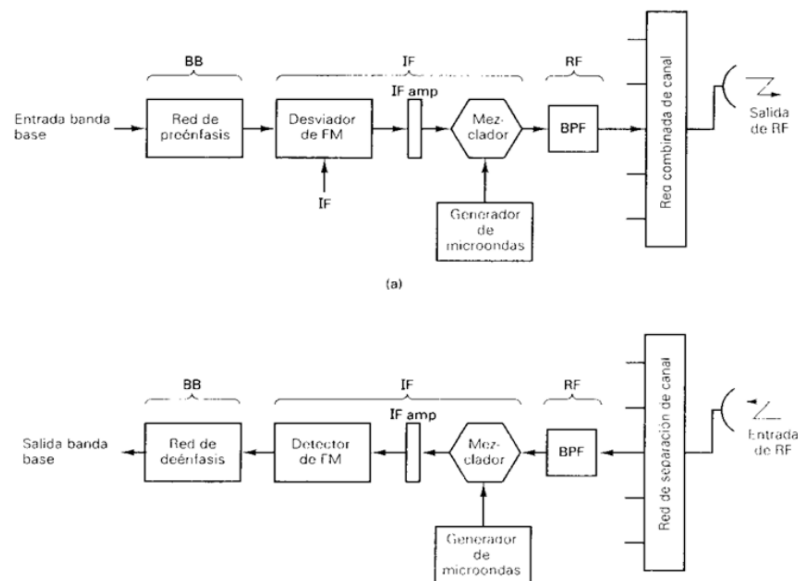


Figura 2. Diagrama de bloques simplificado de la cadena portadora del enlace de microondas. Fuente: Adaptado de Kennedy (1984)

⁸⁴ Kennedy, G. (1984). Electronic Communications Systems. McGraw-Hill. Estados Unidos. Recuperado el 18 de septiembre del 2018.

⁸⁵ Ibidem 84 p. 548

El repetidor recibe una señal modulada de un repetidor que lo transmite al siguiente. Existe una diferencia en esta transmisión entre los repetidores, y esta es que tengan una frecuencia diferente para poder así evitar una posible interferencia. Regularmente esta diferencia se da con una separación entre frecuencias en el rango por debajo de los 100 MHz, hasta los 4 o 6 GHz de frecuencias de operación. En el diagrama de bloques de la figura anterior, se muestra sin amplificación de la señal recibida. Contrariamente, se tiene una conversión hasta una frecuencia intermedia (IF) que es casi invariable en los 70 MHz, ya que esta es la frecuencia que produce la mayor parte de la amplificación en el enlace mostrado en dicha figura. Los enlaces con potencia baja tienen un oscilador de salida modulado, en lugar de un amplificador de potencia de salida. Los enlaces de potencia baja tendrán una amplificación en los 70 MHz. La razón por la que existe esta conversión en frecuencia en estos enlaces es para reducir el ruido.⁸⁶

Gran parte de los sistemas de radiocomunicaciones por microondas en la actualidad son de frecuencias moduladas, que son natamente analógicas, sin embargo, se han desarrollado sistemas para una modulación digital, en los cuales se usan la modulación por cuadratura y modulación por conmutación de fase. Los sistemas de radiocomunicaciones por microondas utilizan la Frecuencia Modulada debido a que es poco sensible a la distorsión no lineal, provocada por los amplificadores de microondas de banda ancha. Gracias a esta insensibilidad, se pueden transmitir las señales por amplificadores que tengan no linealidad de compresión o amplitud; otras características importantes por la que se usa FM en las radiocomunicaciones con microondas es que se puede transmitir con menores tasas de transmisión y se tiene una baja sensibilidad al ruido aleatorio.⁸⁷

Las radiocomunicaciones con microondas de FM proporcionan comunicaciones confiables, económicas, flexibles y de punto a punto. Tal y como lo afirma Tomasi (2003):

“Los sistemas de microondas FM que se usan con el equipo multiplexor adecuado son capaces de conducir en forma simultánea desde unos pocos circuitos de voz de banda angosta, hasta miles de circuitos de voz y de datos. También se pueden configurar los radios de microondas para llevar señales de datos de alta velocidad, facsímil, audio de calidad comercial y televisión comercial”.⁸⁸

Además, las radiocomunicaciones de microondas es el método más económico de proporcionar comunicaciones cuando el medio ambiente tiene condiciones hostiles.

⁸⁶ Ibidem 84 p. 548

⁸⁷ Tomasi, W. (2003) *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Arizona, Estados Unidos. Pearson Education. Recuperado el 27 de julio del 2018 de: <https://hellsingge.files.wordpress.com/2014/08/sistemas-de-comunicaciones-electronicas-tomasi-4ta-edicion3b3n.pdf>

⁸⁸ Ibidem 87

3.1.1.1 Radiotransmisor y Radiorreceptor FM de microondas

En un transmisor de microondas de FM existe la denominada red de preénfasis que viene antes del desviador de FM. Dicha red produce una especie de refuerzo artificial a la amplitud de las frecuencias de la banda base superior, esto permite que las frecuencias ubicadas en la banda base inferior modulen la fase de la portadora. Con esto se asegura una uniformidad de la relación señal a ruido en todo el espectro de la banda base. Por otro lado, el desviador de FM proporciona la modulación de la portadora de frecuencia intermedia, que resulta en la principal portadora de microondas. En el desviador de FM se utiliza una modulación en frecuencia de bajo índice, estos índices típicamente están entre 0.5 y 1, ya que de esta forma se produce que una señal de FM sea de banda angosta en la salida.⁸⁹

Las frecuencias intermedias típicas se encuentran entre 60 MHz y 80 MHz, sin embargo, 70 MHz es la frecuencia intermedia más común. Para trasladar las frecuencias intermedias a las de radio frecuencia (RF) se hace uso de un mezclador y esto debido a que el índice de modulación no cambia por el proceso heterodino. Se omite la etapa de multiplicación, debido a que, si se multiplica la portadora de frecuencia intermedia y a su vez se multiplicarían el índice de modulación y la desviación de frecuencia, generando que el ancho de banda crezca. Por otro lado, el generador de microondas está compuesto por un oscilador de cristal, seguido de multiplicadores de frecuencia.⁹⁰

Asimismo, el radiorreceptor de microondas de FM está constituido por una red separadora de canales, que proporciona el filtrado y asilamiento que se necesita para separar los canales de microondas individuales y poder así, dirigirlos a sus respectivos receptores. Tal y como lo afirma Tomasi (2005):

“El filtro pasabandas, el mezclador AM y el oscilador de microondas bajan las frecuencias desde las RF de microondas hasta las FI, y las pasan al demodulador FM. Este Demodulador es un detector convencional, no coherente de FM (es decir, un discriminador o un desmodulador PLL). A la salida del detector de FM, una red de deénfasis restaura la señal de banda base a sus características originales de amplitud en función de la frecuencia”.⁹¹

En la figura 3 se muestra el radiotransmisor y el radiorreceptor:

⁸⁹ Ibidem 87

⁹⁰ Ibidem 87

⁹¹ Ibidem 87

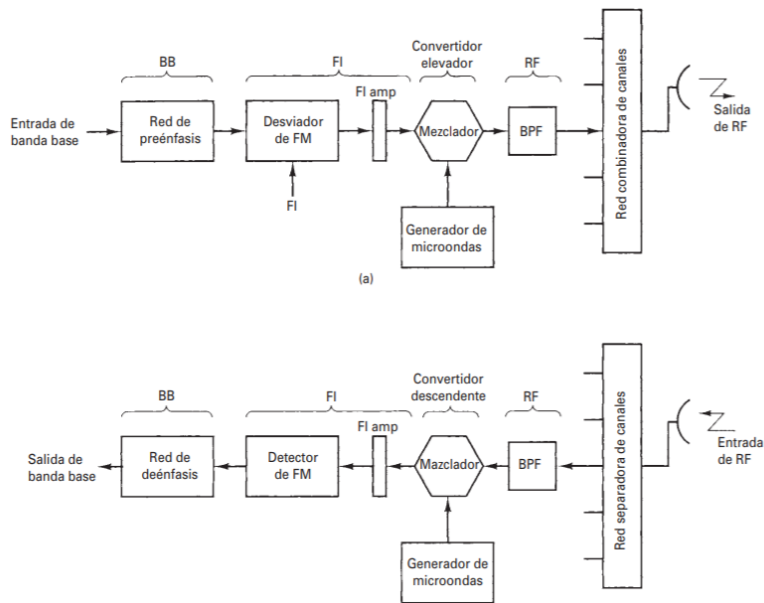


Figura 3. Diagrama simplificado de bloques de un sistema de radio FM de microondas. a) Transmisor, b) Receptor. Fuente: Adaptado de Tomasi (2005)

3.1.1.2 Radio repetidoras de microondas

Un enlace de microondas de un solo salto es muy perjudicial, debido a que la distancia promedio entre el transmisor de microondas de FM y el receptor asociado se encuentra entre los 23 km y los 64 km aproximadamente. Esta distancia depende de algunos factores tales como la potencia de salida del transmisor, condiciones atmosféricas, el terreno, la eficiencia, la capacidad del sistema y el umbral del ruido del receptor. Es por ello que, para enlaces mayores a los 64 km se necesitan repetidores. Un repetidor es un receptor y un transmisor instalados de forma contraria o cómo se denomina comúnmente, tándem con el sistema. Como lo afirma Tomasi (2005): “La estación repetidora recibe una señal, la amplifica y la reconforma, y a continuación la retransmite hacia la siguiente repetidora o estación receptora”.⁹² En la figura 4 se muestra de manera detallada las características de una repetidora de microondas:

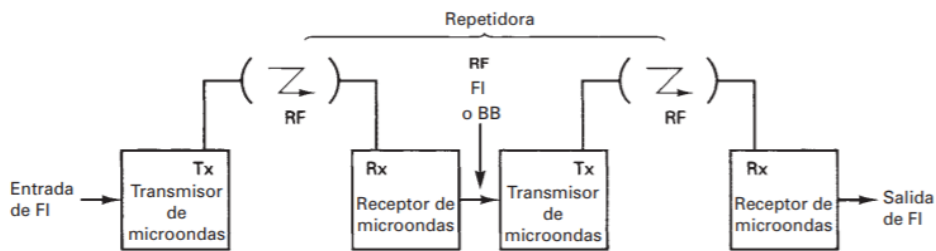


Figura 4. Figura 1. Repetidora de microondas. Fuente: Adaptado de Tomasi (2005)

⁹² Ibidem 87

El ecosistema es muy importante para el lugar en el que se encuentran las repetidoras, ya que la planeación que se elabora se hace regularmente sobre superficies relativamente planas y que además la distancia entre las repetidoras es de aproximadamente 40 km a 55 km. Para dicha planeación se debe seleccionar una potencia de salida de transmisor y de la antena, si se aumenta la distancia del transmisor con la repetidora será necesario aumentar la altura de las torres de la antena. La línea de vista es otro factor importante que considerar en la planeación, ya que la distancia exacta se determina principalmente por la ausencia de obstáculos, y además por la intensidad de la señal recibida.⁹³

Existen 3 tipos de repetidoras de microondas, las cuales son: De radio frecuencia, de frecuencia intermedia (IF) y de banda base. En la repetidora de banda base la portadora que es recibida de RF es bajada hasta una frecuencia intermedia, y se pasa por un proceso de amplificación, filtrado y demodulación hasta llegar a la banda base. De acuerdo con Tomasi (2005):

“La señal de banda base, que suele ser de canales de banda de voz multiplexados por división de frecuencia, se sigue demodulando hasta los niveles de grupo maestro, supergrupo, grupo o hasta de canal. Esto permite reconfigurar a la señal de banda base para cumplir con las necesidades de ruta de la red general de comunicaciones. Una vez reconfigurada la señal de banda base, modula en frecuencia a una portadora de FI, que se convierte en portadora de RF y a continuación se retransmite”.⁹⁴

En lo que respecta a las repetidoras de frecuencia intermedia (FI), la frecuencia que se recibe de RF es reducida hasta la FI, se amplifica, se reconforma y se sube a una RF para su retransmisión. En esta repetidora de frecuencia intermedia, no se demodula la frecuencia a menos de la FI, después de la reconfiguración y la amplificación, lo que da como consecuencia que la repetidora no modifica la información de banda base. Por otro lado, la repetidora de RF, la frecuencia recibida no es reducida a la FI ni a Banda base, en esta repetidora, la frecuencia se mezcla con una frecuencia de oscilador local en un mezclador no lineal. A la salida del mezclador, se sintoniza a la diferencia o suma de la RF que llega y la frecuencia del oscilador local depende de si se trata de una conversión reductora o elevadora de frecuencias. En algunas ocasiones, el oscilador local es conocido como oscilador de desplazamiento, con frecuencia mucho menor que la de radio que es transmitida o recibida.⁹⁵

⁹³ Ibidem 87

⁹⁴ Ibidem 87

⁹⁵ Ibidem 87

3.1.1.3 Diversidad en los enlaces de microondas

Como se mencionó anteriormente, los enlaces de microondas se transmiten con una línea de vista, por lo que debe existir una línea directa de señal entre las antenas receptora y transmisora. Si la línea de vista no es directa o si la señal sufre un deterioro, el servicio se verá interrumpido. Estas pérdidas varían con las condiciones atmosféricas, causando una reducción en la potencia de la señal recibida en valores de 20, 30, 40 o más dB. Sin embargo, esta reducción es de manera temporal y a esto se le denomina desvanecimiento de radio. Este desvanecimiento puede llegar a durar milisegundos, minutos o hasta horas, y en algunos casos, puede durar días. El desvanecimiento es compensado con circuitos de control automático de ganancia que son incorporados en los radiorreceptores, esta compensación va de los 25 dB hasta los 40 dB, y esto depende del diseño del sistema. Un aspecto importante para considerar es que los desvanecimientos de radio mayores a 40 dB pueden ocasionar una pérdida total de la señal recibida.⁹⁶

El concepto de diversidad nos indica que hay más de una ruta de transmisión disponible, pudiendo elegir la ruta que produzca una mayor calidad en la señal recibida. En los enlaces de microondas se utiliza la diversidad con el objetivo de aumentar la confiabilidad del sistema. En la tabla 2 muestra los ejemplos de la confiabilidad de un sistema y el tiempo que se ve interrumpido este en caso de que se presente un desvanecimiento de radio:

Tabla 2. Confiabilidad y tiempo de interrupción. Fuente: Adaptado de Tomasi (2005)

Confiabilidad (%)	Tiempo de interrupción (%)	Año (horas)	Tiempo de interrupción por mes (horas)	Día (horas)
0	100	8760	720	24
50	50	4380	360	12
80	20	1752	144	4.8
90	10	876	72	2.4
95	5	438	36	1.2
98	2	175	14	29 minutos
99	1	88	7	14.4 minutos
99.9	0.1	8.8	43 minutos	1.44 minutos
99.99	0.01	53 minutos	4.3 minutos	8.6 segundos
99.999	0.001	5.3 minutos	26 segundos	0.86 segundos
99.9999	0.0001	32 segundos	2.6 segundos	0.086 segundos

Como se puede observar, un sistema con una confiabilidad del 99.99% tiene un tiempo de interrupción de 8.6 segundos. El sistema con mayor confiabilidad es de

⁹⁶ Ibidem 87

99.9999% con una interrupción de 0.086 segundos, siendo imperceptible para cualquier usuario. Existen 5 tipos de diversidad y estas son: Diversidad en frecuencia, diversidad espacial, diversidad de polarización, diversidad híbrida y la diversidad cuádruple.

3.1.1.4 Trayectoria

La trayectoria de propagación en el espacio libre es conocida como la trayectoria de línea de vista. Por lo que una onda se refleja sobre la superficie terrestre y es capturada por la antena receptora, a esta onda se le conoce comúnmente como onda reflejada. Por otro lado, la onda superficial consiste en campos eléctricos y magnéticos que están asociados a las corrientes inducidas en toda la superficie terrestre; su magnitud depende de las características de la superficie terrestre y además de la polarización de la onda. La onda terrestre es la suma de las tres trayectorias, donde también se toma en cuenta la amplitud y la fase.⁹⁷ En la figura 5 se muestra la trayectoria de propagación, y donde también se muestra las ondas reflejadas:

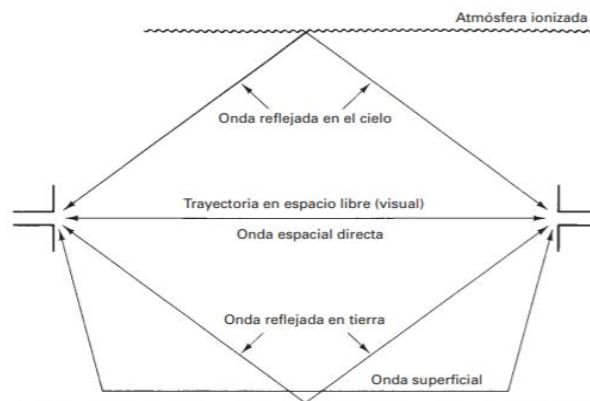


Figura 5. Trayectorias de propagación. Fuente: Adaptado de Tomasi (2005).

En la figura 7 se muestra las trayectorias que pueden existir en un sistema de microondas. Sin embargo, en algunos intervalos de frecuencia, algunas trayectorias son despreciables, y esto porque a frecuencias menores de 1.5 MHz, la onda superficial proporciona la cobertura primaria, y en lo que respecta a la onda celeste, esta proporciona un aumento en la cobertura en la noche. En frecuencias mayores a 40 o 50 MHz, las trayectorias que tienen una mayor importancia son la trayectoria de espacio libre y la trayectoria de reflejo en tierra. También a estas frecuencias se puede despreciar la onda superficial, con la condición de que las antenas tengan una altura apropiada.

⁹⁷ Ibidem 87

Asimismo, el concepto de desvanecimiento es importante en los sistemas de radio de microondas, pues este es una reducción de intensidad de señal en el receptor. Tal como lo afirma Tomasi (2005):

“Este término se aplica a variables de propagación en la trayectoria física de la radiación, que afectan a los cambios en la pérdida de trayectoria entre el transmisor en una estación, y su receptor normal en otra estación. Los cambios de trayectoria se asocian tanto a condiciones atmosféricas, como a la geometría de la trayectoria misma, es decir, a la posición relativa de la antena con respecto al suelo y a otro terreno que la rodee. La refracción atmosférica subnormal puede transformar una trayectoria de línea de vista clara en una muy obstruida. El desvanecimiento se puede presentar bajo condiciones de densas nieblas rasreras, o cuando el aire extremadamente frío se mueve sobre un terreno cálido. El resultado en cada caso es un aumento sustancial en la pérdida de trayectoria dentro de una amplia banda de frecuencias. La magnitud y la rapidez de este tipo de desvanecimiento lento y plano se puede reducir, en general, usando mayores alturas de antena”.⁹⁸

3.1.2 Servicios por enlaces de microondas

En la actualidad, mediante el uso de enlaces de microondas o WiMAX se brinda servicio de internet, sobre todo a regiones en las que por temas económicos no es viable el uso de infraestructura de fibra óptica o de ADSL.

3.2 Telefonía celular

En los sistemas de comunicaciones móviles, la telefonía celular se puede entender como un dispositivo electrónico de comunicaciones con un diseño reducido que está basado en tecnología de radiofrecuencia, con la misma operación de un teléfono fijo, pero la característica de que es portable e inalámbrica. En la actualidad, un teléfono móvil no sólo es capaz de realizar llamadas, sino también incorpora funciones adicionales, como multimedia, juegos, mensajería instantánea, acceso a internet, etc. La telefonía móvil ha tenido un desarrollo exponencial, a tal punto de que tiene una memoria RAM muy superior a las computadoras de hace algunos años, lo cual permite que el teléfono celular sea utilizado para voz, video, textos, etc.⁹⁹

⁹⁸ Ibidem 87

⁹⁹ Basterretche, J. (2007). Dispositivos móviles. Argentina. Recuperado el 10 de octubre del 2018 de : <http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/tfbasterretche.pdf>

Como se mencionó en el párrafo anterior, el teléfono móvil funciona a base de ondas de radio y tiene su origen dentro de la Segunda Guerra Mundial, en la cual la empresa Motorola, quien en esos años inventó el dispositivo denominado Handie Talkie H12-16, equipo utilizado para el contacto a través de las ondas de radio que no eran mayores a los 600 MHz. A partir de ello, esta tecnología fue una inspiración para crear otros dispositivos que permitieran una comunicación a distancia, que fueron utilizados en servicios de taxi o incluso para los bomberos.¹⁰⁰

A dichos dispositivos como el Walkie-Talkie, se le conoce como la generación cero, pues a pesar de que no se consideran como teléfonos móviles, estos tienen gran relevancia como inspiración en la creación de nuevas tecnologías. En la década de los 70's, surgió la primera tecnología de teléfonos móviles que funcionaban de manera análoga, es decir, que la transmisión y recepción se basaba puramente en ondas de radio. Esto provocaba inconvenientes, ya que sólo se podía realizar una transmisión de voz, a demás de contar con una seguridad mínima, permitiendo que cualquier persona pudiera escuchar las llamadas con el uso de dispositivos simples o hasta permitir que personas pudieran cargar el importe a otros. El estándar más utilizado en la primera generación de telefonía móvil es el AMPS (Advance Mobil Phno System).¹⁰¹

En la segunda generación de la telefonía móvil no se define un estándar como tal, comparado con la primera generación, por lo que esta generación es considerada importante por la transición que se realizó de lo analógico a lo digital, permitiendo a su vez una mejor calidad en las llamadas realizadas, más enlaces al mismo tiempo en un ancho de banda determinado, y una característica muy importante, la introducción del servicio de mensajería denominado SMS (Short Message Service). Sin embargo, varios tipos de protocolos fueron implementados por las compañías proveedoras de servicio, causando problemas de incompatibilidad entre dichos protocolos. Los estándares más utilizados en la segunda generación de telefonía móvil son el GMS (Global System Mobile), CDMA (Code Division Multiple Acces) y el GPRS (General Packet Radio Service).¹⁰²

En la tercera generación de telefonía móvil, a inicios del siglo XXI, se fue revolucionando el ámbito de la telefonía celular, ya que se introdujeron nuevos dispositivos con pantallas LCD y un mejor procesamiento dentro de ellos, permitiendo la adopción de una serie de nuevas funciones en dichos equipos. Esta generación es conocida por la

¹⁰⁰ Ibidem 99

¹⁰¹ Ibidem 99

¹⁰² Ibidem 99

convergencia de la voz y datos con acceso inalámbrico a internet. Los dispositivos de telefonía celular en esta generación ya contaban con aplicaciones tales como la fotografía digital, mensajería instantánea multimedia, juegos con calidad 3D, sonido MP3, videoconferencias, correo electrónico, etc. El estándar más utilizado en esta generación es el UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).¹⁰³

En lo que respecta a la cuarta generación de la telefonía móvil, surgió en el año 2007, soportando el estándar 3GPP, el cual se basa en un sistema en IP, lo que quiere decir que se basa en un sistema de sistemas, y una red de redes. En esta generación, al menos de manera teórica, se realizó para soportar velocidades de hasta 100 Mbps con un dispositivo en movimiento, mientras que, de forma estática se tendrían velocidades de hasta 1 Gbps. Esta tecnología ha sido fundamental en el desarrollo de la sociedad mundial por el impacto y la importancia que esta ha tenido, siendo el LTE (Long Term Evolution) el estándar utilizado en esta generación.¹⁰⁴

3.2.1 Principios básicos en la telefonía celular

Un sistema de telefonía celular se compone de estaciones base, que son diseñadas con forma de celda. Este diseño se debe a que, en este sistema de comunicaciones móviles, se cuenta con reutilización de frecuencias, que son asignadas a las distintas celdas, con la condición de que estas no sean adyacentes, lo que provoca una economización de los recursos y además se incrementa el rendimiento de la red.

Una red inalámbrica está constituida por los usuarios móviles y por las estaciones base, dicha estación recolecta y distribuye la información de los móviles, y es en la superficie geográfica en la cual los dispositivos móviles pueden establecer una comunicación con otros dispositivos o con la estación base. Como se mencionó en el párrafo anterior, se hace uso de un diseño en forma de celda, debido a que de esta forma se emplea la reutilización de frecuencias y a su vez evitar la intermitencia, ya que la división de la zona de cobertura se hace mediante regiones pequeñas llamadas células.¹⁰⁵ En la figura 6 se muestra la arquitectura de red móvil:

¹⁰³ Ibidem 99

¹⁰⁴ Ortega, E. (2010). La telefonía móvil de cuarta generación y Long Term Evolution. Ecuador. Recuperado el 15 de octubre del 2018 de:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8369/1/La%20telefon%C3%ADa%20m%C3%B3vil%20de%20ta%20generaci%C3%B3n%20%24G%20y%20long%20term%20evolution.pdf>

¹⁰⁵ Padilla, J.(2008) Comunicaciones móviles. Recuperado el 15 octubre del 2019 de:
<http://jpadilla.docentes.upbbga.edu.co/moviles/1%20Intro%20Moviles.pdf>

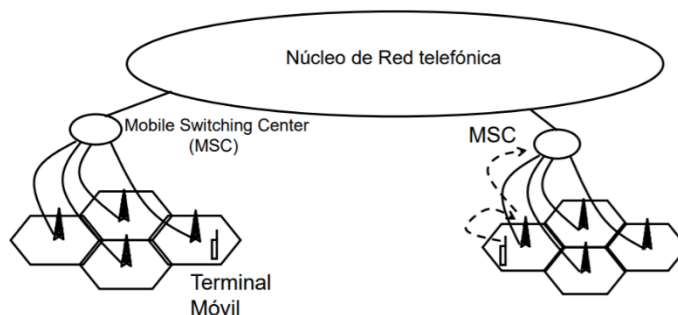


Figura 6. Arquitectura típica de una red móvil. Fuente: Sitio web: <http://jpadilla.docentes.upbbga.edu.co>

Debido a que en la telefonía celular se deben cumplir dos condiciones, las cuales son transmitir con potencias menores a un Watt y aplicando espectro disperso, se debe distribuir un gran número de estaciones base para que se garantice que los niveles de señal sean óptimos para todos los usuarios. La cobertura común en una estación base es de 200 metros a un kilómetro. La telefonía celular tiene como ventaja que, en cualquier sitio se puede establecer una comunicación, con el denominado Hand off, que permite que una llamada que fue iniciada en una celda tenga continuidad cuando el dispositivo se encuentre en una celda adyacente, tal y como se muestra en la figura 7:

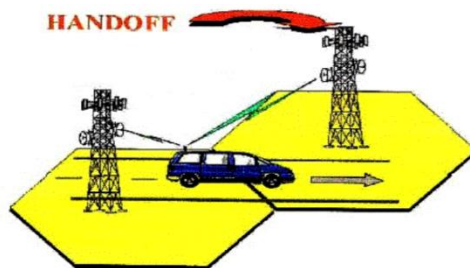


Figura 7. Handoff entre celdas. Fuente: Sitio web: <https://jmacias.files.wordpress.com>

La telefonía móvil consiste en ofrecer un servicio de comunicación vía radio a un abonado de telefonía, en la que se pueda realizar y recibir llamadas dentro de una zona de cobertura, siendo esta la gran ventaja en la telefonía celular, ya que al dividir el área de cobertura en células, se limita a conveniencia la potencia con que se emite cada frecuencia, y como se mencionó en párrafos anteriores, esto permite que se pueda hacer uso de la reutilización de frecuencias. Tal y como lo afirma Rey (1998): “Un sistema celular consta de una serie de células, cubiertas cada una por un sistema de radio que permite la conexión de los terminales móviles al sistema (estación base), y un sistema de conmutación (centro de servicios móviles) que permite la interconexión entre las estaciones base y la conexión

del sistema a la red de conmutación pública”.¹⁰⁶ En la figura 8 se muestra de forma clara lo mencionado por Rey:

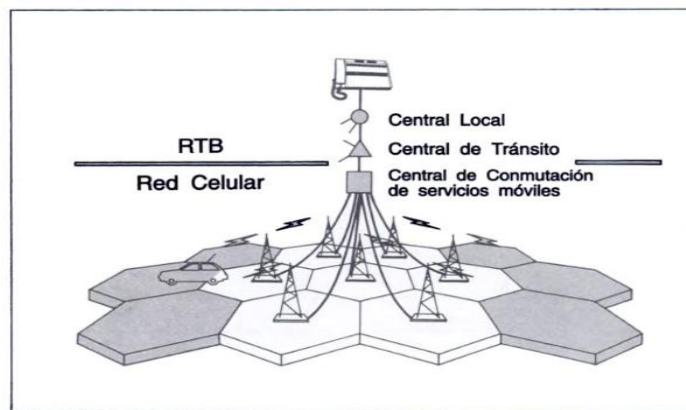


Figura 8. Sistema celular. Fuente: Adaptado de Rey (1998).

Las estaciones base están encargadas de controlar la conexión radio de los dispositivos móviles, y también se encargan de localizar a los distintos abonados, siempre y cuando el dispositivo este encendido. Por otro lado, la central de conmutación se encarga de la conexión de los distintos abonados o entre estos y la red telefónica fija. Dicha central de conmutación también realiza funciones de operación, tarificación y mantenimiento.¹⁰⁷

3.2.1.1 Reutilización de frecuencias

Es el proceso mediante el cual se pueden asignar un conjunto de frecuencias común a más de una célula, siempre y cuando estas no sean adyacentes. En cada estación base de celda se le es asignado un conjunto de frecuencias de canal y se eligen las antenas de las estaciones base para que se pueda emplear una distribución de cobertura dentro de su célula. Al diseñar un sistema de telefonía celular con celdas en forma hexagonal, se colocan las estaciones base en el centro o en 3 de los 6 vértices de la célula. Las células que tienen a la estación base en el centro se le conoce como 'células excitadas en el centro', y en ellas regularmente se utilizan antenas omnidireccionales y, por otro lado, las células que tienen las estaciones base en los vértices se denominan como 'células excitadas en el borde' se utilizan antenas sectorizadas. El concepto de reutilización se puede mostrar de manera

¹⁰⁶ Rey, E. (1998). Telecomunicaciones móviles. España. Recuperado el 18 de octubre del 2018 de: https://books.google.com.mx/books?id=ztTpTayFeSUC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

¹⁰⁷ Ibidem 106

matemática con la fórmula $F=GN$, donde G es la cantidad de canales en la célula y N es la cantidad de células en un grupo.¹⁰⁸

3.2.1.2 Interferencia en la telefonía celular

En la telefonía celular existen dos tipos de interferencia: la interferencia por canal compartido, y la interferencia por canal adyacente. En la interferencia por canal compartido varias células usan el mismo conjunto de frecuencias, a dos células que utilizan el mismo conjunto de frecuencias se les conoce como células de canal compartido; esta interferencia no se puede reducir al disminuir la potencia de transmisión, siendo la única solución la separación de los canales compartidos a una determinada distancia mínima. Por otro lado, en la interferencia por canal adyacente se presenta cuando las transmisiones de canal adyacente interfieren entre sí, esto como resultado de la mala implementación de filtros en los receptores que permiten la entrada de frecuencias cercanas al receptor; asimismo, se presenta cuando el canal adyacente transmite a una distancia cercana del receptor de la unidad móvil al mismo tiempo que este dispositivo trata de recibir transmisiones de la estación base. La interferencia por canal adyacente se puede reducir si se utiliza un filtrado óptimo en los receptores, y también se puede reducir haciendo asignaciones cuidadosas de canal, manteniendo una separación razonable de frecuencias en los canales de cada célula.¹⁰⁹

Existen métodos para aumentar la capacidad en una red celular, siendo la división de célula un método que tiene como objetivo el aumentar la capacidad de canales, aumentando también la disponibilidad y la fiabilidad de una red celular. La división permite tener un crecimiento ordenado en un sistema celular. Se deben establecer células que tengan una cobertura en zonas relativamente grandes, para a su vez dividir la célula en áreas más pequeñas cuando sea necesario. Por consecuencia, la división de célula es el proceso de subdividir células que se encuentren muy congestionadas en células pequeñas, cada una con su respectiva estación base y con un conjunto de frecuencias. Se recurre a esta división cuando el tráfico aumenta tanto que se compromete la disponibilidad de canales, provocando bloqueos, lo que sucede cuando se pretende realizar una llamada en un sistema donde todos los canales se encuentran ya utilizados.¹¹⁰ La división de la célula se puede realizar de la siguiente manera como se muestra en la figura 9:

¹⁰⁸ Ibidem 87

¹⁰⁹ Ibidem 87

¹¹⁰ Ibidem 87

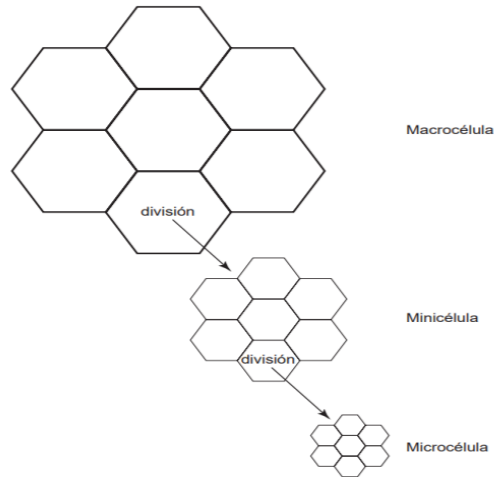


Figura 9. División de célula. Fuente: Adaptado de Tomasi (2005).

