

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada



**MODELO DE FACTIBILIDAD PARA AUMENTAR LA
DENSIDAD TELEFONICA EN MEXICO A VEINTE
TELEFONOS POR CADA CIEN HABITANTES**

**TESIS
MAESTRIA EN CIENCIAS**

SALVADOR OJEDA GOMEZ

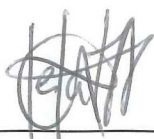
Ensenada, Baja California, Mexico, Octubre de 1998.

TESIS DEFENDIDA POR
SALVADOR OJEDA GÓMEZ
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITE



M.C. Jorge Enrique Preciado Velasco

Director del Comité



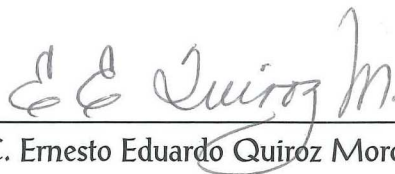
Dr. Arturo Serrano Santoyo

Miembro del Comité



M.C. José Luis Briseño Cervantes

Miembro del Comité



M.C. Ernesto Eduardo Quiroz Morones

Miembro del Comité



Dr. José Luis Medina Monroy

*Jefe del Departamento de Electrónica y
Telecomunicaciones*

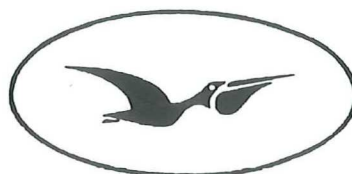


Dr. Federico Graef Ziehl

Director de Estudios de Posgrado

22 de octubre de 1998

**CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA**



CICSE

DIVISION DE FISICA APLICADA

**DEPARTAMENTO DE
ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

**MODELO DE FACTIBILIDAD PARA AUMENTAR LA
DENSIDAD TELEFÓNICA EN MÉXICO A VEINTE
TELÉFONOS POR CADA CIEN HABITANTES**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener
el grado de MAESTRO EN CIENCIAS presenta:

SALVADOR OJEDA GÓMEZ

Ensenada, Baja California, México. Octubre de 1998

RESUMEN de la Tesis de Salvador Ojeda Gómez, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES. Ensenada, Baja California, México. Octubre de 1998.

**MODELO DE FACTIBILIDAD PARA AUMENTAR LA DENSIDAD
TELEFÓNICA EN MÉXICO A VEINTE TELÉFONOS POR CADA CIENTO
HABITANTES**

Resumen aprobado por:



M.C. Jorge E. Preciado Velasco
Director de Tesis

La densidad telefónica es un indicador que representa la penetración del servicio telefónico en un país y se expresa en número de líneas telefónicas principales por cada 100 habitantes. A medida que nos acercamos al final del siglo XX, sigue existiendo en todo el mundo una disparidad considerable en el acceso a las telecomunicaciones desde niveles de 0.07 hasta 99 teléfonos por cada cien habitantes en Camboya y Mónaco, respectivamente, lo cual indica las grandes variaciones del desarrollo de las telecomunicaciones en el mundo. Con objeto de acelerar la expansión de redes de telecomunicaciones en Latinoamérica, la Unión Internacional de Telecomunicaciones recomendó a estos países alcanzar una densidad telefónica de veinte teléfonos por cada cien habitantes al principio del siguiente milenio, así como proveer de servicio telefónico en áreas rurales y urbanas poco privilegiadas aprovechando las ventajas de tecnologías recientes de telecomunicaciones. Como consecuencia de lo anterior, *el Plan de Desarrollo del Sector de Comunicaciones y Transportes 1995-2000* de México contempla una serie de objetivos para lograr una mayor cobertura y penetración del servicio telefónico que permita aumentar la productividad de la economía y brindar mayores oportunidades de desarrollo en el país.

El objetivo principal del presente trabajo consiste en obtener un modelo de estimación de la densidad telefónica para los próximos años como resultado de la apertura a la competencia de servicios de telecomunicaciones que se está presentando en México y que permitirá la introducción de tecnologías inalámbrica y satelital para la oferta de servicios a un mayor número de usuarios.

Para el desarrollo del modelo de estimación se analizaron las condiciones operativas en las que se están desarrollando actualmente las telecomunicaciones en México con objeto de identificar los principales factores que tienen impacto en el crecimiento telefónico. A partir de los diversos factores tecnológicos, regulatorios, financieros y sociales se generaron diversos escenarios de operación para estimar la densidad telefónica que podría alcanzarse bajo diferentes condiciones operativas y de servicios y determinar si será posible cumplir la meta de veinte teléfonos por cada cien habitantes. Finalmente, como una visión al futuro se plantea un concepto diferente de densidad telefónica dado el continuo avance tecnológico y variedad de servicios de telecomunicaciones.

Palabras clave: *Telefonía, Interconexión, Redes públicas de telecomunicaciones, voz sobre IP*

ABSTRACT of the Thesis of Salvador Ojeda Gómez, presented as a partial requirement to obtain the MASTER IN SCIENCES degree in ELECTRONICS AND TELECOMUNICATIONS. Ensenada, Baja California, México. October 1998.

FACTIBILITY MODEL TO INCREASE THE TELEPHONE DENSITY IN MEXICO TO TWENTY TELEPHONES PER HUNDRED POPULATION

Telephone density is an indicator in the telecommunications area that represents penetration of the telephone services in a country. This indicator is expressed by the number of available telephone lines for each one hundred people.

For different countries the number of telephone lines range from 0.07 for Cambodia and 99 for Monaco. This indicates the huge variations in the telecommunications development on the world. To promote the expansion of telecommunications networks on Latin America, the International Telecommunications Union (ITU) recommended to the Latin American countries to reach a telephone density to twenty lines for each one hundred people at the beginning of the next century as well as provide more telephone services to rural and suburban areas taking advantage of the development of telecommunications technologies. The Mexican *Plan de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes 1995-2000* considered the ITU recommendations to achieve a greater coverage and penetration of telephone services that allow to increase the productivity and to offer more chances of development in the Mexican country.

The main purpose of this thesis is to obtain an estimation model of telephone density for the next five years. The Mexican telephone density is changing as a result of the opening process to free competition on telecommunications services that is accomplishing in Mexico and will allow the introduction of wireless and satellite technologies for the supply of services to a greater number of users.

For the development of the estimation model it was necessary to analyze the actual operating conditions of Mexican telecommunications with the purpose of identifying the main factors that impact the telephone growth. From diverse technological, regulatory, financial and social factors, several operating scenarios were generated to estimate the telephone density that could be reached under different operating and services conditions. Results obtained by the model help to determine if it will be possible to fulfill the twenty telephones per hundred population goal. Finally, as a future perspective a different concept of telephone density is presented due to the steady technological advance and variety of telecommunications services.

Keywords: *Telephony, Interconnection, Public telecommunication networks, voice over IP*

DEDICATORIA

A **Dios**, por darme la oportunidad de vivir, superarme y descubrir tantas cosas valiosas.

A mis padres,

Ing. Rafael Ojeda Salazar
Sra. Dora Ma. Gómez de Ojeda

por ser unos padres ejemplares, por sus enseñanzas y brindarme su apoyo incondicional para lograr cada una de mis metas.

A mi hermana **Julieta**,

*por su sensibilidad y muestras de cariño y apoyo en todo momento.
por su dedicación y carácter en las situaciones difíciles durante mi ausencia.
por ser lo más valioso de mi familia.*

A mi novia **Isabel** con todo mi amor,

*por su dulzura, comprensión y paciencia.
por ser mi gran compañera en los buenos y malos momentos.
por su apoyo incondicional y sacrificio para el cumplimiento de esta meta.
por ser la mujer que amo.*

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis y amigo **Dr. Arturo Serrano Santoyo**, por la confianza depositada en mi persona y su valioso apoyo para la realización de este trabajo.

A mi tutor y amigo **M.C. Jorge E. Preciado Velasco**, por su apoyo desinteresado en la co-dirección del trabajo de tesis.

A los miembros del comité de tesis, **M.C. Ernesto Quiroz Morones** y **M.C. José Luis Briseño Cervantes** por sus valiosas aportaciones y comentarios para el desarrollo de la tesis.

A todo el personal de **Praxis Telecom S.A. de C.V.**, por todo el apoyo y atenciones brindadas, su amistad y generosidad.

Al Coordinador del Posgrado en Electrónica y Telecomunicaciones, **M.C. Ricardo Chávez**, por todo el apoyo material recibido para la presentación y defensa de la tesis.

A mis **compañeros y amigos de generación** por todas las experiencias que compartimos los dos años de estancia en el Centro de Investigación.

Al **CICESE** por la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** por el financiamiento otorgado.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCIÓN	1
I.1 Antecedentes	1
I.2 Planteamiento del problema	2
I.3 Objetivos	4
I.4 Organización del trabajo	5
II. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN MÉXICO	9
II.1 Antecedentes	9
II.2 Apertura a la competencia de los servicios de larga distancia	11
II.2.1 Descripción de algunos concesionarios de larga distancia	12
II.2.1.1 Telmex	13
II.2.1.2 Alestra	14
II.2.1.3 Avantel	15
II.2.1.4 Miditel	16
II.2.1.5 Bestel	17
II.2.1.6 Marcatel	18
II.2.1.7 Protel	19
II.2.2 Impacto de la apertura a la competencia en servicios de larga distancia	20
II.3 Apertura a la competencia de los servicios de telefonía local	22
II.3.1 Reglas del servicio local	23
II.3.2 Subasta del espectro radioeléctrico para el acceso inalámbrico fijo y móvil	24
II.4 Concesionarios de telefonía pública	25
II.5 Telefonía rural	27
II.6 Privatización de los satélites mexicanos	28
II.7 Comunicaciones móviles a través de satélites en órbitas bajas (LEOs)	30
III. IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS QUE CONTRIBUYEN AL AUMENTO DE LA DENSIDAD TELEFÓNICA	31
III.1 Introducción	31
III.2 Acceso local mediante tecnología alámbrica	31
III.3 Acceso inalámbrico fijo (AIF)	33
III.3.1 Arquitectura de un sistema de acceso inalámbrico fijo	33
III.3.2 Diferencias entre sistemas de acceso inalámbrico fijo y sistemas móviles	34
III.3.3 Configuraciones de un sistema de acceso inalámbrico fijo	36
III.3.3.1 Despliegue de la red	37
III.3.3.2 Terminales de abonado	38
III.3.3.3 Interfaces con la red telefónica pública	38
III.3.4 Tecnologías para sistemas de acceso inalámbrico fijo	40

CONTENIDO (Continuación)

	Página
III.3.4.1 Estándar GSM	41
III.3.4.2 Estándar IS-95	42
III.3.4.3 Estándar DECT	43
III.4 Sistemas satelitales	44
III.4.1 Servicios de comunicaciones móviles mediante la banda L	45
III.4.2 Sistemas satelitales en órbitas bajas (LEOs)	47
III.4.2.1 Iridium	49
III.4.2.2 Globalstar	51
IV. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AUMENTO DE LA DENSIDAD TELEFÓNICA	53
IV.1 Introducción	53
IV.2 Factores tecnológicos y Operativos	54
IV.2.1 Aspectos principales para la selección de tecnologías	54
IV.2.2 Categorización de la estructura de costos de inversión por tecnología	55
IV.2.2.1 Comparación de costos entre tecnologías de acceso	56
IV.2.2.2 Estructura de costos para tecnología alámbrica	57
IV.2.2.3 Estructura de costos para tecnología inalámbrica	57
IV.2.2.4 Estructura de costos para tecnología satelital	59
IV.3 Factores regulatorios	60
IV.3.1 Tarifas de interconexión	60
IV.3.2 Tarifas de liquidación	65
IV.3.3 Acceso directo	67
IV.4 Factores financieros	68
IV.4.1 Naturaleza de los costos en una empresa	69
IV.4.2 Costos de capital	70
IV.4.3 Recuperación del capital	71
IV.4.4 Tasa de retorno	73
IV.5 Factores sociales	74
IV.5.1 Consideraciones sobre la demanda de servicios de telecomunicaciones	75
IV.5.2 Aspectos en cuanto a servicio social	76
IV.5.3 Condiciones demográficas y sociales en México	77
V. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE ESTIMACIÓN PARA ELEVAR LA DENSIDAD TELEFÓNICA	80
V.1 Introducción	80
V.2 Descripción del modelo	80
V.2.1 Consideraciones para factores tecnológicos	84
V.2.2 Consideraciones para factores regulatorios	84

CONTENIDO (Continuación)

	<u>Página</u>
V.2.3 Consideraciones para factores financieros	88
V.2.4 Consideraciones para factores sociales	89
V.3 Condiciones iniciales de referencia para la generación de escenarios	90
V.4 Parámetros que caracterizan la generación de escenarios	92
V.4.1 Consideraciones aplicadas en el proceso de estimación	94
V.4.2 Criterio utilizado para la estimación del crecimiento de líneas telefónicas	95
VI. GENERACIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS	97
VI.1 Introducción	97
VI.2 Escenarios en los que únicamente participa el operador establecido de telefonía local (Telmex) con retorno de inversiones a corto plazo	98
VI.2.1 Escenario I.1: Tarifas de interconexión que se aplican a operadores de Larga Distancia mayores a las de otros países	99
VI.2.2 Escenario I.2: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. disminuyen a niveles internacionales	100
VI.2.3 Escenario I.3: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. menores al promedio internacional	101
VI.2.4 Escenario I.4: Costos de instalación menores y se aplican tarifas de interconexión a operadores de L.D. mayores a las de otros países	102
VI.3 Escenarios en los que únicamente participa el operador establecido de telefonía local con retorno de inversiones a largo plazo	103
VI.3.1 Escenario II.1: Tarifas de interconexión que se aplican a operadores de L.D. mayores a las de otros países	103
VI.3.2 Escenario II.2: Tarifas de interconexión que pagan los operadores de L.D. disminuyen a niveles internacionales	104
VI.3.3 Escenario II.3: Tarifas de interconexión que pagan operadores de L.D. menores al promedio internacional	105
VI.3.4 Escenario II.4: Costos de instalación menores y se aplican tarifas de interconexión a operadores de L.D. mayores a las de otros países	106
VI.3.5 Escenario II.5: Ingresos obtenidos por sobrecargo del 58 por ciento se emplean para la instalación de líneas	107
VI.4 Escenarios en los que se contempla la participación de la competencia en telefonía local con retorno de inversiones a corto plazo	108
VI.4.1 Escenario III.1: Tarifas de interconexión que pagan operadores de L.D. mayores a las de otros países	108
VI.4.2 Escenario III.2: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. disminuyen a niveles internacionales	109

CONTENIDO (Continuación)

	Página
VI.4.3 Escenario III.3: Tarifas de interconexión para operadores de L.D. son menores al promedio internacional	110
VI.4.4 Escenario III.4: Costos de instalación menores y se aplican tarifas de interconexión a operadores de L.D. mayores a las de otros países	111
VI.4.5 Escenario III.5: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. y costos de instalación disminuyen	112
VI.5 Escenarios en los que se contempla la participación de la competencia en telefonía local con retorno de inversiones a largo plazo.	113
VI.5.1 Escenario IV.1: Tarifas de interconexión que pagan operadores de L.D. mayores a las de otros países	113
VI.5.2 Escenario IV.2: Tarifas de interconexión que pagan operadores de L.D. disminuyen a niveles internacionales	114
VI.5.3 Escenario IV.3: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. son menores al promedio internacional	115
VI.5.4 Escenario IV.4: Costos de instalación de líneas menores y se aplican tarifas de interconexión a operadores de L.D. mayores a las de otros países	116
VI.5.5 Escenario IV.5: Ingresos obtenidos por sobrecargo del 58 por ciento se emplean para la instalación de líneas	117
VI.5.6 Escenario IV.6: Tarifas de interconexión para operadores de L.D. y costos de instalación disminuyen	118
VI.6 Contribución a la densidad telefónica total por tecnología	119
VI.6.1 Contribución a la densidad telefónica de la telefonía celular rural	120
VI.6.2 Contribución a la densidad telefónica de la telefonía pública	121
VI.6.3 Contribución a la densidad telefónica de la tecnología satelital	121
VI.7 Comparación de resultados	124
VII. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS	130
VII.1 Resumen del trabajo realizado	130
VII.2 Conclusiones	134
VII.3 Recomendaciones	136
VII.4 Comentarios	138
LITERATURA CITADA	139
APÉNDICE A. CONSIDERACIONES DEL MODELO DE ESTIMACIÓN	143
APÉNDICE B. ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA TELEFONÍA IP EN LA TELEFONÍA TRADICIONAL	151
APÉNDICE C. REGIONES DE COBERTURA CELULAR EN MÉXICO	170
GLOSARIO DE TÉRMINOS	171

LISTA DE FIGURAS

Figura		<u>Página</u>
1	Cronología de eventos	11
2	Minutos de larga distancia en México	20
3	Estructura de Satmex	29
4	Acceso a la red local mediante tecnología alámbrica	32
5	Arquitectura del sistema celular	35
6	Sistema de Acceso Inalámbrico Fijo	36
7	Sistema GSM	41
8	Sistema satelital	45
9	Sistema satelital en Banda L	46
10	Sistema de satélites en órbitas bajas	48
11	Estructura de una red alámbrica	58
12	Estructura de una red inalámbrica	58
13	Interconexión de operadores de larga distancia con la red de Telmex	61
14	Tarifas de interconexión de otros países	62
15	Transporte de llamada de larga distancia mediante un operador con presencia en el destino de la llamada	64
16	Transporte de llamada de larga distancia cuando el operador no tiene presencia en el destino de la llamada	65
17	Diagrama representativo de las tarifas de liquidación por tráfico internacional entrante	66
18	Correlación entre Densidad Telefónica y Producto Interno Bruto	74
19	Concepto tradicional de densidad telefónica	81
20	Diagrama de bloques del modelo de estimación de densidad telefónica	82
21	Cargos mensuales de algunas empresas de telefonía local	85
22	Tarifas de interconexión internacionales	86
23	Clasificación de parámetros del modelo	93
24	Criterio para la estimación del crecimiento de líneas telefónicas	96
25	Diagrama de bloques del modelo de estimación de densidad telefónica	98
26	Estimaciones obtenidas para el escenario I.1	99
27	Estimaciones obtenidas para el escenario I.2	100
28	Estimaciones obtenidas para el escenario I.3	101
29	Estimaciones obtenidas para el escenario I.4	102
30	Estimaciones obtenidas para el escenario II.1	104
31	Estimaciones obtenidas para el escenario II.2	105
32	Estimaciones obtenidas para el escenario II.3	106
33	Estimaciones obtenidas para el escenario II.4	107
34	Estimaciones obtenidas para el escenario II.5	108
35	Estimaciones obtenidas para el escenario III.1	109
36	Estimaciones obtenidas para el escenario III.2	110

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura		<u>Página</u>
37	Estimaciones obtenidas para el escenario III.3	111
38	Estimaciones obtenidas para el escenario III.4	112
39	Estimaciones obtenidas para el escenario III.5	113
40	Estimaciones obtenidas para el escenario IV.1	114
41	Estimaciones obtenidas para el escenario IV.2	115
42	Estimaciones obtenidas para el escenario IV.3	116
43	Estimaciones obtenidas para el escenario IV.4	117
44	Estimaciones obtenidas para el escenario IV.5	118
45	Estimaciones obtenidas para el escenario IV.6	119
46	Contribución a la densidad telefónica por tecnología	124
47	Densidad telefónica alcanzada para condiciones óptimas de operación	126
48	Escenario de operación en el que se cumple la meta densidad telefónica	127
49	Efecto de los costos de instalación en la densidad telefónica estimada del escenario anterior	128
50	Densidad telefónica estimada para condiciones óptimas de operación	129
51	Correlación entre algunos indicadores de Telecomunicaciones	144
52	Estructura general de Internet	151
53	Transporte de llamadas de voz a través de redes privadas virtuales	156
54	Transporte de llamadas de voz a través de un proveedor de acceso a Internet	158
55	Figura comparativa entre redes tradicionales de comunicaciones y redes integradas	164
56	Usuarios de Internet en México	166
57	Regiones de cobertura celular en México	170

LISTA DE TABLAS

Tabla		<u>Página</u>
I	Concesionarios de servicios de larga distancia	13
II	Crecimiento de líneas fijas y celulares	22
III	Empresas ganadoras en la subasta del espectro de frecuencias para acceso inalámbrico fijo y móvil	24
IV	Algunos permisionarios de Telefonía Pública	26
V	Tecnologías para acceso inalámbrico fijo	40
VI	Comparación entre Iridium y Globalstar	49
VII	Consideraciones para factores tecnológicos	84
VIII	Competidores en telefonía local inalámbrica	89
IX	Algunos factores sociales de la población en México	90
X	Contribución a la densidad telefónica por tecnología	123
XI	Comparación de la densidad telefónica obtenida en algunos escenarios con estimaciones de otras fuentes	125
XII	Valores asignados al modelo de estimación de densidad telefónica	149
XIII	Tipos de Telefonía Internet	155
XIV	Requerimientos regulatorios en algunos países para servicios de voz sobre Internet	159
XV	Algunos prestadores de Servicios de Telefonía por Internet (ITSP)	163

MODELO DE FACTIBILIDAD PARA AUMENTAR LA DENSIDAD TELEFÓNICA EN MÉXICO A VEINTE TELÉFONOS POR CADA CIEN HABITANTES

I. INTRODUCCIÓN

I.1 Antecedentes.

La densidad telefónica de la totalidad de un país se representa mediante el número de aparatos telefónicos por cada cien habitantes y es un indicador que se utiliza con frecuencia para expresar la penetración telefónica. De acuerdo a la Unión Internacional de Telecomunicaciones, existe una gran brecha entre los recursos de telecomunicaciones en países cuyas economías son de altos ingresos y los países menos desarrollados, ya que en los primeros la densidad telefónica es superior al 50 por ciento. En los países menos desarrollados el nivel promedio de densidad telefónica representa menos de un teléfono por cada 350 personas encontrándose lejos de una posición de satisfacer su demanda potencial por una línea telefónica.

En Latinoamérica la densidad telefónica representa aproximadamente el cinco por ciento de las líneas telefónicas en servicio a nivel mundial con un promedio menor al 10 por ciento. Hasta hace algunos años, las oportunidades de mercado en los países latinoamericanos no se habían explotado en su totalidad debido a la existencia de monopolios y a la falta de inversiones, lo cual trajo como consecuencia una baja penetración en zonas rurales y suburbanas creando una disparidad significativa entre la gente que goza de los beneficios de las comunicaciones y aquellas que no tienen acceso a ningún tipo de servicio. Sin embargo, gracias a los procesos de liberalización y apertura a

la competencia que ya comenzaron a manifestarse en algunos países, se espera que los índices de penetración telefónica en dichos países alcancen niveles mas aceptables.

Ante esta situación, en 1992 la Unión Internacional de Telecomunicaciones estableció como metas acelerar la expansión de redes de telecomunicaciones para al menos duplicar el número de líneas telefónicas en cada país de América Latina recomendando alcanzar una densidad de veinte teléfonos por cada cien habitantes al principio del siguiente siglo, así como proveer acceso telefónico a comunidades rurales y áreas urbanas poco privilegiadas a través de programas especiales que tomen ventaja de las oportunidades que ofrecen nuevas tecnologías de telecomunicaciones.

I.2 Planteamiento del problema.