Otro método para aumentar la capacidad en una red celular es la sectorización. En un sistema de telefonía celular se puede reducir la interferencia por canal compartido reemplazando una sola antena omnidireccional con varias antenas direccionales, que a su vez irradian hacia un área determinada. A estas áreas se les denomina sectores, y al aumento de la capacidad de canal a la par de la disminución de la interferencia de canal compartido se le denomina sectorización. Como lo afirma Tomasi (2005):

“El grado de reducción de la interferencia por canal compartido depende de la cantidad de sectorización que se use. En el caso normal, una célula se divide ya sea en tres sectores de 120° , o en seis de 60° . Cuando se usa la sectorización, los canales que se usan en determinado sector se dividen en grupos sectorizados que sólo se usan dentro de determinado sector. En la reutilización de siete células y sectores de 120° , la cantidad de células que se interfieren en la hilera más cercana se reduce de seis a dos. La sectorización mejora la relación de señal a interferencia y, con ello, aumenta la capacidad”.¹¹¹

En la figura 10 se muestra la forma en la que se emplea el método de sectorización:

¹¹¹ Ibidem 87

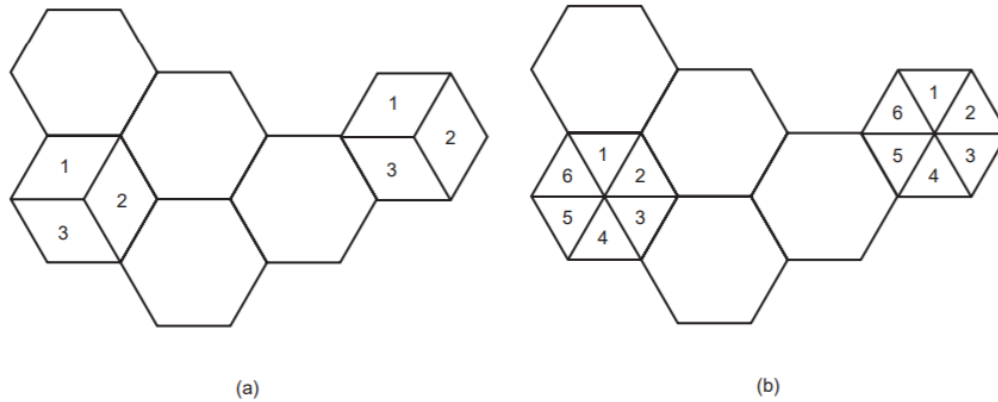


Figura 10. Sectorización: (a) sectores de 120 grados; (b) sectores de 60 grados. Fuente: Adaptado de Tomasi (2005).

Por otro lado, se tienen dos técnicas muy importantes en la telefonía celular, técnicas que son utilizadas cuando se desean más células dentro de la distancia de la reutilización, y estas técnicas son la segmentación y la dualización. En la técnica de segmentación se divide un cierto grupo de canales en segmentos de frecuencias que son mutuamente excluyentes y a los sitios de la célula que se encuentren dentro de la distancia de reutilización, se les debe asignar su propio segmento del grupo de canales. Es un método en el cual se evita la interferencia por canal compartido con la desventaja de que reduce la capacidad de la célula cuando esta técnica permite la reutilización dentro de la distancia de la reutilización, lo cual se suele prohibir. Asimismo, la dualización es una técnica utilizada para evitar la división completa de la célula, cuando de otro modo es necesario segmentar un área en células más pequeñas.¹¹²

3.2.1.3 Características del sistema celular

En un sistema celular existe una red de radio que cubre un conjunto de áreas geográficas o células, en las cuales se establece una comunicación entre dispositivos móviles de radio en dos sentidos. Dicha red de radio está conformada por un conjunto de transeptores de radiofrecuencia, los cuáles se ubican en el centro de cada célula y el sitio se conoce como estación base. La estación base hace la función de control central para todos los usuarios dentro del área geográfica o célula. La comunicación se establece con el dispositivo comunicándose de forma directa a la estación base y esta retransmite con una potencia mayor. A su vez, la estación base también puede mejorar la calidad de la transmisión, sin embargo, no puede aumentar la capacidad de canales en un ancho de banda fijo en la red.¹¹³

¹¹² Ibidem 87

¹¹³ Ibidem 87

Las estaciones base también se encargan de la distribución en el área de cobertura del sistema celular, y estas son gestionada por un controlador local de célula que es computarizado, el cual se encarga de las funciones de conmutación y control dentro de la célula. Este conmutador es conocido central telefónica móvil (MTSO por sus siglas en inglés). Como lo menciona Tomasi (2005), una estación base está compuesta por un radio transceptor de baja potencia, amplificadores de potencia, unidades de control, entre otros componentes. Las estaciones base se comunican con los MTSO mediante enlaces dedicados con las unidades móviles por ondas aéreas utilizando un canal de control. Por un lado, el MTSO controla el procesamiento de las llamadas realizadas, la terminación de las llamadas y que estas se mantengan por un periodo de tiempo, en el cuál se lleva a cabo un proceso de señalización, asignación, conmutación y supervisión de los canales de radiofrecuencia.¹¹⁴

Asimismo, la MTSO también se encarga de proporcionar un punto centralizado de gestión para toda la red, además de interconectar con la red telefónica conmutada por instalaciones con cableado para a su vez proporcionar de manera adecuada los servicios telefónicos móviles a los usuarios. Cada célula puede abarcar al mismo tiempo diferentes canales para los usuarios, y la cantidad de usuarios depende de la técnica de acceso múltiple que se utilice en un sistema. Los canales son asignados de forma dinámica a uno o más usuarios, por lo que a cualquier usuario se le puede asignar cualquier canal. Como se mencionó anteriormente, la estación base se encarga de controlar la potencia de un dispositivo, siendo esta la que regula dichos niveles de acuerdo con la distancia a la que se encuentre el dispositivo de la estación base. Cuando la intensidad de una señal disminuye con respecto a un umbral determinado, se lleva a cabo el proceso de ubicación del dispositivo en la célula de un sistema para transferir dicho dispositivo a una nueva célula, este proceso lo lleva acabo el centro de conmutación electrónica, y a este proceso se le conoce como *roaming*. El roaming incluye la conversión de la llamada a un canal disponible en el subconjunto de frecuencias, tal y como lo afirma Tomasi (2005). A dicha conversión se le conoce como transferencia de llamada, y esta transferencia debe ser imperceptible para el usuario. A la interrupción que se da entre la conexión de una llamada de forma momentánea durante la transferencia entre una célula y la otra se le conoce como transferencia dura, por otro lado, a la conexión sin interrupciones se le conoce como suave.¹¹⁵

Un sistema de telefonía móvil está compuesto por 6 elementos básicos, los cuales son:

¹¹⁴ Ibidem 87

¹¹⁵ Ibidem 87

- Centro electrónico de conmutación
- Controlador de sitio
- Radio transceptores
- Interconexiones del sistema
- Unidades telefónicas móviles y portátiles y
- Protocolo de comunicaciones.¹¹⁶

3.2.2 Tecnología 4G LTE

En la tecnología de 4G se puede soportar la tecnología 3GPP, tecnología de tercera generación basado en un sistema IP. En un sistema IP está basado en un sistema de sistemas y red de redes, haciendo una convergencia más rápida entre redes Wireless y redes cableadas, ordenadores, dispositivos electrónicos-eléctricos, etc. Se busca aumentar la capacidad de acceso de entre 100 Mbps hasta 1 Gbps, con la característica de contar con calidad de servicio de punto a punto. En la tecnología de cuarta generación LTE (Long Term Evolution) se tiene como objetivo mejorar los sistemas actuales de redes que se basan en el UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Asimismo, como lo afirma Ortega (2011):

“Otro de los objetivos principales de LTE es la mejora del espectro, reducción de costos, mejora de los servicios y mejorar la integración con estándares abiertos (PLT, Gbn entre otros), y la necesidad de los clientes por probar aquellas potencialidades tecnológicas, entonces podríamos pensar en la reducción del uso de la telefonía fija”.¹¹⁷

Una gran ventaja de la tecnología LTE es que soporta capacidades de descarga de hasta 60 Mbps y de descarga de hasta 40 Mbps. Las empresas que brindan servicios de telefonía móvil buscaban brindar servicios con hasta 140 Mbps de descarga, es decir, diez veces más que la tecnología 3GPP, pero en estudios realizados se llegaron hasta los 320 Mbps de descarga y hasta 80 Mbps de subida. La tecnología LTE está basada en el sistema OFDMA para el enlace descendente y el sistema SC-FDMA para el enlace ascendente. Utilizando el OFDMA para el enlace descendente permite que se implementen receptores sencillos en las terminales, a su vez permite una selección por frecuencia en el enlace que permite una modulación y codificación adaptativa. Para los enlaces ascendentes, el sistema

¹¹⁶ Ibidem 4

¹¹⁷ Ortega, M. (2011). La telefonía móvil de cuarta generación 4G y el LTE. Recuperado el 30 de octubre del 2018 de : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8369/1/La%20telefon%C3%ADa%20m%C3%B3vil%20de%20ta%20generaci%C3%B3n%204G%20y%20long%20term%20evolution.pdf>

SC-FDMA permite un esquema de transmisión que está basado en FFT con mejor peak de average power radio. ¹¹⁸

La red de LTE se diseñó con orientación a los sistemas IP, a la arquitectura del LTE se le conoce como SAE (System Architecture Evolution), dicha arquitectura cuenta con los siguientes elementos:

- Arquitectura simplificada dirigida hacia una red todo IP.
- Soporte para múltiples sistemas tales como GPRS y también sistemas distintos como WiMAX.
- Movilidad entre diferentes redes de acceso de radio.

3.3 Fibra óptica

Una fibra óptica es un medio empleado para la transmisión de luz guiada. Está constituido por un filamento delgado de dieléctrico de sílice de aproximadamente 125 [um] de espesor. La energía luminosa se transporta a través del núcleo de un espesor de entre 4 y 68 [um], estas medidas dependen de la fibra empleada. La energía luminosa que se inyecta en la fibra dentro del ángulo de apertura numérica es reflejada cada vez que incide en el núcleo, provocando que dentro del núcleo la energía luminosa rebote, a este fenómeno se le conoce como reflexión total interna. ¹¹⁹ La figura 11 muestra como la luz inducida a través de la fibra rebota dentro el núcleo:

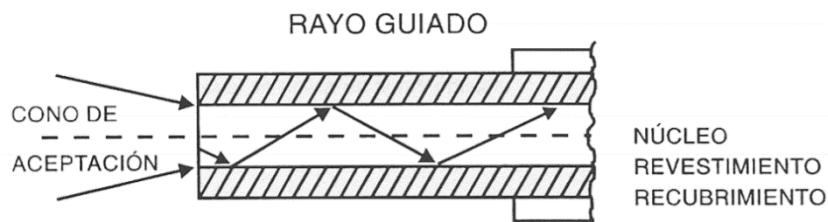


Figura 11. Fibra óptica. Fuente: Sitio web: <http://www.itlalaguna.edu.mx>

Las fibras ópticas tienen grandes ventajas en comparación con otros medios de transmisión. Al contar con una atenuación baja, la información puede recorrer grandes distancias sin verse afectada, por lo que no se necesita de un repetidor. Otras características importantes son:

¹¹⁸ Ibidem 117

¹¹⁹ Tecnológico Nacional de México. (2015) Fundamentos de fibra óptica. México. Recuperado el 1 de septiembre del 2018 de: http://www.itlalaguna.edu.mx/academico/carreras/electronica/opteca/optopdf7_archivos/unidad7tema2.pdf

- Gran capacidad de información
- Ligeras y compactas
- No sufren de interferencia electromagnética
- Al no ser alimentadas por corriente eléctrica, son más seguras ¹²⁰

Existen dos tipos de fibra óptica, la fibra monomodo y la fibra multimodo. Las fibras monomodo se caracterizan por tener un núcleo con diámetro pequeño, de aproximadamente 8 [um], en el cual sólo se transmite un solo haz de luz. Por otro lado, las fibras multimodo tienen un núcleo que varía dependiente de la fibra, las medidas pueden ser de 50, 62.5 85 y 100 [um], y en caso contrario a la monomodo, en la fibra multimodo pueden viajar varios haces de luz, dependiendo de la frecuencia de corte.¹²¹ En la figura 12 se muestran los perfiles de la fibra monomodo y multimodo.

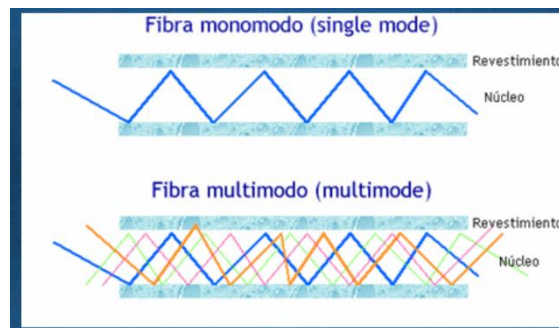


Figura 12. Tipos de perfiles de la fibra óptica. Fuente: Sitio web: <http://cactuspinchudo.tumblr.com/>

Otra característica muy importante de la fibra óptica es el ancho de banda. En las fibras multimodo se debe considerar este parámetro a la hora del diseño, ya que el ancho de banda depende de la ventana de transmisión; caso contrario de la fibra monomodo, ya que en estas fibras el ancho de banda es muy grande, por ello no es parte de las especificaciones.¹²² En la tabla 3 se muestra el ancho de banda en las fibras ópticas más comunes en la industria:

¹²⁰ Coordinación de Universidad abierta y educación a distancia. (2017) Fibra óptica. UNAM. México. Recuperado el 1 de septiembre del 2018 de: https://programas.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/869/mod_resource/content/2/fibraoptica_plantilla/index.html

¹²¹ Ibidem 34

¹²² Ibidem 35

Tabla 3. Características de transmisión en las fibras ópticas. Fuente: Sitio web: <https://programas.cuaed.unam.mx>

Características de transmisión en fibras ópticas					
Longitud de onda en nm	Multimodo 62.5 mm		Multimodo 50 mm		Unimodo
	Atenuación dB/km	Ancho de banda MHz-km	Atenuación dB/km	Ancho de banda MHz-km	Atenuación dB/km
850	3.2	160 a 200	3.0	400 a 600	-----
1300	1.9	200 a 600	1.2	400 a 1000	0.4 a 1.0

3.3.1 Dispersión

La dispersión es una de las características que afectan al ancho de banda de una fibra óptica y esta se produce cuando existe un retraso de la luz en la fibra. Son dos tipos de dispersión, las cuales son:

“Dispersión modal: En las fibras MM, no todos los rayos viajan con el mismo ángulo y, por ello, no llegan al final de la fibra simultáneamente; además, la dispersión es acumulativa con la distancia. La figura muestra que, al viajar la señal a lo largo de la fibra, los pulsos se hacen más anchos; si se traslapan, originan errores en la transmisión.

Dispersión cromática: La luz que se obtiene en un diodo luminoso (LED) o uno láser no es monocromática, es decir, contiene varias longitudes de onda. La diferencia en velocidad que se presenta entre ellas hace que algunas señales se retrasen a pesar de viajar en el mismo haz de luz”.¹²³

3.3.2 Índice de refracción

La refracción ocurre en la interfaz de dos materiales de distintas densidades y este a su vez depende del denominado índice de refracción. Este índice es la relación de la velocidad de propagación en el espacio libre (velocidad de la luz), entre la velocidad de propagación de un material determinado. La velocidad de la luz corresponde a 3, 000, 000, 000 [m/s²]. La frecuencia también está relacionada al índice de refracción, pero en la mayoría de las ocasiones esta es insignificante, por lo que se omite completamente.¹²⁴ En la figura 13 se muestra la refracción de acuerdo con la Ley de Snell:

¹²³ Ibidem 117

¹²⁴ Ibidem 87 p. 433

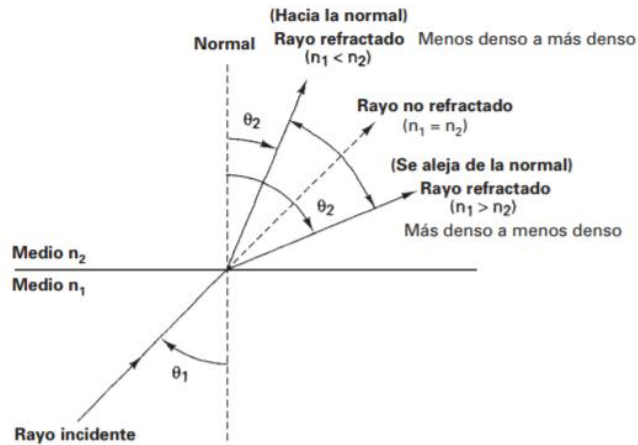


Figura 13. Modelo para la Ley de Snell de refracción. Fuente: Sitio web: <https://hellsingge.files.wordpress.com/>

3.3.2.1 Ángulo crítico y modos de propagación

El ángulo crítico es la incidencia mínima en la cual un rayo de luz puede llegar a la interfaz de los dos medios y este ángulo sea mayor o igual a 90° . Sin embargo, esto sólo aplica cuando el rayo de luz pasa del medio más denso a uno menos denso, ya que si el ángulo es menor a 90° , dicho rayo no puede atravesar el material menos denso, por lo que se provoca el fenómeno de reflexión total en el interfaz y tal como lo afirma Tomassi (2003), el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. La figura 14 muestra el caso en el que el rayo incidente y el rayo de reflexión forman un ángulo de 90° .

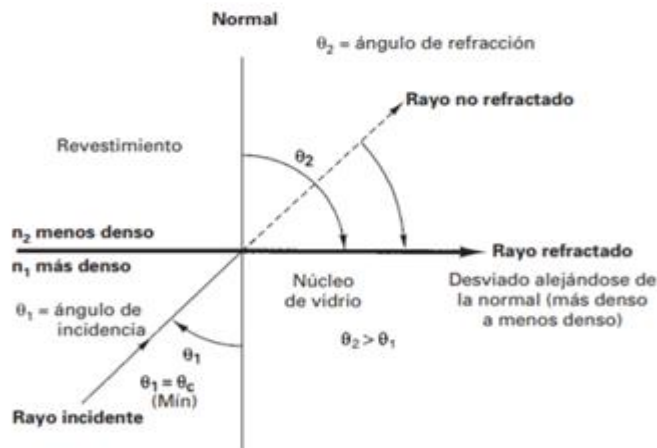


Figura 14. Refracción en ángulo crítico. Fuente: Sitio web: <https://hellsingge.files.wordpress.com/>

La fibra óptica cuenta con dos modos de propagación, la unimodal y la multimodal. La propagación unimodal ocurre cuando se incide un solo rayo de luz a través de la fibra, por lo que tiene la gran ventaja de se evita la dispersión que provocan otros rayos de incidencia; caso contrario con la propagación multimodal, en la que se transmiten varios rayos de luz, los cuales viajan a través de la misma fibra, provocando retraso entre ellas. Sin embargo, cada una de las propagaciones tiene sus pros y sus contras. Por un lado, la propagación monomodo permite mayores tasas de transmisión, con la desventaja de contar con que es más costosa, debido a que sólo se propaga un rayo incidente; mientras que la propagación multimodo se transmiten varios rayos incidentes, y su producción es menos costosa. En la figura 15 se muestran los dos tipos de propagación:

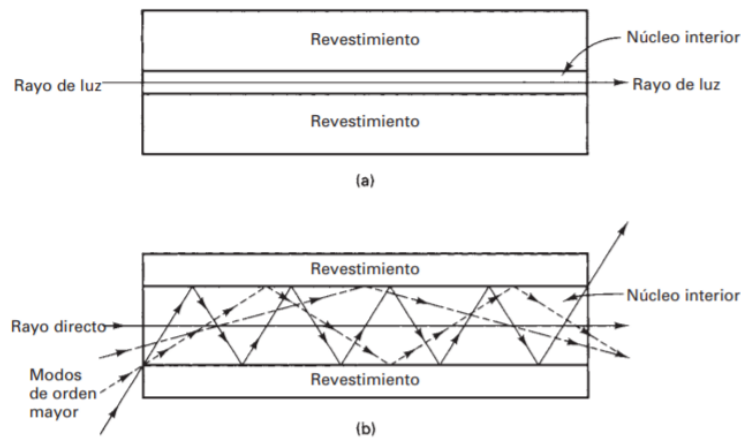


Figura 15. Modos de propagación: (a) unimodal; (b) multimodal. Fuente: Sitio web: <https://hellsingge.files.wordpress.com>

3.3.3 Tipos de configuración de las fibras ópticas

Existen tres tipos de configuraciones de las fibras ópticas, las cuales son: índice gradual multimodo, índice escalonado multimodo y por último el índice escalonado monomodo. Una fibra con índice escalonado monomodo tiene como característica un núcleo pequeño en el cual se inducirá un único rayo de luz. Otra característica es que el revestimiento es únicamente de aire y el índice de refracción del núcleo es de aproximadamente $n=1.5$ y el índice de refracción del aire es $n=1$. Esta diferencia de índices provoca que el ángulo crítico sea relativamente pequeño, de 42° . Debido a este ángulo crítico pequeño, la fibra tendrá una gran abertura, lo que quiere decir que el acoplamiento de una fuente de luz al cable se simplificará.¹²⁵ En la figura 16 se muestra la abertura mencionada en la fibra óptica monomodo de índice escalonado:

¹²⁵ Ibidem 87 p. 436

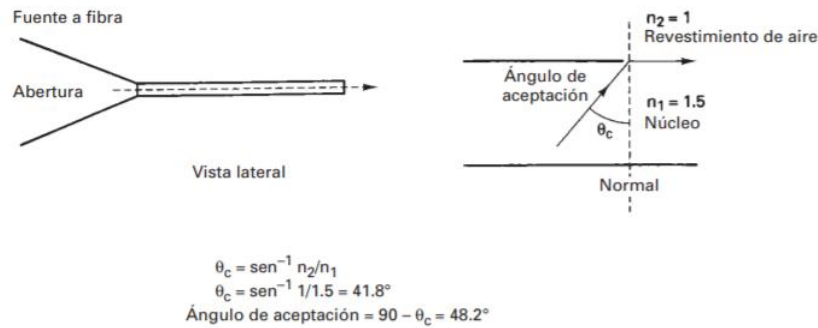


Figura 16. Fibra monomodo de índice escalonado. Fuente: Sitio Web: <https://hellsingge.files.wordpress.com>

Una fibra óptica multimodo de índice gradual tienen como característica que el índice de refracción en el núcleo central no es uniforme; esto quiere decir, que el índice de refracción es máximo en el centro y va disminuyendo conforme se acerca a la orilla externa. Como resultado de ello, la luz se propaga por refracción, tal y como lo afirma Tomassi (2003)

“Al propagarse un rayo de luz en dirección diagonal por el núcleo hacia el centro, pasa continuamente de una fase menos densa a una más densa. En consecuencia, los rayos luminosos se refractan en forma constante, y eso produce su deflexión continua. La luz entra a la fibra formando muchos ángulos diferentes. Al propagarse por la fibra, los rayos que viajan en la zona más externa de la fibra recorren mayor distancia que los que van cerca del centro. En vista de que el índice de refracción disminuye con la distancia al centro, y que la velocidad es inversamente proporcional al índice de refracción, la luz que va más alejada del centro se propaga con mayor velocidad. En consecuencia, se tardan aproximadamente lo mismo en recorrer la longitud de la fibra”.¹²⁶

La figura 17 muestra la forma de una fibra óptica multimodal de índice gradual:

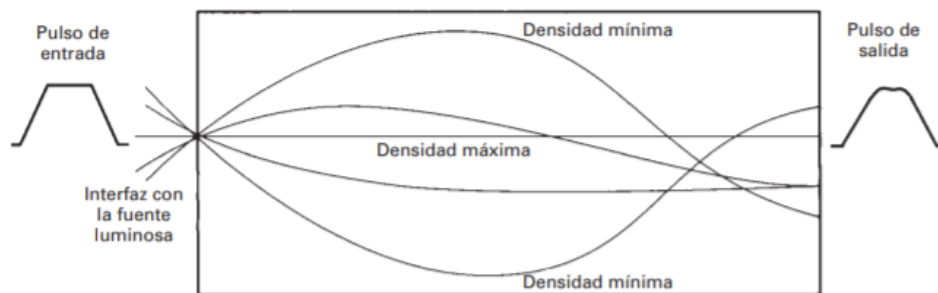


Figura 17. Fibra óptica multimodal de índice graduado. Fuente: Sitio web: <https://hellsingge.files.wordpress.com>

¹²⁶ Ibidem 87 p. 438

Por último, la fibra óptica multimodo de índice escalonado tiene un parecido con la fibra monomodo, con la diferencia de que esta cuenta con un núcleo mayor. Una característica importante de esta fibra es que cuenta con una abertura grande, lo que permite mayor luz en la entrada del cable. El rayo incidente que llega a la interfaz de la fibra, entre el núcleo y el revestimiento, que forman un ángulo mayor que el ángulo crítico, se propaga en zigzag en el núcleo. En caso contrario, el rayo incidente que forma un ángulo menor al crítico se pierde.¹²⁷ En la figura 18 se muestra la forma de propagación en la fibra óptica multimodo de índice escalonado:

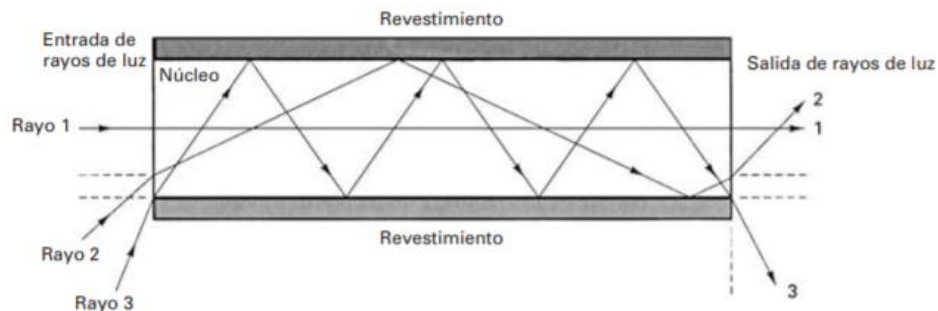


Figura 18. Fibra óptica multimodal de índice escalonado. Fuente: Sitio web: <https://hellsingge.files.wordpress.com>

3.3.4 FTTH (Fiber To The Home)

Una red de fibra FTTH es una red de acceso que conecta a un gran número de usuarios finales al POP, un punto central. De acuerdo con el *Fiber to the home Conuncil Europe*, las redes de acceso pueden conectar a:

- Antena de red inalámbrica fija, por ejemplo, LAN inalámbrica o WiMAX
- Estaciones base de red móvil
- Suscriptores en unidades SFU (unidades unifamiliares) o MDU (unidades multifamiliares)
- Edificios más grandes como escuelas, hospitales y empresas

¹²⁷ Ibidem 87 p. 437

- Estructuras clave de seguridad y monitoreo, como cámaras de vigilancia, alarmas de seguridad y dispositivos de control”.¹²⁸

En el FTTH son dos tecnologías las que más se usan, la tecnología punto-punto y la tecnología punto-multipunto. La tecnología punto-multipunto usualmente se combina con la tecnología Red Óptica Pasiva (PON por sus siglas en inglés), además de proveer de una fibra que se encarga de alimentar a la oficina central (CO) a un punto de ramificación y de este llega una fibra a cada usuario final. Por otro lado, la tecnología punto-punto, proporciona fibras dedicadas entre el nodo de acceso y el usuario final, esto se logra con empalmes o conectores, lo cual garantiza que la fibra sea continua desde el nodo de acceso al hogar; es importante resaltar que la mayoría de las implementaciones de la tecnología punto-punto que existen en el mercado utilizan Ethernet, la cual se puede combinar con otros esquemas de transmisión, como el SDH, SONET y Fiber Channel.¹²⁹ La figura 19 muestra las tecnologías punto-punto y punto-multipunto:

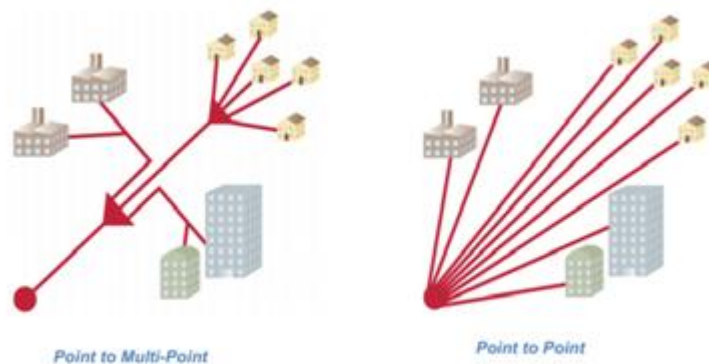


Figura 19. Tecnologías punto-punto y punto-multipunto. Fuente: Sitio web: <http://www.ftthcouncil.eu>

El Fiber to the Home está constituido por una cantidad de capas diferentes, por un lado, la red activa que utiliza equipo electrónico; por otro lado, la infraestructura pasiva la cual se constituye por fibras, conductos, recintos y plantas externas; los servicios minoristas

¹²⁸ Fiber to the home Conuncil Europe. (2016) FTTH Handbook. Recuperado el 5 de septiembre del 2018 de: http://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/FTTH_Handbook_V7.pdf

¹²⁹ Ibidem 128

que se encargan de brindar servicios de conectividad a internet, así como IPTV; y por último, los usuarios finales.¹³⁰

3.4 Sistemas de comunicación satelital

3.4.1 Principios básicos de los satélites

Gracias a las investigaciones de Johannes Kepler a principios del siglo XVII, se descubrió el principio básico de los satélites, ya que sus hallazgos derivaron en las denominadas Leyes de Kepler. Las velocidades de los planetas, las formas de órbita y la distancia de un planeta al Sol, son descritas por las leyes del movimiento planetario. Tomasi (2003), define a las Leyes de Kepler de la siguiente forma:

- “1) Los planetas describen elipses con el Sol en uno de los focos
- 2) La línea que une al Sol con un planeta barre áreas iguales en intervalos iguales de tiempo
- 3) El cuadrado del tiempo de revolución de un planeta, dividido entre el cubo de su distancia promedio al Sol es un número igual para todos los planetas”¹³¹

3.4.1.2 Órbitas Satelitales

Es importante mencionar que las órbitas de los satélites asíncronos son elípticas o circulares, tal y como se muestra en la figura 20:

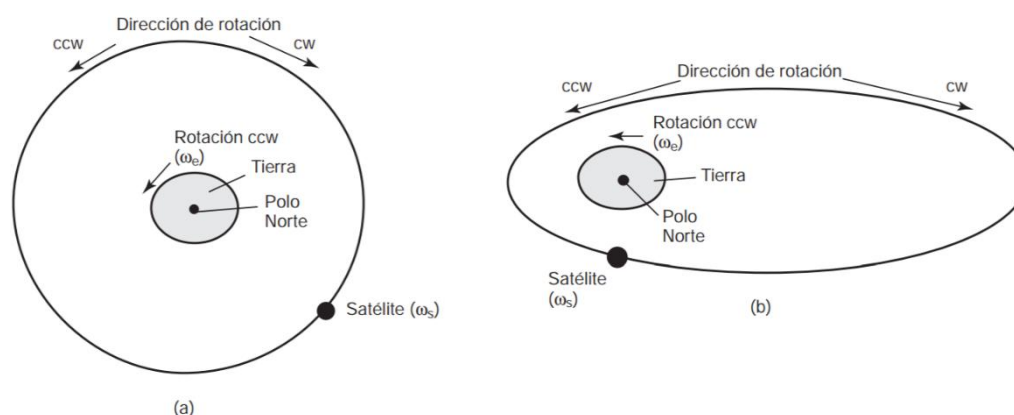


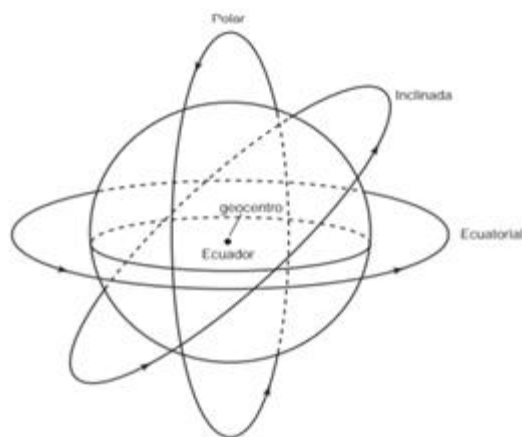
Figura 20. Órbitas Satelitales. a) Circular, b) Elíptica. Fuente: Adaptado de Tomasi (2005)

¹³⁰ Ibidem 128

¹³¹ Ibidem 4 p. 793.

De acuerdo con Tomasi (2005), la velocidad de rotación es constante en una órbita satelital circular, mientras que en las orbitas satelitales elípticas, la velocidad depende de la altura a la que se encuentre el satélite sobre la Tierra, por lo cual la velocidad es menor cuando el satélite se encuentra más lejos de la Tierra y viceversa. Cuando un satélite va en el mismo sentido que la rotación de la tierra, se le conoce como órbita posígrada. Por otro lado, cuando viaja en sentido contrario a la rotación de la Tierra, se le conoce como órbita retrograda. Cabe mencionar que la mayoría de los satélites síncronos describen orbitas posígradas.¹³²

Existe una gran cantidad de orbitas satelitales, sin embargo, para el uso de las telecomunicaciones de banda ancha sólo son útiles tres tipos, que serán presentadas a continuación en la figura 21:



133

Figura 21. Clases de orbitas de satélites.

La órbita ecuatorial se tiene cuando el satélite gira con una inclinación de 0° por encima del ecuador y por lo general en una trayectoria circular. Los satélites geosíncronos están en la órbita ecuatorial. Por otro lado, la órbita polar se tiene cuando un satélite gira en una dirección perpendicular a la órbita ecuatorial, es decir, con una inclinación de 90° y este viaja por encima del Polo Norte y Polo Sur. Tal y como lo afirma Tomasi (2003), un satélite puede cubrir casi el 100% de la superficie de la tierra, en una órbita polar. Por último, la órbita inclinada, que son virtualmente todas a excepción de las mencionadas

¹³² Ibidem 87

¹³³ Ibidem 87 p. 800

anteriormente. El ángulo de inclinación de las órbitas inclinadas se tiene con respecto a la órbita ecuatorial, que es medido en dirección de las manecillas del reloj.