En la actualidad, las telecomunicaciones constituyen un subsector de gran trascendencia para cualquier país ya que contribuyen en forma directa al desarrollo económico y social de los países, y al mejoramiento de la calidad de vida de la población. Debido a lo anterior y tomando en cuenta las sugerencias establecidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, en el Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes 1995-2000 de México se definen una serie de objetivos en los que se contempla lograr una mayor cobertura y penetración del servicio telefónico que permita aumentar la productividad de la economía y brindar mayores oportunidades de desarrollo en el país.

El cumplimiento de la meta de alcanzar una densidad telefónica de veinte teléfonos por cada cien habitantes requiere el aprovechamiento de la apertura en el sector de las telecomunicaciones que actualmente se presenta en México para invertir en el desarrollo de infraestructura telefónica tanto alámbrica e inalámbrica, de tal manera que se aprovechen los adelantos de la tecnología de las telecomunicaciones que faciliten el acceso al servicio a todos los sectores de la sociedad.

Actualmente, México tiene una densidad telefónica aproximada de 9.6 teléfonos por cada cien habitantes, con 9.267 millones de líneas telefónicas en servicio, cifra que se ha alcanzado con una tasa de crecimiento promedio del 6.5 por ciento desde 1990 cuando fue privatizada Telmex, la empresa prestadora de servicios telefónicos del país [Cofetel, 1998]. Las características principales que presenta la industria telefónica en México contrasta la concentración de los servicios en las tres principales zonas urbanas del país con la existencia de casi 28,000 poblaciones con menos de 500 habitantes que no tienen acceso al servicio telefónico [SCT, 1995]. Asimismo, las condiciones socioeconómicas de la población y los elevados costos de instalación de líneas telefónicas han provocado una disminución significativa en la demanda de acceso al servicio telefónico a pesar de la creciente disponibilidad tecnológica con la cual sería posible proveer de servicio a un gran número de usuarios.

Dadas las condiciones anteriores, es necesario analizar si el proceso de apertura a la competencia en servicios de telecomunicaciones, así como el entorno regulatorio en transición permitirán que la introducción de tecnologías recientes tenga impacto en la

densidad telefónica de México y será posible duplicar el número de líneas telefónicas en los próximos cinco años, considerando las características económicas y demográficas de la población.

I.3 Objetivos.

Los objetivos del presente trabajo de tesis son:

- Efectuar un análisis de la situación actual de las telecomunicaciones en México ante los procesos de apertura a la competencia de servicios de telecomunicaciones.
- Establecer un modelo para estimar la densidad telefónica a partir de los factores tecnológicos, regulatorios, financieros y sociales que caracterizan el escenario de las telecomunicaciones en México.
- Generar diversos escenarios para prestadores de servicio telefónico que sean adaptables a diferentes condiciones de operación y determinar su contribución a la densidad telefónica.
- Determinar el impacto que tendrán las tecnologías alámbrica, inalámbrica y satelital en la densidad telefónica de México con la entrada de la competencia en servicios de telefonía local.
- Efectuar un análisis de las condiciones que permitirían alcanzar la meta de densidad telefónica de veinte teléfonos por cada cien habitantes en México.

I.4 Organización del trabajo.

El presente trabajo está estructurado en siete capítulos y un apéndice, de los cuales el presente corresponde a la parte introductoria y en el último se presentan las conclusiones obtenidas al cubrir los objetivos propuestos.

En el segundo capítulo se presenta un panorama general de las condiciones en las que se están desarrollando las telecomunicaciones en México, desde su privatización a principios de la década de los noventas hasta los recientes procesos de apertura a la competencia de servicios de telecomunicaciones como resultado del establecimiento de la Ley Federal de Telecomunicaciones en 1995. Asimismo, se realiza una descripción de los servicios que se encuentran en proceso de apertura, así como aquellos que ya se han abierto a la competencia y que tendrán impacto en la densidad telefónica del país en los próximos años, destacando los servicios de larga distancia, la apertura de los servicios de telefonía local mediante acceso inalámbrico fijo y móvil y la privatización de los satélites mexicanos. Es importante mencionar que la información y datos utilizados en el presente trabajo comprenden hasta Agosto de 1998, debido a la necesidad de limitar el alcance del mismo y referirlo a tales condiciones de operación, a pesar de los cambios posteriores que pueden presentarse en las mismas.

El tercer capítulo describe las tecnologías a considerar en el desarrollo del modelo de estimación y que contribuirán al aumento de la densidad telefónica, de tal forma que su aprovechamiento se efectúe en forma adecuada dependiendo de las condiciones geográficas, demográficas y sociales de la región donde se desea ofrecer acceso al servicio

telefónico. Dado lo anterior, se establecen las diferencias principales entre la tecnología alámbrica y los sistemas de telefonía inalámbrica que serán empleados al iniciar la competencia de telefonía local a principios de 1999; asimismo, se mencionan los estándares inalámbricos principales que serán adoptados por los prestadores de servicios de acceso inalámbrico tanto fijo como móvil. Por otra parte, se realiza una descripción de los servicios de comunicaciones móviles mediante el uso de la banda L de los satélites mexicanos Solidaridad para ofrecer acceso al servicio telefónico en zonas aisladas y rurales de baja densidad de población; además, se presentan las características principales de los sistemas satelitales de órbita baja que ofrecerán servicios de comunicaciones de cobertura global sin importar el lugar donde se encuentren los usuarios.

En el capítulo cuatro se desglosan los factores tecnológicos, regulatorios, financieros y sociales, los cuales determinan la oferta y la demanda de servicios de telecomunicaciones y por lo tanto, influyen en el aumento de la densidad telefónica. Los factores tecnológicos se refieren a la disponibilidad de cierta tecnología y su aprovechamiento de una forma tal, que represente una carga financiera mínima para los operadores de servicios de telecomunicaciones. De esta manera, se presentan los aspectos más importantes a tomar en cuenta para la selección de tecnologías y la estructura de los costos de inversión para cada tecnología descrita en el capítulo tres. En lo que se refiere a los factores regulatorios, se identifican los principales factores que se están manifestando actualmente en el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones con objeto de estimar su efecto en la penetración de servicios a una mayor cantidad de usuarios. En los factores

financieros se definen los conceptos básicos de financiamiento que permitirán comprender la forma en que se generan los fondos necesarios para el correcto funcionamiento de una empresa, la recuperación de las inversiones aplicadas y el retorno esperado por parte de los inversionistas. Los factores sociales presentan las características económicas y demográficas actuales que determinan la demanda y capacidad de tener acceso a servicios de telefonía.

Posteriormente, en el capítulo cinco se realiza el planteamiento y descripción del modelo de estimación para elevar la densidad telefónica en México bajo diferentes condiciones operativas y con la influencia de los factores presentados en el capítulo cuatro; además, se describe la metodología y consideraciones efectuadas para el análisis de los diversos escenarios de operación para los concesionarios de servicios de telecomunicaciones que impactan la densidad telefónica. Es necesario aclarar que se trata de un modelo de estimación y no de predicción, lo cual sería posible obtener a partir de un modelo econométrico cuya implementación implica el conocimiento de conceptos fuera del alcance de este trabajo. Por lo tanto, los resultados obtenidos representan estimaciones de la densidad telefónica que podría alcanzarse bajo ciertas condiciones de operación que se eligieron en base al análisis de la situación actual de las telecomunicaciones en México.

A partir de la metodología establecida, en el capítulo seis se presentan los escenarios de operación, las proyecciones de densidad telefónica estimadas en cada caso y la contribución de las tecnologías consideradas, haciendo énfasis en la importancia que tendrá

la tecnología inalámbrica en el aumento de la penetración telefónica a un número mayor de usuarios.

Finalmente, como una perspectiva hacia el futuro en el Apéndice B se muestra un panorama general del impacto de la telefonía por Internet en la telefonía tradicional, al ofrecerse servicios de comunicaciones de voz a través de redes de conmutación de paquetes y que a pesar de la baja calidad de señal de voz obtenida hasta la fecha, ha causado interés principalmente entre grandes usuarios de negocios y empresariales debido al costo reducido por llamada respecto a las tarifas ofrecidas por el servicio telefónico de la red pública conmutada.

II. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN MÉXICO.

II.1 Antecedentes.

La situación de las telecomunicaciones en Latinoamérica al igual que en el resto del mundo a finales de la década de los ochenta se caracterizaba por la existencia de monopolios estatales que cumplían la doble función de operadores de servicios y reguladores del mercado. Esta estructura posibilitó en los países desarrollados la extensión del servicio a amplias capas de la población, pero en otras regiones como el caso latinoamericano, debido a sus características políticas, económicas y sociales, vieron frenada la expansión de este servicio público esencial. En los últimos años, este sector que requiere para su desarrollo y crecimiento de grandes inversiones se ha convertido claramente en uno de los motores fundamentales para el desarrollo económico de los países. Sin duda, la privatización y la liberalización se han impuesto en el sector de las telecomunicaciones a nivel mundial para estimular el crecimiento, pero estos nuevos ejes de desarrollo pueden llevar a situaciones de profundización de la desigualdad social y por consiguiente a la no consecución de una sociedad en progreso para el conjunto de los ciudadanos, si solo se enfoca en aspectos netamente financieros. Por ejemplo, en Latinoamérica los procesos de privatización y liberalización se han caracterizado por el creciente desembarco de empresas multinacionales europeas y estadounidenses que proveen tanto recursos financieros como tecnológicos en los países que se establecen.

Las telecomunicaciones en México han presentado distintas modalidades de propiedad, que van desde monopolio público y privado, coexistencia de empresas nacionales y extranjeras, así como empresas de cobertura nacional y regional. Las características que ha mantenido históricamente la industria telefónica son penetración telefónica alarmantemente baja, bajos índices de calidad del servicio, concentración de los servicios en tres zonas urbanas y poca atención de servicios telefónicos en las zonas rurales.

La década de los ochenta fue trascendental para las telecomunicaciones mexicanas en materia tecnológica y regulatoria. Se inició la modernización de la infraestructura de telecomunicaciones con el avance en la digitalización de las redes y el lanzamiento de los primeros satélites domésticos para comunicaciones. Entre 1988 y 1990 el gobierno federal adoptó una serie de medidas que constituirían el marco normativo de la desregulación y privatización de una gran cantidad de empresas paraestatales, entre ellas las de telecomunicaciones.

En Junio de 1995 se diseñó la Ley Federal de Telecomunicaciones para promover la modernización en el sector de las telecomunicaciones y crear nuevas oportunidades para la inversión extranjera [Figura 1]. El propósito de esta ley fue establecer una estructura regulatoria para la competencia e inversión extranjera, el uso y explotación de las asignaciones del espectro radioeléctrico, las redes públicas de comunicaciones incluyendo la telefónica y las comunicaciones por satélite.

Fecha	Evento
Febrero 1940	Ley General de Vías de Comunicaciones
Diciembre 1990	Publicación del Reglamento de Telecomunicaciones
Junio 7 1995	Publicación de la Ley Federal de Telecomunicaciones
Agosto 9 1996	Creación de la Comisión Federal de Telecomunicaciones
Enero 1 1997	Inicio de la competencia en servicios de Larga Distancia
Octubre 23 1997	Publicación de las Reglas del Servicio Local
Mayo 9 1998	Termina subasta del espectro para acceso inalámbrico fijo y móvil

Figura 1. Cronología de eventos.

Asimismo, en Agosto de 1996 fue creada por decreto presidencial la Comisión Federal de Telecomunicaciones con autonomía técnica y operativa como un organismo administrativo desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes cuyas funciones principales son promover la competencia en el sector de las telecomunicaciones, dar seguridad jurídica a la inversión, la formación de recursos humanos especializados y controlar el acceso no discriminatorio a los servicios por parte de los usuarios.

II.2 Apertura a la competencia de los servicios de larga distancia.

La privatización de Teléfonos de México en 1990 hizo necesario realizar modificaciones en su título de concesión donde se establecieron a la empresa condiciones y obligaciones tanto regulatorias y operativas entre las cuales destacan, el cumplimiento del

objetivo de servicio universal para que cualquier persona pueda tener acceso al servicio telefónico básico en el menor plazo posible, la prohibición de exclusividad en provisión de equipo de telecomunicaciones, la interconexión a su red de equipos terminales y redes privadas de telecomunicaciones, así como permitir a partir del 1 de Enero de 1997 la interconexión con otras redes públicas de larga distancia.

En Junio de 1996, se publicaron las reglas del servicio de larga distancia con objeto de regular los siguientes puntos importantes:

- La operación del servicio de larga distancia.
- La selección por prescripción del operador de larga distancia.
- La modalidad de selección por marcación del operador de larga distancia.
- El establecimiento de un comité de operadores de larga distancia y la contratación de un administrador de base de datos del servicio de larga distancia.
- La definición de las funciones de medición, tasación, facturación y cobranza de los servicios de larga distancia efectuados por los operadores de larga distancia.

A partir de 1995 se otorgaron concesiones para la prestación del servicio de larga distancia a partir del 1 de Enero de 1997. De acuerdo a la Comisión Federal de Telecomunicaciones, actualmente existen 11 concesionarios que prestan servicios de larga distancia además de Teléfonos de México [Tabla I].

II.2.1 Descripción de algunos concesionarios de larga distancia.

A continuación se realiza una breve descripción de algunos concesionarios de servicios de larga distancia que actualmente se encuentran operando en México.

Tabla I. Concesionarios de larga distancia.

Empresa	Socios Estratégicos	Inversión anunciada (MDD)
Telmex	SouthWestern Bell, France Telecom y Grupo Carso	13000 ¹
Alestra	AT&T, Grupo Alfa y Grupo Bancomer - Visa	1000
Avantel	MCI y Grupo Financiero Banamex - Accival	1800
Iusatel	Bell Atlantic y Grupo IUSA	1200
Miditel	Korea Telecom ² , Rafael Fajer y Eduardo Kanahuati	350
Protel	Nextel Associated, LCC, VarTec Telecom Inc. y Grupo San Luis	1300
Bestel	Motorola y Grupo Vázquez Arroyo	130
Marcatel	IXC Communications, Westel y Radio Beep	410
Telinor	Bell Canada International, WorldTel, Tomás Milmo, Lorenzo Zambrano y Alberto Santos	1000
Amaritel	U.S. Global Telecommunications y Grupo Radio Centro	1000
Ladimex	WorldxChange Limited, José de Jesús Ortuño y Joaquín de la Garza Gutiérrez	100

Fuente: Comisión Federal de Telecomunicaciones, Marzo 1998

¹ Inversión ya realizada

² En Junio de 1998 anunció el retiro de su participación accionaria

II.2.1.1 Telmex.

El primer prestador de servicios de telecomunicaciones en el país llevó a cabo con anticipación un profundo proceso de reorganización interna para enfrentar la competencia que inició a partir de 1997, el cual se efectuó en dos líneas: por una parte, se modernizó la infraestructura instalada con el propósito de optimizar y profundizar su utilización; en segunda instancia, se dedicó a atender nuevos segmentos del mercado mediante servicios multimedia. De esta manera, las actividades, alianzas, nuevos servicios y el enfoque renovado de atención al usuario de Telmex, ha servido como estrategia para solventar la competencia en telecomunicaciones.

De 1990 a 1994, se aumentó el número de líneas telefónicas en servicio de 5.3 millones a 8.4, evolución que arroja un crecimiento del 58 %. En lo que se refiere al proceso de digitalización en la planta, se alcanzó un volumen de 1.5 millones de líneas, es decir, el 29 por ciento del total instalado en la red de acceso local del país. A fines de 1993, la empresa había sustituido la totalidad de sus centrales telefónicas electromecánicas por centrales digitales, alcanzando una digitalización superior al 66 por ciento; hacia fines de 1994 se llegó a un porcentaje promedio de digitalización de la planta del 82.7 por ciento [Ruelas, 1995].

En 1997 se rebasó el 90 por ciento de digitalización y se espera alcanzar una digitalización completa de la red para el año 2000; asimismo, el número de líneas en servicio presentó un crecimiento de 4.8 por ciento al ubicarse en 9,253,715 líneas [Telmex, 1998].

II.2.1.2 Alestra.

La estructura de este concesionario surge de la alianza estratégica entre AT&T, compañía operadora que ocupa el segundo lugar mundial en ventas por servicios de telecomunicaciones y que cuenta con una Red Inteligente Mundial que controla el funcionamiento de millones de líneas telefónicas, y el grupo Alfa que mantiene posiciones de liderazgo en México. Tal estructura se modificó en 1996 con la participación del Grupo Bancomer-Visa quedando finalmente, AT&T con un 49 por ciento, el Grupo Alfa con un 26 por ciento y el Grupo Bancomer-Visa con el 25 por ciento de propiedad accionaria.

La inversión anunciada por la empresa es de mil millones de dólares en el período de 1996 al año 2000 para el desarrollo en dos fases de una red de fibra óptica de 8,600 Kms., cuya primera etapa se concluyó en 1997 y comprende 4,000 Kms. para la interconexión de 24 ciudades del país. En 1996 se ejercieron 400 millones de dólares cuyo impacto se tradujo en la generación de mil fuentes de empleo; hacia finales de 1997 se habían invertido mas de 700 millones de dólares y se estima que en 1998 se canalizarán alrededor de 250 millones de dólares [Alestra, 1997].

A partir de la conclusión de la primera fase de su red de fibra óptica, Alestra proporciona servicios nacionales e internacionales de transmisión de voz, datos y video. Para ello, la conexión con la Red Mundial Inteligente de AT&T se efectúa mediante dos conmutadores de salida localizados en Tijuana y Ciudad Juárez, así como con tres terminales remotas con enlace internacional ubicadas en Mexicali, Nuevo Laredo y Reynosa.

II.2.1.3 Avantel.

Incluye como copropietarios a la sociedad nacional de crédito Banamex, a través del grupo Banamex-Accival (BANACCI) con el 55 por ciento de las acciones y a la empresa norteamericana MCI Communications, la segunda compañía norteamericana de larga distancia que atiende una quinta parte del mercado y opera directamente en 65 países del mundo, con el 45 por ciento restante.

El grupo Banamex-Accival consta de su propia red de comunicaciones cuya infraestructura comunica a 250 ciudades de la República Mexicana mediante comunicación

satelital, conexión a la Red Digital Integrada de Telmex, microondas y enlaces físicos cortos.

Los servicios de larga distancia conforman la oferta inicial de Avantel. Tiene planeado desarrollar una inversión global de 1,800 millones de dólares entre 1996 y el año 2000, la cual en 1996 consistió en una inversión inicial de 850 millones de dólares para la instalación de una red de fibra óptica de 5,300 Kms. El desarrollo de las actividades de instalación de infraestructura se dividió en cinco etapas, de las cuales la primera comprende la construcción de la red de fibra óptica con poco más de 4,200 Kms. de extensión que alcanza la cobertura de 50 ciudades. Al término de la última etapa contará con una red de 20,000 Kms. de longitud, conectando hasta 200 poblaciones del país.

II.2.1.4 Miditel.

Esta empresa se propone enfrentar un mercado que comprende a comunidades rurales y las zonas suburbanas de las grandes áreas metropolitanas. La concesión otorgada a Miditel le autoriza la prestación de servicios por 30 años determinando como compromiso esencial que a más tardar en el año 2001 la empresa deberá cubrir con infraestructura propia a por lo menos a 4,000 poblaciones del país.

La inversión programada para la primera etapa del proyecto es de 350 millones de dólares con tecnología de costo menor a las inalámbricas y de fibra óptica que contempla estaciones VSAT que se complementan con una red de cable y con enlaces de radiofrecuencia para cubrir la última milla; además, adquirió bloques de frecuencia para enlaces punto a punto subastados en 1997.

La concesión otorgada a Miditel no solo le permite la prestación de servicio telefónico de larga distancia y la explotación de una red pública de telecomunicaciones a nivel nacional, sino que, además de la integración de las regiones rurales incluirá aquellos servicios que mejor se adapten y respondan a la especial conformación y necesidades de cada comunidad. La variedad de opciones que la concesión ofrece puede ser entonces el marco bajo el cual puedan proponerse esquemas de comunicación social que incluso pueden capitalizar en el corto plazo la inversión que se les dedique.

II.2.1.5 Bestel.

La estructura de este concesionario está formada por el Grupo Vázquez Arroyo (VARO) que mantiene el control accionario de las empresas Baja Celular Mexicana y Movitel del Noroeste en las regiones I y II, aunque la firma norteamericana Motorola controla el 42 por ciento en la primera compañía y menos del 30 por ciento en la segunda. Asimismo, existe una relación complementaria ente el grupo VARO y Motorola en el esquema de servicio para dichas zonas.

Por otra parte, se tiene la solicitud de una nueva concesión que permita interconectar las dos áreas celulares en una sola con amplias posibilidades de crecimiento en la frontera norte del país. El puntal de este desarrollo independiente es Motorola, quien además de ser proveedor de equipo y tener práctica operativa en la prestación de servicios, mantiene el 80 por ciento de propiedad en la compañía Telefonía Celular del Norte (NORCEL) y 70 por ciento de Celular de Telefonía (CEDETEL) en las regiones III y IV, respectivamente. De

esta manera, la zona de servicio de Bestel y de la nueva concesionaria se expande hacia todos los estados nacionales limítrofes con Estados Unidos.

Las dos concesionarias integradas mediante un puente de comunicación de fibra óptica, enlaces celulares y telefonía inalámbrica tendrán la posibilidad de explotar el permanente intercambio comercial y económico entre México y Estados Unidos. La empresa propiedad de uno solo de los inversionistas del Grupo VARO establece una infraestructura inicial de fibra óptica cercana a los 2,400 Kms. para una cobertura en el año 2001 de las ciudades más importantes de su zona de influencia. Durante el primer año de operación tiene planeado proporcionar servicio telefónico de larga distancia nacional a cerca de 200,000 usuarios.

Bestel, recientemente concluyó su inversión de 130 millones de dólares en infraestructura y esperaba comenzar a prestar servicios de larga distancia en Marzo de 1998; sin embargo, se encuentra en espera que se abra la subasta de espectro de frecuencias para la prestación de servicios de telefonía local basados en el estándar inalámbrico DECT.

II.2.1.6 Marcatel.

La estructura accionaria de este concesionario la conforman la empresa mexicana prestadora de servicios de radiolocalización Radio Beep con el 51 por ciento de participación y las empresas norteamericanas IXC Communications y Westel con un 24.5 por ciento de las acciones, cada una. Westel opera la quinta red de fibra óptica de Estados Unidos.

Inicialmente, con la participación de Teleglobe como socio tecnológico se había afirmado que en cinco años se destinaría una inversión de 4,300 millones de dólares. Con un monto cercano a los 1,800 millones de dólares se construiría una infraestructura de 11,800 Kms. de fibra óptica y ocho centros regionales de conmutación automática distribuidos en toda la república para la cobertura de al menos las 61 ciudades mas importantes del país. Sin embargo, con la modificación de su estructura debido al retiro de Teleglobe la inversión anunciada apenas alcanza los 412 millones de dólares en cinco años. En Septiembre de 1997, Marcatel participó en la subasta de frecuencias para enlaces punto a punto enfocándose hacia un nicho de mercado en empresas pequeñas.

II.2.1.7 Protel.

Está formada por la alianza del Grupo de Comunicaciones de San Luis y la operadora de la red “trunking” Tricom, con las norteamericanas Nextel Associated y LCC. En 1997 se modificó su estructura con la asociación de VarTec Telecom Inc. con una participación accionaria de 35.67 por ciento mientras que Grupo San Luis quedó con una participación del 35.2 por ciento, los socios Nextel y LCC con 12 por ciento, y el 16.5 por ciento restante para la administración.

Protel planea contar con el 3 por ciento del mercado nacional de larga distancia en los próximos seis años con una inversión de 1,337 millones de dólares y 8,900 Kms. de red [Protel,1997]. En 1997 concretó una inversión por 110 millones de dólares dentro de sus planes para servicios de larga distancia con presencia en 38 ciudades del país y una infraestructura instalada de 2,000 Kms. de fibra óptica. La operadora cuenta con mas de

50,000 líneas en servicio de larga distancia, de las cuales el 65% son de origen comercial y el restante son residenciales.

II.2.2 Impacto de la apertura a la competencia en servicios de larga distancia.

La competencia en servicios de larga distancia comenzó el 1o. de Enero de 1997 en las 60 ciudades principales del país bajo la modalidad de prescripción en su primera etapa de acuerdo a lo establecido en las reglas del servicio de larga distancia. Durante el primer año de competencia se presentó una reducción en las tarifas de larga distancia nacional del 30 por ciento mientras que en larga distancia internacional fue del 28 por ciento contabilizándose 8232 y 3768 millones de minutos de larga distancia nacional e internacional, respectivamente [Figura 2]. Se estima que Teléfonos de México perdió el 30% del mercado de larga distancia después de la primera etapa de prescripción [Operadores de larga distancia, 1997].

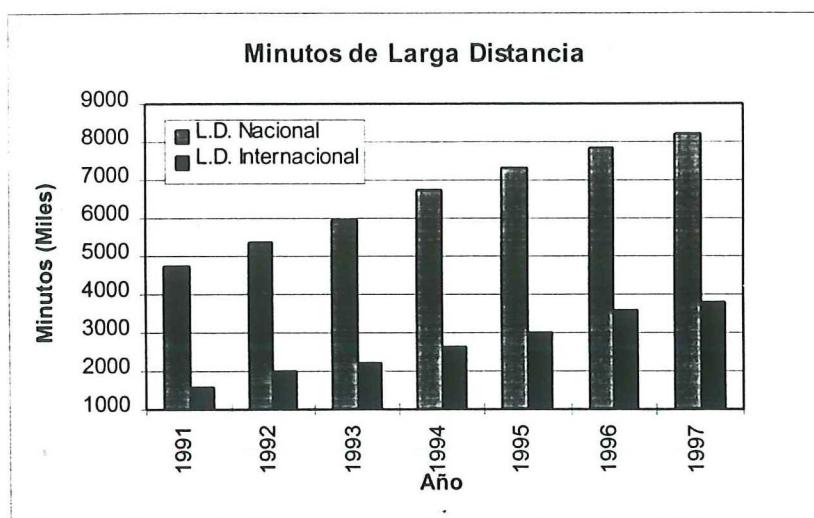


Figura 2. Minutos de larga distancia en México
Fuente: Teléfonos de México, 1998

En lo que se refiere a la aplicación de inversiones destaca la efectuada por Avantel con un monto de 900 millones de dólares para la construcción de la primera etapa de su red de fibra óptica con una longitud de 5700 Kms., así como Alestra que invirtió en el primer año 750 millones de dólares en el despliegue de su red de fibra óptica cuya extensión es de 4500 Kms.; también destaca el acuerdo celebrado entre Iusacell y Marcatel para complementar sus respectivas redes de fibra óptica y aplicar inversiones para el desarrollo de redes en otras regiones con objeto de ampliar su cobertura [Cofetel, 1998].

Al finalizar el primer año de competencia en larga distancia los competidores anunciaron haber tenido pérdidas estimadas en 400 millones de dólares por las tarifas de interconexión y el sobrecargo del 58% aplicable a las tarifas de liquidación por tráfico internacional entrante que tienen que pagar a Teléfonos de México, por lo cual algunos de ellos decidieron aplicar sus inversiones restantes de una forma cautelosa ante las condiciones de competencia que se están desarrollando actualmente en México.

A principios de 1998 inició la segunda etapa de apertura a la competencia de larga distancia mediante prescripción en 40 ciudades adicionales teniendo como resultado que alrededor del 90 por ciento de las localidades abiertas a la competencia permanecieran con Teléfonos de México como prestador de servicio de larga distancia. La selección de operador de larga distancia por marcación se esperaba que comenzara a funcionar a partir de Abril de 1998; sin embargo, ningún operador de larga distancia ha manifestado interés en la prestación del servicio de larga distancia bajo esta modalidad debido, principalmente,

a las tarifas asociadas a los servicios de facturación y cobranza establecidas por el operador local.

II.3. Apertura a la competencia de los servicios de telefonía local.

El Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes 1995 - 2000 establece que las telecomunicaciones constituyen un subsector de gran trascendencia para cualquier país en el mundo ya que por su relevancia estratégica, fortalecen la seguridad nacional y contribuyen directamente al desarrollo económico y social de los países y al mejoramiento de la calidad de vida de la población, por lo cual es necesario lograr una mayor cobertura y penetración del servicio telefónico para aumentar la productividad de la economía y brindar mayores oportunidades de desarrollo en el país [Tabla II].

Tabla II. Crecimiento de líneas fijas y celulares.

Año	Líneas fijas (Miles)	Incremento (Miles)	Líneas celulares (Miles)	Incremento (Miles)	Líneas totales (Miles)
1990	5355	N.D.	45	N.D.	5400
1991	6025	670	121	77	6146
1992	6754	729	303	182	7057
1993	7621	867	352	49	7973
1994	8493	872	569	217	9062
1995	8801	308	686	117	9487
1996	8826	25	955	269	9781
1997	9267	441	1758	803	11025

Fuente: COFETEL, Febrero 1998

De acuerdo a lo anterior, la Comisión Federal de Telecomunicaciones ha tenido como actividad prioritaria para 1998 dar inicio a la competencia en servicios de telefonía local bajo un marco regulatorio que promueva su operación en un ambiente de competencia efectiva. El proceso de apertura en telefonía local se ha manifestado con la publicación de

las reglas del servicio local y el desarrollo de la subasta del espectro radioeléctrico para el acceso inalámbrico fijo y móvil a cuyos ganadores se han otorgado concesiones para la prestación de servicios de telefonía inalámbrica local.

II.3.1 Reglas del servicio local.

El 23 de Octubre de 1997 se publicaron las reglas del servicio local con objeto de regular la instalación, operación y explotación de las redes públicas de telecomunicaciones de los

concesionarios autorizados para prestar el servicio local fijo o móvil. Los puntos más importantes de las reglas del servicio local son:

- Su aplicación es uniforme para servicios alámbricos o inalámbricos, fijos o móviles.
- La instalación de centrales de servicio local en las áreas de cobertura correspondientes por parte de los concesionarios.
- El establecimiento de las condiciones aplicables a la interconexión e interoperabilidad de las redes públicas de telecomunicaciones tanto locales como de larga distancia.
- La función de tránsito local por parte del concesionario de servicio local que opere el mayor porcentaje de números en un grupo de centrales para la interconexión de otras redes públicas de telecomunicaciones.
- Introducción de la modalidad “el que llama paga” para los concesionarios del servicio local móvil mediante la marcación de un prefijo.
- Reducción del número de zonas de servicio local de 1500 a 485 en forma gradual durante los próximos cinco años.

II.3.2 Subasta del espectro radioeléctrico para el acceso inalámbrico fijo y móvil.

El proceso de subasta de frecuencias para los interesados en prestar servicios de telefonía local móvil y fijo finalizó el 8 de Mayo de 1998 alcanzando un nivel de los 1000 millones de dólares de ingresos por la venta de bloques de frecuencias para el acceso inalámbrico fijo y móvil. En la banda de los 1850-1990 MHz para los servicios de comunicaciones personales se subastaron dos bandas de 30 MHz y dos bandas de 10 MHz; para el acceso inalámbrico fijo en la banda de 3.4-3.7 GHz fueron subastados ocho bloques de frecuencias de 25 MHz, mientras que en la banda de 440 a 450 MHz y de 485 a 495 MHz únicamente fue subastado un bloque de 3 MHz. En la siguiente tabla se presentan las empresas ganadoras al término de la subasta de frecuencias.

Tabla III. Empresas ganadoras en la subasta del espectro de frecuencias para acceso inalámbrico fijo y móvil.

Servicios de Comunicaciones Personales (PCS)	
Empresa	Regiones de cobertura ¹
SPC	Todas las regiones con bloques de 30 MHz
Qualcomm	Regiones 1,2,4,6 y 9 con bloques de 30 MHz Regiones 3,5,6 y 8 con bloques de 10 MHz
Dipsa	Todas las regiones con bloques de 10 MHz
Iusacell	Regiones 1 y 4 con bloques de 10 MHz
Midicell	Región 7 con un bloque de 30 MHz Regiones 2,6 y 9 con bloques de 10 MHz
Grupo Hermes	Región 8 con bloque de 30 MHz
Acceso Inalámbrico Fijo en la banda de 3.4 - 3.7 GHz	
Midicell	Todas las regiones con dos bloques de 25 MHz
Telinor	Todas las regiones con dos bloques de 25 MHz
Telmex	Todas las regiones con dos bloques de 25 MHz
SPC	Todas las regiones con dos bloques de 25 MHz
Acceso Inalámbrico Fijo en la banda de 440-450 y 485-495 MHz	
Midicell	Regiones 1,2,3,5 y 8 con un bloque de 3 MHz

Fuente: COFETEL, Mayo 1998

¹ Las regiones de cobertura celular se muestran en el apéndice C

Una vez concluida la subasta los participantes debieron haber cubierto el monto de sus posturas, el cual ascendió a 1,000 millones de dólares; posteriormente se les otorgarán sus respectivas concesiones para la prestación del servicio local [Cofetel, 1998]. De esta manera, es posible establecer que la competencia en telefonía local se encuentra en una etapa de transición ya que además del tiempo que se llevará el levantamiento de infraestructura y la instalación y prueba de equipos, aun falta por establecer las tarifas de interconexión entre operadores locales, la regulación del “bypass” o acceso directo, la definición de las zonas locales e iniciar la modalidad “el que llama paga” de acuerdo a lo establecido en las reglas del servicio local.

II.4 Concesionarios de telefonía pública.

En la modificación del título de concesión de Telmex, se le obliga a instalar y mantener la operación de casetas telefónicas públicas en su área de servicio de acuerdo a los programas de expansión de cobertura que se establezcan cada cuatro años con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y conforme la densidad de aparatos públicos que se establezca a partir de Enero de 1999. De esta manera, Teléfonos de México tiene el compromiso de aumentar la densidad de teléfonos públicos a 5 casetas por cada 1000 habitantes a mas tardar el 31 de Diciembre de 1999 [Cofetel, 1997].

Sin embargo, se le permitió a Teléfonos de México el subarriendo de líneas telefónicas para casetas públicas que exploten terceros interesados cubriendo a Telmex las tarifas vigentes.

Las líneas subarrendadas para casetas públicas se contabilizarán para efectos del

programa de expansión de casetas públicas. Como consecuencia de lo anterior, en Diciembre de 1996 se definió el reglamento de telefonía pública con objeto de regular el establecimiento, operación y explotación de empresas comercializadoras de telefonía pública, así como la prestación del servicio que se llevará a cabo exclusivamente mediante la conexión de aparatos telefónicos de uso público a redes públicas de telecomunicaciones. De acuerdo a la Comisión Federal de Telecomunicaciones, hasta finales de Mayo de 1998 se han otorgado 22 permisos a empresas interesadas en la prestación de servicios de telefonía pública con el compromiso de instalar 80 mil casetas públicas con una inversión de 240 millones de dólares para el año 2000 [Tabla IV].

Tabla IV. Algunos permisionarios de Telefonía Pública.

Permisionarios de Telefonía Pública	
Aditel	Optel Mexicana
Telecomunicaciones Públicas y Privadas	Helix Mexicana
American Telesource Internacional de México	Radiocel de México
Telefónica y Servicios Integrales	BBG Comunicación
Quadrum Telecom	José Luis Alvarado Tapia
Grupo Iusacell	Modutel
Mesatel	Visuales y Comunicaciones
Paytel	Medición y Electrónica
Usatel	Ekonom
3C Communications	Excellence Operator Services
Cid Comunicaciones	Tecnología y Distribuidor Electrónico

Fuente: Asociación Mexicana de Telefonía Pública (AMTP), Mayo 1998

Los proyectos de instalación y operación de aparatos telefónicos por parte de los concesionarios de telefonía pública se están efectuando a un ritmo limitado debido a problemas de financiamiento para el desarrollo de tales proyectos, lo cual ha provocado que únicamente se hayan instalado 8 mil casetas telefónicas. Asimismo, los concesionarios se encuentran en una etapa de negociaciones con Teléfonos de México para reducir sus tarifas

y adecuarlas a sus costos de operación, de tal forma que cuenten con los recursos suficientes para su expansión ya que se necesita invertir 3 mil dólares para la instalación de cada teléfono público, mientras que Telmex únicamente invierte 600 dólares por caseta [AMTP, 1998]. Bajo estas condiciones se antoja difícil que a fines de 1998 se cumpla el compromiso de instalar 500 mil teléfonos públicos por parte de Teléfonos de México si además, hasta fines de 1997 apenas se superaban las 250 mil casetas telefónicas.

II.5 Telefonía rural.

La telefonía rural es un medio primordial para que las poblaciones de baja densidad demográfica se comuniquen con otras regiones del país y con el exterior. Sin embargo, la demanda de servicios telefónicos en dichas localidades es escasa debido al reducido número de habitantes restando incentivos para la creación de mayor infraestructura. De acuerdo a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en 1995 existían 27,700 localidades con menos de 500 habitantes que no cuentan con servicios básicos de telefonía, de las cuales hacia finales de 1997 ya se habían incorporado al servicio telefónico 10,500 comunidades rurales.

Con objeto de promover la creación de infraestructura destinada al servicio de telefonía rural se están desarrollando programas de instalación de equipos en el mayor número posible de comunidades con menos de 500 habitantes en coordinación con operadores de telefonía celular. De esta manera, para 1998 Iusacell se ha comprometido a instalar 5,000 teléfonos celulares con una inversión de 2 millones de dólares mientras que

Telcel anunció que al finalizar el presente año habrá incorporado 13,000 poblaciones mediante el uso de teléfonos celulares rurales.

Asimismo, se están utilizando tecnologías satelitales para la prestación de servicio telefónico rural enfocándose en aquellas zonas de orografía mas accidentada y que se encuentran fuera del área de cobertura del servicio celular. En este sentido, se instalarán 2500 teléfonos satelitales y terminales semifijas que emplearán parte de los transpondedores en banda L de los satélites Solidaridad [SCT,1997].

II.6 Privatización de los satélites mexicanos.

La inversión en comunicaciones vía satélite es factible a partir de la reforma al artículo 2 de la Constitución Política de México en su párrafo IV en Marzo de 1996, mediante la cual se autoriza la participación de la iniciativa privada en este sector. De acuerdo a lo establecido en la Ley Federal de Telecomunicaciones y en el reglamento de Comunicaciones Vía Satélite, se requiere de una concesión otorgada mediante licitación pública para ocupar posiciones orbitales geoestacionarias y órbitas satelitales asignadas al país y explotar sus respectivas bandas de frecuencia asociadas.

En base a lo anterior, se llevó a cabo la venta de las acciones representativas del capital social de Satélites Mexicanos S.A. de C.V. (SATMEX) cuyo patrimonio incluye tres satélites en operación con sus centros de control, los derechos sobre la construcción y lanzamiento de satélites de reemplazo del Morelos II y las respectivas concesiones para ocupar las posiciones orbitales correspondientes. El sistema satelital de Satmex está

integrado por los satélites geoestacionarios Solidaridad I, Solidaridad II y Morelos II en las posiciones 109°W, 113°W y 116.8°W, respectivamente con sus dos centros de control en la ciudad de México y Hermosillo, Sonora.

A partir de lo anterior, en Octubre de 1997 se llevó a cabo la privatización de Satmex, de la cual resultaron ganadores la empresa mexicana Telefónica Autrey con una participación accionaria del 26 por ciento, Loral Space & Communications con el 49 por ciento de las acciones y el 25 por ciento restante de su estructura en poder del gobierno mexicano [Figura 3]. Asimismo, otro de los objetivos principales de la Comisión Federal de Telecomunicaciones es consolidar la apertura a la prestación internacional de servicios satelitales en México por lo cual se llevó a cabo un tratado entre Estados Unidos y México para la prestación de servicios satelitales a usuarios de ambos países, así como un protocolo relativo a la transmisión y recepción de señales de satélites para la prestación de servicios de difusión directa al hogar (DTH).

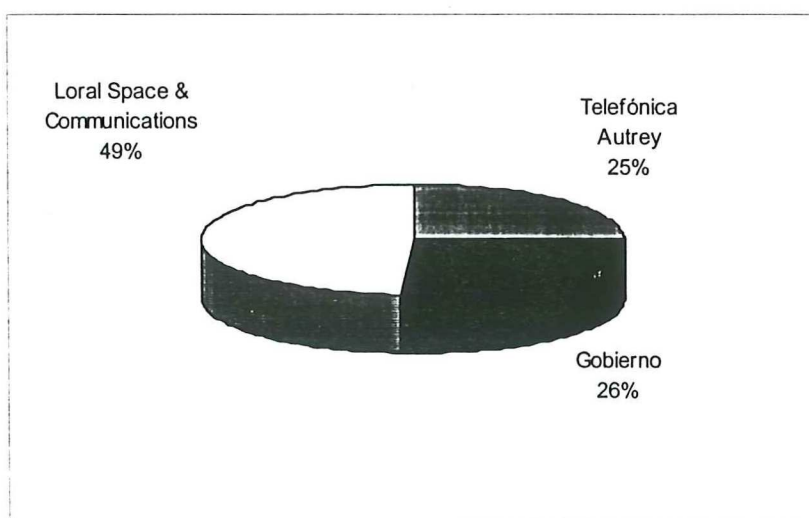


Figura 3. Estructura de Satmex.

Fuente: SCT, Noviembre 1997

II.7 Comunicaciones móviles a través de satélites en órbitas bajas (LEOs).

Los sistemas de comunicaciones móviles de cobertura global mediante constelaciones de satélites dispuestos en órbitas bajas permitirán el acceso a servicios de comunicaciones de voz y datos desde cualquier parte del mundo y en cualquier momento a partir de Septiembre de 1998. El primer sistema satelital LEO que comenzará a ofrecer estos servicios será Iridium, el cual está formado por una constelación de 66 satélites que harán posible tener acceso a servicios de telefonía y radiolocalización. Iridium Central America & Mexico será el encargado de operar este sistema en México con una inversión de 20 millones de dólares con lo que se espera contar con 70,000 usuarios [El Financiero, Febrero 1998].

Se espera que a principios de 1999 Globalstar comience a ofrecer sus servicios mediante una constelación de 48 satélites dispuestos en seis planos orbitales. La oferta de servicios en México de este sistema será a través del consorcio Globalstar de México, el cual surgió de la alianza estratégica de Telefónica Autrey y Loral Space & Communications los cuales anunciaron una inversión por 60 millones de dólares y tienen contemplada, además de contar con usuarios de negocios, la instalación de teléfonos públicos mediante tecnología satelital en zonas rurales y de acceso difícil.

Los sistemas Iridium y Globalstar ya cuentan con el permiso de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para ofrecer sus servicios en México; sin embargo, aun queda pendiente establecer el protocolo de reciprocidad para la prestación de servicios móviles por satélite y las reglas para la telefonía satelital por parte de la Comisión Federal de Telecomunicaciones.

III. IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS QUE CONTRIBUYEN AL AUMENTO DE LA DENSIDAD TELEFÓNICA.

III.1 Introducción.

Los procesos de liberalización y apertura a la competencia en el sector de las telecomunicaciones que actualmente se vive en México no solo se manifiestan con la entrada de nuevos competidores, sino que promueven el desarrollo de un mayor número de tecnologías como solución para aumentar el acceso a servicios de telecomunicaciones ya que pueden facilitar y hacer menos costoso la prestación de servicios. En este capítulo se identifican las tecnologías que se emplearán como alternativa a la modalidad alámbrica tradicional para proveer acceso a la red telefónica y que influyen en el aumento de la densidad telefónica.

III.2 Acceso local mediante tecnología alámbrica.

La red telefónica alámbrica se puede descomponer en tres tipos de facilidades principales: el lazo local, las facilidades de conmutación y las troncales. El lazo local está formado por facilidades que proporcionan la trayectoria de señalización y de transmisión de voz entre la central telefónica y el equipo del cliente. La central telefónica se encarga de alojar el conmutador que conecta entre si las líneas de abonado que son atendidas por el mismo conmutador o a una troncal para el transporte de llamadas entre centrales.

En un sistema telefónico local, las facilidades del lazo local o red de acceso representan la parte mas significativa de la inversión a realizar para ofrecer acceso a los

usuarios [Gabel y Kennet, 1997]. Con objeto de comprender de una manera sencilla la estructura de la red de acceso, ésta se descompone en dos etapas conocidas como la planta alimentadora y de distribución a los abonados [Figura 4].

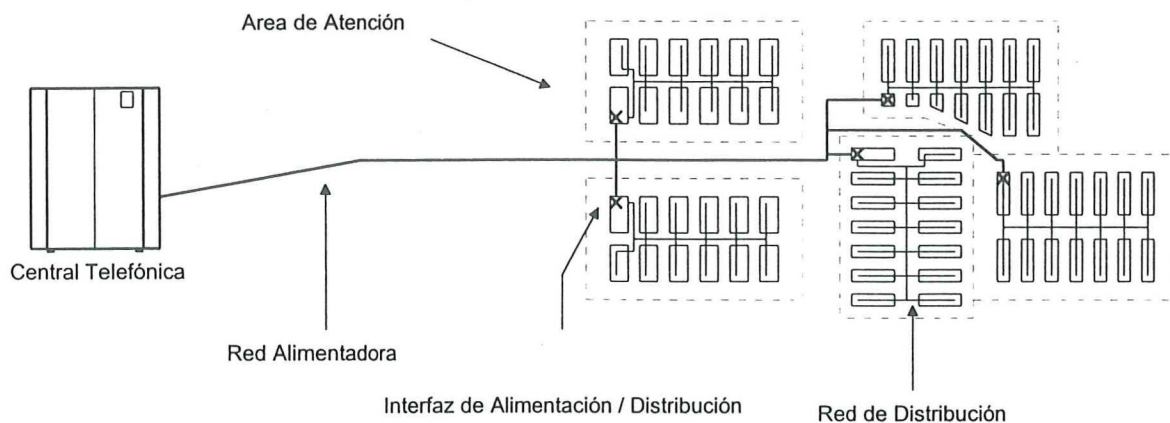


Figura 4. Acceso a la red local mediante tecnología alámbrica.

De acuerdo a la figura 4, la arquitectura de la red telefónica es similar a la de un árbol cuya raíz corresponde con la oficina central y sus ramificaciones dan acceso a diversas zonas territoriales que contienen grupos de usuarios. Las zonas territoriales atendidas por una central telefónica se dividen en regiones discretas o áreas de atención que incluyen típicamente, de 350 a 600 abonados. Un área de atención está formada por un conjunto de facilidades denominadas planta de distribución; en cambio, la planta alimentadora se compone por los medios encargados de conectar el área de servicio a la central telefónica. El acoplamiento entre la red alimentadora y de distribución se efectúa mediante una interfaz de alimentación/distribución (FDI) en cada área de atención. De esta manera, grandes cables salen de la central telefónica por medio de conductos subterráneos donde se conectan a cables alimentadores mas pequeños que llegan hasta la interfaz de

alimentación/distribución; los cables de distribución se envían a terminaciones donde se conectan los pares de hilos que llegan a las instalaciones del usuario. El cable de distribución en un área de atención se dimensiona para la demanda final de servicio esperado mientras que los cables alimentadores son agregados conforme se requieran.