Otro aspecto importante que mencionar es que debido a que son circulares las órbitas geosíncronas, la velocidad orbital es constante; al haber una sola órbita geosíncrona, está llena de satélites debido a los grandes beneficios que esta conlleva, ya que estas permanecen en una posición fija, y se puede obviar el uso de rastreadores. Pero eso es en un caso ideal, ya que la Luna y el Sol ejercen una fuerza gravitacional, además de que los vientos solares afectan a la Tierra. Estas fuerzas no compensadas provocan que los satélites geosíncronos se muevan de forma gradual de los lugares que se les asignó. Por lo que los controladores deben ajustarse de manera periódica para evitar una acumulación de desviación que llega a ser de 0.6° a 0.9° al año.¹³⁴

3.4.1.3 Las Huellas Satelitales

Es el área que cubre un satélite y depende de la localización en su órbita, la frecuencia portadora y la ganancia de la antena. Al patrón de radiación de la antena se le conoce como 'huella' y esta es la zona sobre la superficie terrestre, desde donde el satélite puede transmitir o recibir. La forma de la huella depende del tipo de antena que se use, de la altura a la que se encuentre el satélite y de la trayectoria orbital, como se muestra en la figura 22.
135



Figura 22. Siete Patrones de radiación de antena de satélites (huellas). 136

Las antenas satelitales de enlace de bajada son las que emiten en frecuencias de microondas, que va hacia una región geográfica determinada y eso es dentro de la línea de vista del satélite. Por lo que un mapa de huella se traza dibujando las líneas continuas de

¹³⁴ Ibidem 87 p. 802

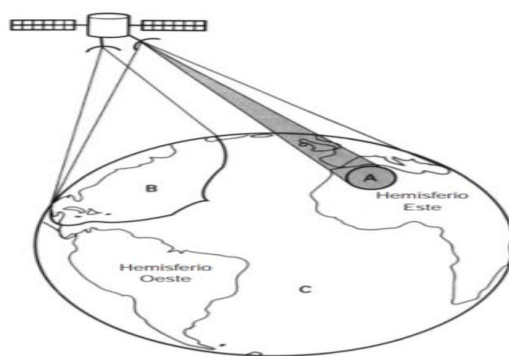
¹³⁵ Ibidem 87 p. 812

¹³⁶ Ibidem 87 p.813

todos los puntos que tengan la misma potencia efectiva transmitida, que es conocida como Potencia Irradiada Efectiva Isotrópica (EIRP). Por lo tanto, un mapa de huella son las curvas de nivel sobre un mapa geográfico. Las curvas de nivel y los niveles de potencia en la huella se determinan mediante el diseño de la antena de enlace de bajada, los niveles de potencia son mayores en el área dónde apunta la mira de bajada de la antena, y menores fuera de esas áreas. Otro aspecto importante es que, la orientación, el tamaño y la forma de las antenas de enlace de bajada, a su vez de la potencia generada por cada transpondedor, determinan los EIRP y la cobertura geográfica. Se pueden diseñar antenas de enlace de bajada que puedan cubrir regiones pequeñas de la Tierra, como ciudades, así como diseños que pueden cubrir el 42% de la superficie terrestre.¹³⁷

3.4.1.4 Haces

Los *haces localizados* son los haces más pequeños, seguidos de los *haces zonales*, *haces hemisféricos* y por último los *haces globales*. Los haces localizados son los que concentran toda su potencia en zonas geográficas pequeñas, por lo que suelen tener un mayor EIRP que aquellos que abarcan zonas mucho más grandes. Los haces globales tienen niveles de potencia bastante menores a los haces localizados, por lo que son necesarios grandes platos de receptores, para detectar de forma correcta las emisiones de video, audio y datos. Por otro lado, los haces hemisféricos pueden llegar a abarcar hasta un 20% de la superficie terrestre y tienen niveles de potencia que son la mitad que de los haces localizados. Los haces zonales y los haces localizados cubren menos del 10% de la superficie terrestre.¹³⁸ En la figura 23, se muestran los haces que fueron mencionados en el párrafo anterior:



139

Figura 23. Haces localizado, zonal, hemisférico y global.

¹³⁷ Ibidem 87 p. 814

¹³⁸ Ibidem 87 p. 815

¹³⁹ Ibidem 87 p. 814

Existen dos tipos de satélites, los pasivos y los activos. Los satélites pasivos son los más sencillos, pues estos únicamente rebotan la señal de un lugar a otro. Mientras que los satélites activos son capaces de recibir, amplificar, regenerar y retransmitir la información. A grandes rasgos, un satélite es un repetidor de enlaces de microondas; y este puede estar compuesto por los siguientes dispositivos:

- Transmisor
- Receptor
- Regenerador
- Filtro
- Computadora de a bordo
- Multiplexor/Demultiplexor
- Antena
- Guía de onda
- Etc.

A demás de los elementos mencionados, un satélite cuenta con radiorrepetidores, que se denominan ‘transpondedores’. Las transmisiones que genera y recibe el satélite se clasifican como bus y de carga útil, respectivamente. Dentro del bus se incluyen los mecanismos de control para la operación de la carga útil. Mientras que la carga útil es la información real de los usuarios que circula en el sistema.¹⁴⁰

3.4.2 High Throughput Satellite (HTS)

Un satélite de alto rendimiento, de acuerdo con Bhatia es:

“Un satélite que tiene muchas veces el rendimiento de un satélite tradicional del FSS por la misma cantidad de frecuencia asignada en órbita. Estos satélites aprovechan la reutilización de frecuencias y múltiples haces puntuales para aumentar el rendimiento y reducir el costo por bit entregado, independientemente de la elección del espectro”.¹⁴¹

De acuerdo con Bhadi, el satélite de alto rendimiento se basa en 5 técnicas elementales, las cuales son:

Rendimiento: Es la velocidad de información entregada, que a su vez se basa en el ancho de banda medido en MHz y en la eficiencia, medida en bits/seg por MHz. El rendimiento es

¹⁴⁰ Ibidem 87

¹⁴¹ Bhadi, S. (2007) Undestaing high throughput satellite (HTS) systems. INTELSAT. Recuperado el 22 de agosto del 2018 de: http://www.intelsat.com/wp-content/uploads/2013/06/HTStechnology_bhartia.pdf

fundamental, ya que la demanda por este servicio crecerá de una manera rápida, debido a que el usuario podrá acceder al servicio de banda ancha en cualquier lugar. Por lo que los proveedores deben afrontar de manera eficiente la demanda por dichos servicios.

Eficiencia: Como se mencionó en el párrafo anterior, la eficiencia se mide en bits/seg por MHz, y es la información sin error para el usuario. Esto se logra gracias a los haces puntuales, manteniendo una gran distancia entre los haces puntuales de frecuencias, sin embargo, esto es perjudicial para el re-uso de frecuencias. Por lo que dependerá del plan de negocios que involucre el uso del satélite de alto rendimiento.

Cobertura: El tamaño de los haces formados por una antena satelital estándar dependen de la frecuencia y el número de haces dependen de los recursos del satélite, es decir, la potencia, el tamaño, el espacio, etc. La cobertura se determina mediante las aplicaciones, geografía, cantidad y distribución de los usuarios finales, flexibilidad para variar los niveles de cobertura y de haz, y la existencia de una constante en los niveles de servicio

Espectro: Los satélites de alto rendimiento fueron desarrollados para cualquier banda. La selección de la frecuencia se debe a: cobertura y tamaño del haz, condiciones atmosféricas y disponibilidad de un ecosistema amplio de tecnologías. Las decisiones para el espectro se deben a las consideraciones de negocio, las aplicaciones del usuario, la localización geográfica, el costo de la red y derechos de frecuencias disponibles.¹⁴²

Arquitectura: Los diseños de los satélites de alto rendimiento pueden ser abiertos o cerrados. Arquitecturas abiertas pueden ser compatible con la topología estrella, de malla y de loopback. A continuación, se muestra la tabla 4 acerca de la importancia de la arquitectura:

Tabla 4. Importancia de la arquitectura. Fuente: Sitio Web: www.intelsat.com

	Arquitectura cerrada	Arquitectura abierta
Topología de red	Configuración tipo estrella con ubicaciones definidas de gateway	Configuración tipo estrella o malla con ubicaciones flexibles de gateway
Tecnología de tierra	Especificado el operador de red	Determinado por el operador de red. Compatible con versiones anteriores
Disponibilidad del servicio	Definido por el operador de red con base al "mejor esfuerzo"	Definido por el operador de red con base al CIR
Rendimiento	Alto rendimiento de un agregado de satélites que comparten una gran cantidad	Alto rendimiento para sitios individuales que comparten una gran cantidad de usuarios

¹⁴² Ibidem 141

	de usuarios	
Aplicaciones primarias de servicio	Usuario de banda ancha, movilidad y trunking	Redes empresariales/corporativas redes gubernamentales/militares, aplicaciones de movilidad, bakhul celular distribución de medios

Los satélites de alto rendimiento son capaces de entregar una vasta utilidad comparado con los satélites convencionales como el FSS (servicio de satélite fijo, por sus siglas en inglés), el BSS (servicio de satélite para radiodifusión, por sus siglas en inglés) y el MSS (servicio de satélite móvil, por sus siglas en inglés). La característica principal que diferencia al satélite de alto rendimiento con los demás es el uso de múltiples haces puntuales. De acuerdo con Little (2015), estos haces puntuales tienen 2 grandes beneficios, los cuales son:

“Mayor ganancia de transmisión / recepción: Debido a su mayor directividad y, por lo tanto, mayor ganancia, un haz más estrecho genera mayor potencia (tanto transmitida como recibida) y permite el uso de terminales de usuario más pequeños y permite el uso de modulaciones de orden superior, logrando así una mayor tasa de transmisión de datos por unidad de espectro orbital.

Reutilización de frecuencia: Cuando un área de servicio deseada está cubierta por múltiples haces puntuales, varios haces pueden reutilizar la misma banda de frecuencia y polarización, aumentando la capacidad del sistema de satélite para una cantidad determinada de banda de frecuencia asignada al sistema”.¹⁴³

En general, los satélites de alto rendimiento son operados desde la década de los 90's, y estos pueden ser desplegados en cualquier banda del espectro, sin embargo, es en la banda Ka y Ku donde operan principalmente. Es en la banda Ka donde existen los haces más estrechos, por lo tanto, se tendrá mejor rendimiento, además en esta banda se tiene una mayor reutilización de frecuencias, permitiendo una mayor capacidad. Sin embargo, la banda Ka es sensible a las perturbaciones atmosféricas, es decir, es susceptible a la caída de lluvia en condiciones extremas. Otro aspecto importante es que, para el mismo tamaño de antena, la banda Ka proporciona un rendimiento mucho mayor en comparación con la banda Ku, ya que, como lo afirma Little (2015):

¹⁴³ Little, A. (2015) High Throughput Satellites: Delivering future capacity needs. Recuperado el 24 de agosto del 2018 de: http://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/ADL_High_Throughput_Satellites-Viewpoint.pdf

“Las frecuencias más bajas sufren un menor rendimiento si se usa un tamaño de antena similar (en igualdad de condiciones). Para compensar esto, se necesitan antenas más grandes en los sistemas de banda Ku, en comparación con los sistemas de banda Ka. Esto proporciona una ventaja a los sistemas de frecuencia Ka, ya que habilitan antenas más pequeñas tanto para el satélite como para los terminales de usuario”.¹⁴⁴

Las comunicaciones satelitales siguen siendo una excelente opción si se requiere un ancho de banda grande, resistente, confiable y en cualquier lugar donde el usuario desee hacer uso de los servicios de banda ancha. Los satélites de alto rendimiento ofrecen una capacidad y un rendimiento más altos, por lo que estos satélites aumentarán de manera significativa la cobertura más asequible y con mejor capacidad, que satisfaga la demanda de los usuarios.

3.4.3 Servicios de los sistemas de comunicación satelital

La banda ancha satelital puede llegar a los sitios en donde, por el costo que supondría la fibra óptica o el DSL. En los sistemas satelitales se ofrecen los siguientes servicios.

- Sistema satelital fijo: Se ofrecen comunicaciones punto-multipunto, punto a punto, entre 2 o más estaciones y entre 2 o más satélites. También, se pueden conectar 2 equipos terminales entre sí, o bien ser la entrada de una LAN o WAN. Comúnmente se utilizan las bandas C, Ku, X y Ka.
- Servicios de difusión BSS: Este servicio se ofrece mediante comunicaciones punto-multipunto. Con una estación transceptora y varias estaciones receptoras. En el servicio BSS se ofrece también televisión directa al hogar. Comúnmente se utiliza la banda de 12 GHz, sólo en downlink.
- Servicios móviles MSS: Este servicio se ofrece mediante comunicaciones punto-punto y punto-multipunto. Los tipos de servicio son servicio móvil marítimo, servicio móvil terrestre y servicio móvil aeronáutico. Comúnmente se utilizan las bandas Ka y L.
- Internet de banda ancha: En los sistemas satelitales de banda ancha se puede brindar hasta 100 Mbps. Como ejemplo está el satélite de ViaSat, donde se prevé que para el año 2021 con el ViaSat-3, se logren velocidades de hasta 500 Mbps.
- Transmisión de video de ultra-alta definición: Transmisión de video en 4k para la televisión.¹⁴⁵

¹⁴⁴ Ibidem 143

¹⁴⁵ Escudero, J. (Sin año) Servicios de los sistemas de comunicaciones satelitales. España. Recuperado el 10 de octubre del 2018 de: <http://www.dte.us.es/personal/escudero/docencia/Satelite2.pdf>

3.5 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

El *Asymmetric Digital Subscriber Line* surgió en el año 1990, cuando el investigador de la Bellcore, Joseph Lechleider, propuso una nueva tecnología que permitiera el tráfico de voz de forma asíncrona, donde una gran cantidad de información fluya hacia el suscriptor denominado downstream, y una menor cantidad de información fluya de manera opuesta, es decir, del suscriptor hacia la central, lo cual se denomina como upstream.¹⁴⁶

La tecnología ADSL nos permite un acceso a internet de banda ancha, además de que con esta tecnología hay una coexistencia de la línea telefónica, el ISDN (Red Digital de Servicios Integrados, por sus siglas en inglés) y el internet de banda ancha. Esto se puede ya que la tecnología ADSL opera con frecuencias por encima de la frecuencia de la telefonía estándar en el mismo cable par trenzado, lo que permite servicios de datos y de voz. Esta tecnología se caracteriza por la asimetría del acceso a internet, ya que la velocidad de subida es mucho menor que la velocidad de bajada, que va desde 6 a 8 Mbps, mientras que la de subida soporta como máximo 640 Kbps.¹⁴⁷

La velocidad de transmisión del ADSL depende del suscriptor o del lazo de abonado. Cada lazo de abonado consiste en cables de cobre aislados que por lo general son de calibres entre 19 AWG y de 26 AWG. Estos cables son utilizados en una planta de lazos, esta planta está constituida por cable alimentador multipar que sale de la central, para conectarse con hasta 50 grupos de cables, de los cuales cada uno puede contener 10, 25 o 50 pares de cobre. Cada cable contiene dentro dos hilos, de los cuales cada par están trenzados uno con otro, lo que forma un UTP (Par trenzado sin Blindaje, por sus siglas en inglés). Tal y como lo afirma Alcudia (2005): “La mayor parte de la infraestructura instalada es UTP categoría 3, ya que esta es apropiada para la telefonía tradicional; una pequeña porción es categoría 5, apropiado para tecnologías Ethernet de 100 Mbps”.¹⁴⁸ En la figura 24 se muestra una típica planta de lazos:

¹⁴⁶ Alcudia, A. (2005) Capítulo 2. Descripción general de ADSL. Universidad de las Américas Puebla. México.

Recuperado el 27 de agosto del 2018 de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/alcudia_1_ad/capitulo2.pdf

¹⁴⁷ Ibidem 146

¹⁴⁸ Ibidem 146

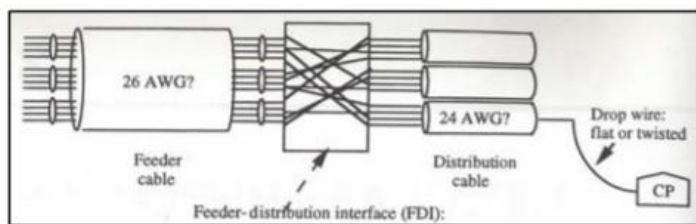


Figura 24. Planta de lazos típica. Fuente: Sitio Web: <http://catarina.udlap.mx>

El rendimiento del lazo de abonado se ve afectado por varios factores, los cuales son: circuitos abiertos sobre la línea telefónica, gran longitud de la línea, calibre del cable y la interferencia por acoplamiento. Otro aspecto importante es que las pérdidas serán mayores cuando la frecuencia y la longitud sean mayores. La tabla 5 muestra la relación de las velocidades de transmisión con aspectos que provocarían que el rendimiento baje.¹⁴⁹

Tabla 5. Características de la línea y velocidades de transmisión. Fuente: Sitio Web: <http://catarina.udlap.mx>

Velocidad de transmisión Mbps	Calibre del cable AWG	Distancia ft	Diámetro del cable mm	Distancia Km
1.5 o 2	24	18,000	0.5	5.5
1.5 o 2	26	15,000	0.4	4.6
6.1	24	12,000	0.5	3.7
6.1	26	9,000	0.4	2.7

Una gran ventaja del ADSL es la característica de una conexión permanente a internet, conocida como ‘always on’, además esta tecnología utiliza una técnica de modulación Discrete Multi Tone (DMT). Esta técnica de modulación se caracteriza por dividir el ancho de banda disponible en 256 subportadoras o tonos que van de 0 Hz hasta 1.104 MHz; cada uno de los tonos ocupa un ancho de banda de 4.3125 KHz, y cada tono utiliza la técnica de modulación QAM. De acuerdo con Alcudia (2005):

“El primer tono o sub-canal se utiliza para los servicios de telefonía de voz tradicional (POTS), en tanto que los tonos entre el rango de frecuencias de 4.3125 KHz a 25.875 KHz (tonos del 2 al 6) se utilizan para evitar la interferencia entre el POTS y el ADSL. Los tonos del 7 al 32 ubicados entre 25.768 KHz y 138 KHz se utilizan para la transferencia de datos en la dirección de subida (upstream), mientras que los tonos del 33 al 256 ubicados entre 138 KHz y 1.104 MHz son utilizados para la transferencia de datos en la dirección de bajada (downstream)”¹⁵⁰.

¹⁴⁹ Ibidem 146

¹⁵⁰ Ibidem 146

La ‘cancelación de eco’ es una técnica para la asignación de frecuencias, ya que permite un traslape del canal de bajada sobre el canal de subida, provocando que los canales sean independientes y a su vez un incremento en la tasa de transmisión de bajada. Sin embargo, esta técnica no es muy utilizada, debido a que para que exista un incremento en la transmisión de bajada, debe tener un decremento la transmisión de subida, siendo una técnica compleja para su implementación. Por lo tanto, se prefiere la implementación del FDM¹⁵¹; la figura 25 muestra un breve esquema del FDM, y la razón de la coexistencia entre el ADSL, el ISDN y la línea telefónica:

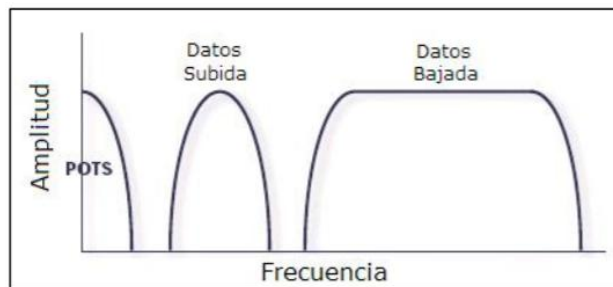


Figura 25. FDM para un cable par trenzado. Fuente: Sitio Web: <http://catarina.udlap.mx/>

3.5.2 ADSL2 y ADSL2+

El estándar G.992.3 (ADSL2) y el G.992.5 (ADSL2+) desarrollados por la ITU proporcionan tasas de transferencias más altas que el ADSL convencional. Ya que en el ADSL se tenía el inconveniente de que al aumentar la tasa de transferencia se producía una alta diafonía en el tendido telefónico. En la tecnología ADSL2 se mejoran las características supervisando la cantidad de ruido y la cantidad de distorsión en el medio, lo cual se hace variando la tasa de transferencia a niveles máximos en tiempo real sin que se pierda la calidad de la transmisión, de esta manera también se prevén errores. A este método de adaptabilidad se le conoce como SRA (Seamless Rate Adaptation) y permite que el ADSL2 pueda variar su transferencia de datos mientras se encuentra en operación. El sistema SRA está basado en la separación de la capa de modulación, siendo esta separación la que permite cambiar los parámetros de la tasa de transferencia de datos sin la necesidad de modificar la capa de entramado.¹⁵²

De acuerdo con Escalante, el protocolo SRA tiene las siguientes características:

¹⁵¹ Ibidem 146

¹⁵² Escalante, J. (Sin año) Estudio y Diseño de una red ADSL2+. Recuperado el 1 de noviembre del 2018 de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1235/1/2366.pdf>

- “El receptor supervisa la SRN del canal y determina que un cambio en la tasa de transferencia de datos es necesario para compensar los cambios en las condiciones del canal.
- El receptor envía un mensaje al transmisor para iniciar el cambio de transferencia de datos. Este mensaje contiene todos los parámetros necesarios para transmitir a la nueva tasa
- El transmisor envía una señal de sincronismo que es usada como marca para designar el tiempo exacto en el cual será usada la nueva tasa de transferencia de datos y los parámetros de transmisión
- La señal de sincronismo es detectada por el receptor de forma rápida y transparente, el transmisor y el receptor conmutan a la nueva tasa de transferencia”.¹⁵³

Por otro lado, en la tecnología de ADSL2 se permite separar el ancho de banda en diferentes canales con características para cada enlace. Dicha tecnología tiene capacidad de canalización que provee soporte de canal de voz sobre DSL que se conoce como CVoDSL, método que consiste en las líneas de tráfico de voz TDM sobre anchos de banda de forma completamente transparente.¹⁵⁴

El ADSL plus o ADSL+ surgió en el año 2003, siendo un protocolo que dobla el ancho de banda del sentido red-usuario, es decir, incrementa la tasa de transferencia, con hasta 1 Mbps de tasa de transferencia en el sentido red-usuario, con la misma característica de reducir la diafonía. De acuerdo con Escalante, las características más importantes del ADSL+ son:

“Interoperabilidad mejorada: Adiciones al estado de inicialización mejoran la interoperabilidad y ofrecen un mejor desempeño cuando los receptores y los transmisores con equipos ADSL2 de diferentes fabricantes.

Inicio rápido: Ofrece un modo de arranque rápido que reduce el tiempo de inicialización desde más de 10 segundos (como es requerido para ADSL) a menos de 3 segundos.

Modo Todo-Digital: Permite un modo opcional que permite la transmisión de datos ADSL en el ancho de banda de voz, añadiendo 256 Kbps de tasa de transferencia en sentido usuario-red. Es una opción atractiva para empresas que tienen servicios de voz y datos de diferentes líneas telefónicas.

¹⁵³ Ibidem 152

¹⁵⁴ Ibidem 152

Servicios basados en paquetes: Incluye una capa llamada PTM-TC (Plesiochronous Transfer Mode – Transmission Convergence), que permite transportar sobre ADSL2 servicios basados en paquetes de datos”.¹⁵⁵

3.6 WiMAX

La tecnología WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) es el nombre por el cual se conocen a las tecnologías inalámbricas que surgieron de la familia WirelessMAN. Fue en el año 2001 en el cual se buscó promover esta tecnología, por lo que se creó el Foro WiMAX, además de homologar y asegurar la compatibilidad e interoperabilidad a través de múltiples fabricantes. Los sistemas que utilizan la tecnología WiMAX se basan en los estándares 802.16-2004 de la IEEE y de la norma HiperMAN de ETSI. La diferencia entre estos estándares es que el 802.16 está orientado a comunicaciones con línea de vista directa entre transmisor y receptor, y en la HiperMAN las bandas de frecuencia utilizadas permitían establecer comunicación entre transmisor y receptor sin que exista una línea de vista directa.¹⁵⁶

La tecnología WiMAX es una tecnología inalámbrica que es capaz de proveer conectividad de banda ancha a empresas, hogares y a usuarios. Esta tecnología es capaz de ofrecer ancho de banda más grande en comparación con la Wifi, con mayor capacidad de usuarios y con un mejor rendimiento cuando se implementa para grandes distancias, normalmente por arriba de los 30 km. WiMAX hace uso de la tecnología OFDMA, tecnología que brinda conexiones de banda ancha de última milla, soportando el servicio de video y VoIP. Asimismo, el WiMAX opera dentro de los espectros de bandas que cuentan con licencia, así como también opera en los espectros de bandas que no cuentan con licencia.¹⁵⁷

Como se mencionó en párrafos anteriores, una de las grandes ventajas de WiMAX es que no necesita tener una línea de vista directa para funcionar con un rendimiento óptimo, WiMAX proporciona acceso a internet ultra rápido a varios kilómetros de distancia, tal y como lo afirma Rangel (2009). Por otro lado, se espera que esta tecnología pueda proporcionar conectividad a zonas rurales, siendo este un problema que no se puede resolver con otras tecnologías de banda ancha en el mercado, ya que WiMAX es ideal para

¹⁵⁵ Ibidem 152

¹⁵⁶ Sin autor. (2005) WiMAX. Recuperado el 2 de noviembre del 2018 de: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11677/fichero/Volumen+1%252F3.-WiMAX.pdf>

¹⁵⁷ Rangel, V. (2009) Modelado de Redes WiMAX. Recuperado el 11 de noviembre del 2018 de: [http://profesores.fi-b.unam.mx/victor/CCNA/Productos/Notas%20de%20Curso/Manual%20de%20la%20Asignatura%20de%20Redes%20Inalambricas%20de%20Banda%20Ancha%20\(Avance%2050%25\).pdf](http://profesores.fi-b.unam.mx/victor/CCNA/Productos/Notas%20de%20Curso/Manual%20de%20la%20Asignatura%20de%20Redes%20Inalambricas%20de%20Banda%20Ancha%20(Avance%2050%25).pdf)

lugares remotos dónde no existe infraestructura para brindar servicio de internet de banda ancha.¹⁵⁸

El foro WiMAX se creó en el año 2001 debido a el estándar IEEE 802.16 solo proporcionaban la tecnología, siendo ésta una de las razones por las que se necesitaba un organismo que certificará, se encargara de la conformidad e interoperabilidad de los dispositivos que se fabricarán para el uso de WiMAX. El propósito de la creación del foro es incentivar la introducción de los sistemas al mercado, a su vez, certifica dispositivos que son completamente interoperables y son capaces de soportar servicios de banda ancha dicha, banda ancha móvil y portátil. Este foro cuenta con más de 522 miembros, desde fabricantes de sistemas y semiconductores, operadores de red, hasta instituciones académicas, entre otras organizaciones de telecomunicaciones. Algunos de sus miembros son Cisco, Ericsson, Motorola, Alcatel, Telmex, KT, Nextel, entre otros.¹⁵⁹

Entre las características más importantes de la tecnología WiMAX son:

“Capa PHY basada en OFDM: La capa PHY de WiMAX está basada en multiplexación por división ortogonal de frecuencias, un esquema que ofrece buena resistencia a las multitrayectorias e interferencia intersímbolo y permite a WiMAX operar en condiciones NLOS.

Altas tasas de datos: WiMAX es capaz de soportar altas tasas de datos. De hecho, la tasa de datos en capa PHY puede ser tan alta como 74 Mbps, cuando se opera usando un ancho de frecuencia de 20 MHz³. Más típicamente, usando un espectro de operación de 10 MHz, un esquema TDD con una proporción 3:1 en los canales DL y UL respectivamente, la tasa de datos en capa PHY es aproximadamente 25 Mbps para el downlink y 6.7 Mbps para el uplink.

Soporte para ancho de banda escalable y tasas de datos: WiMAX tiene una arquitectura de capa PHY, que permite escalar fácilmente las tasas de datos con un canal de banda ancha disponible (S-OFDMA). Esta escalabilidad es soportada en modo OFDMA, donde el número de subportadoras puede escalarse basado en la disponibilidad de un canal de banda ancha.

Modulación y codificación adaptiva: WiMAX soporta varios esquemas de modulación y corrección de errores (FEC), y permite que los esquemas sean cambiados por los

¹⁵⁸ Ibidem 157

¹⁵⁹ Ibidem 157

usuarios en cada frame, basándose en las condiciones del canal. Éste es un mecanismo efectivo para maximizar el throughput en un canal variante en el tiempo.

Acceso múltiple por división ortogonal de frecuencias (OFDMA): WiMAX móvil usa OFDMA como una técnica de múltiple acceso, donde diferentes usuarios pueden ser asignados a diferentes subconjuntos de tonos o portadoras OFDM.

Arquitectura basada en IP: El foro WiMAX ha definido recientemente una referencia de arquitectura de red, basada completamente en una plataforma IP. Todos los servicios punto a punto son entregados sobre una arquitectura IP, dependiendo de los protocolos basados en IP para el transporte punto a punto, QoS, administración de la sesión, seguridad y movilidad”.¹⁶⁰

En la tecnología WiMAX las aplicaciones utilizadas se clasifican como punto multipunto, mesh y móviles. En las aplicaciones punto-multipunto se incluyen la conectividad entre edificios utilizando backhaul, banda ancha en zonas residenciales, servicios T1 simétricos y T1 fraccionada para PyME. Las aplicaciones punto-multipunto se caracterizan por centralizar la topología, dónde la radio base es el centro del sistema.¹⁶¹ En la figura 26 se muestran de manera gráfica las aplicaciones de WiMAX punto-multipunto.

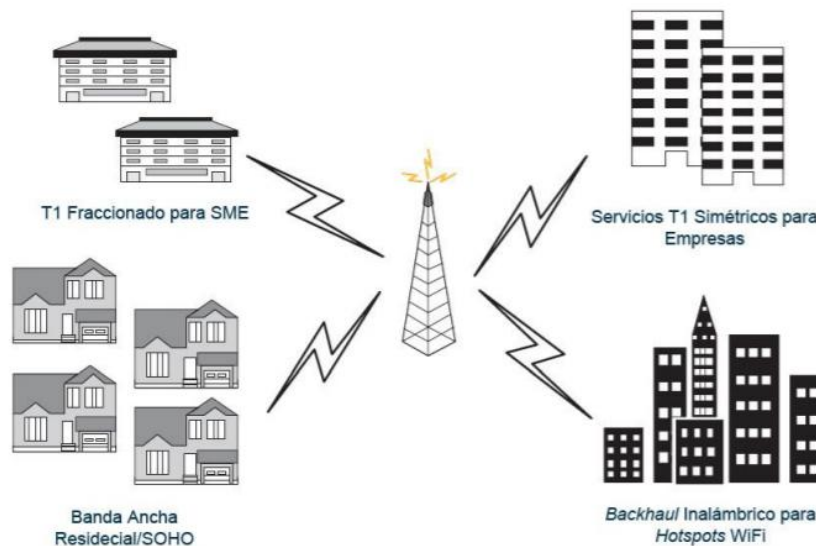


Figura 26. Aplicaciones WiMAX Punto-Multipunto. Fuente: Adaptado de Rangel (2009).

¹⁶⁰ Ibidem 157

¹⁶¹ Ibidem 157

Los servicios de banda ancha que se proporcionan con el uso de la tecnología WiMAX , como se menciona en párrafos anteriores, es el internet de alta velocidad, VoIP, y aplicaciones basadas en internet. Con el uso de antenas exteriores se puede mejorar el enlace de radio, y por consiguiente el rendimiento del sistema. Empleando este modelo se permiten coberturas de áreas más grandes por parte de la radio base. Asimismo, utilizando la antena exterior se hará uso de más recursos económicos.¹⁶²

Las redes mesh no cuentan con una topología centralizada, dónde la radio base es el centro del sistema, las redes mesh se componen de nodos. Cada nodo crea su propia comunicación con un nodo vecino dentro de la red, es decir, cada nodo actúa como un ruteador simple. La mayor ventaja de las redes mesh, es que una radio base tiene mayor alcance, siendo dependiente de la cantidad de saltos hasta el SS más distante. Cada nodo dentro de la red mesh tiene varios vecinos, por lo que se crean múltiples rutas cuando se establece una comunicación entre 2 dispositivos, siendo esta la razón por la que las redes mesh son tolerantes a las fallas, ya que, si un nodo falla o existe interferencia, la red puede seguir funcionando. En la figura 27 se puede observar cómo está estructurada una red mesh:

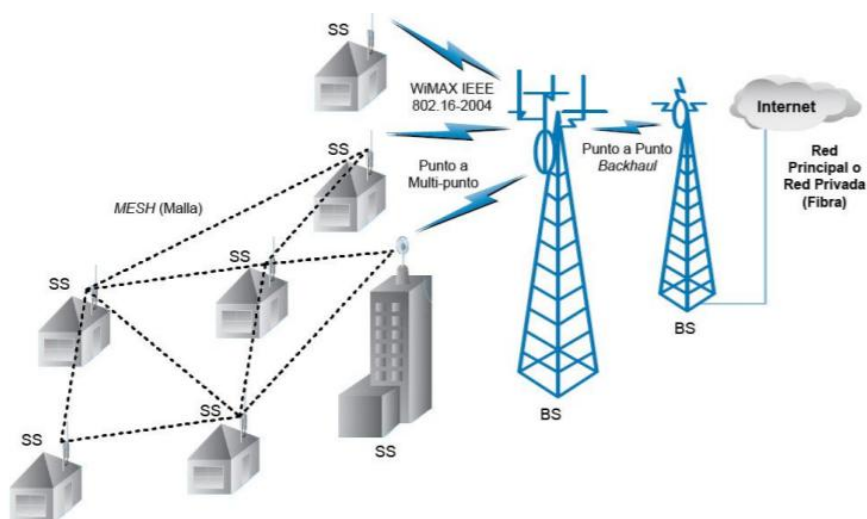


Figura 27. Estructura de una red Mesh WiMAX. Fuente: Adaptado de Rangel (2009).