III.3 Acceso Inalámbrico Fijo (AIF).

Los operadores de servicios telefónicos en países desarrollados y en desarrollo han considerado últimamente el empleo de sistemas de telefonía inalámbrica como una alternativa a la red de acceso basada en líneas de cobre debido principalmente a su instalación rápida y sencilla, menores costos iniciales de instalación y mantenimiento, el acceso flexible a los abonados, su fácil adaptación a irregularidades del terreno, así como la reutilización del equipo.

Las tecnologías de acceso inalámbrico fijo emplean equipo de radio y el espectro de frecuencias bajo una arquitectura celular en la cual los abonados están fijos. A diferencia de otras tecnologías inalámbricas como la celular móvil, satelital o de microondas, un sistema de acceso inalámbrico fijo está diseñado especialmente para optimizar el acceso al lazo local proporcionando mayor capacidad a un costo menor respecto a los servicios móviles [Palmer, 1996].

III.3.1 Arquitectura de un sistema de acceso inalámbrico fijo.

Un sistema de acceso inalámbrico fijo está basado en una arquitectura celular donde el área de servicio se divide en un conjunto de celdas con el propósito de emplear en forma

eficiente los canales de radio disponibles mediante varios transmisores de baja potencia, de los cuales cada uno proporciona cobertura a una pequeña porción del área de servicio [Figura 5]. A cada estación base se le asigna una porción del número total de canales disponibles de todo el sistema, tomando en cuenta que a las estaciones base vecinas le corresponden grupos de canales diferentes de tal manera que la interferencia entre las estaciones base y también entre los abonados fijos bajo su control, sea mínima. Además, limitando el área de cobertura dentro los límites de una celda es posible emplear el mismo grupo de canales para cubrir células diferentes separadas entre sí una distancia lo suficientemente grande para mantener los niveles de interferencia dentro de límites tolerables. Al proceso de selección y asignación de grupos de canales para todas las estaciones bases celulares en un sistema, se le denomina reuso de frecuencias.

La maximización del número de veces que cada canal puede reutilizarse en un área geográfica determinada, es el punto clave en el diseño de un sistema celular. Además, la potencia de transmisión se elige lo suficientemente grande para tener comunicación con las unidades de abonado localizadas en los límites de la celda.

III.3.2 Diferencias entre Sistemas de Acceso Inalámbrico Fijo y Sistemas Móviles.

Los sistemas de Acceso Inalámbrico Fijo poseen las siguientes diferencias respecto a los sistemas celulares móviles [Garg and Sneed, 1996]:

- Las pérdidas en la trayectoria de propagación de un sistema de acceso inalámbrico fijo es de alrededor de 20 dB/década debido a que las terminales de abonado permanecen fijas, mientras que en un sistema móvil la pérdida tiene una magnitud de 40 dB/década.

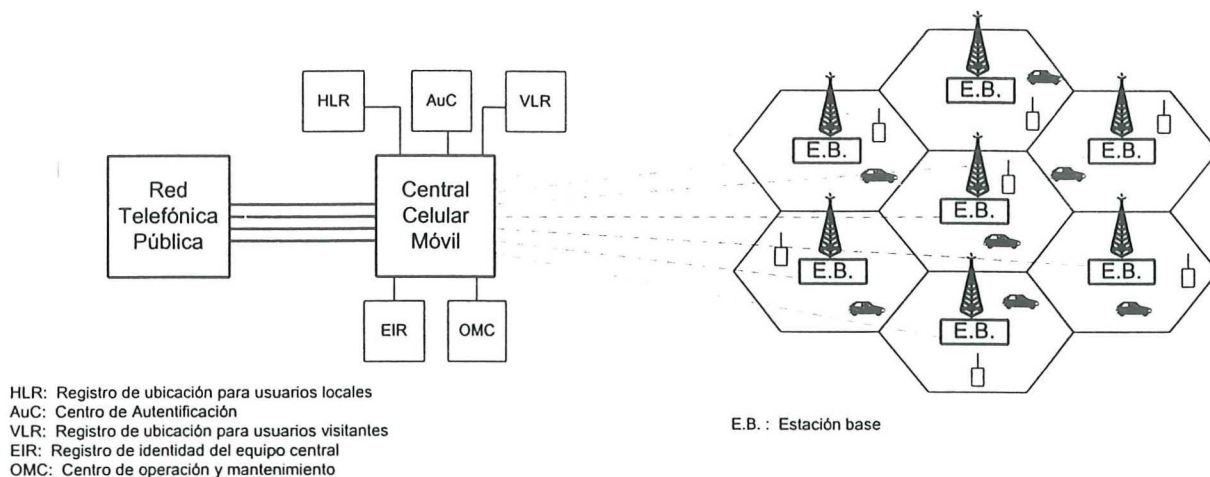


Figura 5. Arquitectura del sistema celular

- En un sistema inalámbrico fijo las antenas se colocan comúnmente en sitios altos, lo cual se traduce en menor desvanecimiento de la señal recibida que en una condición de fijo a móvil. La relación E_b/N_0 en un enlace fijo a fijo para un canal de 30 KHz se asume de 14 dB, mientras que en la condición móvil con el mismo canal de 30 KHz es de 18 dB.
- La distancia entre celdas para el reuso de frecuencias puede reducirse debido a que un sistema inalámbrico fijo puede emplear antenas direccionales en ambos extremos del enlace, de tal forma que el área de interferencia se vuelve mas pequeña traduciéndose en un incremento de capacidad.
- No ocurren transferencias de llamadas debido a que el enlace entre estaciones base y terminales de abonado es fijo.

III.3.3 Configuraciones de un sistema de acceso inalámbrico fijo.

Los servicios de telefonía básica mediante tecnología inalámbrica fueron posibles inicialmente como una extensión de las redes celulares móviles de las cuales se aprovechaba su capacidad sobrante tanto de equipo, infraestructura y espectro para la puesta en operación de terminales de abonado inalámbricas fijas [Figura 5]. Sin embargo, con el paso del tiempo los sistemas de acceso inalámbrico fijo evolucionaron para convertirse en una tecnología independiente de los sistemas móviles que puede servir como conexión directa a la red telefónica pública conservando su arquitectura de tipo celular [Figura 6].

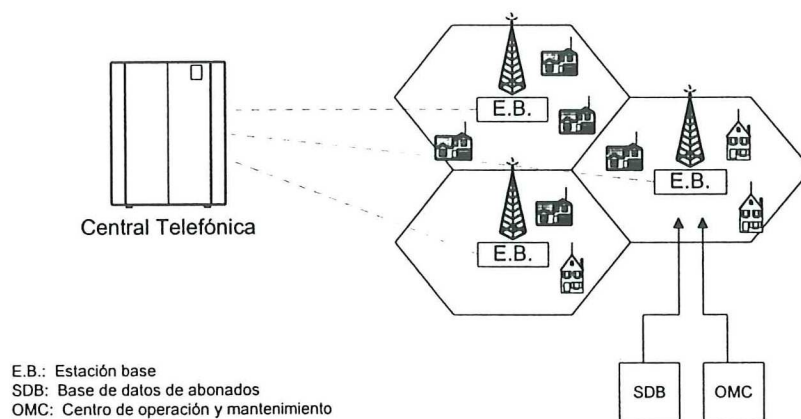


Figura 6. Sistema de Acceso Inalámbrico Fijo

Muchos sistemas de acceso inalámbrico fijo están basados en tecnologías celulares tanto analógicas como digitales que se desarrollaron para comunicaciones inalámbricas móviles en forma exitosa, por lo cual pueden beneficiarse de las economías de escala asociadas y disfrutar de costos reducidos. Sin embargo, mientras las tecnologías móviles pueden emplearse rápidamente para sistemas inalámbricos fijos, la red de acceso ideal para un mercado determinado se diseña y adapta para servicios fijos en lugar de móviles debido

a que existen características intrínsecas del servicio inalámbrico fijo que no son tratadas totalmente por las tecnologías inalámbricas móviles sin consideración explícita. Las distinciones entre las tecnologías fija y móvil se manifiestan en forma mas clara en el despliegue de la red inalámbrica fija, las terminales de abonado y la interfaz a la red telefónica pública.

III.3.3.1 Despliegue de la red.

El despliegue inicial de las estaciones base en un sistema de acceso inalámbrico fijo necesita únicamente proporcionar cobertura en áreas donde se garantiza una demanda de servicio inmediata. Mientras que en el diseño de un sistema para comunicaciones móviles es necesario esforzarse por otorgar cobertura a toda una región desde antes que comience el servicio, en un sistema inalámbrico fijo es posible comenzar el servicio en etapas. Esta distinción entre aplicaciones fijas y móviles no implica por si misma ninguna diferencia en la tecnología, pero si se presentan otras diferencias asociadas con el despliegue de la red. Por ejemplo, la capacidad requerida para un sistema móvil es diferente que la de un sistema inalámbrico fijo ya que, mientras las estaciones base del sistema móvil deben proporcionar la capacidad adecuada para soportar un tráfico intenso, las estaciones base del sistema fijo únicamente deben ofrecer capacidad para soportar un número conocido de abonados. Tal capacidad puede ser mayor que la requerida para el mismo número de abonados móviles.

Asimismo, la naturaleza de la cobertura también es diferente en aplicaciones fijas y móviles. En el caso de sistemas móviles se requiere proporcionar comunicación a todas las áreas dentro del alcance de la estación base, mientras que en un sistema fijo es posible

asumir que la terminal de abonado se ha instalado para obtener la mejor calidad de señal gracias al empleo de antenas direccionales que mejoran la calidad de la señal recibida en la estación base [Jacobsen, 1995]. Como resultado de las diferencias antes mencionadas en los ambientes de propagación fijo y móvil, los niveles de potencia de transmisión en la estación base de un sistema inalámbrico fijo pueden ser reducidos respecto a uno móvil considerando la misma área de cobertura, lo cual implica menores costos en la estación base y una confiabilidad mejorada.

III.3.3.2 Terminales de abonado.

Las terminales de abonado en un sistema de acceso inalámbrico fijo pueden ser unidades portátiles que permiten al usuario cierto grado de movilidad; también pueden estar integradas en un teléfono de escritorio con un dispositivo de radio o pueden constar de unidades multilinea que conectan uno o mas teléfonos estándar. Además, las terminales se pueden montar tanto en interiores como exteriores e incluso poseen batería de respaldo. Estas diferencias en los diseños de terminales para telefonía inalámbrica fija reflejan el empleo de diferentes tecnologías de radio y los distintos niveles de servicios que pueden soportarse, desde servicio telefónico básico (POTS) hasta servicios avanzados de banda amplia. Tales variaciones en la terminal de abonado resaltan la forma en que la tecnología móvil puede adaptarse a la variedad de aplicaciones inalámbricas fijas.

III.3.3.3 Interfaces con la Red Telefónica Pública.

Los abonados a un sistema de acceso inalámbrico fijo se enlazan por radio a una red de estaciones base, que a su vez se conectan por medio de una red de transporte para

permitir su interconexión a la red telefónica pública. En general, la interfaz de un sistema inalámbrico fijo con la red telefónica puede ser soportada ya sea por su propio conmutador o mediante conexión directa a una central local de intercambio. La manera en que se interconecta el sistema a la red telefónica representa una distinción importante entre los sistemas basados en tecnología inalámbrica móvil o adaptados para abonados fijos.

Los sistemas que se incorporan a su propio conmutador o que se conectan únicamente a ciertos tipos de conmutadores presentan la dificultad de soportar conexión directa a la amplia variedad de conmutadores disponibles, así como su confianza en tecnología diseñada para el soporte de servicios móviles. El requerimiento de centros de conmutación móvil o tipos de conmutadores específicos como parte de un sistema inalámbrico fijo puede representar un costo adicional al operador de red.

En cambio, la conexión directa de un sistema inalámbrico fijo a los conmutadores de la central telefónica existente hace que la red inalámbrica sea efectivamente una extensión directa de la red alámbrica y permite el empleo de recursos de conmutación subutilizados. El sistema inalámbrico fijo puede contar con la red telefónica pública para proporcionar todas las funciones principales de conmutación. La conexión directa a los conmutadores de la red telefónica puede ser a través de interfaces analógicas de dos o cuatro hilos, o interfaces digitales que emplean canales de voz PCM a 64 Kbps.

III.3.4 Tecnologías para Sistemas de Acceso Inalámbrico Fijo.

Debido a que inicialmente los sistemas de acceso inalámbrico fijo se utilizaron como una extensión de sistemas celulares móviles al aprovechar su capacidad sobrante para ofrecer servicios de telefonía a usuarios fijos, las tecnologías adoptadas corresponden con las mismas que se han utilizado en sistemas de comunicaciones inalámbricas móviles sin que hasta el momento existan estándares específicos para acceso inalámbrico fijo. En la actualidad se identifican tres clases de tecnologías para los sistemas inalámbricos fijos:

- Tecnologías basadas en estándares para radio celular móvil
- Tecnologías basadas en estándares para telefonía inalámbrica fija
- Estándares propietarios establecidos por fabricantes de equipo

En la tabla V se muestran los estándares mas utilizados en países desarrollados y que entrarán al mercado mexicano de telecomunicaciones gracias a la apertura en servicios de telefonía local y el crecimiento de la telefonía inalámbrica.

Tabla V. Tecnologías para acceso inalámbrico fijo.

Sistema	GSM	IS-95	DECT
Técnica de acceso	TDMA / FDMA	CDMA / FDMA	TDMA / FDMA
Uso principal	Celular	Celular	Inalámbrico / celular
Banda de Frecuencia			
Estación base (MHz)	935 - 960	869 - 894	1800 - 1900
Estación móvil (MHz)	890 - 915	824 - 849	
Duplexaje	FDD	FDD	TDD
Modulación	GMSK	PSK / QPSK	GFSK
Control de potencia			
Estación base	Si	Si	No
Estación móvil	Si	Si	No
Codificación de voz	RPE-LTP	QCELP	ADPCM
Tasa de voz (Kbps)	13	8 (tasa variable)	32
Canales de voz por canal RF	8	-	12
Tasa de bits de canal (bps)	270.833	-	1152
Codificación de canal	Convolucional 1/2	CRC	CRC
Duración de la trama (ms)	4.615	20	10

III.3.4.1 Estándar GSM.

El sistema GSM es un estándar celular de segunda generación que fue desarrollado para resolver los problemas de incompatibilidad de los sistemas celulares europeos, habiéndose colocado como el sistema de comunicaciones móviles común en Europa en la banda de 900 MHz. Se trata del primer sistema que especifica el uso de modulación digital y arquitecturas y servicios a nivel de red. A finales de 1993, se creó en otros países una modalidad del estándar GSM conocido como DCS 1800 que soporta servicios de comunicaciones personales en las bandas de 1.8 a 2 GHz.

La arquitectura del sistema GSM consiste de tres subsistemas principales, que interactúan entre si y los usuarios a través de ciertas interfaces de red [Figura 7]. Los subsistemas son la estación base (BSS), el subsistema de red y conmutación (NSS) y el de soporte de operación (OSS); a la estación móvil se le considera parte del subsistema de la estación base.

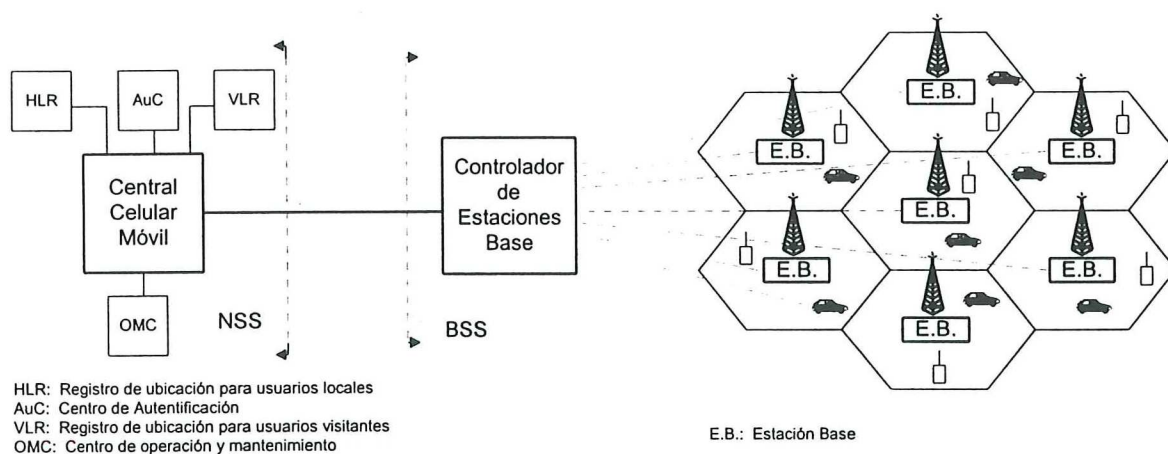


Figura 7. Sistema GSM

Las funciones principales que lleva a cabo cada subsistema son:

- El BSS proporciona y maneja las trayectorias de transmisión de radio entre las estaciones móviles y el centro de conmutación móvil; también maneja la interfaz de radio entre las estaciones móviles y los subsistemas restantes. Cada BSS consiste de varios controladores de estación base (BSC) que conectan la estación móvil al subsistema de red y conmutación a través del centro de conmutación móvil.
- El NSS administra las funciones de conmutación del sistema y permite a las centrales móviles comunicarse con otras redes, como la red telefónica pública.
- El OSS soporta la operación y mantenimiento del sistema permitiendo su monitoreo, diagnóstico y detección de fallas.

III.3.4.2 Estándar IS-95.

Es un sistema celular digital basado en CDMA que ofrece capacidad mejorada y fue diseñado con objeto de ser compatible con el sistema celular analógico AMPS, de tal forma que las terminales móviles y estaciones base puedan producirse para un modo de operación dual. El estándar IS-95 permite que cada usuario dentro de una celda como en celdas adyacentes utilicen el mismo canal de radio debido a que utiliza el esquema de acceso CDMA que elimina totalmente la necesidad de planeación de frecuencias. Para facilitar la transición del estándar AMPS a CDMA, cada canal en un sentido ocupa 1.25 Mhz de espectro o 10 por ciento del espectro celular disponible para un proveedor celular.

A diferencia de otros estándares celulares, la tasa de datos del usuario cambia en tiempo real dependiendo de la actividad de voz y requerimientos en la red. Asimismo, utiliza un esquema de modulación y esparcimiento de espectro diferente en los enlaces de

ida y de regreso. En el enlace de ida, la estación base transmite simultáneamente la información del usuario a todos los móviles en la celda empleando una secuencia de esparcimiento diferente para cada móvil. También se transmite un código piloto simultáneamente a un nivel de potencia superior permitiendo que todos los móviles utilicen detección coherente de portadora estimando las condiciones del canal. En el enlace de regreso, todos los móviles responden en forma asíncrona y poseen un nivel de señal constante debido al control de potencia aplicado por la estación base.

III.3.4.3 Estándar DECT.

El estándar DECT es un sistema inalámbrico picocelular que proporciona una interfaz de radio entre el abonado y la red fija para soportar servicios inalámbricos digitales en aplicaciones de acceso fijo de alta densidad. Este sistema emplea una concentración de estaciones base pequeñas, cada una enlazada al controlador de la estación base que se conecta a la red de conmutación. Las aplicaciones típicas incluyen edificaciones con oficinas y otros ambientes con una densidad alta de abonados donde la demanda por kilómetro es elevada y el área de cobertura de la celda no es un requerimiento crítico. El radio pequeño de celdas y bajo costo relativo de estaciones base y controladores también lo hacen apropiado para cubrir huecos de poca cobertura en la red fija existente.

La interfaz de radio está basada en la tecnología de acceso TDMA y opera sobre 10 portadoras en la banda de 1880 a 1900 Mhz. Asimismo, emplea selección dinámica de canal, que es un mecanismo automatizado de planeación de frecuencia para seleccionar el canal con la interferencia mas baja de celdas vecinas o sectores.

III.4. Sistemas Satelitales.

La prestación de servicio telefónico por medios terrestres siempre ha sido una tarea difícil debido principalmente a las grandes distancias entre los sitios de las terminales y los puntos de acceso a la red telefónica pública (PSTN). Los sistemas satelitales modernos pueden proporcionar una solución a este problema, aunque a un costo que no es realmente sostenible por los abonados rurales en países en desarrollo.

Un sistema de comunicaciones por satélite está compuesto por el segmento espacial que incluye a los satélites en operación y la facilidad de telemetría, rastreo y comando (TT&C) que controla y administra su operación, así como por el segmento terrestre que desde la perspectiva del usuario es la parte mas importante del sistema e incluye estaciones terrenas de diversos tipos tales como, grandes estaciones maestras (Hub) o Gateways y estaciones mas pequeñas que prestan servicios en forma directa a los usuarios [Gibson, 1997].

Los satélites han desempeñado un papel importante en el suministro de servicios de comunicaciones de voz en áreas aisladas y de acceso difícil mediante sistemas SCPC/DAMA, en los cuales el acceso al servicio es compartido en base a la demanda dado el tráfico ligero que caracteriza a estas zonas. Sin embargo, recientemente se ha considerado el empleo de la banda L asignada para los servicios de comunicaciones móviles terrestres como una nueva alternativa para la prestación de servicios en zonas rurales.

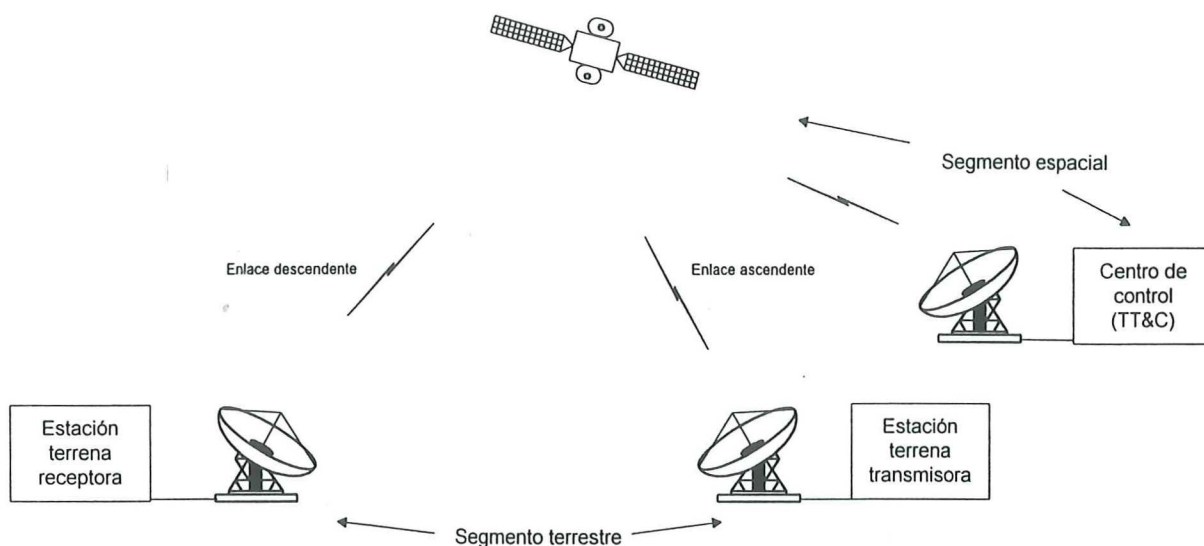


Figura 8. Sistema Satelital

III.4.1 Servicios de comunicaciones móviles mediante la banda L.

Los sistemas móviles por satélite, a diferencia de los sistemas móviles terrestres, pueden proporcionar servicios con alcances ilimitados dentro la zona de cobertura del satélite ya que el abonado móvil nunca se encuentra fuera del alcance del satélite en su área de influencia. La aplicación de tecnología móvil satelital en zonas rurales y de acceso difícil es importante desde el punto de vista operativo y económico ya que evita el gasto en infraestructura de cableado y de obra civil, el cual representa un porcentaje importante en el costo de implantación de servicios en estas zonas. Un sistema de comunicaciones móviles por satélite consiste de un satélite que emplea la banda L (1-2 GHz) para la comunicación entre un conjunto de terminales móviles y el satélite, y la banda Ku (12-14 GHz) para los enlaces entre el satélite y un número de estaciones terrenas fijas [Figura 9].

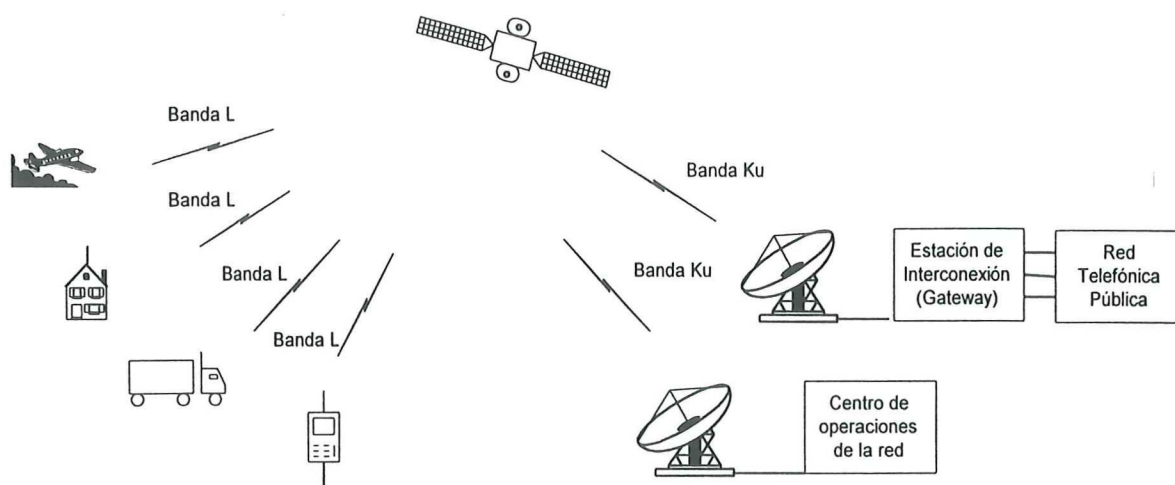


Figura 9. Sistema Satelital en Banda L.

El establecimiento de un enlace de comunicaciones entre usuarios móviles y estaciones terrenas fijas requiere dos enlaces a través del satélite. En primer lugar, para que una terminal móvil se comuniquen con una estación fija la señal viaja del móvil al satélite por medio de la banda L y posteriormente baja a la estación terrena fija en banda Ku; lo mismo sucede para el enlace entre la estación fija y la terminal móvil. En el caso de comunicaciones entre unidades móviles, éstas no se realizan en forma directa sino a través de enlaces de móvil a estación terrena y de estación terrena a la terminal móvil destino; esto significa que para dirigir una señal en banda Ku a un haz específico en la banda L, únicamente se requiere colocar la señal del enlace de subida en el espectro de frecuencia asociado con ese haz. Si solamente se empleara la banda L, es decir, que fuera posible la comunicación directa entre terminales móviles, cada señal del enlace de subida en un haz puntual en banda L tendría que ser enrutado a su correspondiente haz puntual en banda L, lo cual implicaría tener un sistema de enrutamiento mas complejo en el satélite.

El segmento terrestre está formado por las terminales móviles, estaciones centrales o de interconexión (Gateway) y un centro de operaciones de la red satelital. Dependiendo del tipo de antena que utilicen, las terminales móviles pueden ser de tipo móvil con antena omnidireccional, móviles con mecanismos de rastreo y unidades transportables de acuerdo a la aplicación, el servicio y las características del usuario móvil. En México se está considerando la aplicación de estaciones transportables semi-fijas o semi-móviles en zonas rurales y de acceso difícil.

Una red de comunicaciones móviles consiste de un conjunto de subredes con topología tipo estrella, en las cuales el centro de control es una estación central que puede ser una estación de interconexión o Gateway que permite el acceso a la red telefónica pública o a redes privadas. Por último, el centro de operaciones de la red se encarga de controlar el funcionamiento de la red, la administración y asignación de recursos, así como funciones de monitoreo.

III.4.2 Sistemas satelitales en órbitas bajas (LEOs).

En años recientes el desarrollo de soluciones mas efectivas en costo han resultado con el anuncio de varios sistemas satelitales nuevos que podrán prestar servicio telefónico con cobertura mundial a partir de 1998. Dentro de estos nuevos sistemas se encuentran las constelaciones de varios satélites en órbitas bajas, los cuales presentan como principal ventaja una reducción de las pérdidas en la trayectoria de propagación, así como retardos de propagación mucho mas pequeños que los experimentados en satélites geoestacionarios, es

decir, en un enlace se tiene como retardo máximo de 20 a 24 milisegundos contra 500 milisegundos en el caso geoestacionario.

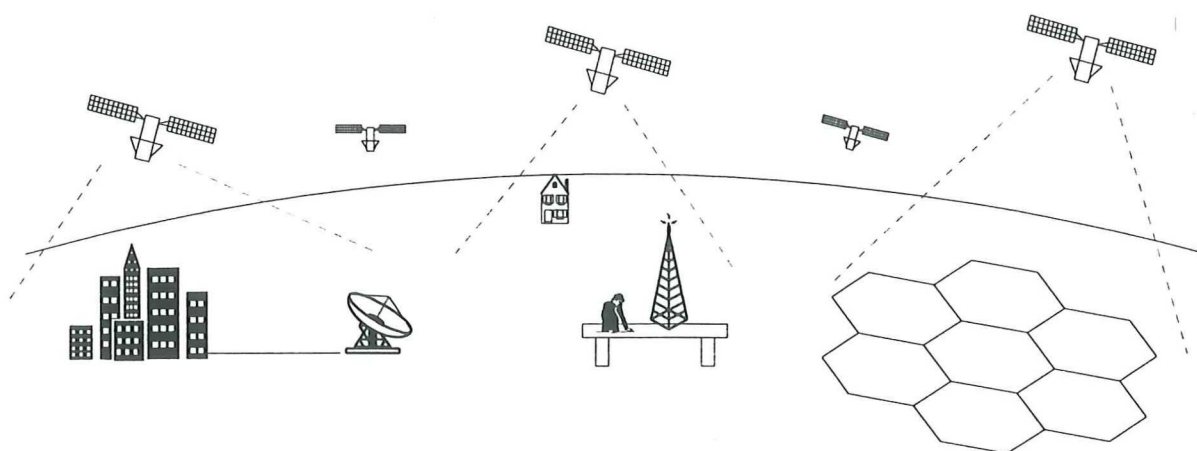


Figura 10. Sistema de satélites en órbitas bajas

Las constelaciones de satélites en órbita baja proporcionan cobertura mundial, mientras que los satélites en órbita geoestacionaria ofrecen una cobertura regional. Por otra parte, presentan ventajas al proporcionar servicios interactivos mediante terminales terrestres simples con baja potencia de transmisión. Los sistemas interactivos para servicios de multimedia requieren que la red satelital introduzca un retardo lo mas bajo posible entre las transacciones sobretodo en aplicaciones en las que es esencial recibir un reconocimiento o señal de navegación en tiempo real dado que el sistema satelital emplea los mismos protocolos de las redes terrestres. En la tabla VI se presentan las características principales de los sistemas satelitales de órbita baja que pronto comenzarán a ofrecer sus servicios en todo el mundo.

Tabla VI. Comparación entre Iridium y Globalstar.

Sistema	IRIDIUM	GLOBALSTAR
No. de Satélites	66	48
Altitud (Km)	780	1400
Técnica de acceso	TDMA	CDMA
Frecuencias de usuario	1610 -1626.5 MHz	1610 - 1626.5 MHz (UL) 2483.5 - 2500 MHz (DL)
No. de canales	102	13
Ancho de banda / canal	126 KHz	1.23 MHz
Canales de voz / celda	174	128
Cobertura del Gateway	660 Km	1500 Km
Enlace entre satélites	Si	No
Inicio de operaciones	1998	1998
Inversión	\$ 3.8 billones	\$ 1.6 billones
Precio de unidad portátil	\$ 3000	\$ 700
Precio / minuto	\$ 3	\$ 0.4

III.4.2.1 Iridium.

Se compone de una constelación de 66 satélites de órbita baja dispuestos en 6 planos orbitales a una altitud de aproximadamente 780 Km; su capacidad de servicios será brindada por medio de frecuencias en banda L. El sistema Iridium es una red de comunicaciones personales inalámbricas diseñado para prestar servicios de voz, datos y fax con una cobertura completamente global en todo momento. Los usuarios de este sistema emplearán una unidad portátil con una antena pequeña cuya señal alcanzará al satélite más próximo de la constelación en su área de cobertura; tiene la particularidad de permitir enlaces intersatelitales que enrutarán las señales de los usuarios hasta encontrar su destino final sin importar la localidad en que se encuentren.

Este sistema opera en una arquitectura celular proyectando 48 células por satélite sobre la superficie terrestre, cada una con un diámetro aproximado de 660 Km. La constelación de satélites y su proyección de células es análoga a la de un sistema telefónico

celular; en este caso, los usuarios se mueven a una velocidad mucho menor que las células de tal manera que el usuario parece inmóvil y las células son las que se mueven. Las bandas de frecuencias en las que operará este sistema son:

1610 - 1626.5 MHz	Enlace satélite a terminal de usuario
19.4 - 19.6 GHz	Enlace satélite a gateway
29.1 - 29.3 GHz	Enlace Gateway a satélite

El plan de frecuencias para el enlace de subida en la banda L consiste de un máximo de 102 canales espaciados casi 160 KHz; cada canal ocupará un ancho de banda de 126 KHz. Se usarán un máximo de 64 portadoras, de las cuales 9 son de control. De esta manera, la capacidad de tráfico en 16.5 Mhz de la banda L será de 174 canales de voz full dúplex por celda. En lo que se refiere al enlace de bajada, se emplea Interpolación Digital de Voz (DSI) a una tasa de compresión de 2.2:1 permitiendo un tráfico de 25 portadoras que manejan hasta 55 canales de voz.

El costo de construir, lanzar y operar Iridium un año después de su lanzamiento se espera que sea de 3,800 millones de dólares, los teléfonos portátiles tendrán un costo esperado de 2,500 dólares, cargos mensuales por 50 dólares y 3 dólares por minuto de llamada. El servicio comercial de Iridium a nivel mundial comenzará en Septiembre de 1998. El nicho de mercado al que Iridium está dirigido se refiere principalmente a usuarios de negocios que se encuentran en constante movilidad y requieren acceso inmediato a servicios de comunicaciones de voz y de datos ya sea a través de una red telefónica celular local o por medio de la red satelital de Iridium.

A pesar que Iridium ha contemplado la instalación de casetas telefónicas fijas con alimentación solar para servicios fijos en áreas rurales, en el caso de México únicamente se compromete a la entrega de un número aún no determinado de terminales satelitales a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para su instalación en zonas aisladas [Comunicación personal ejecutivo de Iridium, Marzo 1998].

III.4.2.2 Globalstar.

Es un sistema de telecomunicaciones digitales basado en una constelación de 48 satélites en órbitas bajas dispuestos en ocho planos orbitales a una altitud de 1400 Kms. que comenzará a proporcionar servicios de cobertura mundial a partir de 1999. En promedio cada satélite de la constelación tendrá un tiempo de vida útil de entre 7 y 8 años. Las llamadas de los abonados serán enrutadas a través de un satélite a la estación terrena de acceso o Gateway mas cercana donde a su vez se conectarán a la red terrestre existente. Cada Gateway podrá dar servicio en un área de hasta 3000 Km de diámetro y servirán como interfaz entre el segmento espacial y el terrestre.

Las bandas de frecuencia que utilizará este sistema son:

1610 - 1626.5 Mhz	Enlace Terminal de usuario - Satélite
2483.5 - 2500 Mhz	Enlace Satélite - Terminal de usuario
5091 - 5250 Mhz	Enlace Gateway - Satélite
6873 - 7055 Mhz	Enlace Satélite - Gateway

La técnica de acceso múltiple será CDMA, la cual se basa en el concepto de espectro extendido que es un método de transmisión digital donde la señal ocupa un ancho

de banda significativamente mas grande que el mínimo requerido en comparación con otras técnicas. Varios usuarios comparten el mismo ancho de banda y cada señal es identificada por un código especial que únicamente conocen el transmisor y receptor correspondiente.

La constelación satelital de Globalstar ofrecerá servicios de voz de alta calidad, datos y fax a precios competitivos a usuarios equipados con terminales fijas, móviles o portátiles. El costo de la unidad portátil será de alrededor de 700 dólares, la renta mensual será de 10 dólares y el minuto por llamada tendrá un costo aproximado de 40 centavos de dólar. Globalstar está diseñado para complementar las redes celulares y terrestres fijas existentes atendiendo regiones que estas redes no cubren. Las principales aplicaciones de este sistema serán:

- Extensión regional de los servicios celulares existentes
- Servicios de comunicaciones móviles regionales por satélite
- Servicios de comunicaciones móviles por satélite de cobertura mundial

El nicho de mercado que Globalstar pretende abarcar contempla usuarios de negocios que requieren servicios de comunicaciones de voz y radiolocalización sin importar el lugar en que se encuentren. A diferencia del sistema Iridium, otro segmento de mercado que cubrirá Globalstar serán las zonas rurales y aisladas de difícil acceso mediante teléfonos fijos de pago que permitirán la incorporación de estas regiones a servicios de comunicaciones con un costo relativamente accesible.

IV. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AUMENTO DE LA DENSIDAD TELEFÓNICA.

IV.1 Introducción.

La introducción de servicios de comunicaciones en áreas rurales, suburbanas y de extrema pobreza ha representado un reto importante tanto en países en desarrollo como para países que cuentan con mejor infraestructura financiera y material. La dificultad es atribuible al costo de implantación de servicios, al tiempo requerido para la planeación y despliegue de infraestructura, así como a las condiciones regulatorias existentes en los diversos países. El continuo avance y disponibilidad tecnológica presentan una serie de alternativas que se adaptan a las necesidades y características de las zonas en las que se pretende ofrecer servicio telefónico. Sin embargo, existen obstáculos que enfrentan los países en desarrollo para proporcionar tales servicios a las poblaciones rurales y más necesitadas, creando gran disparidad entre la gente que goza de los beneficios de las comunicaciones y aquellos en los que no se tiene disponible ningún tipo de servicio debido a las condiciones adversas de carácter demográfico y social.

En el presente capítulo se identifican y analizan los diversos factores que influyen en el mejoramiento de la penetración telefónica, y que son aplicables para las condiciones de liberalización y apertura a la competencia que se están desarrollando actualmente en las telecomunicaciones en México.

IV.2 Factores Tecnológicos y Operativos.

El crecimiento de la penetración telefónica de un país depende en gran parte, del aprovechamiento del avance tecnológico de tal manera que permita el desarrollo de sistemas de telecomunicaciones adecuados en un área de servicio determinada; de esta forma, la disponibilidad tecnológica permitirá que la planeación del despliegue de infraestructura de acceso represente una carga financiera mínima para los operadores telefónicos.

IV.2.1 Aspectos principales para la selección de tecnologías.

La liberalización de las telecomunicaciones en varios países en desarrollo está permitiendo la entrada de nuevos operadores que se encargarán de incrementar la penetración telefónica gracias a la disponibilidad de capital, haciendo necesario considerar el tiempo que llevará la planeación y construcción de infraestructura en las regiones específicas de servicio. De acuerdo a lo anterior, la expansión de cobertura de las redes de acceso enfrenta varios aspectos importantes para la selección de tecnología adecuada a ser desplegada, los cuales incluyen:

- Uso eficiente del capital.

El costo de la inversión es una limitante importante para la construcción de redes de acceso al servicio telefónico por parte de los operadores de telecomunicaciones haciendo necesario el establecimiento de un criterio clave para la selección de la tecnología que utilice el capital en forma mas eficiente. Por ejemplo, un sistema de telefonía inalámbrica emplea el capital mas eficientemente ya que sus costos de instalación por abonado son

comparables a los de facilidades alámbricas tradicionales en áreas urbanas densas. En el caso de áreas suburbanas, la tecnología inalámbrica otorga al operador grandes ventajas de costo de capital mientras que en áreas rurales representa la solución menos costosa.

- Rápido despliegue para cumplir objetivos

La demanda de una rápida provisión de servicio telefónico se vuelve un factor crítico que influye en la elección de tecnologías, específicamente en la elección de sistemas de telefonía inalámbrica donde la red de distribución por cobre se reemplaza con un sitio de radio que aloja equipos e interfaces de radio. Conforme se incrementa el tráfico, se instalan canales de radio adicionales permitiendo la cobertura eficiente de grandes regiones geográficas. Esto implica que un operador de tecnología inalámbrica puede reducir la inversión inicial y financiar la expansión de cobertura a partir de sus ganancias.

- Operación económica.

Se refiere al empleo de la tecnología cuya operación y mantenimiento sean mas sencillos resultando en costos anuales recurrentes de operación mas bajos. Dado lo anterior, desde hace algunos años se ha concebido a las tecnologías inalámbricas como substitutos y complemento de las redes alámbricas.

IV.2.2 Categorización de la estructura de costos de inversión por tecnología.

Los tipos de costos en los que se incurre al implantar una determinada tecnología de acceso al servicio telefónico se dividen en costos fijos y variables. Los costos fijos son independientes del nivel de demanda del servicio, es decir, no son sensibles al tráfico y corresponden con los costos del lazo local. Se refieren a los costos de los hilos telefónicos

exteriores, postes y otras facilidades que enlazan cada premisa de los clientes telefónicos con la red telefónica pública en el caso de tecnología por cable. Los costos variables son aquellos que cambian con el nivel de demanda de un servicio, ya sea en términos de tráfico o número de clientes; pueden representar equipo dedicado o compartido.

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, la red telefónica está compuesta por las facilidades del lazo local, de conmutación y las troncales, donde el lazo local o red de acceso representa la parte mas significativa de la inversión para proveer una línea telefónica. Asimismo, la red de acceso se descompone en la red de alimentación y de distribución. Con objeto de conocer la estructura de los costos de inversión en los que se incurre al emplear cierta tecnología, es posible identificar en cada una de ellas tanto la parte alimentadora y de distribución correspondientes.

IV.2.2.1 Comparación de costos entre tecnologías de acceso.

La comparación de costos entre tecnologías de acceso se realiza en base a los costos iniciales de capital, los cuales se refieren a la cantidad de dinero que se necesita para construir la planta telefónica y cuyos elementos principales contemplan el equipo, la instalación y la obra civil. Los costos de inversión en equipo incluyen:

- Equipo de intercambio y de sitio remoto asociado como concentradores, multiplexores y estaciones base.
- Equipo de transmisión.
- Infraestructura para equipo de los sitios que incluye edificaciones, radio y mástiles para antenas.

- Alojamiento de cableado.
- Equipo terminal que incluye teléfonos y terminales de radio.

Los costos de mano de obra están compuestos por:

- Instalación del equipo.
- Obra civil incluyendo tendido de cable.

IV.2.2.2 Estructura de costos para tecnología alámbrica.

El costo de la inversión o costo para atender a un usuario mediante tecnología alámbrica depende en mayor parte de la densidad de abonados y es sensible significativamente a la distancia entre el usuario y la central telefónica [Figura 11]. La estructura de costos está formada por los costos fijos asociados con el tendido del cable, independientes de la capacidad del mismo; también se incurre en costos fijos durante la instalación del conmutador, así como en gastos de mantenimiento y prueba del equipo. Dentro de cada cable en la sección alimentadora existe un componente de costo variable que es función del número de usuarios que son atendidos. En la parte de distribución, el costo del par de hilos que proporcionan acceso a la red es función de la densidad de clientes y la longitud del lazo; tiene elementos de costo tanto directos como compartidos y es directamente atribuible al abonado.

IV.2.2.3 Estructura de costos para tecnología inalámbrica.

La planta alimentadora de la red telefónica basada en tecnología inalámbrica está basada en las facilidades existentes entre la central de conmutación y las estaciones base en

cada célula o área de servicio, mientras que la parte de distribución se refiere a los medios de acceso entre los abonados y sus estaciones base correspondientes de su área de servicio [Figura 12].

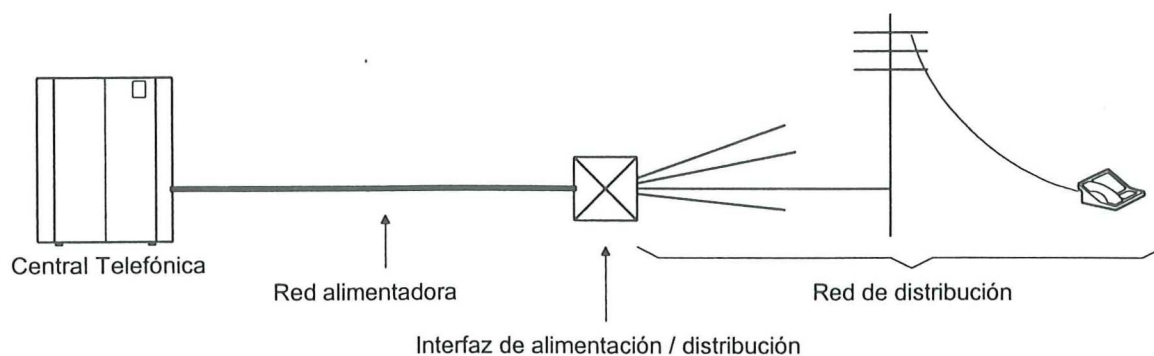


Figura 11. Estructura de una red alámbrica.

En una red inalámbrica, los costos de la porción alimentadora son sensibles a la distancia entre los usuarios y la central de conmutación debido al equipo adicional requerido para la transmisión de llamadas desde la estación base a la oficina de conmutación.