El diseño de la infraestructura de la tecnología WiMAX fue pensada inicialmente para aplicaciones fijas, sin embargo, se planea que el potencial completo de WiMAX sea empleado para banda ancha móvil. El paso hacia la movilidad se puede obtener agregando capacidades nomádicas a la banda ancha fija. WiMAX móvil puede ser utilizado para

¹⁶² Ibidem 157

servicios de VoIP, adicionalmente al acceso a internet de alta velocidad. En la figura 28 se muestra como se podría dar el uso para WiMAX móvil:

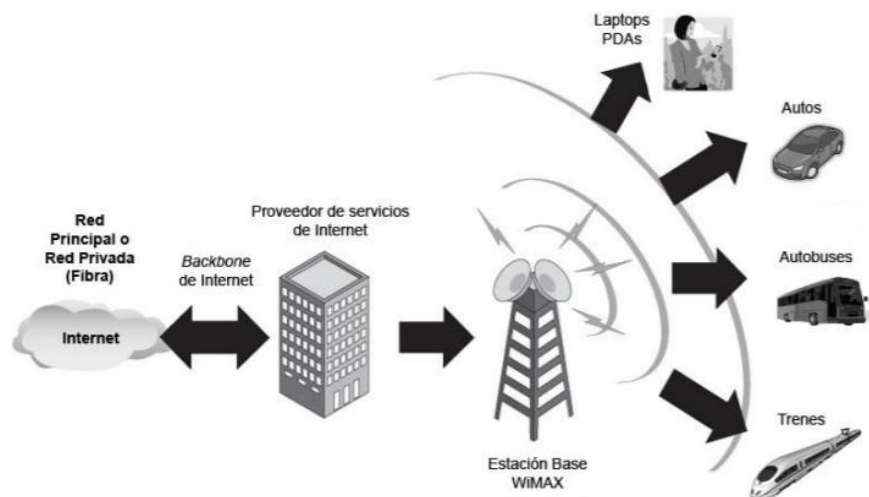


Figura 28. WiMAX móvil. Fuente: Adaptado de Rangel (2009).

3.7 WiBro

En la tecnología WiBro (Wireless Broadband) se proporcionan velocidades de hasta 30 Mbps con áreas de cobertura de hasta 5 km, con la característica de que un dispositivo puede estar en movimiento con hasta 60 Km/hr y con el uso de la banda de frecuencia de 2.3 GHz. WiBro se considera una extensión de la tecnología WiMAX diseñada por Corea, basada en el estándar IEEE 802.16. WiBro garantiza QoS en cuestiones de alcance, ya que esta tecnología permite alcanzar velocidades de hasta 1 Mbps, aunque el dispositivo conectado se encuentre en movimiento. WiBro se centra en la importancia de garantizar la transmisión de banda ancha con calidad de servicio de manera constante.¹⁶³

La tecnología WiBro hace uso de OFDMA y un ancho de banda de 8.75 MHz para un canal. Esta tecnología fue diseñada para inhibir las limitaciones en tasas de bits para dispositivos móviles y como se mencionó en el párrafo anterior, poder tener acceso a banda ancha en los dispositivos, aunque nos encontren en movimiento. Fue en el año 2002 cuando el gobierno coreano habilitó la banda entre 2.3 y 2.4 GHz y en el año 2005 la ITU estableció a la tecnología WiBro como el IEEE 802.16e para dicho país. El QoS que ofrece

¹⁶³ Sin autor. (2006) A fondo: WiBro. Recuperado el 11 de noviembre del 2018 de: <https://www.domodesk.com/153-a-fondo-wibro.html>

la tecnología WiBro permite flujos de datos de contenido de video entre otros servicios y a su vez lo hace de manera segura. En una de las pruebas realizadas por parte del gobierno coreano, se logró que la velocidad máxima de 60 Km/H en la que se puede brindar velocidades de 512 Kbps a 3 Mbps de bajada y de 128 Kbps a 1 Mbps en un canal de 100 MHz.¹⁶⁴

3.8 Power Line Communication

El Power Line Communication surge por la idea de utilizar la red eléctrica instalada en el mundo. La idea de utilizar esa extensa red para el acceso a internet de alta velocidad en conjunto con el uso de una línea telefónica y la transmisión de voz y de datos. Mediante los cables eléctricos se pueden transmitir señales de 50/60 Hz usada como fuente de energía y señales para la transmisión de datos. En la tecnología PLC se hace uso de una modulación entre 1.6 y 40 MHz.¹⁶⁵

La tecnología PLC de banda ancha permite transmitir datos a través de la red eléctrica por lo que se puede extender una red de área local existente o bien, poder compartir la conexión a internet mediante los tomacorrientes de ciertas unidades. La tecnología PLC se basa en la superposición de una señal de alta frecuencia con niveles bajos de energía sobre una segunda señal de 50 Hz. La segunda señal se transmite mediante la infraestructura de red, pudiendo recibir y decodificar de manera remota. Es por esto por lo que, señales que emplea la tecnología PLC puede ser recibida por cualquier receptor que se encuentre en la misma red eléctrica. Por otro lado, un acoplador integrado en la entrada del receptor PLC se encarga de eliminar las componentes de baja frecuencia antes que se realice el proceso de tratamiento de la red.¹⁶⁶ En la figura 29 se muestra la implementación de la tecnología PLC en un hogar.

¹⁶⁴ Sin autor (2010). Tecnologías para proporcionar TV móvil. Facultad de Ingeniería UNAM. Recuperado el 11 de noviembre del 2018 de:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/904/A6.pdf?sequence=6>

¹⁶⁵ Sin autor. (2004) Powerline Communication. Recuperado el 15 de noviembre del 2018 de:

<http://www.inspt.utn.edu.ar/academica/carreras/60/bajar/Sistemas.II/Powerline.Communications.pdf>

¹⁶⁶ Serna, V. (2011) Comunicaciones a través de la red eléctrica - PLC. Recuperado el 16 de noviembre del 2018 de: https://www.redeweb.com/_txt/676/62.pdf

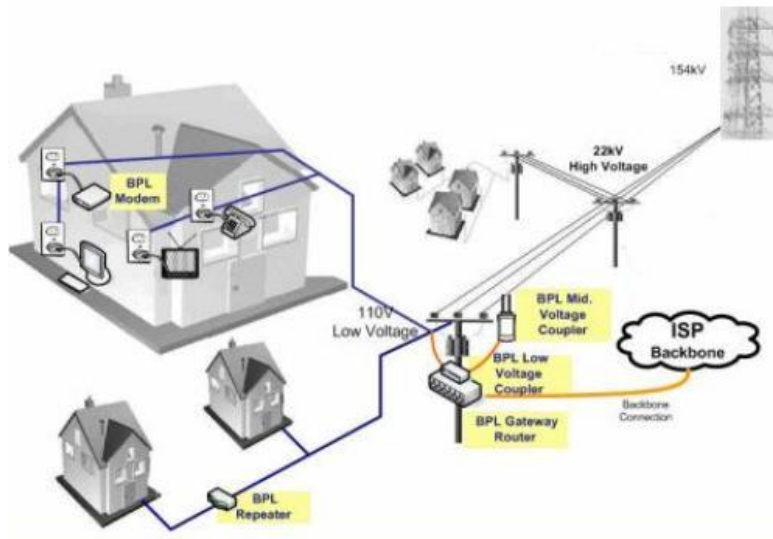


Figura 29. PLC. Transmisión de datos a través de una red eléctrica. Fuente: Sitio web: <http://test.afinidadelctrica.com>

El PLM es el módem de red eléctrica y se encarga de convertir un lenguaje binario en una secuencia de señales que tienen características específicas de nivel y de frecuencia, y este dispositivo a su vez, hace el proceso de modulación y demodulación. Otro elemento de la red PLC es el PLI, que es una interfaz de la línea de red eléctrica que transmite las señales ya moduladas y detecta las señales que llegan. Se requieren bloques de PLM y PLI que permitan fiabilidad en la comunicación que se dará en la red eléctrica.¹⁶⁷ En la figura 30 se muestra de manera gráfica el funcionamiento del PLM y el PLI:

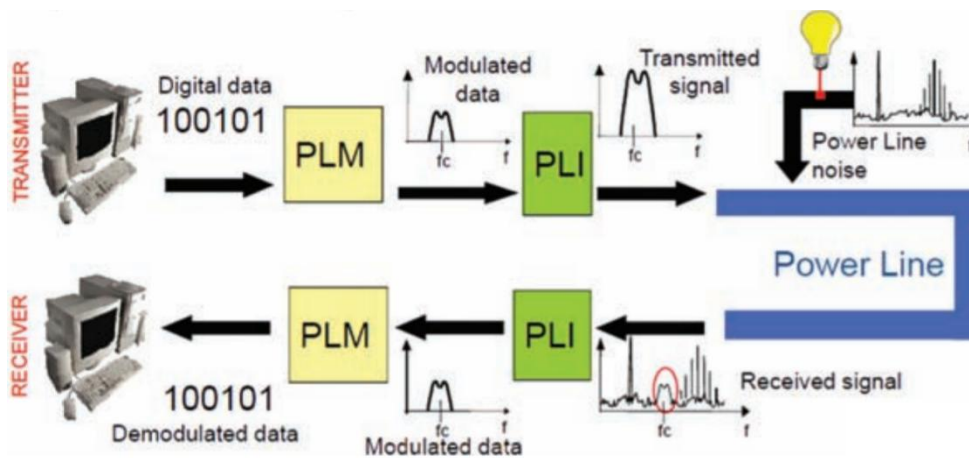


Figura 30. Funcionamiento del PLM y PLI. Fuente: Adaptado de Serna (2011)

¹⁶⁷ Ibidem 166

Sin embargo, el uso de las redes eléctricas para banda ancha tiene algunos inconvenientes, entre los que se encuentran la atenuación, ruido, multicamino y variaciones con la impedancia. Estos inconvenientes pueden ser eliminados con modulaciones eficientes, tales como spread spectrum (SS) y ortogonal frequency división multiplexing (OFDM). En la modulación OFDM también se conoce como modulación por multitono discreto y este funciona dividiendo el espectro disponible en distintas portadoras. Sin embargo, para poder establecer una comunicación entre los nodos PLC es necesario hacer uso de un lenguaje específico y a su vez, también utilizar roles de comunicación.¹⁶⁸

La tecnología trae consigo una serie de beneficios, dentro de las que destaca el ancho de banda, el aprovechar la infraestructura de cableado, los servicios proporcionados y por supuesto, la ubicación a la que esta se le da. En el ancho de banda, con el estándar utilizado HomePlug 1.0 operando a 14 Mbps es perfecto para operar en una LAN. La tecnología PLC de acceso brinda un acceso a internet de alta velocidad, ya que las velocidades son comparables con tecnologías como ADSL. Otra de las ventajas es el aprovechamiento de la infraestructura existente para la implementación de la tecnología PLC, ya que la mayor parte del cableado necesario ya existe, por lo que sólo se reemplazará el cable en caso de que este ya no se encuentre en condiciones. En lo que respecta a los servicios proporcionados, se brinda un acceso a internet de alta velocidad, telefonía integrada con datos, aplicaciones multimedia. Por último, ya que en la mayor parte del mundo existe infraestructura de red eléctrica, esta tecnología puede ser implementada en cualquier hogar, oficina, escuela y diversos lugares, siempre y cuando exista un tomacorriente por el cual estar conectado.¹⁶⁹

Por otro lado, la tecnología PLC tiene algunos inconvenientes a la hora de operar. Ya que es sabido que un cableado con múltiples conductores en el cual se hace circular una señal variable puede tener un comportamiento de antena, pudiendo así transmitir y recibir señales. Ya que, aunque la tecnología PLC de control no representa ningún problema en lo que respecta a la interferencia, el PLC de acceso y el PLC de LAN aún se encuentran en una fase beta, por lo que aún no se establecen principios para evitar la interferencia con radioaficionados. Por otro lado, la rentabilidad es un tema que preocupa, ya que para cada Centro de Transformación se necesita equipo que representa un coste de instalación y por lo tanto de mantenimiento, razón por la cual, la tecnología PLC no resulta rentable en zonas rurales y en zonas urbanas existen otras tecnologías en el mercado.

¹⁶⁸ Ibidem 166

¹⁶⁹ Ibidem 165

Asimismo, en lo que respecta a la incompatibilidad, en el mundo existen diversos sistemas PLC incompatibles entre sí, como ejemplo de ello, tenemos que en Europa se dividen las frecuencias en dos rangos, para el PLC de acceso se cuenta con el rango de entre 2 a 10 MHz y para el PLC de LAN de 10 a 30 MHz, mientras que, en Estados Unidos, con el uso de HomePlug se tiene un rango de entre 4.5 y 21 MHz. Y, por último, para la tecnología PLC existe un importante rezago en lo que respecta a la normalización.¹⁷⁰

3.9 Lifi

La tecnología LiFi es un sistema de comunicación inalámbrica que hace uso del espectro visible de luz para transmitir datos. Surgió en el año 2011, aunque no existe dicha tecnología de manera comercial, la empresa Oledcomm se planteó sacar al mercado los primeros dispositivos en el año 2014. La tecnología LiFi emplea la luz de LED para la transmisión de señales portadoras de datos, y lo hace con la codificación de información basado en la frecuencia de la luz LED, por lo que no es perceptible al ojo humano. La velocidad de transmisión es directamente proporcional con los colores de la luz LED.¹⁷¹ En la figura 31 se muestra un diagrama del uso de la tecnología LiFi:

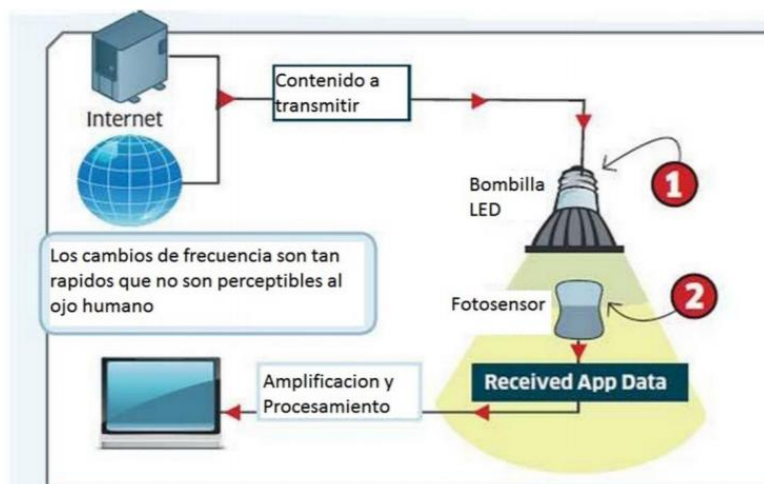


Figura 31. Funcionamiento de LiFi. Fuente: Adaptado de Aravena (2013).

¹⁷⁰ Ibidem 166

¹⁷¹ Aravena, E. (2013). Un análisis a LiFi y otras tecnologías. Recuperado el 20 de noviembre del 2018 de: http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s13/project/reports/Desafios_de_las_nuevas_tecnologias.pdf

Con la tecnología LiFi se pueden alcanzar velocidades de transmisión de 10 Gbps. La transmisión se hace mediante la conmutación y consiste en que un diodo emisor que cuando transmite se encuentra encendido, por lo que transmite un 1 lógico, y cuando se encuentra apagado, transmite un 0 lógico. Esto asegura que la rápida intermitencia del switching permite generar una frecuencia que es necesaria para poder transmitir datos. Para los sistemas LiFi sólo son necesarios una serie de LED y un controlador que se encargue de la codificación de los datos de los diodos emisores, y por último, también es necesario un sistema de variación para que el switching funcione para los datos que se transmitirán. Se pueden utilizar diferentes colores de LED, dependiendo de si se requiere alterar la frecuencia y se busca generar nuevos canales.¹⁷²

Dentro de las características más importantes de la tecnología LiFi se encuentra la capacidad, ya que el uso del espectro de luz tiene un uso libre, pueden alcanzar 1000 veces más de densidad de datos en comparación con el WiFi debido a que la luz empleada para la transmisión de datos se queda en un área determinada, se logran velocidades de transmisión muy altas debido a la baja interferencia que existe en esta tecnología. Por otro lado, otra característica importante es la eficiencia, ya que se requiere un bajo costo para la implementación de esta tecnología, la iluminación de un LED es eficiente, permitiendo que la transmisión de datos no requiere hacer uso de mucha energía.¹⁷³

Como lo afirman Combariza y Vargas (2015), la tecnología LiFi se puede utilizar en aplicaciones como:

“Iluminación inteligente: Toda la iluminación pública o privada incluyendo farolas se puede utilizar para proporcionar puntos de acceso Li-Fi, y las mismas comunicaciones e infraestructura puede ser utilizada para monitorear y controlar la iluminación y los datos.

Hospitales y Salud: Li-Fi no emite ninguna interferencia electromagnética luego no interfiere con los instrumentos médicos, ni escáneres de resonancia magnética.

Aviación: Li-Fi se puede utilizar para reducir el peso y el cableado y adicionar flexibilidad en los diseños de asientos en las cabinas de pasajeros en aviones, donde las luces LED ya estarán instaladas. Los sistemas de entretenimiento en vuelo (IFE) también pueden ser integrados con los dispositivos móviles de los pasajeros.

¹⁷² Combariza, L & Vargas, C. (2015) Redes LiFi. Comunicaciones inalámbricas rápidas y de bajo costo. Bogotá, Colombia. Recuperado el 20 de noviembre del 2018 de: http://www.profamilia.org.co/docs/docs_blog/Articulo%20-%20La%20tecnologia%20Li-Fi.pdf

¹⁷³ Ibidem 172

Comunicaciones submarinas: Debido a la fuerte absorción de la señal en el agua, el uso de RF es poco práctico. Las ondas acústicas tienen muy poco ancho de banda y perturban la vida marina. Li-Fi ofrece la solución para comunicaciones de corto alcance.

Vehículos y Transporte: Se están introduciendo faros LED y luces traseras. Farolas, rótulos y señales de tráfico también se están moviendo a LED. Esto se puede utilizar para las comunicaciones de vehículo a vehículo y de vehículo a carretera. Esto puede beneficiar a la seguridad vial y gestión del tráfico.

Servicios Basados en Localización (LBS): Los servicios de información específicos de localización de alta precisión, así como la publicidad y la navegación, que permiten al receptor recibir apropiadamente la información pertinente en el momento y lugar oportunos”¹⁷⁴.

Algunas de las desventajas de hacer uso de la tecnología LiFi son:

- “- Al no poder atravesar paredes, no puede usarse fuera de la habitación donde se instala.
- Al ser tan reciente, surgen los problemas de compatibilidad y uso, ya que ningún dispositivo actual cuenta con receptor de LiFi integrado, y además la gente no conoce muy bien cómo funciona el sistema ni sus beneficios.
- No trabaja bajo la luz del sol directa, ya que al codificar en base a la frecuencia de la luz LED, cualquier interferencia de luz puede causar pérdida de datos o señal.
- Funciona hasta a 10 metros como máximo de la fuente de conexión”¹⁷⁵.

En este capítulo se hizo un análisis de las tecnologías de banda ancha que existen en el mercado internacional, y también tecnologías que aún se encuentran en una fase experimental. De este capítulo se puede concluir que existe una variedad de alternativas para que se pueda brindar el servicio de banda ancha a los usuarios de México, ya sea en zonas rurales o urbanas. Cada tecnología mencionada en este capítulo tiene sus ventajas y desventajas, por lo que la implementación de estas depende de las condiciones del sitio donde se desea brindar dicho servicio. Estas condiciones son: ubicación geográfica, viabilidad de la inversión por parte de proveedores en la implementación de las tecnologías y usuarios a los que va dirigido el servicio.

¹⁷⁴ Ibidem 172

¹⁷⁵ Ibidem 171

Este capítulo sirve como antesala al capítulo 5, en el cual se hará un análisis de mercado y un análisis comparativo entre el mercado internacional con el mercado mexicano. Dicha comparación se hará con el objetivo de analizar el porqué en países del primer mundo se realizan mejores prácticas en lo que respecta a la prestación de servicios de banda ancha, por otro lado, analizar las razones por las que el mercado mexicano cuenta con pocas opciones y de baja calidad.

Capítulo 4: Antecedentes de las telecomunicaciones en México

Las telecomunicaciones han sido, a lo largo de la historia de México, pieza clave en el crecimiento económico y social. Desde el telégrafo hasta la banda ancha, las telecomunicaciones han permitido que la nación entre en la transición hacia una sociedad de la información y el conocimiento.

Este capítulo abordará los hechos históricos más importantes que impulsaron el desarrollo de las telecomunicaciones en el país. Desde los primeros servicios de telecomunicaciones, tales como el telégrafo alámbrico, el telégrafo inalámbrico, el teléfono y las radiocomunicaciones en el Porfiriato; hasta llegar a los primeros pasos para el despliegue de infraestructura que permitiera la prestación de servicios de banda ancha.

Es importante mencionar que, hasta antes del Gobierno de Felipe Calderón, México contaba con telecomunicaciones de banda angosta. Fue a partir de esos años que se notaba el más que evidente atraso de México en servicios de telecomunicaciones. Por lo que se comenzaron a dar los primeros pasos que dieron pie a la creación de iniciativas para que el país pudiera contar con servicios de banda ancha.

4.1 Origen de las telecomunicaciones en México

Las primeras comunicaciones de larga distancia de las que se tiene registro ocurrieron en 1849, cuando se le otorgó una concesión a Juan de la Granja, con el objetivo de diseñar telégrafos eléctricos; esta concesión se le otorgó durante 10 años. Fue hasta 1851 cuando se tuvo el primer servicio telegráfico, que comunicaba a la Ciudad de México, con Nopalucan, Puebla.¹⁷⁶ Este fue un hecho extraordinario para México, porque se logró sólo 5 años después de que el telégrafo se implementara en Francia. A demás de su gran utilidad para el General Ignacio Zaragoza, quién envió un telegrama al ministro de Guerra del presidente Benito Juárez, anunciando la victoria, ante la invasión francesa en 1862.¹⁷⁷ En la figura 32 se muestra el telégrafo electromagnético.

¹⁷⁶ García Benavides, Roberto. (1988) Hitos de las Comunicaciones y los Transportes en la Historia de México, México, D.F., p. 144.

¹⁷⁷ Luz Álvarez, C. (2015) Historia de las Telecomunicaciones en México. Recuperado el 24 de junio del 2018 de: <https://revistabimensualup.files.wordpress.com/2007/09/d2-historiadelastrcomunicacionesenmxicooriginal1.pdf>



Figura 32. Telégrafo Electromagnético. Fuente: Sitio web: wikipedia.org

En el imperio de Maximiliano de Habsburgo se elaboró un plan general que tenía como objetivo estatizar las líneas telegráficas, sin embargo, el gobierno se vio obligado a otorgar 8 concesiones, para el mantenimiento y la operación del sistema telegráfico, esto debido a la inestabilidad que atravesaba el país, que se veía afectado por las constantes guerrillas. Fue el emperador quien en 1865 expidió la ley y reglamento sobre telégrafos, en donde se establecía en el artículo 1º que: “(...) El Gobierno es el único que puede construir líneas telegráficas en el Imperio. Cuando lo considere conveniente, dará permiso a algún individuo o compañía para que lo haga sujetándose para ello al Reglamento de la materia y las siguientes prevenciones (...)”.¹⁷⁸

En 1867, el entonces presidente de México, Benito Juárez, crea la dependencia de las Líneas Telegráficas del Supremo Gobierno. Su gobierno intervino en la línea telegráfica llamada ‘del interior’, con el propósito de federalizar para convertir el sistema de telégrafos en un sistema público nacional. A pesar de su esfuerzo, y debido a las presiones de los particulares, tuvo que permitir que el sector privado se encargara de la construcción. Fue así como surgieron cuatro modalidades de propiedad: federales, estatales, particulares y subvencionadas por el Congreso.¹⁷⁹

4.2 Las telecomunicaciones en el Porfiriato

El régimen de Porfirio Díaz se caracterizó por la telegrafía, radiotelegrafía y telefonía. Uno de los elementos más destacados son los cables submarinos de telegrafía que conectaban a

¹⁷⁸ Historia del organismo. Telecomm-Telégrafos. Recuperado el 24 de junio del 2018 de: http://www.telecomm.net.mx/telecomm/dmdocuments/Historia_Organismo.pdf

¹⁷⁹ Ibidem 178

México con el resto del mundo. El ascenso de Díaz a la presidencia, como lo afirma la autora de Telecomunicaciones en el Porfiriato, Álvarez (2017), tuvo como objetivo modernizar al país, pero para ello necesitaba crear nuevas leyes e instituciones, este fue el motivo por el cual se expidieron leyes que resultaron fundamentales para el mercado y la economía mexicana. A la par del desarrollo en el transporte y una economía que se volvió más sólida, las telecomunicaciones en México cambiaron la forma en la que las personas se comunicaban, debido al alcance, la rapidez y el flujo de información que se tenía a nivel nacional e internacional.¹⁸⁰

4.2.1 La Telegrafía en México

En el primer año de Porfirio Díaz al frente del país, se tenía escasez de normas jurídicas, esto debido a que no se contaba con abogados especialistas en telecomunicaciones de ese tiempo, además de un sector privado que únicamente establecía rutas telegráficas para su propio beneficio. Por lo tanto, las telecomunicaciones se tuvieron que sujetar a una jurisdicción federal, que permitiera que pudieran mejorar. El Decreto por el cual se determinan ‘las Bases para la reglamentación para el servicio de ferrocarriles, telégrafos y teléfonos’, fue la única disposición de carácter general en telecomunicaciones del Porfiriato, se expidió en 1881, durante la presidencia de Manuel González. Del cual, el artículo 1º, determinó que:

“I. Considerar vías generales de comunicación el servicio de ferrocarriles, telégrafos y telefonía cuando (i) unan dos o más municipalidades del Distrito federal o del territorio de Baja California (ii) unan al Distrito Federal o al territorio de Baja California con uno o más estados (iii) comuniquen dos o más estados, y (iiii) toquen puerto o corran paralelo a la línea divisoria de la República mexicana”¹⁸¹

El artículo 5º establece que se debe: “Autorizar la adquisición por parte del ejecutivo - mediante convenio o expropiación- telégrafos y teléfonos no puramente locales para incorporarlos al servicio postal”¹⁸²

Debido a la rápida evolución que tuvieron el telégrafo y el teléfono, además de la falta de un modelo del cual orientarse, la facultad de reglamentar fue otorgada al Ejecutivo, con

¹⁸⁰ Luz Álvarez, C. (2015) Telecomunicaciones en el Porfiriato. México. PDF. Recuperado el 26 de junio del 2018 de: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4121/20.pdf>

¹⁸¹ Artículo 1. Bases para la reglamentación del servicio de ferrocarriles, telégrafos y teléfonos. (1881) Recuperado el 23 de julio del 2018 de: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4121/20.pdf>

¹⁸² Artículo 5. Bases para la reglamentación del servicio de ferrocarriles, telégrafos y teléfonos. (1881) Recuperado el 23 de julio del 2018 de: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4121/20.pdf>

plena conciencia de que la regulación se haría según la evolución y las necesidades. El marco jurídico en materia de telecomunicaciones de esa época se basó en los convenios y contratos que fueron celebrados entre ministerios y particulares, tal como lo afirma Álvarez (2015). Estos convenios fueron para instalaciones de líneas telegráficas, telefónicas y cables submarinos que permitían la conexión con líneas telegráficas de otros países.¹⁸³

La ‘Época Dorada del Telégrafo’ fue durante el Porfiriato, ya que la Red Telegráfica pasó en este periodo de 8,000 km a más de 40,000 km.¹⁸⁴ El gobierno de Porfirio Díaz tenía plena conciencia de la importancia que representaba el telégrafo al desarrollo nacional, sin embargo, se contaba con un capital limitado para sufragar los gastos de instalación.¹⁸⁵

En lo que se refiere a las comunicaciones telegráficas internacionales, el convenio con *Western Union Telegraph Company* y el Gobierno mexicano fue el más importante contrato celebrado en el año de 1897. En el cual se acordó el uso del alfabeto Morse, se prohibió la prestación de servicios por parte de esas compañías al público y se estableció una tarifa especial a la prensa, además de permitir de forma gratuita el intercambio de telegramas para el servicio meteorológico internacional.¹⁸⁶

Asimismo, en lo que respecta a los cables submarinos durante el porfiriato, Álvarez afirma que:

“Los cables submarinos sirvieron en un inicio para enlazar las líneas telegráficas con el resto del mundo y también para conectar puertos mexicanos entre sí. El gobierno mexicano en 1879 celebró un contrato con la Compañía del Cable Mexicano para la comunicación telegráfica entre EUA, México y Centroamérica. Posteriormente se celebrarían más contratos con otras compañías para el tendido de cables submarinos”.¹⁸⁷

4.2.2 La Telefonía en México

El primer enlace telefónico en la República mexicana se realizó el 13 de marzo de 1878, este se efectuó para comunicar a la población de la delegación Tlalpan con las oficinas de correos de la Ciudad de México. En ese mismo año, el 16 de septiembre se instaló la

¹⁸³ Ibidem 180

¹⁸⁴ Telecomunicaciones de México. (Sin fecha) Semblanza histórica del telégrafo al satélite. P. 5. México. Recuperado el 24 de julio del 2018 de: http://www.telecomm.gob.mx/telecomm/dmdocuments/conocenos_telegrafo_al_satelite.pdf

¹⁸⁵ Ibidem 180

¹⁸⁶ Ibidem 180

¹⁸⁷ Ibidem 180

primera línea telefónica que conectaba al Castillo de Chapultepec con el Palacio Nacional. Como se mencionó con anterioridad, fue en 1881 que el gobierno de Manuel González expidió la ley que establece las bases para la reglamentación del servicio de ferrocarriles, telégrafos y teléfonos, misma que establece a la telefonía como vías generales de comunicación. En la figura 33 se muestra el primer enlace telefónico en México.¹⁸⁸



Figura 33. Primer enlace telefónico en México (1878). Fuente: Sitio Web: <https://www.timetoast.com/>

Debido al desarrollo de la telefonía en el país, surgió un gran interés del sector privado en obtener concesiones para la prestación del servicio telefónico, particularmente de las empresas Compañía Telefónica Mexicana conocida como “La Mexicana” propiedad del grupo corporativo Bell, y de la Empresa de Teléfonos Ericsson, S.A. conocida como “Mexeric”, propiedad de la empresa sueca Aktiebolaget L.M. Ericsson y Co. Fue en 1888 que la empresa La Mexicana obtuvo una concesión para brindar servicio público telefónico. En el año 1903 la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas celebró un contrato con La Mexicana para continuar con la prestación del servicio. Sin embargo, en 1905 la empresa Mexeric obtuvo la concesión de 1903 otorgada a La Mexicana, esto como muestra de que el gobierno mexicano quería evitar la creación de un monopolio en dicho servicio.¹⁸⁹

Con ello, se estableció una competencia entre ambas empresas, lo que generó que mejorarán el servicio, sin embargo, debido que no existía una interconexión entre sí, los usuarios de La Mexicana no podían establecer comunicación con los usuarios de Mexeric. Como lo afirma Álvarez (2015): “Estos contratos serían la regulación propiamente del servicio telefónico”.¹⁹⁰

¹⁸⁸ Ibidem 177

¹⁸⁹ Ibidem 177

¹⁹⁰ Ibidem 180

Las cláusulas del contrato celebrado por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas con José Sitzensatter, muestra la regulación que estableció el gobierno mexicano al servicio telefónico. Las cláusulas son las siguientes:

“Se autoriza la instalación y explotación de una red telefónica en la ciudad de México y demás poblaciones del Distrito federal; las relaciones con el público estarían regidas por reglamentos que la compañía debía someter a la autorización del gobierno; las tarifas del servicio se establecería de común acuerdo entre la compañía y el gobierno; la obligación de prestar el servicio a cualquiera y en igualdad; la prohibición de establecer privilegios y exenciones; la prohibición de cursar telefonemas o despachos escritos; la obligación de que la empresa fuera de nacionalidad mexicana aunque hubiere socios extranjeros; la prohibición de que un gobierno extranjero fuera socio, o se le hipotecara o cediera el contrato o la red, y en caso de violar esta prohibición se entendería nula la operación y perdería los bienes en beneficio de la Nación; sin la aprobación del gobierno no se podría traspasar el contrato; el contrato no implicaba el otorgamiento de un monopolio o exclusividad; la obligación de construir una garantía; obligaciones de cobertura en cuanto a despliegue de red; así como diversos supuestos que ocasionarían la caducidad del contrato o la imposición de sanciones”.¹⁹¹

4.2.3 La Radiotelegrafía en México

A principios del siglo XX surgió la Radiotelegrafía en el país, con la construcción de estaciones en la península de Baja California. Este tipo de comunicación se realizó en México para poder comunicar a las regiones más lejanas del país, debido al costo tan elevado que habría sido invertir en un telégrafo convencional. México participó en la Convención Radiotelegráfica Internacional, que se celebró en Berlín en el año 1906, en la cual fue enviado el General de Brigada José María Pérez. En la Convención Radiotelegráfica Internacional de 1912, celebrada en Londres, México no envió a un representante, sin embargo, si se adhirió a ella, aunque nunca fue ratificada por el Senado.¹⁹²

En consiguiente, las estaciones Radiotelegráficas empezaron a establecerse en el país, para ser utilizada principalmente por radioaficionados. A raíz de ello, el presidente Venustiano Carranza creó un decreto que buscó blindar el servicio de comunicaciones. Este decreto establecía que para poder usar y explotar las estaciones radiotelegráficas, primero se tenía que pedir autorización al Gobierno Federal.