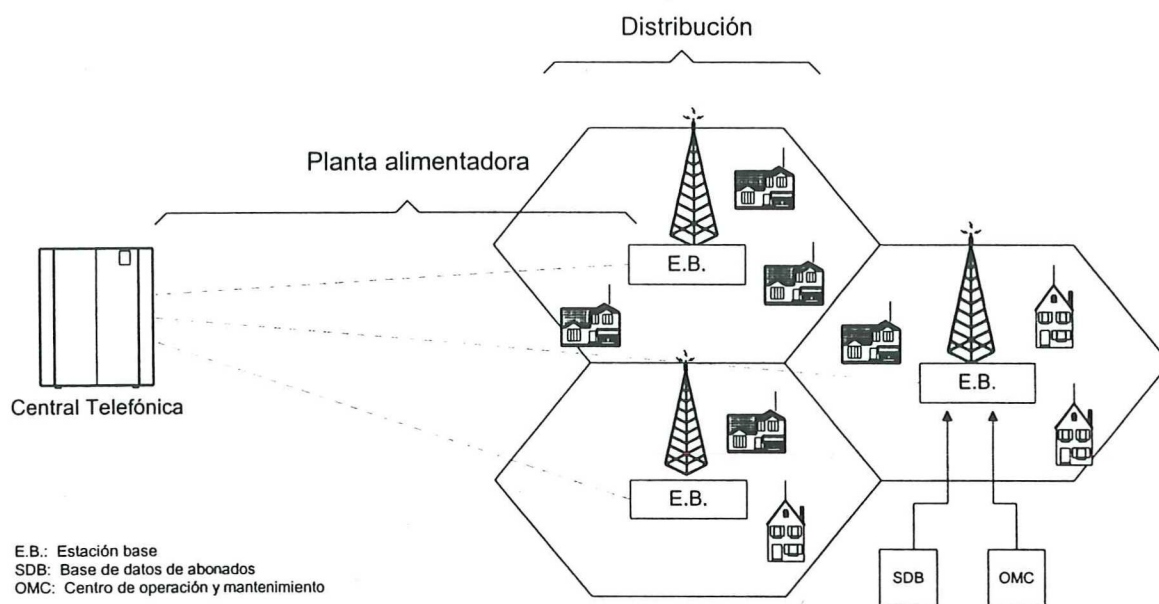


Figura 12. Estructura de una red inalámbrica.

En la parte de distribución, el costo del enlace entre el usuario y su estación base es independiente de la distancia a que se encuentre dentro su zona de cobertura. A diferencia de las facilidades de distribución en una red alámbrica, en sistemas basados en tecnología inalámbrica ocurre congestión debido a que el número de canales atendidos por una estación base está limitado por el espectro de frecuencias disponible. En situaciones en las que se presentan altos niveles de tráfico de tal forma que el número de canales disponibles es insuficiente, es necesario sectorizar la celda o área de servicio con objeto de aumentar el número de canales y poder servir al mayor número de usuarios posibles. Por lo tanto, la capacidad de la estación base puede variar dependiendo del empleo de celdas omnidireccionales o sectorizadas. De esta manera, mientras existen grandes costos fijos asociados con el montaje e instalación de la estación base, se tendrá un componente de costo variable al sectorizar la celda para aumentar su capacidad. En consecuencia, la planta alimentadora y de distribución para un sistema inalámbrico son sensibles al tráfico.

IV.2.2.4 Estructura de costos para tecnología satelital.

Los costos principales relativos a la tecnología satelital se dividen entre el segmento terrestre y espacial. Dependiendo del número de usuarios, tipo de servicio y tecnología de acceso se establece la estructura de costos en el segmento terrestre y como los sistemas por satélite proporcionan una conectividad casi universal, sus costos son independientes de la distancia.

Desde el punto de vista operativo y económico su aplicación es importante ya que evita el gasto en infraestructura de cableado y obra civil, el cual representa un porcentaje importante en el costo de implantación de servicios a zonas aisladas.

IV.3 Factores regulatorios.

Con el avance de la liberalización de las telecomunicaciones se requiere una definición clara de las condiciones de operación del operador telefónico establecido y los nuevos competidores, de tal forma que se adapten a nuevos esquemas regulatorios para lograr una apertura que se traduzca en acceso a servicios de telecomunicaciones de un número más amplio de habitantes y no signifique un negocio elitista que aumente las disparidades existentes [ITU,1998]. Debido a lo anterior, se identifican los principales factores regulatorios que se están manifestando actualmente en el desarrollo de la competencia de servicios telefónicos en México.

IV.3.1 Tarifas de interconexión.

Un aspecto fundamental para toda apertura a la competencia en telefonía de larga distancia es el establecimiento de los cargos que los nuevos operadores deben cubrir por el acceso a la red local. Una condición del título de concesión de Telmex establece que a partir del 1 de Enero de 1997 se debe permitir la interconexión de otras redes públicas de larga distancia, de tal manera que el usuario pueda escoger la red básica por la cual cursará su tráfico en forma no discriminatoria. Una vez interconectados los nuevos concesionarios

de larga distancia a la red de Telmex, éstos deben pagar una tarifa de interconexión por la originación y/o terminación de sus llamadas en la red local de Telmex.

Puesto que hasta Agosto de 1998 Telmex es el único operador de servicio local, todas las llamadas de larga distancia tienen que pasar por su red, independientemente del operador que las transporte a su destino. Esto implica que las llamadas se originan en una central de Telmex, donde son enviadas a la red del operador de larga distancia al que está suscrito el usuario y finalmente terminar la llamada en la red local destino de Telmex [Figura 13]. Sin embargo, con la apertura a la competencia en telefonía local los nuevos operadores tendrán que cubrir los cargos de interconexión por terminación de llamadas en una central local diferente a la correspondiente a la originación de la llamada.

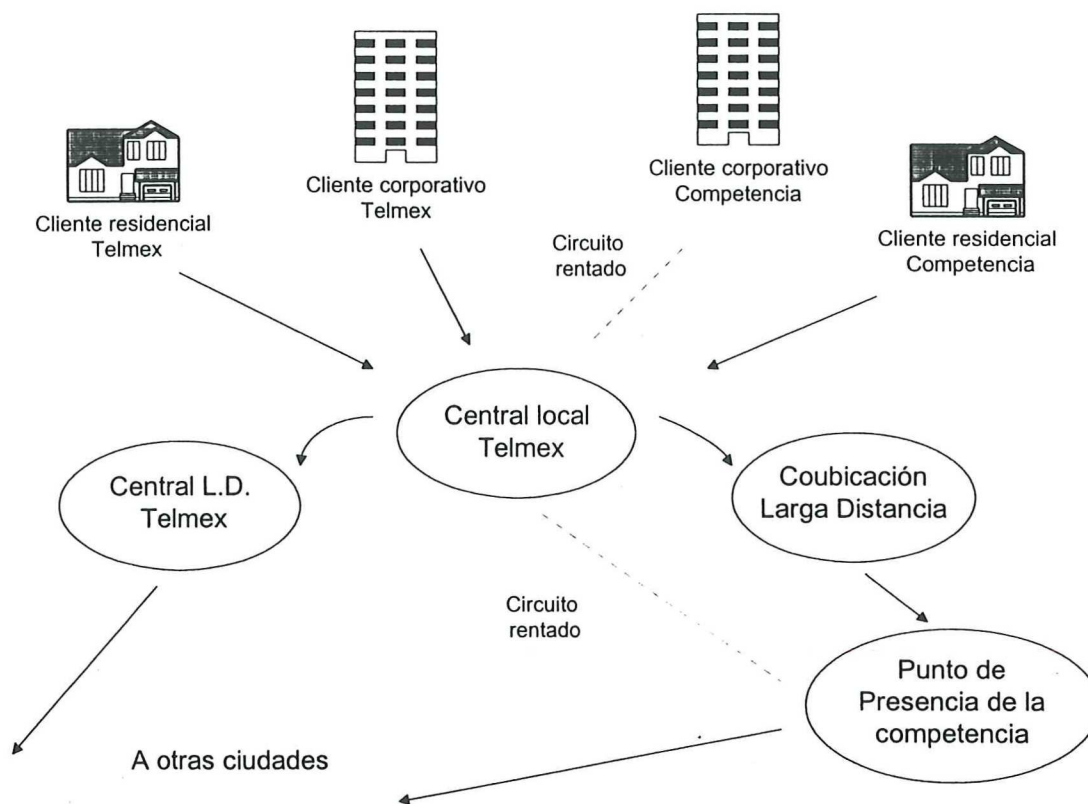


Figura 13. Interconexión de operadores de larga distancia con la red de Telmex.

Las tarifas de interconexión que se aplicaban a los operadores de larga distancia hasta Agosto de 1998 han provocado inconformidades entre los operadores de larga distancia debido a que se encuentran a niveles superiores que en otros países [Figura 14]. Una componente que formaba parte de tales tarifas era la incidencia de aproximadamente 2 centavos de dólar por minuto para pagar las inversiones realizadas por Telmex para permitir la interconexión de los nuevos operadores de larga distancia; se estimó que tales inversiones ascendieron a los 422 millones de dólares [Bellcore, 1997].

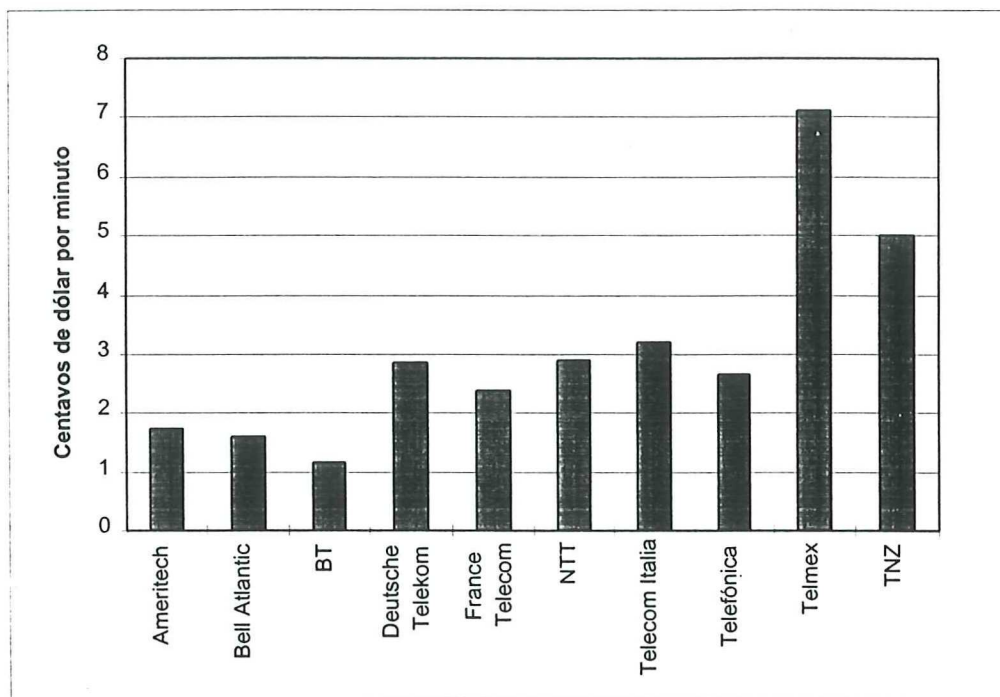


Figura 14. Tarifas de interconexión de otros países.

Fuente: Ovum Interconnect, Marzo 1998.

Sin embargo, el 25 de Agosto de 1998 se estableció un acuerdo entre Telmex y la mayoría de los operadores de larga distancia para aplicar una reducción del 52 por ciento a las tarifas de interconexión a partir del 23 de Septiembre de 1998 ubicándose en los 2.7

centavos de dólar por minuto. Además, se estableció que el componente adicional para cubrir los proyectos especiales que permitieron la interconexión de los competidores de larga distancia con Telmex se pagará el 15 por ciento en partes iguales y el 85 por ciento restante se pagará en forma proporcional al tráfico que maneja cada operador a razón de 0.53 centavos de dólar por minuto [Cofetel, 1998].

A continuación se presentan algunos ejemplos de llamadas de larga distancia con objeto de mostrar algunas modalidades de las tarifas de interconexión que se aplican a los operadores de larga distancia.

- Caso 1. El operador de larga distancia tiene presencia en el destino de la llamada.

Considérese una llamada de larga distancia de 3 minutos originada en la ciudad A hasta alguna localidad o ciudad B donde el operador de larga distancia tiene presencia [Figura 15]. En este caso, una vez que la llamada originada en la red local de Telmex se entrega en el punto de presencia del operador de larga distancia, éste se encarga de transportarla hasta la ciudad destino terminando la llamada en la red local de Telmex donde se encuentra el usuario en el otro extremo. Suponiendo que la tarifa de larga distancia es de 1.19 pesos por minuto y la tarifa de interconexión en cada extremo de la llamada es de 28 centavos por minuto, el ingreso neto resultante para el operador de larga distancia es [Avantel, 1998]:

$$\text{Ingreso neto} = \text{Costo de llamada} - \text{Interconexión por originación y terminación de llamada}$$

$$\text{Ingreso neto} = (1.19 * 3) - (0.28 * 3 * 2)$$

$$\text{Ingreso neto} = \$ 1.89$$

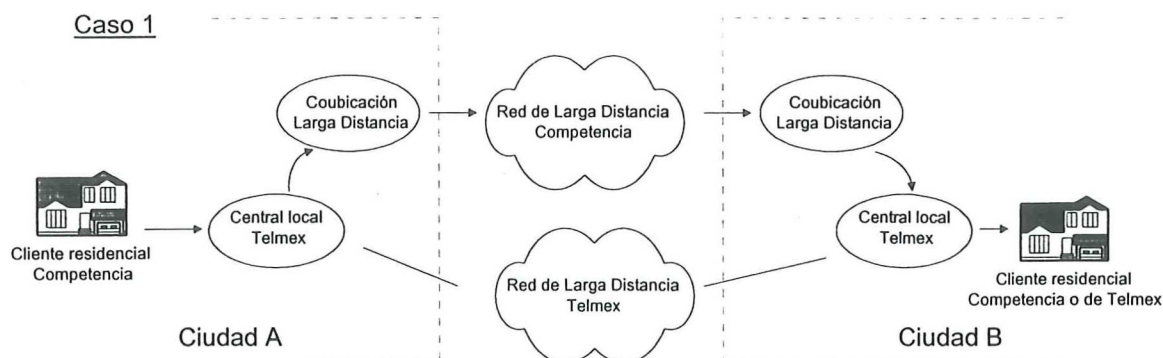


Figura 15. Transporte de llamada de larga distancia mediante un operador con presencia en el destino de la llamada.

- Caso 2. El operador de larga distancia no tiene presencia en el destino de la llamada.

Bajo esta condición la llamada de larga distancia se transporta a través de la red de larga distancia de Telmex, por lo cual el operador de larga distancia tiene que pagar 1.17 pesos por minuto por la transmisión de la llamada, así como la interconexión por originación de llamada [Figura 16]. En este caso, se presenta una pérdida para el operador de larga distancia, tal y como se muestra a continuación:

$$\text{Ingreso neto} = \text{Costo de llamada} - \text{Transmisión de llamada por Red Telmex} - \text{Interconexión por originación de llamada}$$

$$\text{Ingreso neto} = (1.19 * 3) - (1.17 * 3) - (0.28 * 3)$$

$$\text{Ingreso neto} = -78 \text{ centavos (pérdida)}$$

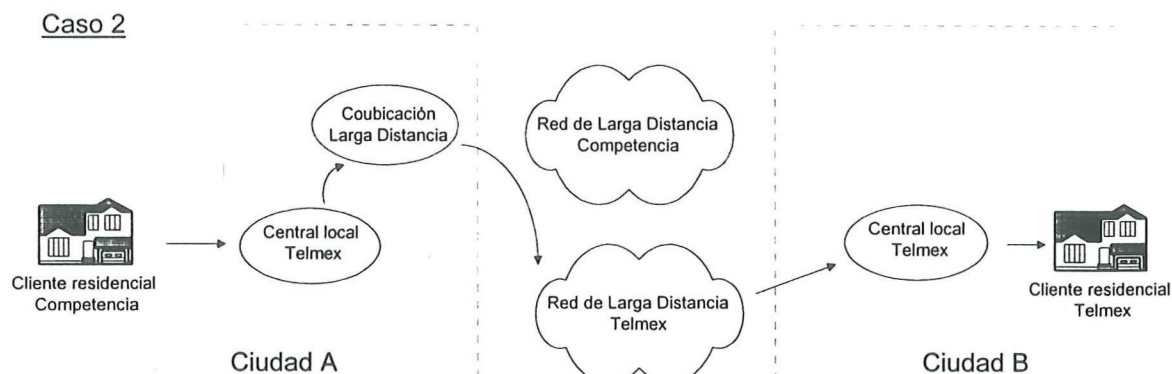


Figura 16. Transporte de llamada de larga distancia cuando el operador no tiene presencia en el destino de la llamada.

IV.3.2 Tarifas de liquidación.

Se consideran tarifas de liquidación aquellas que cobra un operador de puerto internacional a un operador extranjero por recibir tráfico proveniente de un país determinado y las que cobra un operador extranjero a un operador de puerto internacional por recibir tráfico originado dentro de territorio nacional. De acuerdo a las Reglas para el Servicio de Larga Distancia Internacional, un operador de puerto internacional es un concesionario de larga distancia autorizado para operar una central de conmutación interconectada con circuitos de origen y destino internacional [SCT, 1996].

Con la apertura a la competencia en los servicios de larga distancia, en Abril de 1996 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes determinó que los concesionarios de larga distancia que entreguen tráfico internacional entrante a la red pública de Telmex deben pagar un cargo adicional equivalente al 58 por ciento de la tarifa de liquidación correspondiente por minuto por la terminación del tráfico internacional entrante durante 1997 y 1998; además, el concesionario de larga distancia debe pagar el cargo por

interconexión a la red del operador local [Figura 17]. En el acuerdo celebrado el 25 de Agosto de 1998 entre Telmex y algunos operadores de larga distancia se decidió eliminar el sobrecargo del 58 por ciento sobre las tarifas de liquidación por tráfico internacional entrante, por lo cual ya no será aplicable a partir de Septiembre de 1998.

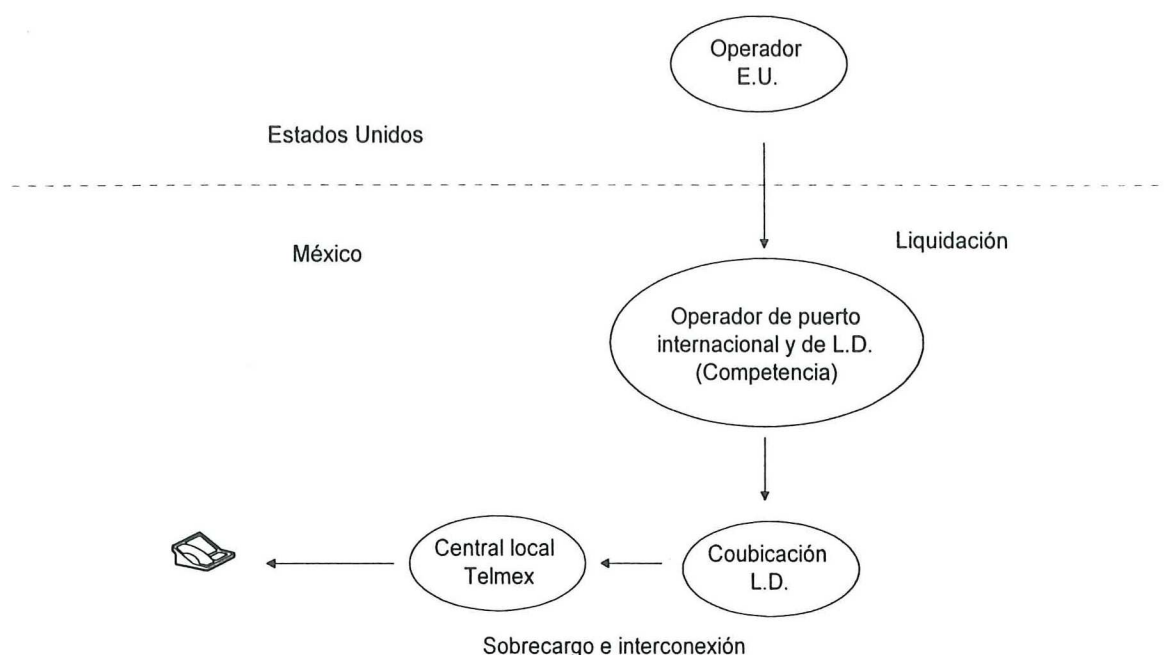


Figura 17. Diagrama representativo de las tarifas de liquidación por tráfico internacional entrante.

De acuerdo a la Comisión Federal de Telecomunicaciones, el tráfico de llamadas entre México y Estados Unidos representa mas del 80 por ciento del total de larga distancia internacional con un flujo de tráfico de 2.3 llamadas entrantes por cada llamada de salida hacia Estados Unidos. Durante 1997, la tarifa de liquidación que pagaban los operadores de larga distancia Norteamericanos a los de México fue de 39.5 centavos de dólar por minuto a un tipo de cambio de 8 pesos por dólar, mientras que en los próximos dos años se aplicará un plan de reducción para alcanzar los 19 centavos de dólar por minuto en el año 2000.

Con apoyo de la figura 17, cuando se origina una llamada de larga distancia de Estados Unidos hacia México, el operador telefónico Norteamericano entrega la llamada en la frontera al operador de puerto internacional, el cual termina la llamada en la red local de Telmex de la ciudad destino en México para llegar al usuario final. Considerando que la llamada tiene una duración de tres minutos, la tarifa de liquidación es de 3.16 pesos por minuto y la tarifa de interconexión de 28 centavos por minuto, el ingreso obtenido por el operador de larga distancia es:

$$\text{Ingreso neto}_{L.D.} = \text{Tarifa de liquidación por tráfico internacional entrante} - \text{Sobrecargo del 58\%} - \text{Interconexión por terminación de llamada}$$

$$\text{Ingreso neto}_{L.D.} = (3.16 * 3) - (0.58 * 3.16 * 3) - (0.28 * 3)$$

$$\text{Ingreso neto}_{L.D.} = \$ 3.14$$

$$\text{Ingreso neto}_{Telmex} = \$ 6.34$$

IV.3.3 Acceso directo.

Se denomina acceso directo o “bypass” a la transmisión de tráfico público conmutado que realiza un concesionario de larga distancia cuando este tráfico se origina o termina en un número telefónico asignado al servicio local sin utilizar las facilidades de interconexión del operador local, lo cual implica la evasión del pago de la tarifa de interconexión al operador del servicio local.

El acceso directo en el origen de la llamada ocurre cuando una llamada proveniente de la red local es enrutada mediante un enlace dedicado desde el conmutador del usuario, que generalmente es corporativo, a la central del operador de larga distancia sin emplear la red telefónica local. En el caso del acceso directo en la terminación de la llamada, se lleva

a cabo cuando el operador de larga distancia recibe una llamada destinada a un número telefónico local y la desvía por medio de un enlace dedicado al conmutador del usuario que emplea ese número. Se ha estimado que la práctica del acceso directo en México por parte de los operadores de larga distancia puede generar beneficios al 5 por ciento de las líneas totales, las cuales son corporativas y generan altos ingresos; esto se traduciría en una reducción significativa en los ingresos del operador establecido (Telmex) en el momento que las compañías de larga distancia dejaran de cursar tráfico por la red local para llegar en forma directa a sus clientes.

Otra modalidad del acceso directo que tiene la posibilidad de presentarse cuando inicie la competencia en telefonía local se refiere al uso de enlaces dedicados punto a punto y punto multipunto para la interconexión de centrales telefónicas locales de un mismo operador en distintos grupos de centrales en un área local. Sin embargo, a pesar de haberse establecido las reglas del servicio local en Octubre de 1997, aún no se han definido los aspectos que regulen la práctica del acceso directo, ni las tarifas de interconexión entre los operadores locales [Cofetel, 1997].

IV.4 Factores financieros.