¹⁹¹ Ibidem 180

¹⁹² Ibidem 177

4.3 De la Ley de Comunicaciones Eléctricas a la Ley Federal de Telecomunicaciones

Las radiocomunicaciones nacionales tuvieron dos grandes inconvenientes: saturación e interferencia. Por lo cual el Congreso de la Unión otorgó facultades al presidente Plutarco Elías Calles para expedir la Ley de Comunicaciones Eléctricas en el año 1926. Por lo que, tal y como lo afirma Álvarez: “(...) quedó expresamente conferida la jurisdicción a la Federación, y facultada la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas para determinar la clasificación de estaciones inalámbricas, sus servicios, ubicación y potencia, entre otras”.¹⁹³

En el año 1931 el presidente Ortiz Rubio, expidió la Ley de Vías Generales de Comunicaciones y Medios de Transporte, la cual detalló las modalidades de las comunicaciones y transportes en un solo cuerpo normativo. Sin embargo, un año después fue modificada por el mismo presidente Ortiz, quién con base a las facultades que se le otorgaron por parte del Congreso de la Unión, publicó en el año 1932 la Ley de Vías Generales de Comunicación. De esta Ley se destaca que el presidente Ortiz, estableció como vías de comunicación a las líneas telefónicas, las instalaciones radiotelefónicas y radiotelegráficas. Otro aspecto importante establecido en esta Ley es que las concesiones para las comunicaciones no deben exceder los 50 años. Por otro lado, se estableció que la Secretaría de Comunicaciones tenía la facultad de dictar medidas para evitar interferencias y para determinar los requisitos operativos y clasificación de estaciones inalámbricas.¹⁹⁴

Debido a que la Mexeric y la Mexicana continuaban sin interconectarse entre sí, el presidente Lázaro Cárdenas dio instrucciones al Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas para que este estableciera un plazo no mayor a 15 días para el enlace de sus líneas y de no hacerlo, la Secretaría determinaría las condiciones en las que se establecería la interconexión, sin embargo, esto no sucedió. La Mexeric y la Mexicana eran competidores comerciales, pero también socios accionarios y financieros, por lo que solicitaron una fusión de ambas empresas, misma que fue rechazada por parte de la Secretaría. Ambas empresas presentaron un plan de interconexión en el año 1938, realizando cambios a la numeración de sus suscriptores.¹⁹⁵

Sin embargo, la Ley de Vías Generales de Comunicación del año 1940, estableció la jurisdicción federal y la competencia para la explotación de las comunicaciones nacionales,

¹⁹³ Ibidem 177

¹⁹⁴ Ibidem 177

¹⁹⁵ Ibidem 177

las cuales eran las líneas telefónicas y el espacio aéreo. Otro aspecto importante de esta Ley, como lo afirma Álvarez (2015): “La Ley de Vías generales de Comunicación retoma la prohibición a las empresas de servicio telefónico de utilizar este para telefonemas y despachos escritos”.¹⁹⁶

Asimismo, la Ley de Vías Generales de Comunicación de la década de los 40, retomó la obligación de interconexión a los concesionarios y permisionarios de enlazar sus vías, líneas e instalaciones con el Gobierno Federal, así como con otras empresas, siempre y cuando se cumplieran los requisitos técnicos que garantizaran un servicio eficiente. Estos requisitos técnicos eran verificados por la Secretaría de Comunicaciones. A su vez, esta Ley estableció un sistema de reversión de bienes, que establecía una justa compensación para el Estado en el caso de que existiese un incumplimiento en dicha concesión.¹⁹⁷

La Ley Federal de Radio y Televisión se publicó en el año 1960, en la cual se estableció la figura de las concesiones y permisos para el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, las cuales se utilizaban para la prestación del servicio de televisión abierta y el servicio de radio. Sin embargo, la televisión por cable no era considerada en esta Ley. Debido a esto, no se otorgaron concesiones para dicho servicio a los particulares. El gobierno otorgó concesiones especiales, sin embargo, tenía plena conciencia de que existía un vacío legal importante en lo que respecta a la prestación de servicio de televisión por cable. Fue hasta el año 1979, que se expidió el Reglamento de Servicio de Televisión por cable, más de 10 años después de que se comenzaron a otorgar ciertas concesiones para brindar el servicio.

La Universidad Nacional Autónoma de México fue quién, en el año de 1962, comenzó la investigación espacial. Para poder establecer las comunicaciones vía satélite en nuestro país, México se adhirió a Intelsat, consorcio que brindó a la nación el servicio de comunicación satelital a través de sus transpondedores, siendo los juegos olímpicos del año 1968, el primer evento en ser transmitido por televisión vía satélite a otros países. Debido a la rápida saturación de la Red de Microondas, México solicitó a la *International Telecommunication Union*, la obtención de órbitas satelitales para poner en marcha su propio sistema de comunicación satelital.¹⁹⁸

¹⁹⁶ Ibidem 177

¹⁹⁷ Ibidem 177

¹⁹⁸ Ibidem 177

El Reglamento de Radiocomunicaciones, documento reglamentario de la Ley de Vías Generales de Comunicación, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación en el año 1990. Dicho Reglamento, otorgó a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la facultad de incentivar una competencia efectiva y equitativa en beneficio de los usuarios. Los compromisos internacionales que México adquirió, tales como el Tratado de Libre Comercio, el Acuerdo de Marrakech con la Organización Mundial del Comercio, entre otras, y debido a la corriente de liberalización de la economía mexicana, se necesitaba un cambio en el marco jurídico de las telecomunicaciones, lo que dio como resultado la Ley Federal de Telecomunicaciones de 1995.

La Ley Federal de Telecomunicaciones derogó diversas disposiciones de la Ley de Vías Generales de Comunicación, tal como lo afirma Álvarez (2010). Ya que esta nueva Ley, propuesta por el Ejecutivo en el año 1995, se basaba en un esquema de competencia, con el objetivo de que existan más y mejores servicios. Otra derogación fue, que mientras que, en la Ley de Vías Generales de Comunicación, la concesión de bandas de frecuencias era discrecional, y los permisionarios debían pagar una participación de acuerdo a los ingresos que percibían, en la Ley Federal de Telecomunicaciones se estableció un proceso de licitación y pagar una contraprestación por la concesión. Sin embargo, el hecho más importante que se estableció como resultado de la Ley Federal de Telecomunicaciones, fue la creación de un Órgano Regulador para el desarrollo de las telecomunicaciones nacionales.¹⁹⁹

4.4 Sistema Nacional e-México 2001

Esta iniciativa fue elaborada por el gobierno del expresidente Vicente Fox Quezada, en el año 2001. Este sistema fue pensado para que la mayor parte de la población pudiera tener acceso a las tecnologías de la información, con el fin de intercomunicar a la sociedad entre sí. Otro de los objetivos que se tenían en este sistema, era ser inclusivo con las comunidades marginadas²⁰⁰; pero esto claramente no sucedió, esta iniciativa sólo sirvió para beneficiar a un sector privado y estuvo lejos de beneficiar a las comunidades marginadas.

En esta iniciativa se menciona a la banda ancha en 2 ocasiones, en los siguientes párrafos:

¹⁹⁹ *Ibíd*em 177

²⁰⁰ Presidencia de la República. (2001) Sistema Nacional e-México. México. Recuperado el 1 de julio del 2018 de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/67638/CAP-07.pdf>

“(...) Las redes de información apoyadas en tecnologías de banda ancha de gran capacidad, alta calidad y confiabilidad, con posibilidades de conducir señales de voz, datos y video, son una exigencia del México actual y de un futuro que requiere de esta infraestructura para lograr mayores índices de eficiencia del aparato productivo y mejorar las oportunidades de empleo y bienestar de la población (...)”.

“(...) Derivado de los nuevos servicios que es posible ofrecer a través de Internet y de las redes de banda ancha, se requiere diseñar modelos regulatorios que, al tiempo de adecuarse a las tendencias internacionales, recojan los intereses y las características propias de nuestro país. Además, es conveniente alentar procesos participativos y transparentes en la elaboración 259 SISTEMA NACIONAL e - MEXICO de la regulación, con la contribución de la industria, cámaras y asociaciones, instituciones académicas y usuarios (...)”²⁰¹.

4.5 Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

En el gobierno del expresidente Felipe Calderón Hinojosa, no se contaba con una estrategia que permitiera que se impulsara el desarrollo de las telecomunicaciones de banda ancha en México, no se le dedicó un solo párrafo en este documento. Es importante decir que se tenía pleno conocimiento de la relevancia que iba tomando la banda ancha a nivel mundial, tal y como lo muestra la tabla 6:

Tabla 6. Acceso a Banda Ancha. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Fuente: Sitio Web: pnd.calderon.presidencia.gob.mx

ACCESO A BANDA ANCHA, JUNIO 2006 (Usuarios por cada 100 habitantes)	
Canadá*	22.4
Reino Unido	19.4
E. U.	19.2
Japón	19.0
Francia	17.7
Alemania	15.1
España	13.6
Italia	13.2
Portugal	12.9
Polonia	5.3
México	2.8

²⁰¹ Ibídem 200

Esta tabla contiene datos obtenidos de junio del 2006; en esta se muestra la penetración que tuvo la banda ancha en distintos países del mundo, particularmente en Norte América y parte de Europa. En dicho año en México, sólo el 2.8% de la población tenía acceso a la banda ancha, es decir, aproximadamente 3 de los 110 millones de mexicanos contaban con acceso a esa tecnología. Sin embargo, a pesar del más que obvio rezago, no se realizó propuesta alguna.

4.6 Agenda Digital e-México 2010-2012

En la administración del ex presidente Felipe Calderón Hinojosa, también se presentó la iniciativa Agenda Digital.mx, la cual, al menos en el papel, buscaba inhibir la brecha digital que se tenía en ese tiempo. En dicha iniciativa se contemplaba la: “Creación de nueva infraestructura abierta: Crear infraestructura de banda ancha que abra oportunidades reales para el desarrollo y distribución nacional de contenidos y servicios digitales socialmente relevantes”²⁰², con el propósito de que se posibilitara la transición de México hacia una Sociedad de la Información y el Conocimiento. La figura 34 muestra las líneas de acción a seguir:



Figura 34. Estrategia de la Agenda Digital e-México. Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

²⁰² Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2010) Agenda Digital e-México 2010-2012. Recuperado el 8 de julio del 2018 de: www3.diputados.gob.mx/camara/.../file/Agenda_Digital_e-Mexico_2010-2012.pdf

Otro aspecto importante que se debe resaltar, es que a diferencia del Plan de Desarrollo Nacional del 2007, en el que se obvió completamente realizar alguna propuesta para desarrollar las tecnologías de banda ancha, en este documento se detecta la problemática, la cual fue que: “el país presenta un rezago importante en materia de conectividad, en específico en servicios de banda ancha y en el uso de Internet como herramienta de desarrollo social y gubernamental”²⁰³, además de tener plena conciencia de que:

“El rezago institucional en inversión en infraestructura de conectividad social se traduce en personas y comunidades de zonas marginas y remotas excluidas de las oportunidades y beneficios de los servicios de internet de banda ancha: telemedicina, educación a distancia, formación para la vida y el trabajo, integración a programas de gobierno, etc.”²⁰⁴.

Conocer a fondo la problemática que impide el desarrollo de las telecomunicaciones de banda ancha del país, tiene como resultado que se puedan establecer las líneas de acción que posibiliten el desarrollo de estas. Una de las líneas de acción propuestas en esta iniciativa fue la de: “Redes Estatales, son redes inalámbricas de banda ancha para conectar centros educativos, unidades médicas y oficinas de gobierno”²⁰⁵.

En el 2010, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes invirtió cerca de 1.5 millones de pesos con el objetivo de impulsar que las Redes Estatales, establecidas en las Líneas de Acción de la Agenda Digital, generalizaran los servicios de acceso de banda ancha para contar con servicios de transporte de datos e internet para conectar centros de salud, escuelas, oficinas de gobierno y centros comunitarios digitales. Se tenía pensado que estos servicios sirvieran como puntos de acceso tecnológico para las comunidades marginadas.²⁰⁶

En este capítulo se abordaron los hechos históricos más importantes que dieron origen a las telecomunicaciones de banda ancha en México. Los servicios de banda angosta que se establecieron en el Porfiriato permitieron una comunicación que fue de gran ayuda para el desarrollo del país. Pero conforme fueron pasando los años, México se vio en un estancamiento, tanto en infraestructura, como en el marco jurídico.

²⁰³ Ibidem 202

²⁰⁴ Ibidem 202

²⁰⁵ Ibidem 202

²⁰⁶ Ibidem 202

De este capítulo se concluye que, históricamente ha existido una barrera que impide que los servicios de telecomunicaciones tengan el desarrollo deseado. La preferencia hacia el sector privado extranjero ha sido una constante desde los tiempos de Porfirio Díaz.

En el siguiente capítulo se hará un análisis de mercado nacional e internacional. De este análisis se realizará un diagnóstico de la actualidad de los servicios de banda ancha en México. Esto nos permitirá entrar en contexto sobre la situación en la que se encuentra nuestro país en materia de telecomunicaciones de banda ancha.

Capítulo 5: Mercados de banda ancha: México e internacional

En este capítulo se realizará un análisis comparativo del mercado de banda ancha en México comparado con el mercado internacional. Este análisis tiene como objetivo analizar los países en donde se realizan mejores prácticas de prestación de servicios. México tiene un rezago importante en materia de telecomunicaciones de banda ancha en comparación con países desarrollados, debido a las malas prácticas por parte de las empresas que conforman el oligopolio de telecomunicaciones en el país, los usuarios tienen pocas opciones para la obtención del servicio de banda ancha. En nuestro país se tiene una constante proliferación de fallas que parece estar acompañada de la pasividad por parte del órgano regulador, esto debido a que no se da un seguimiento a las quejas realizadas por los usuarios por el servicio de baja calidad que brindan dichas empresas y no se aplican sanciones equivalentes a las fallas en los servicios brindados.

En México hay dos empresas preponderantes en materia de telecomunicaciones, tales como Grupo Televisa y América Móvil, siendo este último un agente preponderante en las telecomunicaciones y por otro lado Grupo Televisa un agente preponderante en la radiodifusión de acuerdo con la OCDE (2017). El IFT ha tomado medidas asimétricas para poder realizar regulación de las telecomunicaciones en México, una de ellas es la degradación de Telmex y Telnor, asimismo, la obligación por parte de los agentes económicos preponderantes en compartir infraestructura pasiva.²⁰⁷

Los principales servicios que se prestan en México están basados en las siguientes tecnologías: Enlaces de microondas, sistemas satelitales, fibra óptica, telefonía celular y ADSL. Como se mencionó en párrafos anteriores, nuestro país cuenta con pocas opciones en materia de proveedores de servicio, sin embargo, a partir de la Reforma en materia de Telecomunicaciones y Radiodifusión, se buscó el ingreso de nuevas empresas para que exista una competencia que incentive la asequibilidad de los servicios y que todos los usuarios mexicanos tengan acceso a internet de banda ancha de calidad.

A continuación, se realizará un análisis comparativo en las principales tecnologías de banda ancha para la prestación del servicio. El análisis se hará en primer lugar con los servicios de banda ancha con fibra óptica, en la cual se seleccionará al principal proveedor

²⁰⁷ OCDE (2017). Estudio de la OCDE sobre telecomunicaciones y radiodifusión en México 2017. Editions OCDE, Paris. Recuperado el 3 de diciembre del 2018 de: https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/estudio-de-la-ocde-sobre-telecomunicaciones-y-radiodifusion-en-mexico-2017_9789264280656-es#page4

de servicios de los países seleccionados, comparados con los cuatro más grandes proveedores de servicio de banda ancha en México.

Posteriormente, se realizará el análisis comparativo del mercado de banda ancha con telefonía celular en México y el mercado internacional. Después, se realizará el análisis comparativo del mercado de banda ancha satelital, seguido del mercado de banda ancha con enlaces de microondas en México y el mercado internacional. Por último, se analizará el mercado de banda ancha con DSL en México y los países seleccionados. El resultado de los análisis realizados en este capítulo se mostrará de forma gráfica, con lo cual se realizará la comparación de la situación actual de las telecomunicaciones de banda ancha en México y el mercado internacional.

Asimismo, se realizará un estudio de campo el cual tiene como objetivo analizar la opinión que tienen los usuarios mexicanos acerca de las telecomunicaciones de banda ancha en México. Dicho estudio de campo se realizará mediante encuestas realizadas en internet, haciendo uso de la herramienta de cuestionarios en Google.

5.1 Comparación de los servicios de México y el mercado Internacional

5.1.1 Servicios con Fibra Óptica

Como se mencionó en el capítulo 3, la fibra óptica es el medio de transmisión con mayor velocidad en el mercado internacional y nacional. México y los países seleccionados cuentan con grandes proveedores de servicios de banda ancha a través de fibra óptica, por lo que se seleccionará el mayor proveedor en los países seleccionados para este trabajo y se realizará una comparación con las 3 empresas que forman el oligopolio de telecomunicaciones asentado en México. Para el análisis de servicios de fibra óptica acudiremos a realizar una comparación entre el mercado internacional con el mercado mexicano, a fin de observar la situación actual de la banda ancha con fibra óptica en México. A continuación, se muestra una figura en la que se ve gráficamente la forma en la que se brinda dicho servicio:

5.1.1.1 Alemania

En Alemania, más de 227 municipios cuentan con los beneficios de una infraestructura de fibra óptica, donde las velocidades pueden alcanzar hasta los 100 Mbps. Cerca de 240 mil hogares tienen acceso a un internet de alta velocidad, ya que con la infraestructura nueva se pueden obtener los beneficios del Triple-Play, es decir, acceso a

internet de alta velocidad, llamadas telefónicas y televisión. Se estima que las velocidades llegan a los 100 Mbps de descarga, y 40 Mbps de carga.²⁰⁸

Los servicios que se ofrecen en Alemania por parte de la empresa Telekom se muestran en la tabla 7:

Tabla 7. Precio de paquetes Fuente: Adaptado de: <https://www.telekom.de>

Plan	Básico	Intermedio	Plus	Premium
Servicio	16 Mbps	50 Mbps	100 Mbps	250 Mbps
Precio mensual Euro	34.95	39.95	44.95	54.95
Precio mensual M/N	761	870.9	979.9	1197.9

5.1.1.2 Estados Unidos

En Estados Unidos las empresas con mayor presencia en lo que respecta servicios de banda ancha por fibra óptica son AT&T y Frontier. AT&T, empresa preponderante en el sector de telecomunicaciones tiene presencia en la mayor parte del país norteamericano, por lo cual sea ha seleccionado para realizar un análisis comparativo con los proveedores de servicios en México.

Los servicios de AT&T son los siguientes, dónde el precio mostrado a continuación está en dólares, se muestran en la tabla 8:

Tabla 8. Comparación entre planes de servicio de fibra óptica de AT&T. Fuente: Adaptado de: <https://www.att.com>

Paquete	Internet 100	Internet 300	Internet 1000
Servicios	100 Mbps 1000 GB de datos con hasta 10 dispositivos conectados a la vez. Streaming en HD	300 Mbps 1000 GB de datos con hasta 11 dispositivos conectados a la vez. Streaming en HD	1 Gbps GB ilimitados de datos con hasta 12 dispositivos conectados a la vez. Streaming en HD
Precio mensual dólares	50	70	90
Precio mensual M/N	963	1350	1734

²⁰⁸ Telekom. (2019) Internet Access of up to 100 Mbits. Recuperado el 20 de enero del 2018 de: <https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/internet-access-of-up-to-100-mbit-s-558714>

5.1.1.3 Corea

En Corea del Sur, el proveedor SK Broadband brinda servicios por fibra óptica. Brinda servicios de Internet con velocidades de hasta 1 Gbps, lo que quiere decir que es diez veces más rápido que las redes de banda ancha convencional y a precios asequibles cuando se combina con servicios de televisión y telefonía.²⁰⁹ Los servicios por parte de SK son presentados en la tabla 9:

Tabla 9. Precios de paquetes en Corea. Fuente: Sitio web: <http://www.skbbroadband.com>

Plan	Giga Wifi	Smart Direct	Giga Internet Lite	Giga Internet
Servicio	86.7 Mbps	100 Mbps	500 Mbps	1 Gbps
Precio mensual Won	13200	22000	33000	38500
Precio mensual M/N	223	372.27	558.7	651.5

Como podemos observar de la tabla anterior, en Corea se brinda un servicio de internet de alta velocidad a un precio asequible para los usuarios en dicho país, siendo Corea el país líder a nivel mundial en prestación de servicios de banda ancha por fibra óptica, ya que la relación velocidad-precio, se encuentra por encima en comparación con los países que son mencionados en este capítulo.

5.1.1.4 Uruguay

En lo que respecta a Uruguay, Antel es una empresa con presencia alrededor del país. Siendo este un país muy pequeño, Antel es líder de mercado en servicios de banda ancha a través de fibra óptica. Los planes ofrecidos por esta empresa son las siguientes, los cuales son en pesos uruguayos y a su vez, se realizó una conversión a moneda mexicana en la tabla 10:

Tabla 10. Paquetes ofrecidos por Antel. Fuente: Sitio web: www.antel.uy

Plan	Básico	Plus	Premium	Premium Plus
Servicio	10 Mbps	12 Mbps	24 Mbps	30 Mbps
Precio mensual Moneda uruguaya	1105	1470	2100	2500
Precio mensual M/N	544	857	1225	1460

²⁰⁹ SK Broadband. (2019). Servicios de internet por fibra óptica. Recuperado el 23 de enero del 2019 de: <http://www.skbbroadband.com/eng/product/Page.do?retUrl=/eng/product/internet/GigaInternet>

5.1.1.5 Australia

En Australia, uno de los principales proveedores de servicio de banda ancha por fibra óptica es Exetel, que respalda la propuesta por parte del Gobierno australiano, el cual es la NBN, por sus siglas en inglés, es la red de banda ancha en Australia. Esta iniciativa lleva por nombre “Broadband Connect Policy”, el cual tiene como propósito proveer a toda la sociedad australiana de una conexión a internet de alta velocidad. De acuerdo con las publicaciones de la Federación de Servicios para la movilidad y el Consumo (2019):

“La NBN es, posiblemente, la red pública de banda ancha más grande del mundo, proporcionando cobertura a 13 millones de unidades inmobiliarias, doce de ellas usando fibra óptica en su versión FTTP (una especie de FTTH, solo que la acometida llega hasta el punto de distribución más cercano al cliente). A finales de 2013, NBN disponía de 121.000 clientes residenciales activos”.²¹⁰

Los servicios ofrecidos por Exetel se muestran en la tabla 11:

Tabla 11. Paquetes de Exetel. Fuente: Sitio web: <https://www.exetel.com.au>

Plan	Básico Fibre12	Standard Plus50	Premium 100
Servicio	11 Mbps	53 Mbps	82 Mbps
Precio mensual dólares australianos	40	50	70
Precio mensual M/N	545	681	953

5.1.1.6 México

En México las principales opciones para la prestación de servicio de banda ancha por fibra óptica son: Telmex, Totalplay y Axtel. Sin embargo, la opción más recurrida por los usuarios mexicanos es Telmex, empresa preponderante en materia de telecomunicaciones en México. Con el slogan de “Macronet Infinitum”, Telmex oferta los siguientes servicios mostrados en la tabla 12:

²¹⁰ Smcugt (2019). NBN. La red pública de banda ancha de Australia. Recuperado el 30 de enero del 2019 de: <http://www.smcugt.org/noticia/nbn-la-red-publica-de-banda-ancha-de-australia-id-48786.htm>

Tabla 12. Precio de planes Fibra óptica en Telmex. Fuente: Sitio web: telmex.com

Plan	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4	Plan 5	Plan 6
Servicio	10 Mbps Telefonía ilimitada Claro video Claro Drive	20 Mbps Telefonía ilimitada Claro video Claro Drive	30 Mbps Telefonía ilimitada Claro video Claro Drive	50 Mbps Telefonía ilimitada Claro video Claro Drive Hasta 2 líneas telefónicas	100 Mbps Telefonía ilimitada Claro video Claro Drive Hasta 3 líneas telefónicas	200 Mbps Telefonía ilimitada Claro video Claro Drive Hasta 3 líneas telefónicas
Precio mensual M/N	389	435	499	599	999	1499

Totalplay, empresa mexicana miembro de Grupo Salinas, comenzó a tomar gran relevancia a partir de la Reforma en Telecomunicaciones y Radiodifusión (véase capítulo 2). En Febrero de 2019 realizó las siguientes ofertas para la prestación del servicio de banda ancha por fibra óptica, las cuales consistían en ofrecer el doble de megas durante 2 meses con el programa “Navega a velocidad turbo” en la tabla 13:

Tabla 13. Precio en paquetes de banda ancha con fibra óptica. Fuente: Adaptado de: <https://totalplayplanes.mx>

Paquete	Esencial	Básico	Práctico	Familiar	Total	Premium	Sin límite
Servicios	30 (60 Mbps de descarga por 2 meses) 1 línea telefónica	60 (120 Mbps de descarga por 2 meses) 1 línea telefónica	80 (160 Mbps de descarga por 2 meses) 120 canales TV 1 línea telefónica	100 (200 Mbps de descarga por 2 meses) 120 canales TV 1 línea telefónica	200 (400 Mbps de descarga por 2 meses) 120 canales TV 1 línea telefónica	250 (500 Mbps de descarga por 2 meses) 120 canales TV 2 línea telefónica	250 (500 Mbps de descarga por 2 meses) 120 canales TV 2 líneas telefónicas
Precio mensual M/N	509	619	789	929	1179	1429	1749

Axtel es otra de las opciones con las que cuenta el usuario en México, con sus paquetes de Axtel-Extremo, en palabras dichas de la misma empresa, tienen la prueba Speedtest más alta del país. Los servicios ofrecidos por dicha empresa se muestran en la tabla 14:

Tabla 14. Paquetes de Axtel Fuente: Adaptado de: <http://www.axtel.mx>

Paquete	Básico	Normal	Premium
Servicios	35 Mbps 1 línea telefónica	100 Mbps 1 línea telefónica	200 Mbps 1 línea telefónica
Precio mensual M/N	529	650	1489

Por último, tenemos a IZZI, empresa propiedad de Grupo Televisa, que surgió como la unión de la absorción y unión de 3 empresas, las cuales son: Cablemás, Cablecom y Telecable. El 31 de octubre hizo su apertura oficial. Los paquetes ofrecidos se muestran en la tabla 15:

Tabla 15. Servicios de IZI. Fuente: Adaptado de: www.izzi.com

Paquete	izzi 10	izzi 20	izzi 50
Servicios	10 Mbps 100 canales 1 línea telefónica	20 Mbps 150 canales 1 línea telefónica	50 Mbps 150 canales 1 línea telefónica
Precio mensual M/N	520	650	760

Como podemos observar en los precios que se manejan para la prestación del servicio de banda ancha por medio de fibra óptica, Corea es el país con la mejor relación precio/velocidad, ya que un paquete de 100 Mbps tiene un costo total de 372 pesos M/N. Se puede observar que, en comparación con otros países del mundo, México tiene precios competitivos en la prestación del servicio con fibra óptica, sin embargo, el verdadero problema radica en la calidad de servicio, y no en el precio. De acuerdo con datos obtenidos

en el programa *Soy usuario del IFT*, implementado por el Instituto Federal de Telecomunicaciones:

“Total Play lidera las quejas de los usuarios de telecomunicaciones con 19.4% de las inconformidades recibidas en el portal Soy usuario del IFT. (...) Dicho informe estadístico de febrero-abril del 2016, señala que 2 mil 998 quejas enviadas a las compañías, Total Play sumó 583, Telmex 486, (16.2%), Megacable 357 (11.9%) (...) En el anterior informe elaborado por el órgano regulador, que evaluó del 22 de octubre del 2015 al 31 de enero del 2016, Total Play ocupó el tercer sitio de reclamos, siendo Telmex, el primer lugar en quejas durante esos meses”.²¹¹

La proliferación de fallas, aunado a la escasa participación por parte del órgano regulador (IFT) para impartir justicia a los usuarios, han provocado que los servicios de banda ancha en México sean de baja calidad, en comparación con los países del mundo mencionados anteriormente, donde, en caso de existir alguna falta o infracción por parte de los prestadores de servicio de banda ancha, el órgano regulador de cada país hace valer los derechos de cada usuario con multas consecuente a la falla. Esto no es sino consecuencia del marco jurídico que rige a los países mencionados anteriormente, ya que existen leyes que incentivan que los servicios sean asequibles para los usuarios, y a su vez, se incentiva que sean servicios de calidad.

De acuerdo con el Tercer informe Trimestral del IFT del año 2018, “en la adopción de Fibra óptica, México se mantiene por arriba de Canadá y los países latinoamericanos, registrando una penetración de 8 accesos de Banda Ancha Fija por cada 100 hogares al cierre del 1T 2017”.²¹² En la figura 35 se muestra el acceso al servicio de banda ancha a través de fibra óptica en México en el año 2018. Se puede observar que este está muy por debajo del servicio DSL, que registra la mayor parte de los accesos que se tienen en México, sin embargo, el Instituto Federal de Telecomunicaciones informó que se tuvo un crecimiento del 6 % respecto al año anterior en el servicio de banda ancha con fibra óptica.

²¹¹ El Universal. (2016) Total Play lidera quejas de usuarios de telecom: IFT. Recuperado el 1 de febrero del 2019 de: <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/cartera/telecom/2016/06/8/total-play-lidera-quejas-de-usuarios-de-telecom-ift>

²¹² IFT. (2017) Tercer informe trimestral estadístico 2018. Recuperado el 18 de febrero del 2018 de: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/3ite19acc.pdf>

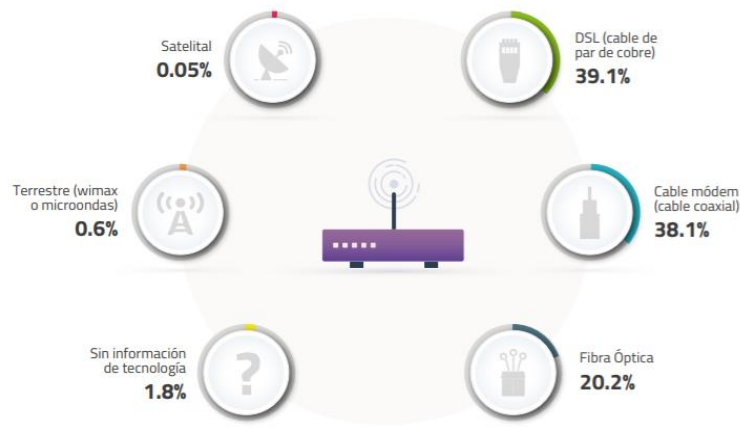


Figura 35. Distribución de accesos de Banda Ancha Fija por tecnología. Fuente: Sitio web: <http://www.ift.org.mx>

Por otro lado, es importante resaltar que México compite a nivel mundial en los precios del servicio de banda ancha con fibra óptica, sin embargo, el país se encuentra rezagado en comparación con otros países en materia de banda ancha fija con fibra óptica. Se constata que existen sectores geográficos en el país en donde en la actualidad no cuentan con infraestructura necesaria para el despliegue de fibra óptica para atender la demanda del servicio. Como se puede observar en la figura 36, comparado con China, México se encuentra por debajo de lo esperado en este contexto:



Figura 36. Penetración de Banda Ancha Fija por cada 100 hogares desagregada por tecnología. Fuente: Adaptado de: <http://www.ift.org.mx>

5.1.2 Servicios de banda ancha sobre telefonía celular

La telefonía móvil ha tenido un crecimiento exponencial en las últimas décadas, y ha sido pieza fundamental para el crecimiento actual en las telecomunicaciones de banda ancha en el mundo. Desde su surgimiento, ha ganado un amplio terreno en los usuarios en el mundo y es que en la actualidad es imposible pensar en un mundo sin telefonía móvil.