El financiamiento se refiere a la actividad de obtener fondos para el establecimiento de un negocio y el mantenimiento de su operación en niveles aceptables durante el tiempo útil de servicio. El flujo de efectivo es un proceso continuo fundamental para un negocio, ya que gracias a él es posible cubrir los gastos de operación, realizar los desembolsos de

capital necesario para el reemplazo de infraestructura obsoleta y asegurar el crecimiento y expansión de sus servicios, así como cumplir con las obligaciones adquiridas con los inversionistas del negocio ya sea mediante el pago de intereses o de dividendos.

IV.4.1 Naturaleza de los costos en una empresa.

Los ingresos obtenidos por la prestación de un servicio deben ser suficientes para cubrir los costos de la empresa, los cuales son de dos tipos: los costos de operación generados por la existencia de la planta física y su explotación para proporcionar servicios, y los costos de capital incurridos debido a los fondos otorgados por los inversionistas para el establecimiento de la infraestructura.

Los costos continuos o gastos de operación asociados con el funcionamiento de la planta física no están directamente relacionados con la cantidad de capital invertido; por el contrario, son el resultado de las políticas y prácticas cotidianas de explotación dentro de la compañía, así como de fuentes externas. Estos gastos comprenden principalmente, los sueldos y salarios asociados a las operaciones, compras de suministros e impuestos distintos a los impuestos sobre la renta. La clasificación mas común de los costos de operación es:

- Gastos de mantenimiento
- Gastos comerciales, de comercialización y de Contabilidad de Ingresos
- Gastos administrativos generales.
- Impuestos diferentes a los de la renta.

En general, los gastos de explotación de la planta son continuos o al menos se pueden producir en cualquier momento durante la existencia de la planta. Sin embargo,

algunas veces son gastos en que se incurre una sola vez; por ejemplo los costos de reacondicionamiento de la planta externa cuando se instala un nuevo equipo de conmutación en la central telefónica, el trabajo del personal del departamento comercial local para proporcionar servicios nuevos o cambios de servicio; gastos de venta relacionados con nuevos servicios y la mano de obra de la planta para reemplazo de aparatos telefónicos.

IV.4.2 Costos de capital.

Los costos de capital están directamente relacionados con los costos de la planta; se incurre en ellos debido a la adquisición de la propiedad. Existen dos formas de costos de capital, de los cuales uno es causado por el otro. La primera se refiere al desembolso para la adquisición de la propiedad y su instalación, corresponde a la inversión inicial que se efectúa una sola vez y es un costo no repetitivo para una unidad determinada de la planta considerándose como activo de la empresa; representa principalmente los materiales, la mano de obra de la instalación y las facturas de contratistas. Los costos iniciales se pueden estimar mediante uno o mas de los siguientes métodos:

- Una cotización detallada de los componentes de la planta física como material para construcción, repartidores, bastidores, estructuras de cableado, canalizaciones y mano de obra.
- Costos estimados de planta externa y equipo de conmutación.

- Costos unitarios desarrollados específicamente para propósitos de estudio tales como, costos por kilómetro de rutas y circuitos, de superficie construida y de equipos de la central telefónica.
- Costos unitarios de estudios locales desarrollados anteriormente.

El costo de capital inicial se distribuye en los gastos de operación a lo largo de todo el tiempo en que se presta servicio, creándose un costo de capital anual recurrente que resulta de la capitalización del costo inicial siendo una contribución a los requisitos de ingreso. Esta forma de costo de capital recurrente está asociada con propiedad de larga duración, como por ejemplo, un sistema de conmutación. En contraste, el costo de unidades pequeñas como herramientas y el costo de bienes que se consumen rápidamente, se considera costo de operación y se carga a gastos en el momento de su adquisición. Los costos de capital recurrentes son mas difíciles de estimar que los costos iniciales y están compuestos por tres elementos: la reposición de capital, el retorno sobre el capital y los impuestos sobre la renta.

IV.4.3 Recuperación del capital.

Los costos de reposición de capital se presentan porque ciertos bienes materiales como equipos e infraestructura telefónica, con el tiempo llegan al final de su vida útil como consecuencia de su uso y desgaste debido a varias razones: pueden haber resultado demasiado pequeñas, o ser reemplazadas por algún avance tecnológico nuevo o ya no satisfacen las necesidades del consumidor. De cualquier manera, el dinero original invertido compensado por algún valor residual es un costo para la empresa que en último

término debe ser traspasado al consumidor, lo cual se hace bajo la forma de depreciación, denominándose costo de reposición de capital.

Toda empresa tiene un flujo continuo de costos a medida que va suministrando servicio; está compuesto por los costos de operación y mantenimiento, costos de ampliación de equipos y el costo de reemplazo de equipos antiguos por mas recientes. Para que la empresa permanezca saludable en términos financieros y continúe prestando un servicio de calidad, deben reponerse los costos anteriores incluyendo los costos de los equipos.

Los costos de reposición de capital pueden recuperarse a partir de aumentos en los ingresos gracias a las economías generadas por la inversión, y también en parte, mediante un valor residual neto positivo al momento del retiro. Sin embargo, en una empresa en marcha la reposición no se hace en forma directa mediante un pago al inversionista, sino que el dinero es reinvertido en equipos nuevos o en otros activos. Los intereses de los inversionistas están protegidos gracias a la transferencia de su capital desde la planta antigua a una nueva, a medida que ésta se gasta. Este reciclaje de capital no solo conserva la integridad del capital del inversionista, sino también reduce la necesidad de nuevos capitales para apoyar la construcción. De esta manera, aunque la empresa no pretenda devolver el capital invertido a sus inversionistas en forma directa, la reposición de capital es vital para mantener la salud de la empresa y su capacidad para obtener capital futuro.

IV.4.4 Tasa de retorno.

Cualquier negocio en operación debe percibir los ingresos suficientes cada año para pagar su reposición de capital y sus costos de operación; sin embargo el ingreso suficiente para hacer frente a estos costos es solo una necesidad primaria ya que los inversionistas no proporcionarán fondos para un negocio a menos que esperen que sus ingresos superen sus gastos. De hecho, el rédito debe exceder los gastos por un margen suficiente para proporcionar ganancias que otorguen a los poseedores de valores un retorno competitivo sobre su inversión. La tasa de retorno es el interés que se debe pagar a los inversionistas por el uso de su capital. A la suma de la reposición de capital y el retorno respectivo se le denomina costo de recuperación de capital o costo de amortización.

El retorno específico requerido para proporcionar la adecuada compensación depende de dos factores: la magnitud de los riesgos asociados y la proporción entre deuda y capital social en la estructura de capital de la compañía. Al realizar un estudio económico se trata de estimar los flujos de efectivo que ocurrirán en el futuro; por lo tanto, la tasa de retorno debe reflejar el costo de reunir dinero nuevo y ser razonablemente representativa del promedio futuro a largo plazo. De esta forma, la tasa de retorno apropiada en un estudio de costos puede diferir considerablemente de la tasa de retorno aparentemente necesaria a corto plazo debido a las condiciones financieras y económicas actuales.

IV.5 Factores sociales.

Las telecomunicaciones son un sector de gran trascendencia debido a que contribuyen en forma directa al desarrollo económico y social de los países y al mejoramiento de la calidad de vida de la población. Dado lo anterior, existe una fuerte correlación entre la condición socioeconómica de un país y su infraestructura de telecomunicaciones [Figura 18].

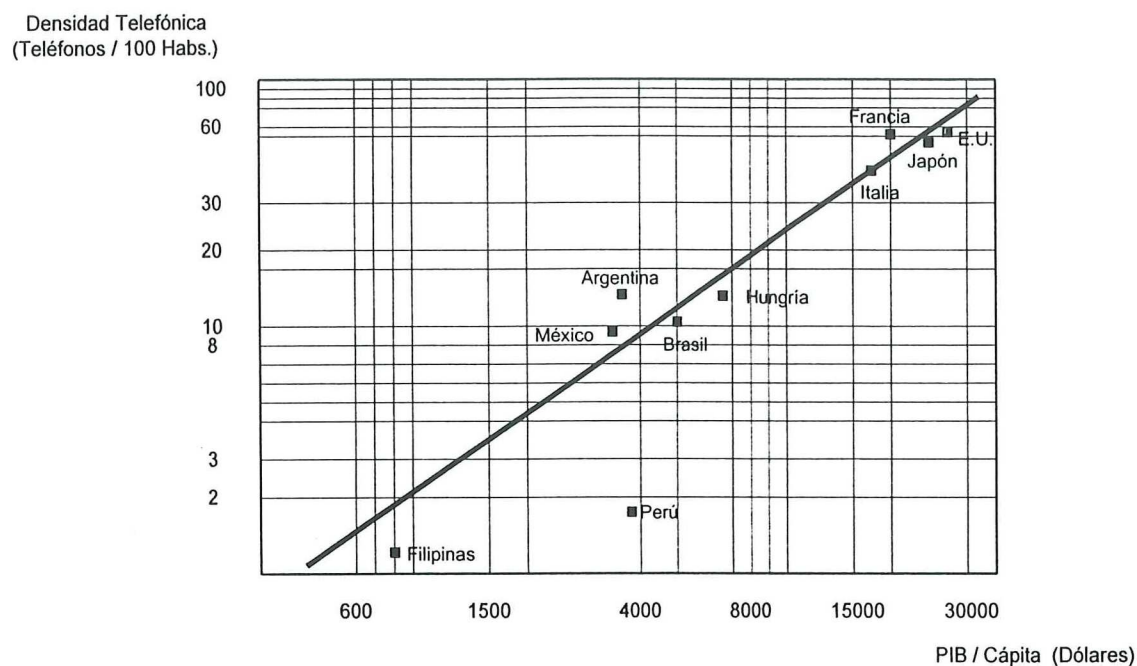


Figura 18. Correlación entre Densidad Telefónica y Producto Interno Bruto.
Fuente: ITU, 1997.

Los beneficios para la economía derivados del servicio de telecomunicaciones pueden ser de dos clases: Directos que se definen como la contribución directa de los servicios de telecomunicaciones al producto interno bruto, la cual está constituida por la suma de sueldos y salarios, beneficio, intereses, depreciación e impuestos de las administraciones de telecomunicaciones; indirectos que representan el valor de los beneficios que se derivan para los usuarios de los servicios sobre el precio que pagan, los

cuales incluyen el fomento y estímulo del comercio internacional, los debidos al incentivo que representa la disponibilidad de telecomunicaciones nacionales adecuadas que permiten el establecimiento de complejos industriales e industrias subsidiarias en zonas aisladas, la asimilación e integración de regiones aisladas a la economía nacional y la reducción de la necesidad de entrevistas personales con la consiguiente economía de tiempo y de gastos de transporte.

Los factores que influyen en la oferta de servicios de telecomunicaciones son la disponibilidad tecnológica y recursos financieros, mientras que la demanda de servicio telefónico se expresa a través de listas de espera que representan la demanda en el marco de la estructura de precios en vigor, pero no toman en cuenta la demanda latente o no manifestada, es decir, la de aquellos que desean disponer del servicio pero no han expresado la necesidad de tener acceso al servicio telefónico debido a diversos factores [ITU,1998].

IV.5.1 Consideraciones sobre la demanda de servicios de telecomunicaciones.

La demanda de servicio telefónico depende principalmente de factores demográficos y en particular del crecimiento de la población activa, del ritmo de formación de familias, del grado de industrialización y de mecanización de la agricultura y de los ingresos por habitante. En los factores demográficos intervienen el crecimiento de la población, el tipo de vivienda y la dispersión o concentración de grupos, los cuales son elementos que definen el sistema de telecomunicaciones adecuado que permita el acceso al servicio telefónico en una región particular. Asimismo, la demanda se ha distinguido por la formación de hábitos

fuertemente arraigados dependiendo, entre otras cosas, de la especialización profesional de la población, donde la necesidad de teléfonos aumenta cuando la población abandona la agricultura y se incorpora a los sectores de la industria, la artesanía o el comercio debido a la necesidad de contar con buenas comunicaciones y a la mayor demanda en las ciudades como consecuencia de los mayores ingresos y de la mayor complejidad del medio social.

Es importante considerar las categorías de demanda posibles que pueden presentarse. En primer lugar, se tiene la demanda que reporta ganancias a la administración de telecomunicaciones de un país, es decir, el caso en que los beneficios directos son superiores al costo que representa suministrar el servicio, lo cual constituye un servicio rentable. Por otra parte, se tiene el servicio social que se refiere a la demanda de tipo del servicio rural que comúnmente se traduce en pérdidas, es decir, los beneficios directos son inferiores a los costos aunque la suma de los beneficios directos e indirectos son superiores a los costos.

IV.5.2 Aspectos en cuanto a servicio social.

Las regiones económicamente menos favorecidas de un país suelen estar alejadas de los centros principales en los que el crecimiento es más rápido, donde se encuentra la población más favorecida económicamente y cuentan con servicios educativos y sociales; estos factores tienen importancia práctica para el bienestar social de los individuos. En una época en la que existe una variedad de tecnologías que permiten el acceso a servicios de telecomunicaciones sin importar la localización de los usuarios, cobra evidencia el hecho de

que la población rural presiona en favor de la igualdad de trato con la población urbana en lo que respecta a los servicios de información y telecomunicaciones.

A diferencia de las zonas urbanas en las que una elevada densidad de población permite realizar economías en servicios como carreteras, transportes, bienestar, facilidades sociales y otros servicios, una zona rural caracterizada por una baja densidad de población implica grandes inversiones e ingresos mínimos que aumentarían los costos por habitante para mantener la calidad de los servicios. A pesar de lo anterior, los gobiernos y autoridades de telecomunicaciones de varios países están haciendo esfuerzos para cubrir la necesidad de dotar servicios básicos de comunicaciones a poblaciones de interés social. Por ser relativamente dispersa, la población rural puede aprovechar la tecnología de telecomunicaciones ya que se pueden tener ahorros en el recorrido de distancias significativas para el establecimiento de contactos comerciales y sociales con los beneficios consiguientes. Asimismo, el mejoramiento de las telecomunicaciones es fundamental para retardar o tal vez disminuir la migración de la población rural hacia las grandes ciudades; desde el punto de vista social y económico el abandono del campo tendría un impacto desastroso no sólo para el desarrollo de un país, sino también para un mundo cuya población aumenta continuamente, incrementándose la demanda de alimentos.

IV.5.3 Condiciones demográficas y sociales en México.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda de 1995 efectuado por el INEGI, a finales de ese año la población en México alcanzó un total de 91.2 millones de habitantes con una tasa de crecimiento demográfico del 1.8 por ciento anual, ocupando el décimo

primer lugar entre los países con mayor población del mundo y estimándose una población a finales de 1997 de aproximadamente 94.5 millones de habitantes. La densidad de población a nivel nacional en 1995 registró los 46 habitantes por kilómetro cuadrado; sin embargo, considerando las 32 entidades federativas las densidades varían considerablemente, desde cifras tan bajas como las de Baja California Sur, Chihuahua, Sonora, Campeche, Durango y Coahuila con menos de 15 habitantes por kilómetro cuadrado, hasta las densidades tan altas como las del Distrito Federal y el Estado de México de 5660 y 545 habitantes por kilómetro cuadrado, respectivamente. Dicha diversidad se deriva de las diferencias considerables tanto en población como en superficie entre las entidades.

En la perspectiva de las localidades y núcleos de población se presentan tanto características de concentración en grandes centros urbanos, como de dispersión en localidades pequeñas. En el primer caso, se tiene que en las áreas metropolitanas de las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey que ocupan el 2 por ciento del territorio nacional, reside el 25 por ciento de la población total del país. Por otra parte, mas del 25 por ciento de la población reside en localidades rurales con menos de 2500 habitantes, las cuales en 1990 representaban mas del 95 por ciento del total de localidades.

En 1997, el Producto Interno Bruto ascendió a 402,541.1 millones de dólares con un crecimiento del 7.2 por ciento respecto al último año, donde la participación de los sectores económicos fue del 6.1 por ciento para el sector agropecuario, 28.3 por ciento para el

industrial y 65.6 por ciento para el de servicios. Hasta Junio de 1998 la inflación promedio anual acumulada fue del 15.21 por ciento [Banco de México, Julio 1998].

V. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE ESTIMACIÓN PARA ELEVAR LA DENSIDAD TELEFÓNICA.

V.1 Introducción.

En este capítulo se presenta el planteamiento y descripción del modelo de estimación para el aumento de la densidad telefónica, en el cual se considera la influencia de los factores mencionados en el capítulo anterior y que se están manifestando actualmente en la transición hacia un ambiente de competencia en el sector de las telecomunicaciones en México, lo que permitirá el aprovechamiento tecnológico para la prestación de servicios de mayor calidad y la incorporación al servicio telefónico de zonas que no cuentan con infraestructura de telecomunicaciones. De esta manera, los resultados obtenidos pueden emplearse como referencia de la evolución de la densidad telefónica en México durante los próximos años.

El desarrollo del modelo consiste en establecer una metodología de análisis de las condiciones operativas y de servicios en las que se están desarrollando los principales operadores de telecomunicaciones actuales con objeto de estimar su contribución a la penetración del servicio telefónico, así como identificar las limitantes que impiden la existencia de mayor cobertura.

V.2 Descripción del modelo.

El concepto tradicional de densidad telefónica se refiere al número de aparatos telefónicos por cada cien habitantes, siendo un indicador que es utilizado con frecuencia para expresar la densidad telefónica de un país [Figura 19]. Bajo este esquema, la medición

de la densidad telefónica se efectúa únicamente en base al número de teléfonos proporcionados mediante facilidades convencionales y no toman en cuenta la influencia de diversos factores que caracterizan la oferta y la demanda de líneas telefónicas, donde la lista de espera se ha utilizado como el indicador típico de demanda y no representa en forma exacta el nivel real de demanda no satisfecha ya que mide la demanda a partir de la estructura de las tarifas en vigor, pero no contempla la demanda latente, es decir, la de aquellos que desean disponer del servicio pero aún no manifiestan explícitamente esta aspiración debido a diversos factores [ITU, 1998].

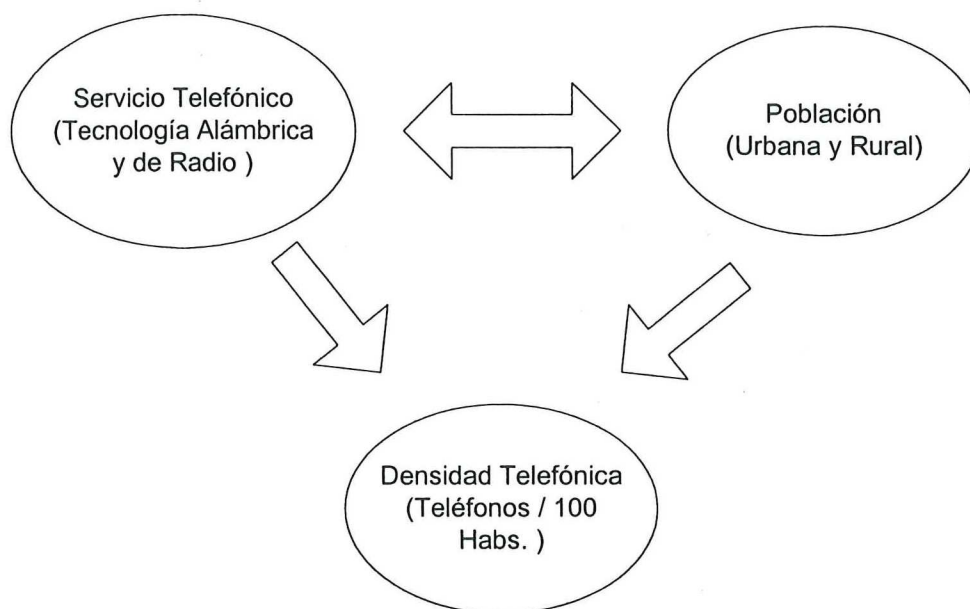


Figura 19. Concepto tradicional de densidad telefónica

En base a lo anterior, el modelo considera la aplicación de un nuevo concepto de densidad telefónica que difiere del esquema tradicional y mide la penetración de las líneas de acceso al servicio telefónico a través de diversas tecnologías bajo la presencia de una

serie de factores interrelacionados que determinan el equilibrio entre la oferta y demanda de servicio, tales como la condición socioeconómica de la población, la situación del mercado y las condiciones regulatorias existentes. La estructura del modelo se presenta en la figura 20 y está basado en la determinación de la condición actual de las telecomunicaciones en México, la cual define el punto inicial que sirve como referencia para establecer los escenarios a analizar.

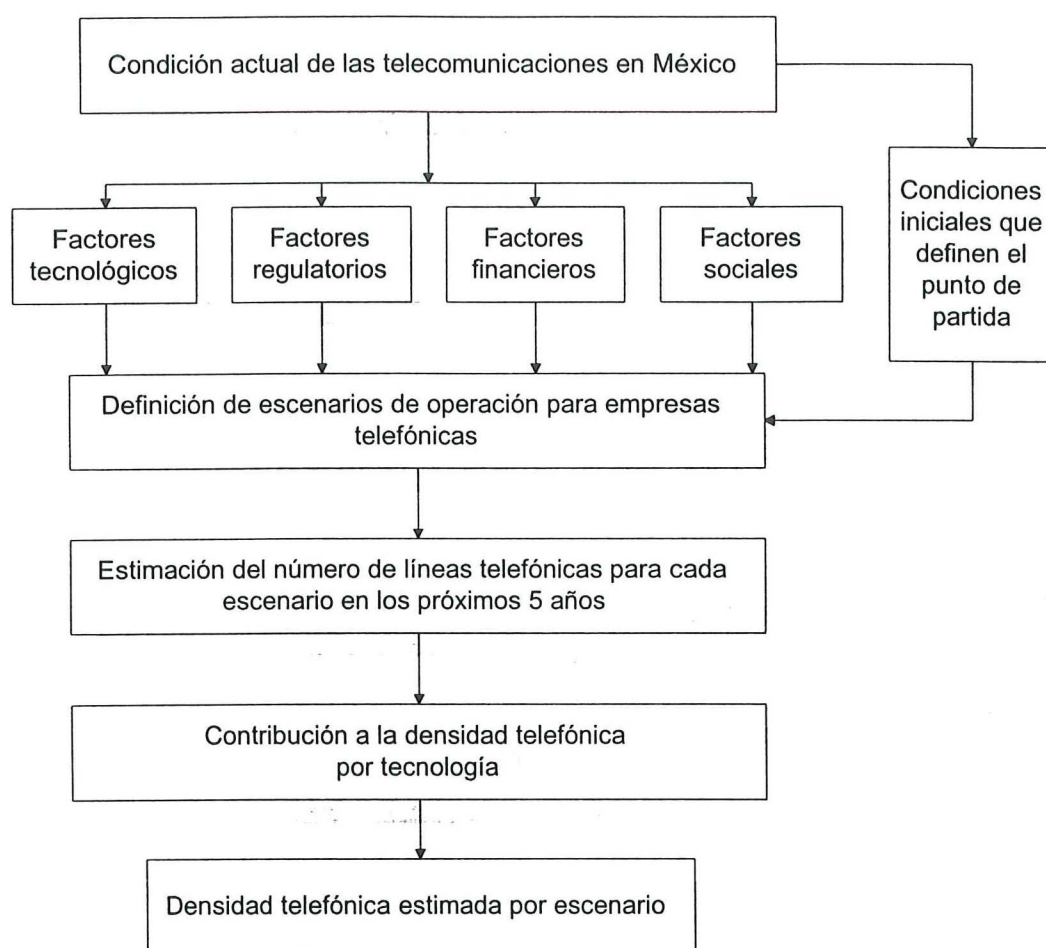


Figura 20. Diagrama de bloques del modelo de estimación de densidad telefónica.