5.1.2.1 Alemania

En Alemania el proveedor de servicios más grande en materia de telefonía móvil es Telekom, empresa preponderante de telecomunicaciones en dicho país ofrece los siguientes servicios de prepago se muestran en la tabla 16:

Tabla 16. Planes de T-Mobile. Fuente: Adaptado de: <https://es.prepaid.t-mobile.com>

Paquete	Paga lo que consumes	Prepago simple	T-mobile one prepago
Servicios	30 minutos de llamadas nacionales y 30 mensajes Datos nacionales 4G LTE	Llamadas y mensajes nacionales ilimitados 10 GB de datos nacionales 4G LTE Cobertura en México y Canadá Música ilimitada Llamadas internacionales desde Estados Unidos	Llamadas y mensajes nacionales ilimitados Datos ilimitados nacionales 4G LTE Cobertura en México y Canadá Música ilimitada Llamadas internacionales desde Estados Unidos Optimizador de datos
Precio mensual Euros	3	40	80
Precio mensual M/N	65	870	1741

5.1.2.2 Estados Unidos

En Estados Unidos, la empresa por excelencia es AT&T en materia de telecomunicaciones de banda ancha a través de la telefonía móvil, y cierto es que dicha empresa es una de las pioneras en la telefonía en Estados Unidos, por lo que es la preferida por los usuarios de dicho país. Los servicios más destacados que ofrece se muestran en la tabla 17:

Tabla 17. Planes de AT&T Fuente: Adaptado de: <https://www.att.com/prepaid/>

Paquete	Básico	Medio	Plus	Premium
Servicios	1 GB Los datos no utilizados se transfieren al próximo mes Streaming en HD	8 GB Los datos no utilizados se transfieren al próximo mes Streaming en HD Llamadas y mensajes ilimitados a México y Canadá	GB ilimitados Los datos no utilizados se transfieren al próximo mes Streaming en HD Llamadas y mensajes ilimitados a México y Canadá	GB ilimitados Los datos no utilizados se transfieren al próximo mes Streaming en HD Llamadas y mensajes ilimitados a México y Canadá 10 GB de punto de acceso móvil
Precio mensual dólares	30	40	45	65
Precio mensual M/N	578	771	867	1253

5.1.2.3 Corea

En Corea del Sur, uno de los principales proveedores de servicio de banda ancha a través de la telefonía móvil es KT Corporation con gran presencia alrededor de Asia, KT busca brindar servicios con la mayor tecnología a los usuarios, con gran enfoque hacia la tecnología 5G, dicha empresa cuenta con los siguientes servicios y se muestran en la tabla 18:

Tabla 18. Telefonía móvil con KT. Fuente: Adaptado de: <http://roaming.kt.com>

Paquete	1 día	5 días	10 días	30 días
Servicios	Llamadas y mensajes ilimitados Datos ilimitados	Llamadas y mensajes ilimitados Datos ilimitados	Llamadas y mensajes ilimitados Datos ilimitados	Llamadas y mensajes ilimitados Datos ilimitados
Precio mensual Won	6600	27500	38500	71500
Precio mensual M/N	113	471	659	1224

5.1.2.4 Uruguay

En Uruguay existen 2 empresas preponderantes en materia de telefonía móvil, las cuales son: Antel y Telefónica Movistar. Realizando un breve análisis acerca de los paquetes y servicios ofrecidos por ambas empresas, se realizan mejores ofertas en los servicios por parte de Telefónica Movistar. Dicha empresa de origen español cuenta con una gran cantidad de planes que puedes adquirir, los servicios ofrecidos se muestran en la tabla 19:

Tabla 19. Planes de Movistar en Uruguay Fuente: Adaptado de: <https://www.movistar.com.uy>

Paquete	Plan Gigante 5 GB	Plan Gigante 7 GB	Plan Gigante 10 GB	Plan Gigante 12 GB	Plan Gigante 15 GB	Plan Gigante 18 GB
Servicios	Navegación de hasta 10 GB con saldo. M series y 3 meses de Netflix. Roaming incluido. Redes sociales ilimitadas. Llamadas y SMS ilimitados.	Navegación de hasta 14 GB con saldo. M series y 3 meses de Netflix. Roaming incluido. Redes sociales ilimitadas. Llamadas y SMS ilimitados.	Navegación de hasta 20 GB con saldo. M series y 6 meses de Netflix. Roaming incluido. Redes sociales ilimitadas. Llamadas y SMS ilimitados.	Navegación de hasta 24 GB con saldo. M series y 6 meses de Netflix. Roaming incluido. Redes sociales ilimitadas. Llamadas y SMS ilimitados.	Navegación de hasta 30 GB con saldo. M series y 6 meses de Netflix. Roaming incluido. Redes sociales ilimitadas. Llamadas y SMS ilimitados.	Navegación de hasta 36 GB con saldo. M series y 12 meses de Netflix. Roaming incluido. Redes sociales ilimitadas. Llamadas y SMS ilimitados.
Precio mensual (Moneda Uruguay)	880	990	1290	1490	1690	1890
Precio mensual M/N	520.55	585.62	763	881.38	999.69	1118

5.1.2.5 Australia

De igual manera que el país anterior, en Australia existen 2 principales proveedores de telefonía móvil, los cuales son Telstra y Vodafone, sin embargo, es Telstra la mejor opción con la que cuentan los usuarios australianos, debido a que dicha empresa ofrece mejores paquetes con un precio asequible para los usuarios en Australia, en comparación con la empresa de origen español, Vodafone. Los servicios ofertados por parte de Telstra se muestran en la tabla 20:

Tabla 20. Planes de Telstar Fuente: Adaptado de: <http://www.telstar.au>

Paquete	Plan Gigante 30 GB	Plan Gigante 60 GB	Plan Gigante 90 GB
Servicios	Llamadas nacionales ilimitadas y mensajes ilimitados	Llamadas nacionales ilimitadas y mensajes ilimitados Llamadas internacionales ilimitadas y mensajes ilimitados a 15 números elegidos	Llamadas nacionales ilimitadas y mensajes ilimitados Llamadas internacionales ilimitadas y mensajes ilimitados a 15 números elegidos Roaming internacional con hasta 2 GB con llamadas y mensajes ilimitados con los países de su elección
Precio mensual dólares australianos	49	59	89
Precio mensual M/N	672	809	1120

5.1.2.6 México

México cuenta con 3 proveedores de servicios de telefonía móvil que forman el oligopolio en estos servicios, siendo el primer proveedor Telcel, una empresa mexicana miembro de grupo Carso con cobertura nacional, por otro lado, está AT&T, empresa estadounidense que ha tenido un crecimiento importante a partir de la Reforma en materia de telecomunicaciones y radiodifusión. Y, por último, Telefónica Movistar, empresa de origen español. Los servicios ofrecidos por Telcel se muestran en la tabla 21 y tabla 22:

Tabla 21. Servicios de banda ancha móvil. Telcel. Fuente: Adaptado de: www.telcel.com

Paquete	Max sin límite 1000	Max sin límite 1500	Max sin límite 2000	Max sin límite 3000	Max sin límite 5000
Servicios	Minutos y mensajes ilimitados 1 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas	Minutos y mensajes ilimitados 1.5 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas	Minutos y mensajes ilimitados 1.5 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas	Minutos y mensajes ilimitados 3 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas Claro video	Minutos y mensajes ilimitados 5 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas Claro Video
Precio mensual M/N	199	239	299	399	499

Tabla 22. Servicios de banda ancha móvil. Telcel. Fuente: Adaptado de: www.telcel.com

Paquete	Max sin límite 6000	Max sin límite 6500	Max sin límite 7000	Max sin límite 8000	Max sin límite 12000
Servicios	Minutos y mensajes ilimitados 7 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas	Minutos y mensajes ilimitados 8 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas	Minutos y mensajes ilimitados 10 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas	Minutos y mensajes ilimitados 11 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas	Minutos y mensajes ilimitados 15 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas Claro Video
Precio mensual M/N	599	699	799	899	1299

Por otro lado, AT&T ofrece los siguientes servicios y se muestran en la tabla 23:

Tabla 23. Servicios de AT&T. Fuente: Adaptado de: www.att.com.mx

Paquete	Básico	Intermedio	Grande	Plus
Servicios	Minutos y mensajes ilimitados 2 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas	Minutos y mensajes ilimitados 3 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas	Minutos y mensajes ilimitados 5 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas Uber ilimitado	Minutos y mensajes ilimitados 8 GB para navegar por internet Redes sociales ilimitadas Uber ilimitado
Precio mensual M/N	349	449	549	899

Y, por último, los servicios ofrecidos por parte de Telefónica Movistar se muestran en la tabla 24:

Tabla 24. Planes ofrecidos por Telefónica Movistar. Fuente: Adaptado de: www.movistar.com.mx

Paquete	Plan 300 MB	Plan 500 MB	Plan 1400 MB	Plan 2100 MB	Plan 3000 MB	Plan 4000 MB
Servicios	Llamadas y mensajes ilimitados 200 MB para redes sociales	Llamadas y mensajes ilimitados 1 GB para redes sociales	Llamadas y mensajes ilimitados Redes sociales ilimitadas	Llamadas y mensajes ilimitados Redes sociales ilimitadas	Llamadas y mensajes ilimitados Redes sociales ilimitadas	Llamadas y mensajes ilimitados Redes sociales ilimitadas

	300 MB para navegar por internet Vigencia 3 días	500 MB para navegar por internet Vigencia 7 días	1400 MB para navegar por internet Vigencia 17 días	2100 MB para navegar por internet Vigencia 28 días	3 GB para navegar por internet 1 GB para Netflix y Youtube Vigencia 30 días	4 GB para navegar por internet 2 GB para Netflix y Youtube Vigencia 30 días
Precio mensual M/N	30	50	100	150	200	300

En México, los servicios de banda ancha móvil crecen con un promedio de 80% al año desde el 2010, ya que de acuerdo con datos del IFT (2018), el crecimiento fue de 1.4 a 82.2 millones de líneas del año 2010 al 2017 respectivamente. El mercado de banda ancha móvil es más competitivo a raíz de la Reforma en materia de telecomunicaciones y Radiodifusión, y como muestra es que, en el año 2010, Telcel contaba con participación en el mercado de más del 89%, por otro lado, Telefónica Movistar de poco más del 6% y, por último, Unefon el 5%. A finales del año 2017, la participación de Telcel se redujo a 70%, AT&T de más del 15%, Telefónica Movistar del 13% y, por último, una nueva opción surgió en el mercado, los Operadores Móviles Virtuales (OMV) se quedaron con el 2% del mercado mexicano.²¹³ En la figura 37 se muestra la evolución que ha tenido el mercado de banda ancha móvil del año 2010 al 2017:

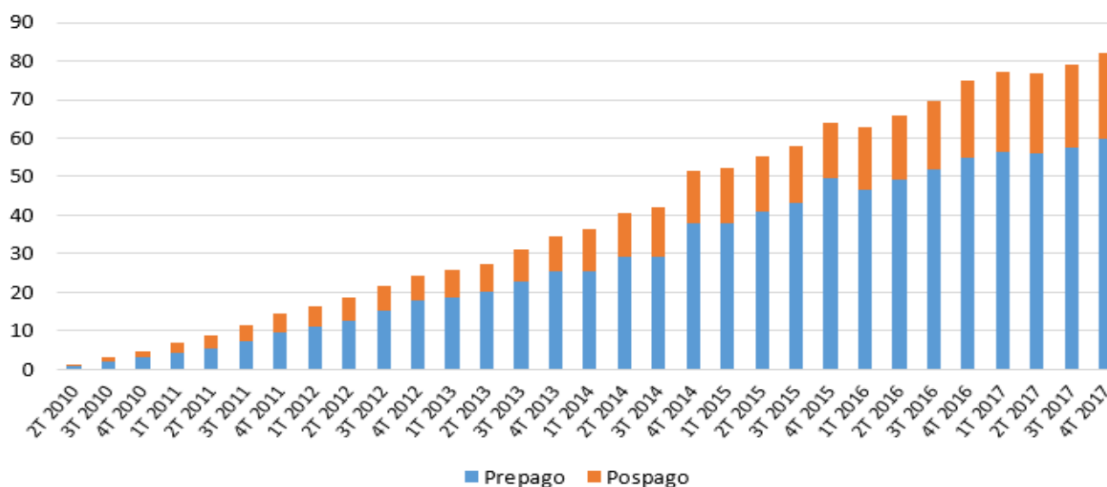


Figura 37. Evolución de las líneas de Banda Ancha Móvil por segmento. Fuente: Sitio web: <http://www.ift.org.mx>

²¹³ IFT (2018). El servicio de Banda Ancha Móvil en México crece a una tasa promedio anual de 80% desde 2010. Recuperado el 28 de febrero del 2019: <http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/el-servicio-de-banda-ancha-movil-en-mexico-crece-una-tasa-promedio-anual-de-80-desde-2010-comunicado-0>

Como podemos observar, en México las 3 empresas preponderantes en materia de telefonía móvil ofrecen planes similares, donde los servicios suelen ser llamadas y mensajes ilimitados tanto en México como en Estados y Canadá, la diferencia entre cada paquete suele ser la cantidad de megas con los que se cuenta para navegar por internet. Se observa que por parte de Telcel, se encontraron más paquetes, asimismo, en cuanto al precio, Telefónica Movistar cuenta con planes asequibles para los usuarios mexicanos. En comparación con proveedores de servicios banda ancha con telefonía móvil se observa que, al igual que con la fibra óptica, los 3 principales proveedores de servicios móviles cuentan con precios competitivos con respecto a proveedores en el mundo, donde Telstar ofrece precios más asequibles en Australia.

5.1.3 Banda ancha satelital

La banda ancha satelital es una de las tecnologías que puede brindar mayor cobertura, en lugares donde se dificulta invertir en infraestructura de fibra óptica debido al costo. La cobertura de la banda ancha satelital depende de la latencia y la velocidad con la que se transmiten los datos. Sin embargo, como se mencionó en el capítulo 3, con los satélites High Throughput, se cuenta con un mayor rendimiento, siendo capaces de brindar internet de súper alta velocidad, independientemente de factores que alteren el servicio, tales como el clima, distancia, etc. De igual forma que en los subcapítulos anteriores, se empleará un análisis comparativo de los mercados de banda ancha internacionales con el mercado mexicano, con el propósito de observar en qué situación se encuentran los servicios de banda ancha satelital en México.

5.1.3.1 Alemania

En Alemania, el proveedor por excelencia en materia de banda ancha satelital es SkyDSL, ya que cuenta con cobertura nacional. SkyDSL es una gran alternativa si el usuario busca tener acceso a internet de banda ancha sin la necesidad de contar con una línea telefónica o en lugares donde no existe infraestructura de fibra óptica o ADSL. Los servicios ofrecidos por dicha empresa se muestran en la tabla 25:

Tabla 25. Servicios ofertados por SkyDSL. Fuente: Adaptado de: <https://www.skydsl.eu>

Paquete	SkyDSL2 + S	SkyDSL2 + FLAT M	SkyDSL2 + FLAT L	SkyDSL2 + FLAT L Premium
Servicios	10 Mbps	20 Mbps	40 Mbps	50 Mbps

	10 GB de datos 1 GB correo electrónico ACM Spot-Beam	10 GB de datos 1 GB correo electrónico Volumen de datos ilimitado ACM Spot-Beam Telefonía VoIP	Datos ilimitados 2 GB correo electrónico Volumen de datos ilimitado ACM Spot-Beam Telefonía VoIP	Datos ilimitados 2 GB correo electrónico Volumen de datos ilimitado ACM Spot-Beam Telefonía VoIP
Precio mensual Euros	19.9	39.9	49.9	53.9
Precio mensual M/N	435	873	1092	1179

5.1.3.2 Estados Unidos

En Estados Unidos, el proveedor de servicios de banda ancha satelital por excelencia es Hughesnet, ya que cuenta con cobertura nacional y siendo miembro de Hughes Communications, es líder en soluciones y líder en la prestación de servicios de banda ancha. Los servicios ofrecidos por HughesNet se muestran en la tabla 26:

Tabla 26. Servicios ofrecidos por HughesNet. Fuente: Adaptado de: www.satelliteinternet.com/hughesnet

Paquete	10 GB Data Plan	20 GB Data Plan	30 GB Data Plan	50 GB Data Plan
Servicios	10 GB para navegar por internet Sin límite de datos 10 Mbps	20 GB para navegar por internet Sin límite de datos 20 Mbps	30 GB para navegar por internet Sin límite de datos 30 Mbps	50 GB para navegar por internet Sin límite de datos 100 Mbps
Precio mensual Dólares	59.99	69.99	99.99	149.99
Precio mensual M/N	1156	1349	1927	2891

5.1.3.3 Japón²¹⁴

Uno de los proveedores de servicio de banda ancha satelital que brinda cobertura en Japón es IPSTAR. Asimismo, brinda precios asequibles a la población japonesa. Dicha empresa ofrece los siguientes servicios y se muestran en la tabla 27:

²¹⁴ Se recurre al uso de datos de Japón, debido a que no se encontraron datos acerca de KT Corporation en Corea.

Tabla 27. Paquetes de IPSTAR en Japón. Fuente: Adaptado de: <http://www.ipstar.com/jp/en>

Paquete	Ipstar Home	Ipstar Flex	Ipstar Dual	Ipstar Pro	Ipstar Biz
Servicios	10 Mbps Datos ilimitados para navegar por internet	20 Mbps Datos ilimitados para navegar por internet	25 Mbps Datos ilimitados para navegar por internet	30 Mbps Datos ilimitados para navegar por internet	40 Mbps Datos ilimitados para navegar por internet
Precio mensual Yenes	5000	6000	10000	12000	15000
Precio mensual M/N	869	1042	1738	2085	2607

5.1.3.4 Colombia²¹⁵

Hughes Net brinda cobertura a algunos países de América del sur, tales como Colombia. Dicho proveedor de servicios de banda ancha satelital ofrece cobertura a lo largo y ancho del país. Los servicios de HughesNet ofrece en Colombia se muestran en la tabla 28:

Tabla 28. Planes de Hughes Net en Colombia. Fuente: Adaptado de: hughesnet.com

Paquete	20 Megas	30 Megas	40 Megas	50 Megas
Servicios	20 Mbps con un total de 60 GB de datos para navegar por internet	30 Mbps con un total de 70 GB de datos para navegar por internet	40 Mbps con un total de 80 GB de datos para navegar por internet	50 Mbps con un total de 100 GB de datos para navegar por internet
Precio mensual Dólares	161.4	206	251	341
Precio mensual M/N	3125	3989	4860	6603

5.1.3.5 Australia

En Australia, uno de los principales proveedores de servicio de banda ancha satelital es proporcionado por SkyMesh. Con el programa Sky Muster, dicha empresa proporciona

²¹⁵ Se recurre al uso de datos de Colombia debido a que no se encontraron datos acerca de banda ancha satelital en Uruguay.

internet de alta velocidad a los usuarios australianos a un precio asequible. Los servicios que ofrece SkyMesh se muestran en la tabla 29:

Tabla 29. Paquetes de internet satelital del programa Sky Muster. Fuente: Adaptado de: skymesh.net.au

Paquete	50 GB	160 GB	185 GB	200 GB	230 GB	260 GB
Servicios	10 GB de datos en cualquier momento 40 GB de consumo pico 12 Mbps	20 GB de datos en cualquier momento 140 GB de consumo pico 12 Mbps	45 GB de datos en cualquier momento 140 GB de consumo pico 12 Mbps	60 GB de datos en cualquier momento 140 GB de consumo pico 12 Mbps	90 GB de datos en cualquier momento 140 GB de consumo pico 12 Mbps	120 GB de datos en cualquier momento 140 GB de consumo pico 12 Mbps
Precio mensual Dólares australianos	39.95	44.95	49.95	59.95	124.95	199.95
Precio mensual M/N	547	615	684	820	1711	2739

5.1.3.6 México

StarGo es uno de los proveedores de banda ancha satelital más importantes en el país, eso se debe a que tiene cobertura en prácticamente toda la nación mexicana. Los servicios que ofrece se muestran en la tabla 30:

Tabla 30. Paquetes banda ancha satelital de StarGo. Fuente: Adaptado de: www.stargomexico.com

Paquete	Paquete 1	Paquete 2	Paquete 3	Paquete 4	Paquete 5
Servicios	1.5 Mbps 20 GB de consumo al mes	3 Mbps 35 GB de consumo al mes	5 Mbps 50 GB de consumo al mes	10 Mbps 100 GB de consumo al mes	20 Mbps 160 GB de consumo al mes
Precio mensual M/N	929	1399	2099	3499	5299

Asimismo, México cuenta con grandes proveedores como HughesNet y Satpro, sin embargo, al no mostrar de forma pública los precios de los paquetes ofertados, estos se omitirán para este análisis comparativo.

De acuerdo con datos de la Distribución de accesos del servicio fijo de acceso a Internet por tecnología del IFT (2018), en México se cuenta con el 0.05% de penetración de acceso a banda ancha satelital, y esto debido a que el precio para el acceso a internet de banda ancha a través de esta tecnología es más elevado en comparación con otras tecnologías de banda ancha como WiMax.

5.1.4 Banda ancha con enlaces de microondas

Los enlaces de microondas son utilizados en zonas donde la infraestructura del cableado de fibra óptica o del cable DSL es insuficiente o inexistente para cubrir la demanda. La tecnología WiMAX, es una buena alternativa para zonas rurales donde se dificulte la inversión en el despliegue de la infraestructura mencionada y a su vez, es una tecnología con menor costo al de la banda ancha satelital.

5.1.4.1 Alemania

En Alemania, el servicio de internet de banda ancha con WiMAX lo ofrece el ISP (Proveedor de servicios de internet, por su siglas en inglés) Televersa. Dicha empresa cuenta con una cobertura de 20,000 km² que brindan servicio a 2 millones de personas en Alemania. Los servicios que Televersa ofrece se muestran en la tabla 31:

Tabla 31. Planes y servicios de Televersa. Fuente: Adaptado de: <http://muniwireless.com>

Paquete	Flying DSL 1000	Flying DSL 2000	Flying DSL 6000
Servicios	1.024 Mbps VoIP Tarifa plana	2.048 Mbps VoIP Tarifa plana	6.144 Mbps VoIP Tarifa plana
Precio mensual Euros	34.9	40.9	59.9
Precio mensual M/N	762	893	1308

5.1.4.2 Estados Unidos

Con el programa “inalámbrico fijo”, AT&T ofrece servicios de banda ancha mediante el uso de WiMAX, ya que este programa está orientado a zonas rurales. Los servicios ofrecidos por dicha empresa se muestran en la tabla 32:

Tabla 32. Planes inalámbricos fijos. Fuente: Adaptado de: <https://www.att.com/internet/fixed-wireless.html>

Paquete	Fixed wireless internet	Fixed wireless internet + Directv
Servicios	10 Mbps Hasta 4 dispositivos conectados a la vez 215 GB de datos	10 Mbps Hasta 4 dispositivos conectados a la vez 215 GB de datos 150 canales de TV
Precio mensual dólares	50	85
Precio mensual M/N	967	1548

5.1.4.3 Corea

KT corporation también es un proveedor de servicios de banda ancha con WiBro. KT es el principal proveedor de banda ancha en el país coreano y cuenta con cobertura completa en todo el país. Los servicios que esta compañía ofrece a los usuarios coreanos se muestran en la tabla 33:

Tabla 33. Planes ofrecidos por KT. Fuente: Adaptado de: <https://product.kt.com>

Plan	Internet 10 GiGa 2.5	Internet 10 GiGa 5	Internet 10 GiGa 10
Servicio	2.5 Gbps 250 GB de datos diarios para navegar por internet	5 Gbps 500 GB de datos diarios para navegar por internet	10 Gbps 500 GB de datos diarios para navegar por internet
Precio mensual Won	44000	60500	88000
Precio mensual M/N	740	1017	1480

5.1.4.4 Bolivia²¹⁶

Uno de los más grandes proveedores de servicio de banda ancha con WiMax en Bolivia es Entel, ya que desde el año 2006, dicha empresa busca brindar cobertura a la mayor cantidad de usuarios bolivianos a través de la tecnología WiMax. Los principales servicios que ofrecen se muestran en la tabla 34:

²¹⁶ Se recurre al uso de datos de Bolivia debido a que no se encontraron datos acerca de banda ancha satelital en Uruguay.

Tabla 34. Planes de entel. Bolivia. Fuente: Adaptado de: <http://www.entel.bo>

Plan	BAI-200	BAI-400	BAI-500	BAI-700	BAI-800	BAI-900
Servicio	256 Kbps	512 Kbps	768 Kbps	1.024 Mbps	1.536 Mbps	2.048 Mbps
Precio mensual Moneda Boliviana	220	450	630	900	1250	1590
Precio mensual M/N	604	1237	1732	2474	3436	4371

5.1.4.5 Australia

En Australia, el principal proveedor de servicios WiMAX es BigAir, ya que es una empresa preponderante en materia de telecomunicaciones inalámbricas fijas. Utilizando la Airspan Network de 5.8 GHz MicroMAX, es capaz de ofrecer un servicio de hasta 30 Mbps.²¹⁷ Los servicios que ofrece BigAir se muestran en la tabla 35:

Tabla 35. Planes de servicios de BigAir WiMAX. Fuente: Sitio web: <https://www.superloop.com/>

Paquete	500 GB	500 GB Plus	Ilimitado	Ilimitado Plus
Servicios	44.4 Mbps con 500 GB de datos para conectar múltiples dispositivos	44.4 Mbps Datos ilimitados para conectar múltiples dispositivos	90 Mbps con 500 GB de datos para conectar múltiples dispositivos	90 Mbps Datos ilimitados para conectar múltiples dispositivos
Precio mensual Dólares australianos	69.95	74.95	79.95	89.95
Precio mensual M/N	956	1024	1093	1230

²¹⁷ ARNET (2017). BigAir delivers WiMAX so Sidney and Melbourne. Recuperado el 14 de marzo del 2019 de: https://www.arnet.com.au/article/190947/bigair_delivers_wimax_sydney_melbourne/

5.1.4.6 México

Uno de los primeros proveedores de servicio de banda ancha con WiMax es Ultrahet, ya que desde el 2008, año en el que tenía cobertura en 14 ciudades de la República Mexicana. En la actualidad cuenta con cobertura nacional²¹⁸, y a través del programa Ultrahet2go, ofrece los siguientes servicios y se muestran en la tabla 36:

Tabla 36. Planes ofrecidos a través de Ultrahet2go. Fuente: Adaptado de: <http://ultrahet.com.mx>

Plan	Ultra 5	Ultra 10	Ultra 20
Servicio	5 Mbps con hasta 2 dispositivos conectados al mismo tiempo	10 Mbps con hasta 5 dispositivos conectados al mismo tiempo	20 Mbps con hasta 8 dispositivos conectados al mismo tiempo
Precio mensual M/N	249	349	649

Como podemos observar en las cifras anteriores, Corea sigue siendo el país en brindar una mayor relación Velocidad/Precio con la tecnología WiBro, que es capaz de alcanzar velocidades de hasta 10 Gbps. Podemos observar que en México el proveedor de servicios de banda ancha Ultrahet tiene servicios con máximo 20 Mbps, lo que, en comparación con Corea, existe una diferencia abismal. Asimismo, en lo que respecta al precio podemos observar que en Alemania se brinda un servicio con mayor precio y menor velocidad de transmisión. En cuanto a la penetración de banda ancha fija móvil, de acuerdo con datos del Tercer Informe Trimestral del 2018 del IFT, México tiene apenas el 0.6% de penetración de banda ancha con enlaces de microondas o WiMax, lo que quiere decir que, por cada 100 hogares en México, 0.6 hogares como promedio cuentan con dicho servicio, tal y como lo muestra la figura 38.

²¹⁸ El Universal (2008). Primera red de WiMax opera ya en México. Recuperado el 20 de marzo del 2019 de: <http://archivo.eluniversal.com.mx/finanzas/63677.html>

TERRESTRE		
	EUA	1
	Argentina	0
	México	0
	Brasil	0
	Canadá	0
	Colombia	0
	Chile	0
	China	0
	Turquía	0

Figura 38. Comparativo internacional de la penetración del servicio fijo de internet. Fuente: Adaptado de: ift.org.mx

5.1.5 ADSL

La tecnología ADSL sigue teniendo vigencia en el mercado mexicano e internacional en materia de telecomunicaciones de banda ancha, sin embargo, ha ido perdiendo terreno. Esto debido a que en la actualidad las tecnologías que brindan una mayor calidad en el servicio, con velocidades de transmisión muy por encima del ADSL comercial son más asequibles. A continuación, se enunciarán los principales proveedores de banda ancha con ADSL en los países internacionales seleccionados, para a su vez realizar un análisis comparativo con los servicios que se brindan en México.

5.1.5.1 Alemania

En Alemania, el principal proveedor de internet con la tecnología ADSL es Vodafone, ya que cuenta con cobertura nacional, además de un gran prestigio en Europa. Dicha empresa de origen español cuenta con las siguientes tarifas en sus servicios y se muestran en la tabla 37:

Tabla 37. Paquetes ofrecidos por Vodafone en Alemania. Fuente: Adaptado de: <https://zuhauseplus.vodafone.de/>

Plan	16 DSL	50 DSL	80 DSL	100 DSL
Servicio	16 Mbps Teléfono fijo	50 Mbps Teléfono fijo	80 Mbps Teléfono fijo	100 Mbps Teléfono fijo
Precio mensual Euros	29.99	34.99	39.99	49.99
Precio mensual M/N	654.49	763.61	872.73	1090

5.1.5.2 Estados Unidos

CenturyLink es uno de los principales proveedores de internet de alta velocidad mediante el uso de la tecnología DSL, ya que cuenta con cobertura en 37 estados en Estados Unidos de América. Las tarifas ofrecidas en los paquetes que ofrece dicha empresa se muestran en la tabla 38:

Tabla 38. Paquetes de CenturyLink. Fuente: Adaptado de: <https://www.centurylink.com/home/bundles/>

Plan	Bundle básico	Bundle Intermedio	Bundle Premium
Servicio	40 Mbps Teléfono fijo Direct TV Select	60 Mbps Teléfono fijo Direct TV Select	80 Mbps Teléfono fijo Direct TV Select premium
Precio mensual Dólares	80	85	120
Precio mensual M/N	1548	1645	2322

5.1.5.3 Corea

KT es el proveedor por excelencia de internet de banda ancha con ADSL en Corea, ya que cuenta con cobertura nacional. Corea es el país que cuenta con el internet DSL de mayor velocidad. Las tarifas en los paquetes ofrecidos por dicha compañía se muestran en la tabla 39:

Tabla 39. Tarifas en servicios de KT Corporation. Fuente: Adaptado de: <https://product.kt.com/wDic>

Plan	Combinado 1	Combinado 2	Combinado 3
Servicio	80 Mbps Teléfono fijo Teléfono de internet	100 Mbps TV Teléfono de internet	100 Mbps TV Teléfono fijo
Precio mensual Won	37000	41000	41000
Precio mensual M/N	630	698.8	698.8

5.1.5.4 Uruguay

El principal proveedor de internet de banda ancha con ADSL en Uruguay es Antel. Con cobertura nacional, dicha empresa brinda las siguientes tarifas en sus servicios:

Tabla 40. Servicios con ADSL en Antel. Fuente: Adaptado: <https://tienda.antel.com.uy>

Plan	Plan básico	Plan internet plus	Plan internet premium
Servicio	3.072 Mbps 350 GB de datos para navegar Modem Wifi gratis	5.012 Mbps 500 GB de datos para navegar Modem Wifi gratis	10.0240 Mbps 700 GB de datos para navegar Modem Wifi gratis
Precio mensual Moneda Uruguay	1060	1400	1850
Precio mensual M/N	606	801.2	1058.84

5.1.5.5 Australia

AustraliaOnline, es uno de los proveedores de internet con DSL en Australia, ya que cuenta con una cobertura nacional. AustraliaOnline brinda estos servicios de acuerdo con el plan nacional de banda ancha que ha implementado el gobierno australiano en los últimos años. Las tarifas de los servicios que ofrece se muestran en la tabla 41:

Tabla 41. Tarifas de AustraliaOnline. Fuente: Adaptado de: <https://www.australiaonline.net.au/services/nbn>

Plan	50 GB	100 GB	Datos ilimitados
Servicio	25 Mbps Llamadas ilimitadas dentro del país 50 GB para navegar por internet	50 Mbps Llamadas ilimitadas dentro del país 100 GB para navegar por internet	100 Mbps Llamadas ilimitadas dentro del país Datos ilimitados para navegar por internet
Precio mensual Moneda ausgraliana	59	79	99
Precio mensual M/N	794	1064	1333

5.1.5.6 México

En México el principal proveedor de servicios de internet de banda ancha con ADSL es Telmex ya que es la empresa preponderante en el país. Cuenta con presencia en toda la República Mexicana, las tarifas en los servicios que ofrece se muestran en la tabla 42:

Tabla 42. Tarifas en los servicios de internet con ADSL. Fuente: Adaptado de: Telmex.com

Plan	Básico	Plus
Servicio	10 Mbps Telefonía ilimitada Claro video Claro Drive	20 Mbps Telefonía ilimitada Claro video Claro Drive
Precio mensual M/N	389	499

Otro de los principales proveedores de internet con ADSL es Izzi. La tarifa en su servicio se muestra en la tabla 43:

Tabla 43. Tarifa en servicio de Izzi. Fuente: Adaptado de: <https://izziprecios.mx>

Plan	Izzi 15
Servicio	15 Mbps Telefonía ilimitada 60 canales
Precio mensual M/N	520

De acuerdo con cifras del IFT (2019): “La penetración del servicio fijo de acceso a Internet fue de 53 accesos por cada 100 hogares”²¹⁹ y como se puede observar en la figura 39, América Móvil (Telmex) cuenta con más del 51.9% de accesos a internet mediante el DSL:

²¹⁹ Ibidem 218

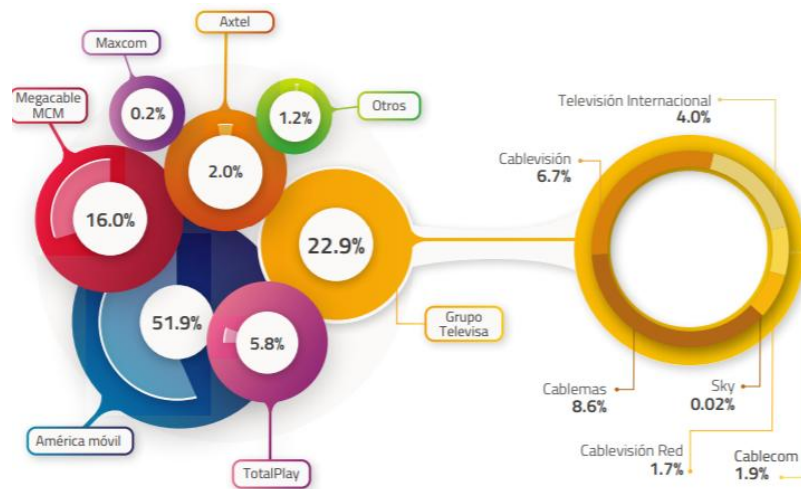


Figura 39. Distribución de mercado del servicio fijo de acceso a Internet por número de accesos. Fuente: Sitio web: <http://www.ift.org.mx>

Asimismo, aunque la tecnología ADSL tiende a desaparecer debido a que cada vez se vuelve más asequible el uso de la fibra óptica para la prestación del servicio de internet de banda ancha, en México la tecnología DSL cuenta con 39.1% de acceso a internet de banda ancha fija.

5.2 Diagnóstico de la actualidad de los servicios de Banda Ancha en México

Una vez obtenidas las tarifas de los servicios de banda ancha en México y en los países seleccionados, se procederá a mostrar de manera gráfica las cifras obtenidas en la investigación que se realizó en los subcapítulos anteriores. Con base en ello, se realizará la comparación de cada servicio mencionado anteriormente para hacer un levantamiento de información, el cual consiste en realizar una investigación acerca de la opinión que tienen los usuarios mexicanos de los servicios de banda ancha se brindan en México. Para ello se realizarán 7 preguntas por cada una de las tecnologías que fueron abordadas en esta tesis.

5.2.1 Comparativa en las tarifas de cada tecnología de banda ancha

La figura 40 muestra la comparación realizada de los servicios de banda ancha con fibra óptica en México comparado con los países seleccionados.

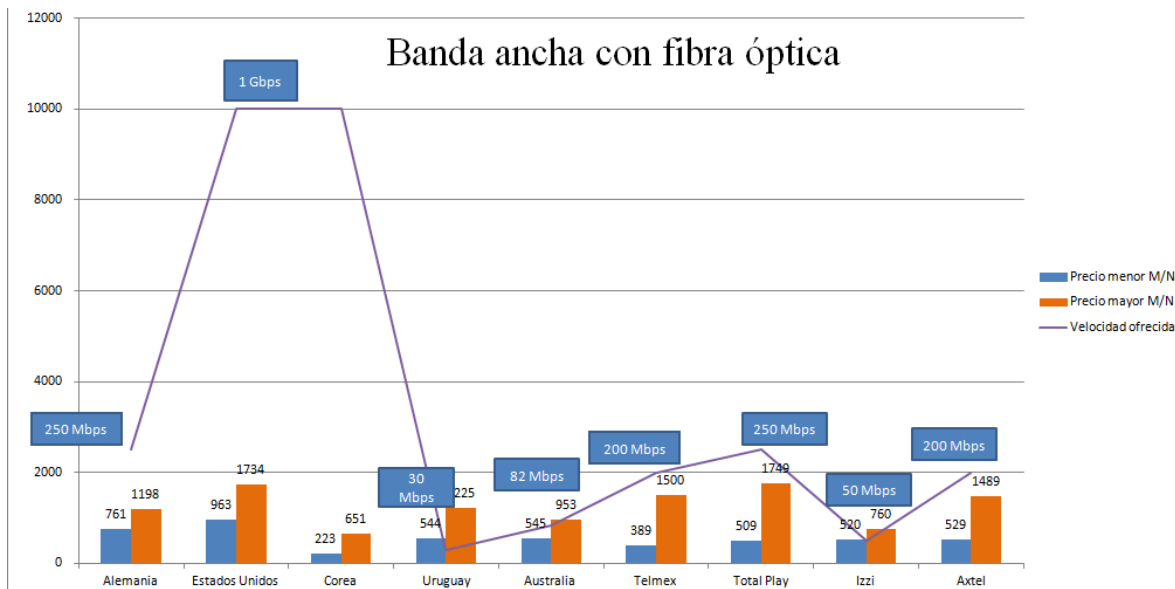


Figura 40. Comparación de las tarifas en los servicios de banda ancha con fibra óptica. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 41 se muestra la comparación de las tarifas en los servicios de banda ancha en la telefonía celular en México en comparación con los países seleccionados:

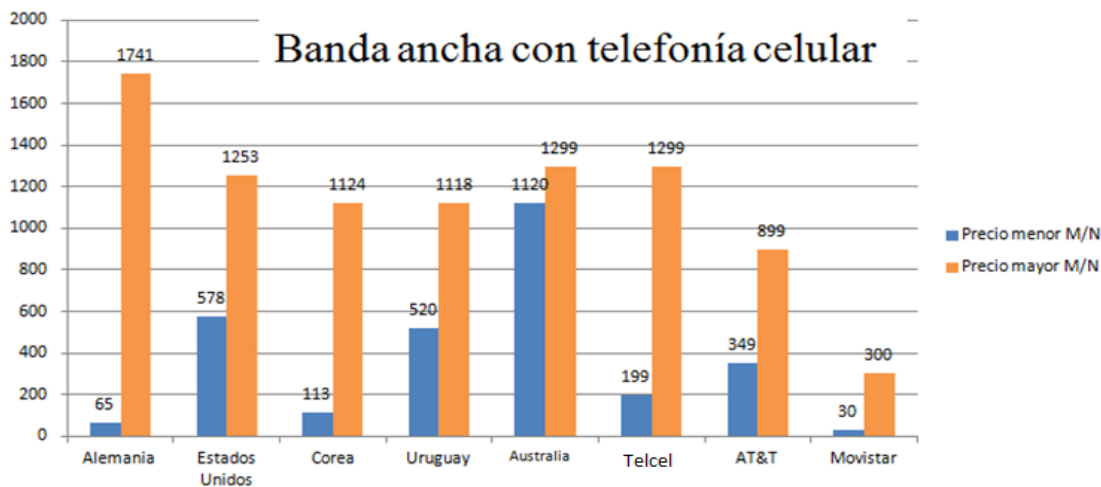


Figura 41. Tarifas en los servicios de banda ancha en la telefonía celular. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, en la figura 42 se muestran las tarifas de los servicios de banda ancha satelital del proveedor en México comparado con los proveedores de los países seleccionados:

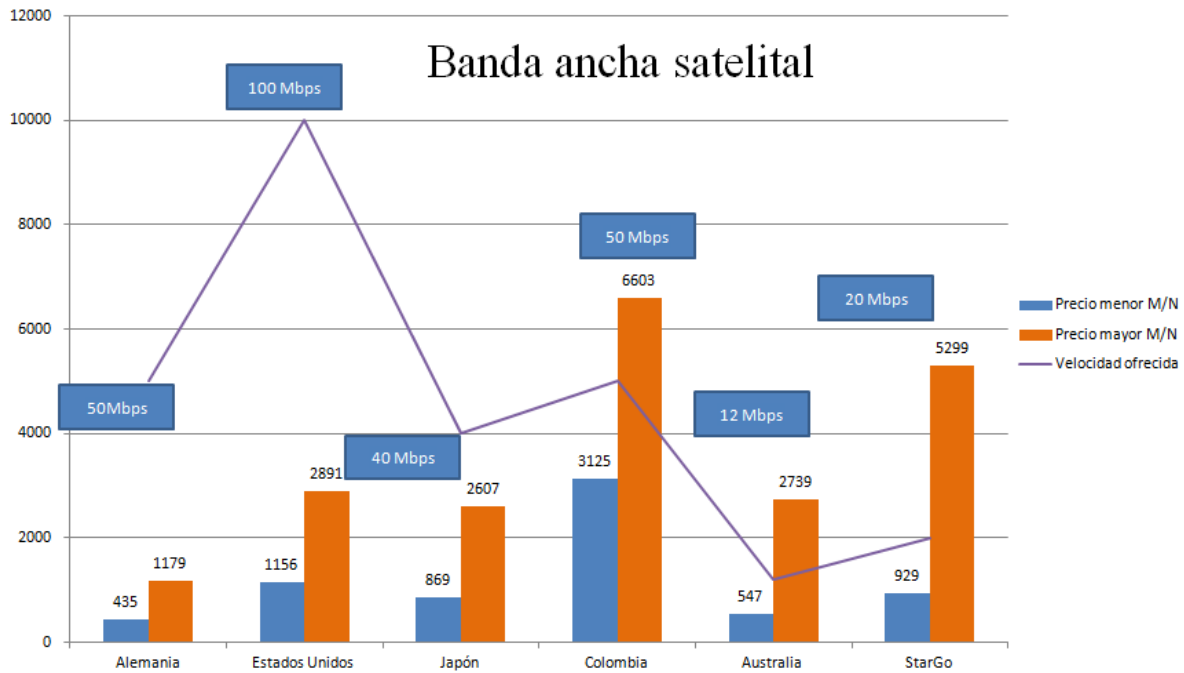


Figura 42. Tarifas en los servicios de banda ancha satelital. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en la figura 43 se muestran las tarifas de los servicios de banda ancha con enlaces de microondas:

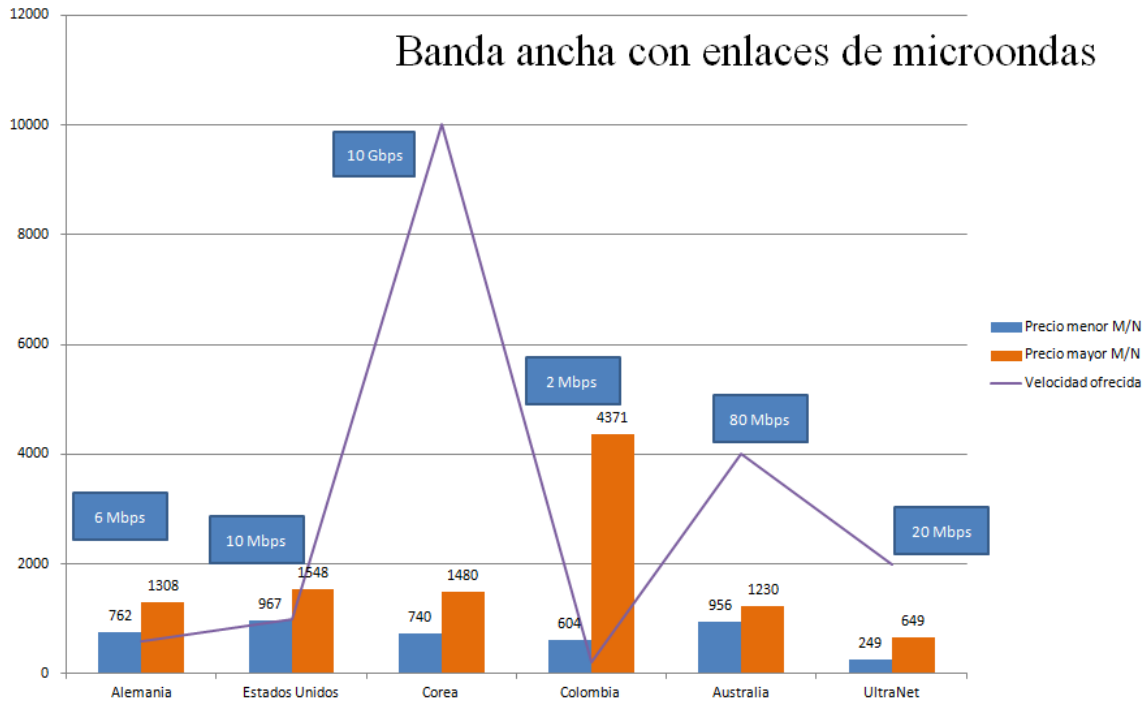


Figura 43. Tarifas en los servicios de banda ancha con enlaces de microondas. Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la figura 44 se muestran las tarifas en los servicios de banda ancha con ADSL:

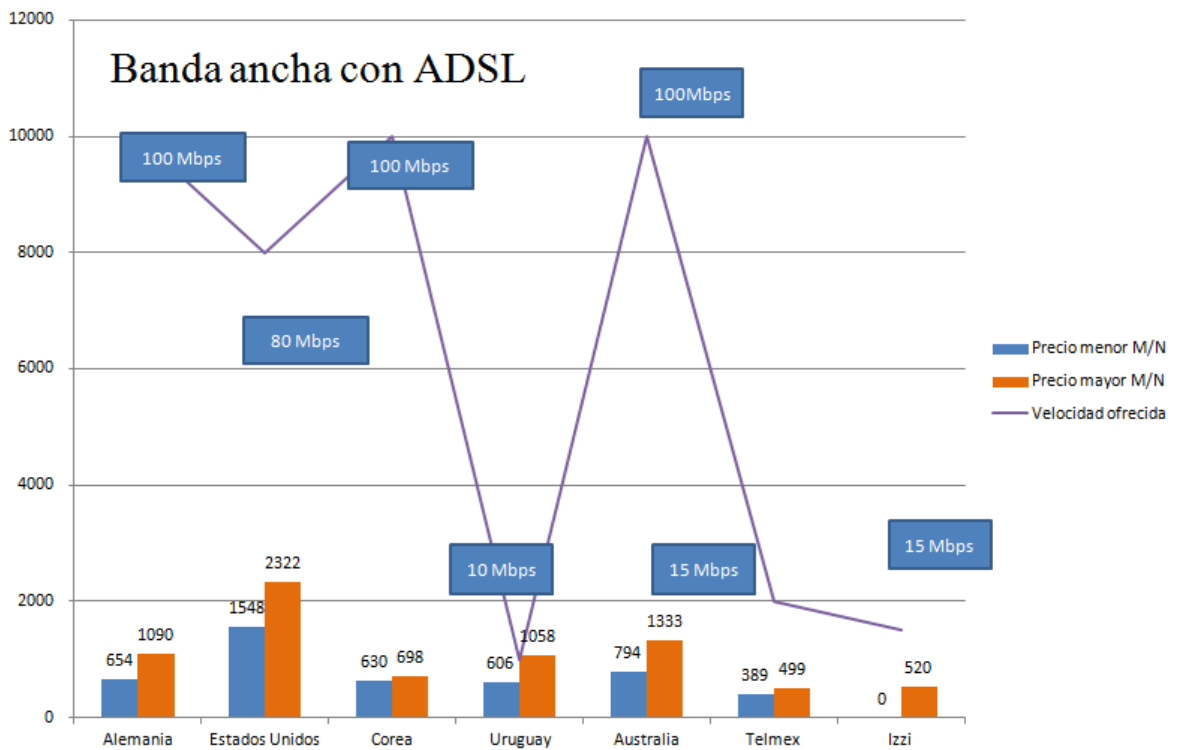


Figura 44. Tarifas en los servicios de banda ancha con ADSL. Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Estudio en campo

El objetivo del presente estudio de campo es conocer la opinión de los usuarios de la Ciudad de México acerca de los servicios que tienen contratados, para que, con base en este sondeo, se puedan realizar una propuesta más sólida que garantice que al usuario se le presten servicios de calidad. En este sondeo de opinión se realizarán una serie de preguntas que nos permitirán conocer cuál es la perspectiva de los usuarios respecto a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha.

Se realizaron 3 encuestas a 100 personas, las cuales son de servicios de banda ancha con fibra óptica, con DSL y de telefonía celular. En el universo de encuestados, no se pudo encontrar a nadie que tuvieran servicios de banda ancha satelital o WiMax. Para ello se hizo uso de encuestas elaboradas en Google, que fueron difundidas al público en general. Se les pidió que contestaran las encuestas de los servicios con los que cuentan, siendo un total de 100 usuarios de telefonía móvil, 73 usuarios con DSL y 27 usuarios con fibra óptica y los resultados son los siguientes:

5.2.2.3 Resultados

- ¿Qué proveedor de servicios de banda ancha móvil vía telefonía celular tienes contratado?

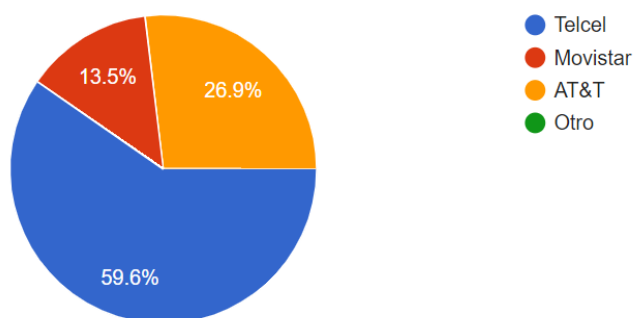


Figura 45. Preferencia de los usuarios en los proveedores de servicios de banda ancha móvil vía telefonía celular. Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la gráfica anterior, Telcel tiene la mayor preferencia entre los usuarios mexicanos que fueron entrevistados, con un total de 59.6% lo que nos indica que es el preponderante en los servicios de banda ancha móvil con telefonía celular.

- ¿Qué proveedor de servicios de banda ancha fija con fibra óptica tienes contratado?

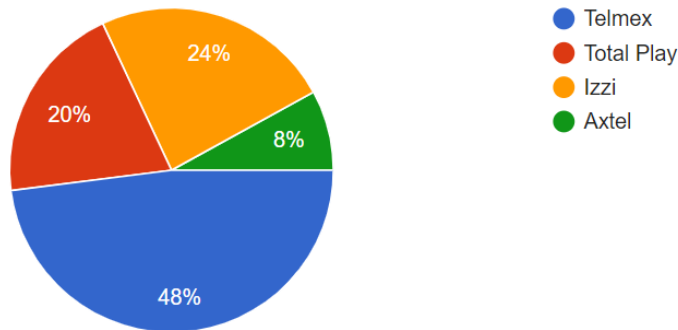


Figura 46. Preferencia de los usuarios en los proveedores de servicios de banda ancha fija con fibra óptica. Fuente: Elaboración propia.

Telmex es la opción elegida por los usuarios mexicanos para la prestación de servicios de banda ancha fija con fibra óptica, ya que como se observa en la gráfica anterior, cuenta con casi la mitad del total de usuarios del presente estudio de campo.

- ¿Qué proveedor de servicios de banda ancha fija con DSL tienes contratado?

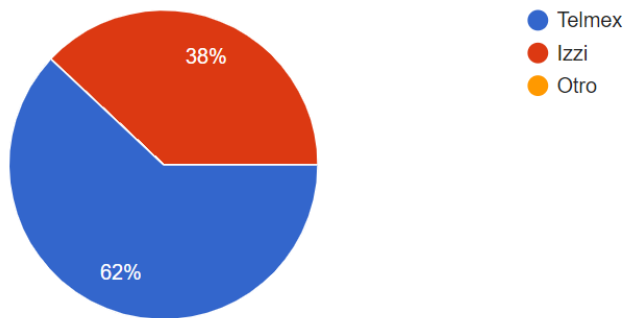


Figura 47. Preferencia de los usuarios en los proveedores de servicios de banda ancha fija con DSL. Fuente: Elaboración propia.

De igual forma que con la fibra óptica, en cuanto a los servicios que se brindan en México de DSL, los usuarios tiene una preferencia hacía Telmex. En consecuencia, Telmex es la empresa preponderante en materia de telecomunicaciones de banda ancha en el país.

- ¿Estás conforme con el servicio que te brinda tu proveedor de servicios?

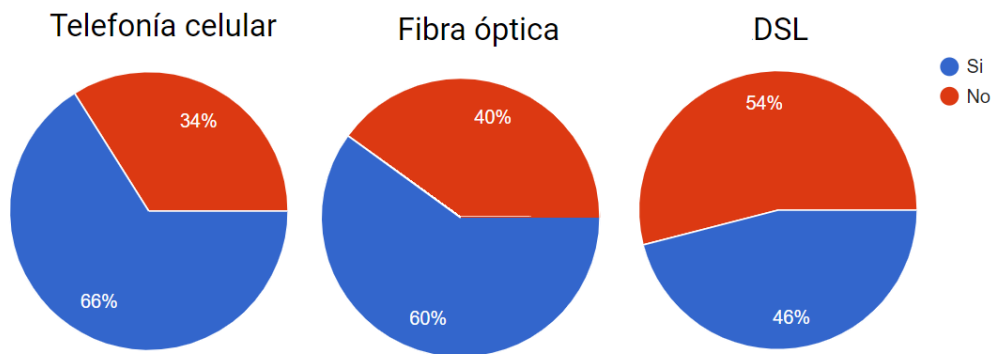


Figura 48. Conformidad con los servicios de banda ancha de los usuarios mexicanos. Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar, existe un gran porcentaje de usuarios que no están conformes con los servicios que se les prestan, esto debido a la proliferación en las fallas que se presentan en los servicios de banda ancha fija y móvil.

- ¿Consideras que la cobertura de tu proveedor de servicios es buena?

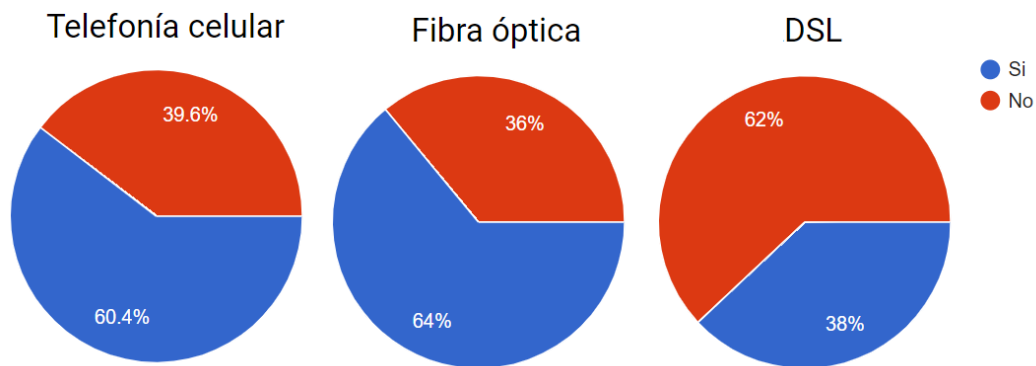


Figura 49. Opinión acerca de la cobertura de los proveedores de servicio de banda ancha en México. Fuente: Elaboración propia.

Cómo podemos observar, un gran porcentaje de los usuarios que fueron encuestados en el estudio de campo opinan que la cobertura no es buena. Esto debido a que, poniendo como ejemplo a la banda ancha con telefonía celular, debido a la falta de infraestructura de telecomunicaciones, hay ciertos sectores en el país que no cuentan con la cobertura necesaria que cubra la demanda de los usuarios. Asimismo, gran parte de los usuarios en el país no tiene acceso a los servicios de banda ancha por dos razones: el precio de instalación es muy elevado o simplemente no existe la infraestructura necesaria para el despliegue de tendidos de fibra óptica que proporcionen un servicio de calidad a un precio asequible. Por

último, los servicios de banda ancha con DSL están limitados por la distancia en la que se encuentra de la central de telefonía del proveedor de servicios.

- ¿Consideras que el precio se equipara con la calidad en el servicio con el que cuentas?

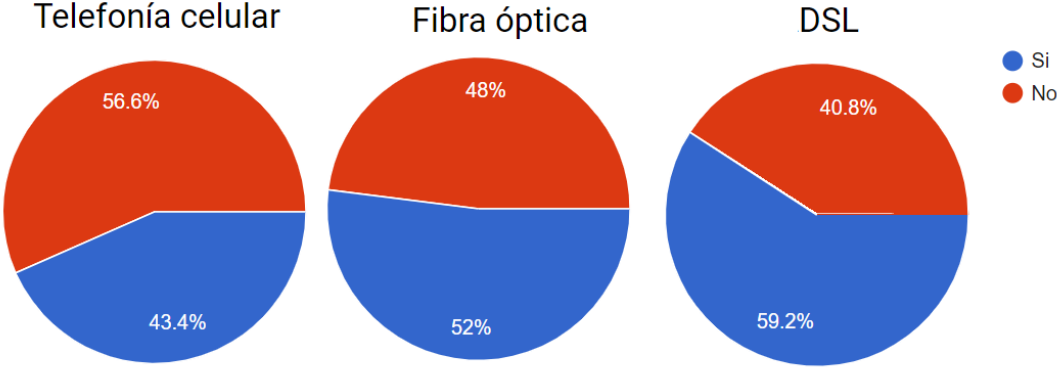


Figura 50. Opinión de los usuarios acerca del precio y la calidad de los servicios de banda ancha. Fuente: Elaboración propia.

Esta opinión es un contraste con la conformidad que presentan los usuarios, ya que podemos observar que ellos consideran que el precio no se equipara con calidad en los servicios de banda ancha. El contraste se presenta en que a pesar de opinar que los servicios son de baja calidad y a un precio elevado, estos se conforman con el servicio que se les presta.

- En caso de una falla, ¿tu proveedor de servicios la atiende de forma eficiente?

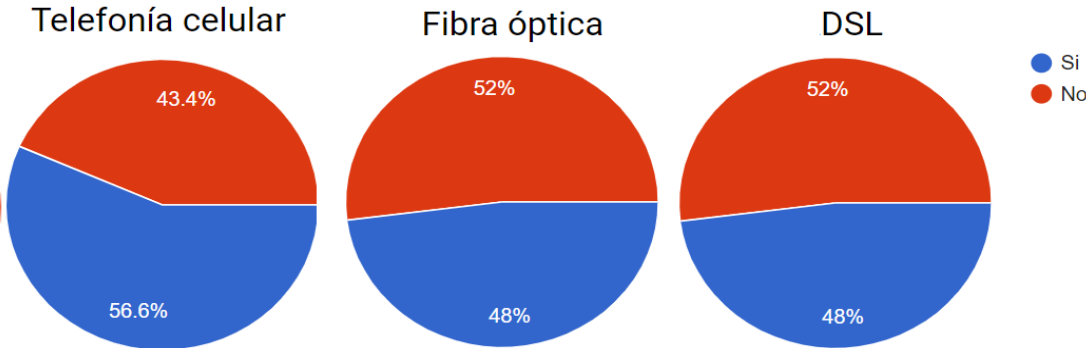


Figura 51. Fallas atendidas por parte de los proveedores de servicios de banda ancha. Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar, en un gran porcentaje de la opinión de los usuarios, se muestra que las quejas no son atendidas de forma eficaz y eficiente. Esto debido a que el marco jurídico con el que se cuenta en la actualidad, permite que los proveedores de servicio de banda ancha no atiendan las fallas presentadas en los servicios que prestan.

- ¿Consideras que la publicidad de tus proveedores de servicio es engañosa y en algunos casos fraudulenta?

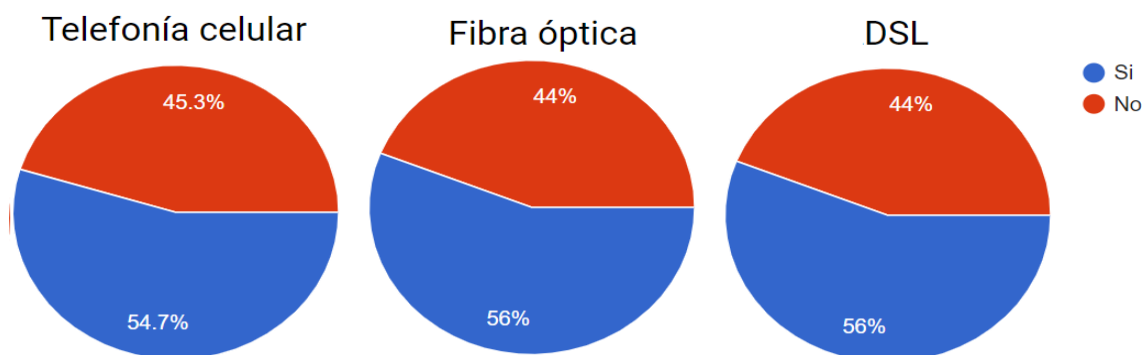


Figura 52. Opinión acerca de la publicidad de los servicios de banda ancha en México. Fuente: Elaboración propia.

La publicidad de los servicios de banda ancha en México es engañosa, ya que los proveedores anuncian servicios que te brindan bajo ciertas restricciones, por ejemplo, en la telefonía celular te ofertan paquetes con el doble de megas o servicios adicionales en la compra de paquetes premium, sin embargo, la información acerca de estos servicios adicionales no es del todo clara. Asimismo, la banda ancha fija también tiene detalles así, ya que algunos proveedores ofertan cierta cantidad de velocidad de transmisión que no es entregada al usuario final.

- ¿Las tarifas de los servicios de tu proveedor de servicio son asequibles?

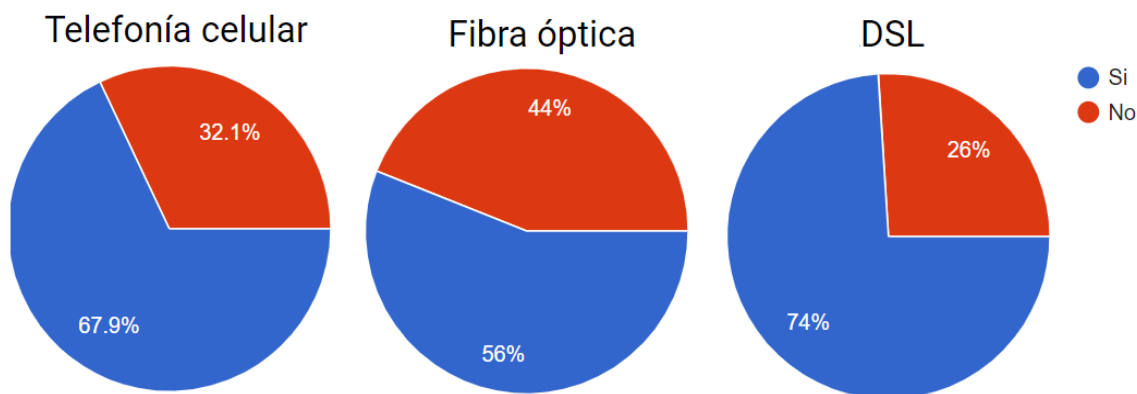


Figura 53. Opinión acerca de las tarifas de los servicios de banda ancha. Fuente: Elaboración propia.

Los usuarios consideran que los servicios de banda ancha que se prestan en México son asequibles, y esto es verdad hasta cierto punto. Como se mencionó en párrafos anteriores, las tarifas de los servicios de banda ancha que se analizaron a lo largo de este capítulo son competitivos comparados con el mercado internacional.

Como podemos observar en la comparación realizada entre el mercado en México y el mercado internacional, las tarifas son competitivas en el país con respecto al mercado internacional, sin embargo, el estudio de campo realizado nos indica que la expectativa de los usuarios mexicanos respecto a dichos servicios es negativa, ya que en los 3 servicios que fueron encuestados los usuarios consideran que el precio no se equipara con calidad en el servicio que se les presta, consideran que la publicidad en las tarifas es engañosa y con un alto porcentaje consideran que en caso de una falla el proveedor de servicios no restablece el servicio de manera eficiente.

Asimismo, esta encuesta nos muestra los contrastes que existe entre la opinión de los usuarios mexicanos, ya que, a pesar de la proliferación en las fallas y la baja calidad, los usuarios muestran conformidad con los servicios que tienen contratados. Este es un detalle preocupante, ya que, los usuarios suelen pasar por alto los factores negativos de los servicios y prefieren no quejarse como es debido. Se intuye que esta conformidad es debido a la falta de proveedores y la baja calidad en el servicio que se brinda.

Este capítulo me permitió conocer la situación en la que se encuentran los servicios de banda ancha en México, la perspectiva de los usuarios y cual son las causas por las cuales los servicios de banda ancha en el país no son asequibles y de calidad para el consumidor. El siguiente capítulo tiene como objetivo una propuesta que busquen plantear una solución a la problemática detectada en este capítulo, dichas propuestas tendrán un enfoque en garantizar que a los usuarios mexicanos se les brinde un servicio de calidad y sobre todo que sea asequible para los usuarios.

Capítulo 6: Propuestas

En el presente capítulo se realizarán la propuesta que den fundamento a la investigación y al análisis comparativo que se realizaron en el capítulo anterior. Dichas propuestas tienen como objetivo dar una opinión acerca de cuáles son los posibles caminos que seguir para que la prestación de servicios de banda ancha en México sea de mayor calidad y a un precio asequible para los usuarios mexicanos.

El estudio de campo que se realizó en el capítulo anterior nos permitió detectar los principales inconvenientes que los usuarios consideran como motivos por los cuales el servicio es de baja calidad. Asimismo, el análisis comparativo nos permitió observar de manera gráfica que tan competitivos son los proveedores de servicios de banda ancha en México en comparación con los proveedores servicios de los países seleccionados. Como se mencionó en el capítulo anterior, las tarifas de los servicios de banda ancha son competitivas en comparación con el mercado internacional, sin embargo. A continuación, se enunciarán las propuestas elaboradas:

6.1 Reforzar la normativa jurídica en materia de telecomunicaciones de banda ancha

La primera propuesta elaborada es reforzar la normativa jurídica con la que se rigen actualmente las telecomunicaciones de banda ancha en el país. En el capítulo 2 llamado “Marco jurídico y políticas públicas”, se detectó que en la vigente normativa en materia de telecomunicaciones de banda ancha no tiene el contenido suficiente que garantice que la prestación de servicios sea de calidad y a un precio asequible. De hecho, en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión se menciona únicamente en siete ocasiones la banda ancha, lo cual dista de ser conveniente para el desarrollo de las telecomunicaciones en el país.

Asimismo, realizar ajustes en el sector jurídico en materia de telecomunicaciones es el primer paso que debe emplearse para el desarrollo de estas. Se proponen realizar una reforma a la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión en la que se contemplen cada una de las tecnologías de banda ancha que se mencionaron en el capítulo 3 llamado “Antecedentes de las telecomunicaciones de banda ancha en México” de esta tesis, ya que en la actual Ley no se consideran los servicios de banda ancha que se ofrecen con dichas tecnologías. Asimismo, definir de manera clara en la Ley Federal de Telecomunicaciones y

Radiodifusión el uso de la banda ancha como método para tener inclusión digital y garantizar el derecho que tienen los usuarios mexicanos al acceso a internet.

Por otro lado, se propone revisar el Plan Nacional de Desarrollo 2019 para establecer puntos que estén orientados a las telecomunicaciones de banda ancha, los cuáles tengan un enfoque en el desarrollo y uso de las tecnologías antes mencionadas. Ya que, el uso de fibra óptica está limitado por la zona geográfica; el uso de banda ancha satelital tiene un precio elevado y la banda ancha con enlaces de microondas no es muy común en el mercado mexicano de telecomunicaciones, por lo que los usuarios mexicanos se ven limitados al uso de ADSL y telefonía celular. Por lo que, es importante implementar políticas públicas que fomenten el uso y el desarrollo de dichas tecnologías, y que los usuarios mexicanos tengan más y mejores opciones a la hora de elegir un proveedor de servicios de banda ancha.

Asimismo, se deben implementar leyes que protejan al usuario en caso de que se presente alguna falla en el servicio que se le brindan. Es una realidad que en el país la proliferación de fallas es una constante en los servicios de banda ancha que se prestan, es por ello por lo que es necesario elaborar leyes y normas que garanticen que el precio que se paga se refleje en la calidad de los servicios. Por otro lado, se necesitan crear políticas públicas que brinden asequibilidad al usuario, para que sean más los usuarios que tengan acceso a estas tecnologías. Posteriormente, se deben establecer normas que garanticen que el órgano regulador penalice a aquellos proveedores de servicio que presenten fallas constantes en los servicios que ofrecen. Tomar esta medida garantizará que los proveedores de servicio mejoren la calidad de los servicios.

Por otro lado, es necesario crear políticas públicas que incentiven la competencia entre los proveedores de servicios de banda ancha en las que los usuarios se beneficien. Para ello es necesario implementar medidas jurídicas por las cuales dichos proveedores se beneficien conjuntamente y a su vez, compitan entre ellos para brindar al usuario mejores ofertas en los servicios de banda ancha. De este modo, al incentivar la competencia entre dichos proveedores, se garantiza que los precios sean asequibles para todos los usuarios en México.

Por último, es imperativo elaborar un reglamento que de sustento a lo antes mencionado, ya que, sin este reglamento, la actual Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión queda como una ley meramente enunciativa. Es por ello por lo que es necesario crear un reglamento que de peso y que garantice que, en caso de caer en

incumplimiento con la normativa jurídica, se tenga una penalización con base a la falla que se presente. Asimismo, se garantizará que se brinde un servicio de calidad y a un precio asequible a los usuarios.

6.2 Incentivar al sector privado en la inversión de infraestructura de telecomunicaciones

Una de las razones por las que los servicios de banda ancha en México no son de calidad es por la falta de cobertura, asimismo, el oligopolio que existe en el sector de telecomunicaciones en el país no cubre la demanda que solicitan los usuarios mexicanos. Es por ello por lo que es necesario invertir en infraestructura de telecomunicaciones para así poder cubrir la demanda existente en la actualidad. Para ello, se propone implementar el programa de infraestructura compartida, el cual consiste en que los proveedores de servicios de banda ancha en el país inviertan conjuntamente en infraestructura, para el uso compartido. Mediante incentivos para la inversión, los proveedores de servicios de banda ancha en México establecerán un mercado más amplio que satisfaga la demanda de dichos servicios.

Con el uso de infraestructura compartida, los proveedores pueden brindar mayor cobertura sin la necesidad de invertir grandes cantidades de dinero, que es la limitante para el despliegue infraestructura de telecomunicaciones. Asimismo, el uso compartido de esta, garantizará que exista una mayor competencia entre dichos proveedores, sin que existan agentes preponderantes en materia de telecomunicaciones de banda ancha.

Para implementar la infraestructura compartida, es necesario que los agentes privados y el gobierno trabajen conjuntamente en elaborar planes de desarrollo en los cuales los objetivos centrales sean brindar un servicio asequible y de mayor calidad. Es por ello por lo que es imprescindible que el órgano regulador funja como guía y establezca las pautas para lograr dichos objetivos.

Implementando la infraestructura compartida, con una inversión conjunta de todos los agentes privados en el sector de telecomunicaciones de banda ancha se podrá desplegar infraestructura en zonas urbanas y de difícil acceso, dando como resultado que la cobertura se mayor, cubrir la demanda actual y se podrá brindar acceso a los usuarios mexicanos a los servicios de banda ancha. Asimismo, mediante la compartición de nueva infraestructura se podrán implementar otras tecnologías de banda ancha las cuales actualmente no tienen

mucha relevancia en el mercado mexicano o que sus precios son muy elevados, tales como la banda ancha satelital, banda ancha con enlaces de fibra óptica y las tecnologías emergentes, como el LiFi y PLC.

6.3 Incentivar en la creación y el apoyo por parte del gobierno en Pyme en el sector de telecomunicaciones que sean lideradas por ingenieros

En México existe un oligopolio en el mercado que dicta las pausas y los caminos a seguir en materia de telecomunicaciones de banda ancha. Dicho oligopolio lejos de intentar brindar un mejor servicio a los usuarios mexicanos, sólo buscan el beneficio propio. Es por ello por lo que una de las propuestas de esta tesis es incentivar al gobierno mexicano en el apoyo a la creación de pequeñas y medianas empresas que busquen competir con las empresas que son preponderantes en el país.

En nuestro país existen universidades formadoras de ingenieros en telecomunicaciones que inculcan a los estudiantes la capacidad necesaria para liderar una empresa que brinde servicios de calidad, sin embargo, para los ingenieros recién egresados les resulta difícil el encontrar las oportunidades necesarias para explotar todo su potencial. Por esta razón, es necesario incentivar la creación de empresas en las que estos profesionistas puedan desarrollar e implementar las tecnologías de banda ancha que brinde servicios de calidad. Para ello es necesario del apoyo por parte del gobierno que brinde apoyo económico y facilidades para que estas empresas tengan oportunidad de ser competentes en el mercado mexicano de telecomunicaciones.

Las empresas que son propuestas en esta tesis deben ser proveedores de servicios ya que, en la actualidad de la industria mexicana, éstas son escasas o no cuentan con el apoyo gubernamental. Es necesario incentivar a los ingenieros en telecomunicaciones en crear y desarrollar empresas que puedan competir a nivel nacional en este sector. Estas empresas surgirían como una nueva alternativa en el mercado para los usuarios mexicanos, por lo cual es importante que cuenten con el sustento económico necesario para afrontar la demanda actual, para ello es imperativo contar con el apoyo por parte del gobierno en fomentar la creación y desarrollo de dichas empresas que incentiven la competencia, calidad y asequibilidad en los servicios de banda ancha que se presten en México.

6.4 Propiciar el seguimiento y rápida rehabilitación de las fallas que presente un servicio de banda ancha

Como se mencionó con anterioridad, una de las principales razones por las que los servicios en México son de baja calidad es la proliferación en las fallas de dichos servicios. Por esta razón, la última propuesta de esta tesis es incentivar a los proveedores de servicios a tener una rápida detección y atención de las fallas que se presenten. Para ello es necesario establecer una forma más eficiente de comunicación entre el proveedor y el usuario, ya que en la actualidad algunos proveedores en México si cuentan con atención al cliente o un área de soporte técnico, sin embargo, la atención no es inmediata, dónde en algunos casos tardan días en atenderla o simplemente la falla no es atendida.

La atención al usuario es fundamental para que el servicio que se brinda sea de calidad, es por ello por lo que es necesario que los proveedores establezcan las medidas necesarias que garanticen la rápida atención de las fallas que se presenten en el servicio. Como se mencionó en el capítulo anterior, una de las medidas tomadas por parte del órgano regulador para realizar un levantamiento de inconformidades por parte del usuario es con el programa *SoyUsuario*, dónde el oligopolio del mercado de telecomunicaciones ha sido duramente criticado por la proliferación en las fallas de sus servicios.

Es necesario brindar seguridad y satisfacción a los usuarios, por ello es vital para que los servicios suban en su calidad, que las fallas se atiendan y se rehabiliten de forma rápida y eficiente. Establecer un canal de comunicación entre los proveedores y los usuarios es fundamental para que se inhiba dicha proliferación en las fallas, asimismo, que la calidad en los servicios suba y que los usuarios se les brinde el servicio de calidad al que tienen derecho.

Las propuestas presentadas en los subcapítulos anteriores son el resultado del análisis e investigación que se realizaron a lo largo de esta tesis. Es fundamental que se pongan en práctica para mejorar los servicios de telecomunicaciones de banda ancha en México. Estas propuestas tiene fundamento en el levantamiento de información que se realizó en el capítulo anterior, dónde se detectaron las diversas opiniones que tienen los usuarios acerca de los servicios que brindan en el país. Asimismo, el análisis comparativo que se realizó con los proveedores de servicios de banda ancha del mercado mexicano comparado con el mercado internacional, nos permitió conocer la situación actual de las telecomunicaciones de banda ancha en México.

Capítulo 7: Conclusión

Como conclusión de la investigación y del análisis comparativo que se llevó a cabo, y derivado de la diagnosis que se realizó como uno de los objetivos de esta tesis, se puede afirmar que las telecomunicaciones de banda ancha en México tienen un alto rezago en comparación con los países seleccionados. Y esto no es sólo en cuanto a tecnología, sino también en el aspecto normativo y sobre todo en materia de calidad de servicios. Es por ello por lo que es necesario que el sector privado trabaje de manera conjunta con el sector público para establecer un Plan de Desarrollo orientado a brindar servicios de calidad y sobre todo que se proporcione asequibilidad para todos los usuarios. De esta manera, se podrá implementar más y mejor infraestructura de telecomunicaciones que cubra la demanda actual. Asimismo, incentivar la competencia entre los proveedores aumentará la calidad de los servicios, ya que esto obligará a estas empresas a mejorar el servicio para tener la preferencia de los usuarios.

Por otro lado, las propuestas realizadas en el capítulo anterior fueron elaboradas como resultado del diagnóstico de la actualidad de los servicios de banda ancha en México del capítulo 5 de “Mercados de banda ancha: México e internacional”, las cuales surgieron del análisis comparativo realizado. Dichas propuestas tienen como objetivo hacer énfasis en la importancia de brindar servicios asequibles y de calidad a los usuarios, donde se debe priorizar el desarrollo de las telecomunicaciones para garantizar que se cubra la demanda en los servicios de manera eficiente. Asimismo, estas propuestas buscan ser un punto de partida para mejorar los servicios de banda ancha en el país, ya que de ser aplicadas en los sectores públicos y privados, se incentivará la asequibilidad de los servicios de banda ancha y se mejorará la calidad en estos.

Se puede afirmar que los objetivos que se plantearon en esta tesis han sido cumplidos, ya que como se mencionó en los párrafos anteriores, realizar la investigación y posteriormente la diagnosis, nos permitió detectar la situación real de las telecomunicaciones de banda ancha en México, para ello se hizo uso del análisis de los aspectos jurídicos de México y los países seleccionados, así como de documentos de planes de desarrollo de las telecomunicaciones de banda ancha en el mercado internacional. Asimismo, el trabajo realizado en esta tesis busca ser el inicio del camino para el desarrollo de las telecomunicaciones en México y en un futuro se pueda contar con servicios de banda ancha de calidad a los que tienen derecho los usuarios mexicanos. Es por ello por lo que elaborar esta tesis me permitió detectar los aspectos jurídicos y tecnológicos en los que se deben trabajar si se desea tener un desarrollo en materia de telecomunicaciones de banda ancha en nuestro país.

Capítulo 8. Recomendaciones

Una vez realizadas las propuestas y la conclusión, el presente capítulo tiene como objetivo enunciar una serie de recomendaciones al órgano regulador, así como al gobierno federal y los proveedores de servicios de banda ancha en México que permitan elaborar planteamientos que sirvan como base para mejorar la calidad en los servicios. Asimismo, se realizará una recomendación a los usuarios para que los servicios de banda ancha que se le brinden se equiparen al precio que pagan. Estas recomendaciones buscan sentar las bases de un mercado más competitivo en el que el objetivo de los proveedores de servicios de banda ancha sea brindar un servicio de calidad a un precio asequible.

8.1 Recomendación para el Instituto Federal de Comunicaciones: Revisión del marco jurídico en materia de telecomunicaciones de banda ancha

Como se mencionó en el capítulo 2 “Marco jurídico y políticas públicas”, en la presente Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión es escasa la información proporcionada acerca de los servicios de banda ancha. Lo cual significa un problema, porque nos indica que no se tiene una normativa sólida en materia de telecomunicaciones de banda ancha. Es importante que el órgano regulador priorice la revisión de la política pública que está establecida en el país, ya que en la actualidad ésta es endeble.

La Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión debe contener mayor información acerca de los servicios de banda ancha a los que los usuarios tienen acceso, asimismo, el órgano regulador debe tomar en cuenta las recomendaciones de la ITU y adaptar dicha información al marco jurídico nacional. Estableciendo estas medidas, se impulsará el desarrollo de las telecomunicaciones de banda ancha en el país, ya que se contaría con una normativa firme que incentive a los proveedores de servicio a mejorar en la calidad de los servicios de banda ancha.

Con un marco jurídico firme y estableciendo políticas públicas que incentiven que los servicios de banda ancha sean asequibles y de calidad para los usuarios, las telecomunicaciones de banda ancha en México se desarrollarán en beneficio de los usuarios mexicanos. El cuidado y protección al usuario debe ser un eje central que debe seguir el órgano regulador a la hora de revisar y modificar el marco jurídico nacional, ya que este no cuenta con el debido respaldo por parte del gobierno, propiciando así que no se garantice el

derecho de los usuarios de recibir un servicio que vaya acorde con la tarifa de los servicios de banda ancha que se le prestan.

8.2 Recomendación para los proveedores de servicios de banda ancha: Revisar la publicidad de las tarifas de los servicios que prestan

Uno de los problemas que se detectó al realizar el estudio de campo es que los usuarios consideran que la publicidad de los servicios es engañosa. Esto debido a que en la publicidad que se maneja en los medios de comunicación no es clara del todo. Este problema también puede ser atribuible al usuario, ya que el contrato que el proveedor de servicios de banda ancha proporciona al usuario detalla las características con el que el servicio cuenta, contrato que en la mayoría de casos, el usuario no lee o hace caso omiso de lo estipulado en los documentos.

En un punto de vista objetivo, los proveedores de servicio no cometen alguna infracción, ni tampoco están incumpliendo el acuerdo que se tiene por los servicios que prestan, sin embargo, estos juegan con la interpretación que los usuarios dan a las ofertas de los servicios de banda ancha. Es necesario que las características que tiene un servicio de banda ancha sean lo más claras posibles, ya que por lo general el usuario no revisa las especificaciones que se establecen en dichos contratos. Razón por la cual, se recomienda que el órgano regulador de telecomunicaciones en México incentive a los proveedores de servicios de banda ancha a dar mayor detalle en las propagandas de los servicios, esto para evitar confusiones. Se debe tomar en cuenta esta recomendación, ya que, de esta forma los usuarios tendrán conocimiento de cuáles son las características de los servicios que tienen contratados. Los proveedores de servicio de banda ancha en México suelen usar un slogan con la frase “Velocidades de hasta...”, que en la interpretación del usuario, afirman que son velocidades fijas.

Asimismo, con la creación de un observatorio de información de los servicios de banda ancha que ofrecen los proveedores de servicio, los usuarios tendrán un fácil acceso a las características con la que cuentan dichos servicios. Con esta medida, la información será más clara para los usuarios, permitiendo que se esclarezcan las dudas que los usuarios tengan acerca de los servicios que contrataron.

8.3 Recomendación para los usuarios mexicanos: En caso de presentar alguna falla o inconveniente en los servicios que tienen contratados, acudir con el proveedor de servicios.

Uno de los resultados obtenidos al realizar el estudio de campo presentado en el capítulo 5 llamado “Mercados de banda ancha, México e internacional” es que a pesar de que los usuarios consideran que el servicio de baja calidad y con una publicidad engañosa, los usuarios sienten cierta conformidad con los servicios que tiene contratados. Este es un gran problema, porque al presentarse una falla, el usuario hace caso omiso, y en la mayoría de los casos, espera a que el servicio se restablezca sin ningún comentario.

Razón por la cual una de las recomendaciones de esta tesis es ultimar al usuario a que en caso de que el servicio con el que cuenta presente alguna falla, realice una queja pertinente con el proveedor de servicios de banda ancha y en caso de ser necesario, con las autoridades pertinentes. Esto es importante debido a que, las quejas realizadas mostrarán a los proveedores de servicios de banda ancha los aspectos que se deben revisar para aumentar la calidad de los servicios. Por otro lado, es importante que los usuarios externen estas quejas con el órgano regulador, esto con el fin de que el IFT establezca medidas que incentiven a los proveedores a proporcionar un mejor servicio. Es importante identificar los sectores en el país donde el servicio tiene una amplia proliferación de fallas, ya que, de esta manera, zonificando estos sectores, los agentes privados y públicos pueden implementar decisiones que permitan que se cubra la demanda actual.

Los usuarios mexicanos tienen un comportamiento conformista, lo cual es imperativo que se inhiba, ya que esto permite a los proveedores de servicios de banda ancha tomen una actitud de indiferencia ante la proliferación de las fallas. Exigir y hacer valer el derecho a recibir un servicio de calidad es necesario para que los servicios de banda ancha puedan establecer un punto de partida de los detalles que deben mejorar para que la calidad de dichos servicios se equipare a las tarifas que existen en la actualidad.

En el presente capítulo se realizaron una serie de recomendaciones a los agentes públicos, agentes privados y a los usuarios en general, que tienen como objetivo impulsar el desarrollo de las telecomunicaciones de banda ancha en el país, tomando en consideración que, para ello, es necesario que esos tres niveles trabajen de manera conjunta.

Referencias

Bibliográficas

- Kennedy, G. (1984). Electronic Communicatiosn Systems. McGraw -Hill. Estados Unidos.
- Tomasi, W. (2003) Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Arizona, Estados Unidos. Pearson Education.
- Murillo; J. (2012). Fundamentos de Radiación y Radiocomunicación. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla
- Jardón, H. (1996) Sistemas de comunicaciones por fibra óptica. Alfa Omega. México.
- Jaramillo, G. (1997) Electricidad y magnetismo. Editorial Trillas. Facultad de Ingeniería, México.

Electrónicas

1. Cámara de Diputados del Honorable Congreso de la Unión. (2014) Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. Recuperado el 4 de junio del 2018, de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5352323&fecha=14/07/2014¹
2. Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones/TIC, ITU. (2013) Recuperado el 6 de junio del 2018, de: <https://www.itu.int/en/wtpf-13/Documents/backgrounder-wtpf-13-broadband-es.pdf>
3. Caballero, J. (1998) Redes de Banda Ancha. P. 239. España: Editorial Marcombo. Recuperado el 3 de julio del 2018 de: <https://books.google.com.mx/books?id=FI-2sZNIcFUC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
3. ARCEP. (2013) Regulador de las comunicaciones electrónicas y postales. Francia. Recuperado el 15 de julio del 2018 de: https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/supplement-rapport-activite-2013-espanol.pdf
4. Álvarez, C. (2010) Diccionario de Derecho de la Información. Tomo I. 3.^a ed. México. PDF. Recuperado el 21 de julio del 2018.
5. Reglamento de Radiocomunicaciones. (2016) ITU Recuperado el 15 de junio del 2018 de: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/1.43.48.es.301.pdf>
6. Real Academia Española. (2014) Diccionario de la lengua española. Recuperado el 7 de junio del 2018 de: <http://dle.rae.es/?id=XhXvJqs>

7. Herrera E. (1998). Introducción a las telecomunicaciones modernas. p. 21. Editorial Limusa. Obtenido el 18 de junio del 2018 de:
https://books.google.com.mx/books?id=UE_Snss9muQC&pg=PA21&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false
8. Sin autor-Instituto de Uruguay* (2017). Sistemas de Comunicación. Clase: Introducción. Recuperado de:
<https://iie.fing.edu.uy/ense/asign/siscom/teorico/clases/clase1.pdf>
9. Telecomunicaciones. Gilberto Díaz. Recuperado el 18 de junio del 2018 de:
<https://sites.google.com/site/evaintroduccion/home>
10. Ibersystems. (2015) Tecnología WiMAX. Recuperado el 4 de julio del 2018 de:
<http://www.ibersystems.es/servicios/instalacion-redes-inalambricas/instalaciones-wimax/tecnologia-wimax/>
11. Antel. (2012) ¿Qué es la Fibra óptica? Recuperado el 5 de julio del 2018 de:
<http://www.antel.com.uy/personas-y-hogares/internet/fibra-optica/que-es-la-fibra-optica>
12. Sin autor. (2015) PLC. Recuperado el 4 de julio del 2018 de:
<http://garciaargos.com/descargas/apuntes/posgrado/Primer-Semestre/SRC/2%20-%20Sistemas%20avanzados/3-PLC.pdf>
13. Ávalos, K. (2011) Red de microondas. Obtenido el 4 de julio del 2018 de:
<https://sites.google.com/site/portafoliokevinavalos/a-portada>
14. Aravena, E. (2013) Desafío de las nuevas tecnologías: Un análisis a Lifi y a otras tecnologías. Universidad Técnica Federico Santa María. PDF. Recuperado el 4 de julio del 2018 de:
http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s13/project/reports/Desafios_de_las_nuevas_tecnologias.pdf
15. Delacour, L. (2009) Red Celular. Recuperado el 4 de julio del 2018 de:
<http://redcelular12b.blogspot.com/2009/03/concepto-y-funcionamiento.html>
16. Sin autor (2017) ¿Qué es el Wibro? Recuperado el 4 de julio del 2018 de:
<http://freewimaxinfo.com/wibro.html>
17. Priestley,S; Baker,C. (2017) Superfast Broadband Coverage in the UK. P 51. Reino Unido. Editorial House of the commons. PDF. Recuperado el 20 de julio del 2018
18. Reforma en materia de telecomunicaciones y competencia económica. (2013) Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 1 de julio del 2018 de:
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5301941&fecha=11/06/2013
19. Artículo 9. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014) Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. Diario Oficial de la Federación. México. Recuperado el 1 de julio del 2018 de:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR_150618.pdf
20. Artículo 15. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014) Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. Diario Oficial de la Federación. México.

- Recuperado el 1 de julio del 2018 de:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR_150618.pdf
21. Artículo 267. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014) Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. Diario Oficial de la Federación. México. Recuperado el 1 de julio del 2018 de:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR_150618.pdf
 22. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1992) Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Diario Oficial de la Federación. México. Obtenido el 8 de agosto del 2018 de:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/130_150618.pdf
 23. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014) Ley Federal de Competencia Económica. Diario Oficial de la Federación. México. Recuperado el 8 de agosto del 2018 de:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFCE_270117.pdf
 24. Presidencia de la República. (2013) Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. México: Presidencia de la República. p. 78. Recuperado el 10 de julio del 2018 de:
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5299465
 25. ¹ Presidencia de la República. (2013) Estrategia Digital Nacional 2013. México. Recuperado el 11 de julio del 2018 de:
<http://cdn.mexicodigital.gob.mx/EstrategiaDigital.pdf>
 26. El congreso de Colombia. (2009) Ley no. 1341. Colombia. Recuperado el 10 de agosto del 2018 de: https://mintic.gov.co/portal/604/articles-8580_PDF_Ley_1341.pdf
 27. Díaz Cerón, Enrique, Graham, Bill, Rodríguez, Martha / Comisión Interamericana de Telecomunicaciones. (2001) Agenda de Conectividad para las Américas. CITELOEA, UIT, PNUD, III Cumbre de las Américas, Agenda de Conectividad para las Américas – Plan de Acción de Quito. PDF. Recuperado el 14 de julio del 2018.
 28. Gobierno de Chile. (2015) Agenda 2020. Chile Digital para todos. Chile. Recuperado el 15 de julio del 2018 de:
<http://www.agendadigital.gob.cl/files/Agenda%20Digital%20Gobierno%20de%20Chile%20-%20Capitulo%202%20-%20Noviembre%202015.pdf>
 29. AGESIC. (2011) Agenda Digital Uruguay. Recuperado el 18 de julio del 2018 de:
https://www.agesic.gub.uy/innovaportal/file/447/1/agesic_agendadigital_2011_2015.pdf
 30. Federal Communications Commission. (2009) Connecting America: National Broadband Plan. Estados Unidos. Recuperado el 18 de julio del 2018 de:
<https://transition.fcc.gov/national-broadband-plan/national-broadband-plan.pdf>
 31. Department of Culture, Media & Sport. (2015) Broadband Delivery UK. Reino Unido. Recuperado el 19 de julio del 2018 de:
<https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attach>

- ment_data/file/418567/UK_Next_Generation_Network_Infrastructure_Deployment_Plan_March_15.pdf
32. Tomasi, W. (2003) Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Arizona, Estados Unidos. Pearson Education. Recuperado el 27 de julio del 2018 de: <https://hellsingge.files.wordpress.com/2014/08/sistemas-de-comunicaciones-electronicas-tomasi-4ta-edicion.pdf>
 33. Basterretche, J. (2007). Dispositivos móviles. Argentina. Recuperado el 10 de octubre del 2018 de : <http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/tfbasterretche.pdf>
 34. Ortega, E. (2010). La telefonía móvil de cuarta generación y Long Term Evolution. Ecuador. Recuperado el 15 de octubre del 2018 de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8369/1/La%20telefon%C3%ADa%20m%C3%B3vil%20de%204ta%20generaci%C3%B3n%20%24G%20y%20long%20term%20evolution.pdf>
 35. Padilla, J.(2008) Comunicaciones móviles. Recuperado el 15 octubre del 2019 de: <http://jpadilla.docentes.upbbga.edu.co/moviles/1%20Intro%20Moviles.pdf>
 36. Rey, E. (1998). Telecomunicaciones móviles. España. Recuperado el 18 de octubre del 2018 de: https://books.google.com.mx/books?id=ztTpTayFeSUC&printsec=frontcover&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
 37. Ortega, M. (2011). La telefonía móvil de cuarta generación 4G y el LTE. Recuperado el 30 de octubre del 2018 de : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8369/1/La%20telefon%C3%ADa%20m%C3%B3vil%20de%204ta%20generaci%C3%B3n%20%24G%20y%20long%20term%20evolution.pdf>
 38. Tecnológico Nacional de México. (2015) Fundamentos de fibra óptica. México. Recuperado el 1 de septiembre del 2018 de: http://www.itlalaguna.edu.mx/academico/carreras/electronica/opteca/optopdf7_archivos/unidad7tema2.pdf
 39. Coordinación de Universidad abierta y educación a distancia. (2017) Fibra óptica. UNAM. México. Recuperado el 1 de septiembre del 2018 de: https://programas.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/869/mod_resource/content/2/fibraoptica_plantilla/index.html
 40. Fiber to the home Conuncil Europe. (2016) FTTH Handbook. Recuperado el 5 de septiembre del 2018 de: http://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/FTTH_Handbook_V7.pdf
 41. Bhadi, S. (2007) Undestaing high throughput satellite (HTS) systems. INTELSAT. Recuperado el 22 de agosto del 2018 de: http://www.intelsat.com/wp-content/uploads/2013/06/HTStechnology_bhartia.pdf
 42. Little, A. (2015) High Throughput Satellites: Delivering future capacity needs. Recuperado el 24 de agosto del 2018 de:

- http://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/ADL_High_Throughput_Satellites-Viewpoint.pdf
43. Ibidem 143
 44. Escudero, J. (Sin año) Servicios de los sistemas de comunicaciones satelitales. España. Recuperado el 10 de octubre del 2018 de:
<http://www.dte.us.es/personal/escudero/docencia/Satelite2.pdf>
 45. Alcudia, A. (2005) Capítulo 2. Descripción general de ADSL. Universidad de las Américas Puebla. México. Recuperado el 27 de agosto del 2018 de:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/alcudia_1_ad/capitulo2.pdf
 46. Escalante, J. (Sin año) Estudio y Diseño de una red ADSL2+. Recuperado el 1 de noviembre del 2018 de:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1235/1/2366.pdf>
 47. Sin autor. (2005) WiMAX. Recuperado el 2 de noviembre del 2018 de:
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11677/fichero/Volumen+1%252F3.-WiMAX.pdf>
 48. Rangel, V. (2009) Modelado de Redes WiMAX. Recuperado el 11 de noviembre del 2018 de: [http://profesores.fi-b.unam.mx/victor/CCNA/Productos/Notas%20de%20Curso/Manual%20de%20la%20Asignatura%20de%20Redes%20Inalambricas%20de%20Banda%20Ancha%20\(Avance%2050%25\).pdf](http://profesores.fi-b.unam.mx/victor/CCNA/Productos/Notas%20de%20Curso/Manual%20de%20la%20Asignatura%20de%20Redes%20Inalambricas%20de%20Banda%20Ancha%20(Avance%2050%25).pdf)
 49. Sin autor. (2006) A fondo: WiBro. Recuperado el 11 de noviembre del 2018 de:
<https://www.domodesk.com/153-a-fondo-wibro.html>
 50. Sin autor (2010). Tecnologías para proporcionar TV móvil. Facultad de Ingeniería UNAM. Recuperado el 11 de noviembre del 2018 de:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/904/A6.pdf?sequence=6>
 51. Sin autor. (2004) Powerline Communication. Recuperado el 15 de noviembre del 2018 de:
<http://www.inspt.utn.edu.ar/academica/carreras/60/bajar/Sistemas.II/Powerline.Communications.pdf>
 52. Serna, V. (2011) Comunicaciones a través de la red eléctrica - PLC. Recuperado el 16 de noviembre del 2018 de: https://www.redeweb.com/_txt/676/62.pdf
 53. Aravena, E. (2013). Un análisis a LiFi y otras tecnologías. Recuperado el 20 de noviembre del 2018 de:
http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s13/project/reports/Desafios_de_las_nuevas_tecnologias.pdf
 54. Combariza, L & Vargas, C. (2015) Redes LiFi. Comunicaciones inalámbricas rápidas y de bajo costo. Bogotá, Colombia. Recuperado el 20 de noviembre del 2018 de: http://www.profamilia.org.co/docs/docs_blog/Articulo%20-%20La%20tecnologia%20Li-Fi.pdf

55. García Benavides, Roberto. (1988) *Hitos de las Comunicaciones y los Transportes en la Historia de México*, México, D.F., p. 144.
56. Luz Álvarez, C. (2015) *Historia de las Telecomunicaciones en México*. Recuperado el 24 de junio del 2018 de:
<https://revistabimensualup.files.wordpress.com/2007/09/d2-historiadelastelecomunicacionesenmxicooriginal1.pdf>
57. *Historia del organismo. Telecomm-Telégrafos*. Recuperado el 24 de junio del 2018 de: http://www.telecomm.net.mx/telecomm/dmdocuments/Historia_Organismo.pdf
58. Luz Álvarez, C. (2015) *Telecomunicaciones en el Porfiriato*. México. PDF. Recuperado el 26 de junio del 2018 de:
<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4121/20.pdf>
59. Artículo 1. *Bases para la reglamentación del servicio de ferrocarriles, telégrafos y teléfonos*. (1881) Recuperado el 23 de julio del 2018 de:
<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4121/20.pdf>
60. Artículo 5. *Bases para la reglamentación del servicio de ferrocarriles, telégrafos y teléfonos*. (1881) Recuperado el 23 de julio del 2018 de:
<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4121/20.pdf>
61. *Telecomunicaciones de México*. (Sin fecha) *Semblanza histórica del telégrafo al satélite*. P. 5. México. Recuperado el 24 de julio del 2018 de:
http://www.telecomm.gob.mx/telecomm/dmdocuments/conocenos_telegrafo_al_satelite.pdf
62. *Presidencia de la República*. (2001) *Sistema Nacional e-México*. México. Recuperado el 1 de julio del 2018 de:
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/67638/CAP-07.pdf>
63. *Ibidem* 200
64. *Secretaría de Comunicaciones y Transportes*. (2010) *Agenda Digital e-México 2010-2012*. Recuperado el 8 de julio del 2018 de:
www3.diputados.gob.mx/camara/.../file/Agenda_Digital_e-Mexico_2010-2012.pdf
65. OCDE (2017). *Estudio de la OCDE sobre telecomunicaciones y radiodifusión en México 2017*. Editions OCDE, Paris. Recuperado el 3 de diciembre del 2018 de:
https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/estudio-de-la-ocde-sobre-telecomunicaciones-y-radiodifusion-en-mexico-2017_9789264280656-es#page4
66. Telekom. (2019) *Internet Access of up to 100 Mbits*. Recuperado el 20 de enero del 2018 de: <https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/internet-access-of-up-to-100-mbit-s-558714>
67. SK Broadband. (2019). *Servicios de internet por fibra óptica*. Recuperado el 23 de enero del 2019 de:
<http://www.skbroadband.com/eng/product/Page.do?retUrl=/eng/product/internet/GigaInternet>

68. Smcugt (2019). NBN. La red pública de banda ancha de Australia. Recuperado el 30 de enero del 2019 de: <http://www.smcugt.org/noticia/nbn-la-red-publica-de-banda-ancha-de-australia-id-48786.htm>
69. El Universal. (2016) Total Play lidera quejas de usuarios de telecom: IFT. Recuperado el 1 de febrero del 2019 de:
<https://www.eluniversal.com.mx/articulo/cartera/telecom/2016/06/8/total-play-lidera-quejas-de-usuarios-de-telecom-ift>
70. IFT. (2017) Tercer informe trimestral estadístico 2018. Recuperado el 18 de febrero del 2018 de:
<http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/3ite19acc.pdf>
71. IFT (2018). El servicio de Banda Ancha Móvil en México crece a una tasa promedio anual de 80% desde 2010. Recuperado el 28 de febrero del 2019:
<http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/el-servicio-de-banda-ancha-movil-en-mexico-crece-una-tasa-promedio-anual-de-80-desde-2010-comunicado-0>
72. ARNET (2017). BigAir delivers WiMAX so Sidney and Melbourne. Recuperado el 14 de marzo del 2019 de:
https://www.arnnet.com.au/article/190947/bigair_delivers_wimax_sydney_melbourne/
73. El Universal (2008). Primera red de WiMax opera ya en México. Recuperado el 20 de marzo del 2019 de: <http://archivo.eluniversal.com.mx/finanzas/63677.html>