De acuerdo a la figura 20, a partir de las condiciones actuales se identifican los factores tecnológicos, regulatorios, financieros y sociales que definen el escenario en

estudio para estimar el comportamiento de la densidad telefónica bajo la influencia de dichos factores. El modelo posee la propiedad de ser adaptable a diversos escenarios mediante la variación de cualquiera de los parámetros identificados, por lo cual es posible realizar estimaciones para cambios en el entorno de las telecomunicaciones respecto a las condiciones iniciales, así como conocer la contribución a la densidad telefónica total de las tecnologías consideradas. De esta manera, las estimaciones de densidad telefónica obtenidas del modelo se pueden representar como una secuencia ponderada de los factores que determinan el crecimiento y que están relacionados entre sí, donde el peso de cada coeficiente de ponderación es una variable que depende de las condiciones aplicables al escenario en estudio. La densidad telefónica estimada en función de los parámetros mencionados es:

$$D_{tel.} = \sum_{i=1}^4 a_i f(i) \quad (1)$$

desarrollando la sumatoria como una combinación de factores que influyen en el crecimiento de la densidad telefónica y sus respectivos coeficientes de ponderación, la expresión resultante es de la forma:

$$D_{tel.} = a_1 f(X) + a_2 f(Y) + a_3 f(Z) + a_4 f(W) \quad (2)$$

donde, a_i es el coeficiente de ponderación del i -ésimo parámetro y:

$f(X)$ representa el factor tecnológico

$f(Y)$ representa el factor regulatorio

$f(Z)$ representa el factor financiero

$f(W)$ representa el factor social

V.2.1 Consideraciones para factores tecnológicos.

El aprovechamiento del avance y disponibilidad tecnológicos es un factor importante para la oferta de servicios ya que facilita el desarrollo de sistemas de telecomunicaciones adecuados en un área de servicio determinada, lo cual provoca que la planeación y despliegue de infraestructura de acceso represente una carga financiera mínima para las empresas telefónicas y se realice un uso eficiente del capital a invertir. Por lo tanto, se considera que el acceso al servicio telefónico se efectúa mediante la tecnología adecuada de acuerdo a las características geográficas y demográficas del área en estudio [Tabla VII].

Tabla VII. Consideraciones para factores tecnológicos.

Tecnología	Características
Alámbrica	Zonas urbanas y suburbanas con densidad de abonados elevada
Inalámbrica fija y móvil	Zonas urbanas y suburbanas, así como en zonas rurales con acceso al servicio celular
Satelital	Zonas rurales y de acceso difícil

V.2.2 Consideraciones para factores regulatorios.

En el capítulo IV se estableció que la situación regulatoria actual de las telecomunicaciones en México se encuentra en una etapa de transición en forma paralela al proceso de apertura a la competencia de las telecomunicaciones, identificándose los factores principales que se están manifestando en la oferta de servicios, entre los que destacan las tarifas de interconexión, las tarifas de liquidación, el sobrecargo del 58 por ciento sobre las tarifas de liquidación y la aplicación del acceso directo o “bypass” por parte

de los competidores de larga distancia. Es importante aclarar que a partir de estos factores se derivan otros mas que se consideran en el modelo de estimación y se mencionan en la sección correspondiente a la condición actual de las telecomunicaciones en México que se presenta en este capítulo, tales como la determinación efectuada por parte de la Comisión Federal de Competencia a Telmex como operador con poder sustancial en el mercado relevante de las telecomunicaciones [CFC, Marzo 1998]. Los factores regulatorios constituyen un elemento determinante en la prestación y demanda de servicios, en el establecimiento de las tarifas que tienen que pagar los usuarios por poseer y utilizar las líneas telefónicas, las cuales en el caso de México son superiores a las tarifas ofrecidas en otros países [Figura 21].

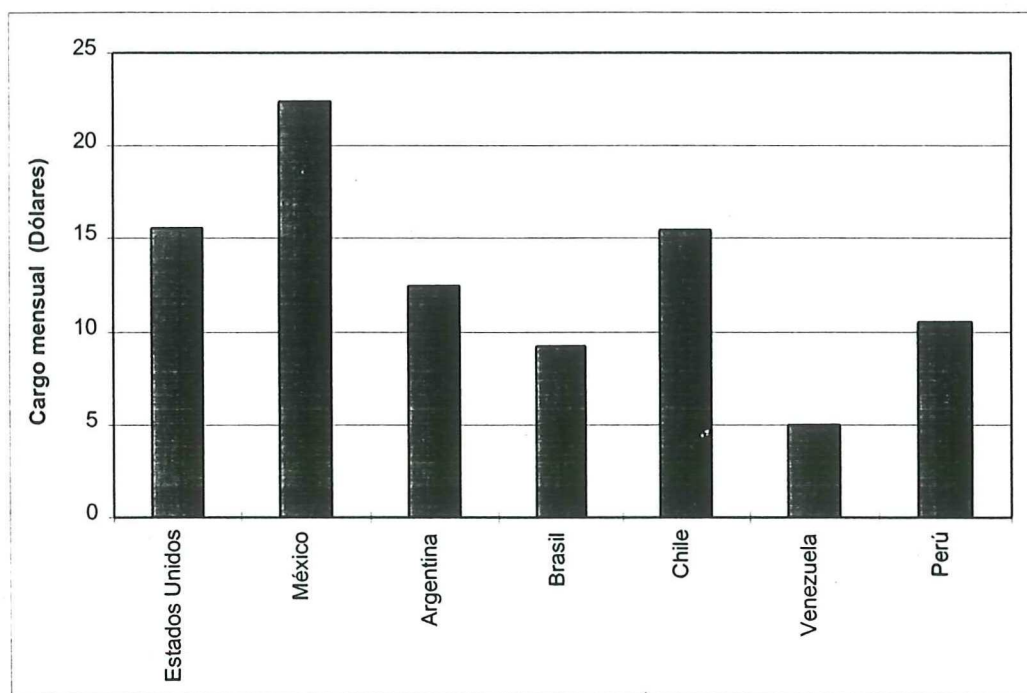


Figura 21. Cargos mensuales de algunas empresas de telefonía local.

Fuente: El financiero, Marzo 1998.

Asimismo, las tarifas de interconexión son un factor importante ya que de ellas dependen las tarifas de larga distancia que los usuarios tienen que pagar por la realización de llamadas y estimulan el mayor o menor uso de las líneas telefónicas, lo cual se refleja en los ingresos obtenidos por parte de los operadores de larga distancia y de telefonía local.

En México, las tarifas de interconexión se han convertido en un factor determinante en el desempeño de los competidores del servicio de larga distancia hasta Agosto de 1998 [Figura 22]. Sin embargo, la comparación de las tarifas de interconexión debe efectuarse cuidadosamente, ya que en las tarifas de algunos países no se considera la planta externa, sino únicamente se basan en el tráfico, mientras que en el caso de Telmex se incluyen ambos conceptos [Ovum Interconnect, 1998].

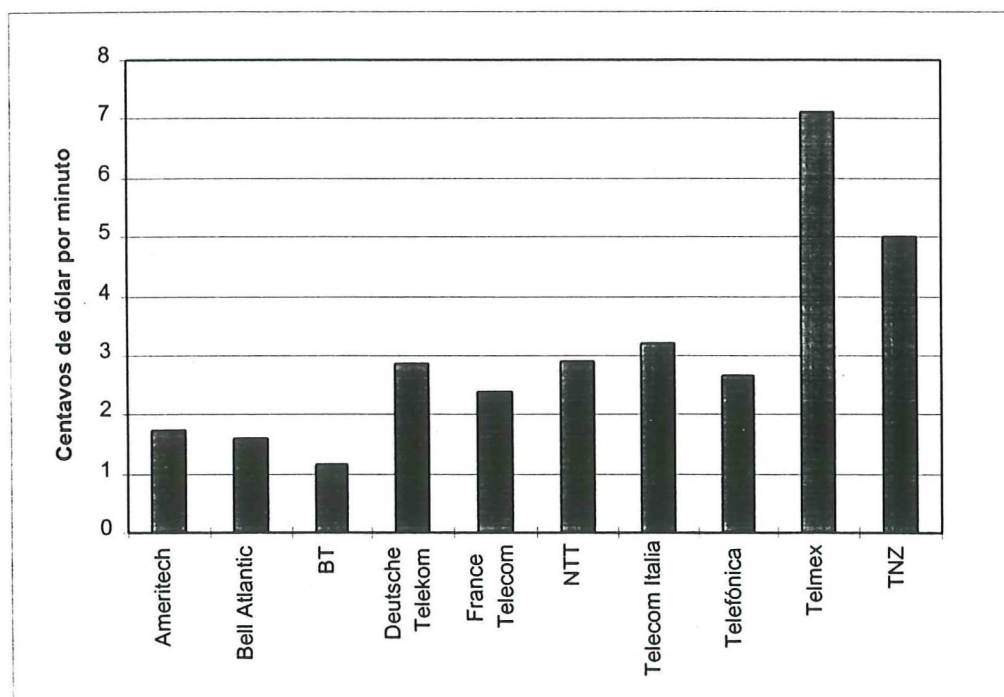


Figura 22. Tarifas de interconexión internacionales.

Por otra parte, el subsidio del 58 por ciento sobre las tarifas de liquidación por tráfico internacional entrante y que los operadores de larga distancia pagaban a Telmex hasta Agosto de 1998, ha causado inconformidades entre los competidores ya que consideran que los ingresos obtenidos por este concepto se emplean para la práctica de subsidios cruzados del servicio local al de larga distancia de Telmex, cuando en realidad deberían utilizarse para la expansión de la red local e instalación de mayor número de líneas [Avantel, 1998].

Las condiciones anteriores en las que se están desarrollando las telecomunicaciones en México causaron que a principios de 1998 algunos operadores de larga distancia anunciaran pérdidas estimadas en 400 millones de dólares en el primer año de competencia, lo que ocasionó que algunos operadores consideraran la cancelación de inversiones para expansión de sus redes y oferta de servicios durante 1998; también estas condiciones se han tomado como obstáculos por parte de la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos (FCC) para permitir la entrada de Telmex al mercado norteamericano de larga distancia, del cual se estima que la operadora AT&T posee el 62 por ciento del mercado hispano de larga distancia en Estados Unidos con un valor de 2,000 millones de dólares en llamadas internacionales anuales [Yankee Group, 1998].

Además, como una estrategia para evitar el uso de la red telefónica local y el pago de las tarifas de interconexión, los operadores de larga distancia están recurriendo a la práctica del acceso directo o "bypass" con grandes usuarios, los cuales generalmente son corporativos y generan la mayor cantidad de tráfico de larga distancia con una contribución

del 70 por ciento de los ingresos totales de los operadores de larga distancia. Esto ha provocado la preocupación de Telmex y los competidores que comenzarán a ofrecer servicio local, ya que consideran las tarifas de interconexión como una fuente importante de financiamiento que les permitirá cumplir sus compromisos de cobertura, sobretodo si se toma en cuenta que a nivel mundial se estima que los ingresos por concepto de interconexión representan alrededor del 35 por ciento de los ingresos totales del operador del servicio local [Telinor, 1998]. De acuerdo a diferentes operadores de larga distancia, se estima que hasta Septiembre de 1998 los cargos de acceso que se pagarían a Telmex podrían rebasar los 1,500 millones de dólares, los cuales podrían disminuir en la medida que se incremente la práctica del acceso directo.

V.2.3 Consideraciones para factores financieros.

El papel que desempeñan los factores financieros se refiere a la aplicación de inversiones para el despliegue de infraestructura e instalación de líneas telefónicas ya sea a través de tecnología alámbrica o inalámbrica; además, se incluyen las consideraciones relativas a la tasa de retorno de las inversiones efectuadas por parte de los operadores de telefonía local.

En la tabla VIII se presentan las inversiones anunciadas por parte de los nuevos competidores en telefonía local que resultaron ganadores en la subasta del espectro para el acceso inalámbrico fijo y/o móvil. Es importante tomar en cuenta que la apertura en servicios de telefonía local se encuentra en una etapa transitoria debido al proceso de adquisición de concesiones, el pago de los 8,500 millones de pesos por concepto de bloques

de frecuencia otorgados en la subasta del espectro radioeléctrico, las licitaciones para empresas proveedoras de equipo, los acuerdos de interconexión entre operadores locales, la reducción de las áreas locales de acuerdo a lo establecido en las reglas del servicio local, así como la regulación del acceso directo o “bypass”, entre otros.

Tabla VIII. Competidores en telefonía local inalámbrica.

Empresa	Inversión en 5 años (mdd)
Midicell	1,000
SPC	1,000
Telinor	1,000
Dipsa	300
Iusacell	200 (Estimada)
Qualcomm	650
Hermes	850 (Estimada)
Total	5,000

Fuente: Concesionarios de telefonía local, Mayo 1998.

De esta manera, se espera que la instalación de infraestructura y oferta de servicios comience a partir de 1999 con una penetración paulatina que dependerá de las inversiones iniciales y demanda de líneas telefónicas.

Por otra parte, se considera que el retorno de inversiones esperado por las compañías telefónicas en México se realiza a corto plazo con un margen de ganancias adecuado para los operadores, de tal manera que también se asegura la rápida reposición del capital [Telmex, 1997].

V.2.4 Consideraciones sobre factores sociales.

De acuerdo a lo mencionado en la sección IV.5.1 del capítulo IV, se ha establecido que la demanda de servicio telefónico está determinada en parte por la condición

socioeconómica de la población, la situación del mercado y por factores demográficos. De esta manera, en la tabla IX se presentan los factores sociales que caracterizan el escenario actual de las telecomunicaciones en México:

Tabla IX. Algunos factores sociales de la población en México.

Población (1997)	94.512 millones de habitantes
Tasa promedio de crecimiento demográfico	1.8 %
Densidad de población	46 habitantes / Km ²
Población Económicamente Activa	56.6 %
Número de hogares (1995)	18.5 millones
PIB per cápita (1997)	4,260 dólares
Tasa de crecimiento del PIB (1997)	7.2 %
Tasa de desempleo	3.2 %
Inflación promedio anual (1997)	20.63 %
Inflación acumulada (Junio 1998)	15.21 %
Tipo de cambio (Junio 1998)	9.1 pesos / dólar

Fuente: INEGI, Julio 1998.

V.3 Condiciones iniciales de referencia para la generación de escenarios.

Una vez desglosados los factores que intervienen en el escenario actual de las telecomunicaciones en México, se establecen las condiciones iniciales que sirven de referencia para la estimación de la densidad telefónica para diversos escenarios que se generan variando uno o varios de los parámetros ya identificados.

Con la conclusión del proceso de subasta del espectro radioeléctrico para el acceso inalámbrico fijo y móvil en Mayo de 1998, la competencia en telefonía local entra a su fase inicial con el pago de alrededor de 1,000 millones de dólares que realizaron las empresas ganadoras de la subasta y el otorgamiento de concesiones por parte de la Comisión Federal de Telecomunicaciones. Una vez que se lleve a cabo el proceso de licitaciones para

provisión de equipo y levantamiento de infraestructura, los competidores comenzarán a ofrecer servicios a principios de 1999 con una inversión inicial global de 1,000 millones de dólares.

Los servicios de larga distancia presentan un desempeño similar al del primer año de competencia con el pago de tarifas de interconexión superiores con respecto a las de otros países, las cuales en promedio son de 7.1 centavos de dólar por minuto en ambos extremos, es decir, considerando la originación y terminación de llamadas.

La instalación de líneas en 1997 fue limitada con un incremento que apenas superó las 440 mil líneas telefónicas representando un 4.8 por ciento respecto a 1996 debido a la baja demanda de líneas. Asimismo, dados los altos costos de instalación de líneas telefónicas de alrededor de 100 dólares, ocasionó que Telmex terminara en 1997 con inversiones improductivas valuadas en 1,500 millones de dólares, es decir, la existencia de un millón de líneas telefónicas que no se colocaron en el mercado y no están en operación a la fecha [Telmex, 1998].

Como resultado de las altas rentas mensuales, servicio medido y cargos de acceso, en 1997 se cancelaron mas de 600 mil líneas telefónicas y el 30 por ciento de los suscriptores de Telmex presentaron problemas de cartera vencida [CTM, 1997]. Lo anterior está relacionado con el bajo poder adquisitivo de la población dadas las condiciones socioeconómicas actuales que México enfrenta.

Asimismo, las inversiones efectuadas por parte de Telmex se han caracterizado por la aplicación de estrategias de retorno a corto plazo manteniendo su eficiencia operativa,

elevados márgenes de rentabilidad y fuertes volúmenes de inversión anual que en 1997 fueron de 700 millones de dólares, lo cual se refleja en las tarifas que pagan los usuarios por el servicio telefónico [Expansión, 1997].

Por último, es importante considerar que en Marzo de 1998 la Comisión Federal de Competencia determinó que Telmex posee poder sustancial en el mercado relevante de los servicios de telefonía local, servicios de acceso, larga distancia nacional, transporte interurbano y larga distancia internacional. Las implicaciones de la declaración de Telmex como operador dominante se reflejarán en el establecimiento de nuevas condiciones y regulaciones, tales como la reglamentación de operador con poder de mercado, el establecimiento del nuevo régimen de regulación tarifaria, la reglamentación de separación contable y la revisión de su título de concesión con objeto de definir su nuevo estado jurídico [Cofetel, 1998].

V.4 Parámetros que caracterizan la generación de escenarios.

A partir de las condiciones iniciales establecidas en el punto anterior es posible generar diversos escenarios para estimar la densidad telefónica resultante en diferentes condiciones de operación. Dada la complejidad del entorno de las telecomunicaciones en México y la diversidad de factores que lo caracterizan, se limitó la generación de escenarios para aquellos parámetros considerados como determinantes en el aumento de la densidad telefónica bajo un ambiente competitivo que se espera tome mayor fuerza con la presencia de nuevos operadores de telecomunicaciones.

Con objeto de definir en forma sencilla los escenarios a analizar, se establecieron las condiciones de operación para las cuales se desea variar el o los parámetros que caracterizan el escenario [Figura 23].

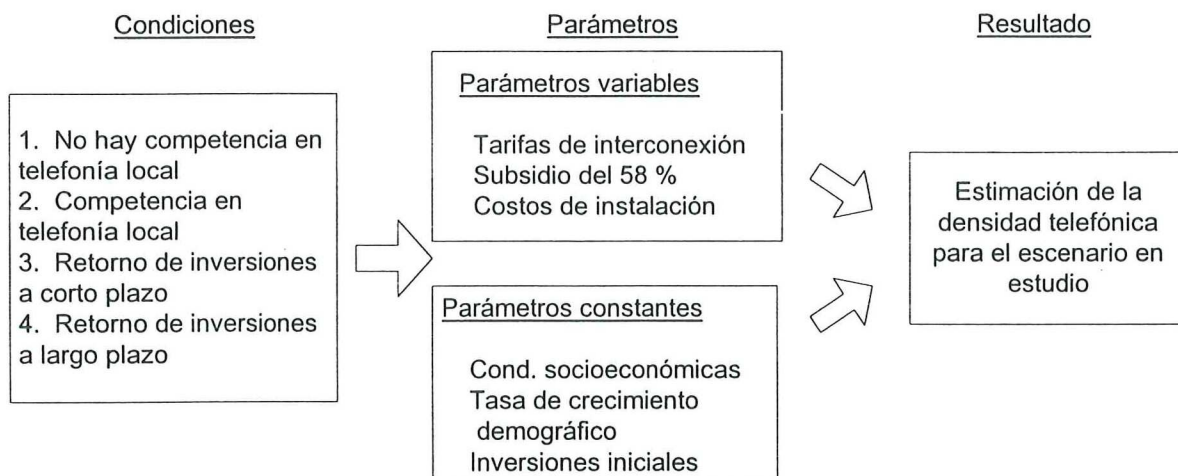


Figura 23. Clasificación de parámetros del modelo.

De acuerdo a la figura 23 las condiciones operativas de los concesionarios de telecomunicaciones se refieren a la presencia o ausencia de competencia en servicios de telefonía local y al retorno esperado de las inversiones, ya sea a corto o largo plazo. El grupo de parámetros está formado por las variables que distinguen a cada escenario, como las tarifas de interconexión, los costos de instalación y el manejo de los ingresos obtenidos por subsidio del 58 por ciento que se aplica a las tarifas de liquidación, así como aquellos parámetros que se mantienen constantes en todos los escenarios y que corresponden a la condición socioeconómica actual y el monto de las inversiones iniciales aplicadas por Telmex y sus competidores de telefonía local.

V.4.1 Consideraciones aplicadas en el proceso de estimación.

- En aquellos escenarios que se contempla la presencia de competencia en telefonía local, a Telmex le corresponde el empleo de tecnología alámbrica, mientras que los competidores ofrecen servicios mediante tecnología inalámbrica fija.
- Se considera que al retorno de inversiones a corto plazo le corresponde un periodo de cinco años.
- El manejo de las tarifas de interconexión así como su comparación se realiza en base a las de otros países [Figura 22]. De esta manera, se establecieron escenarios para tarifas de interconexión que se aplicaban en México hasta Agosto de 1998 (superiores a cinco centavos de dólar por minuto), para tarifas que se encuentran dentro de los niveles internacionales (entre dos punto cinco y cinco centavos de dólar) y que comenzarán a aplicarse a partir de Septiembre de 1998, así como aquellas que se encuentran por debajo del promedio de las tarifas internacionales (menores a dos centavos de dólar).
- Una vez definido el escenario en estudio, sus parámetros permanecen constantes durante el periodo de análisis.
- Las inversiones iniciales consideradas para Telmex y sus competidores de telefonía inalámbrica son de 1,200 y 1,000 millones de dólares, respectivamente. Las inversiones para los próximos años se determinan en el modelo de acuerdo a las condiciones de su respectivo escenario.

V.4.2 Criterio utilizado para la estimación del crecimiento de líneas telefónicas.

Dado un escenario, la estimación del número de líneas instaladas en un año está determinada por el siguiente razonamiento [Figura 24]. Al final de cada año, los operadores telefónicos conocen los parámetros operativos de la empresa, sus estados financieros, los factores regulatorios y la situación del mercado de los años anteriores. De acuerdo a sus objetivos de desarrollo y planes de cobertura, determinan el monto de sus inversiones y tarifas de servicios y los presentan a los usuarios. Dependiendo de lo anterior y de las condiciones socioeconómicas, los usuarios compran, retienen o cancelan líneas telefónicas y estimulan el mayor o menor uso de las mismas, así como el flujo de tráfico de larga distancia, el cual se refleja en los ingresos por interconexión obtenidos por los operadores de telefonía local.

A partir del flujo de efectivo anual obtenido, los operadores estiman sus ganancias y tasa de retorno para decidir los planes de inversión para el próximo año. Si la tasa de retorno obtenida es mayor o igual que la proyectada en el plazo de la inversión, entonces será posible aplicar mayores inversiones dependiendo del nivel de demanda de líneas, determinada por las condiciones socioeconómicas de la población, los costos de instalación y las tarifas mensuales que tienen que cubrir por el uso de líneas [Hirsch, 1995]. En caso contrario, se disminuyen las inversiones para el siguiente año y aumentan las tarifas mensuales, reflejándose en un menor crecimiento de la densidad telefónica y uso de las líneas telefónicas instaladas.

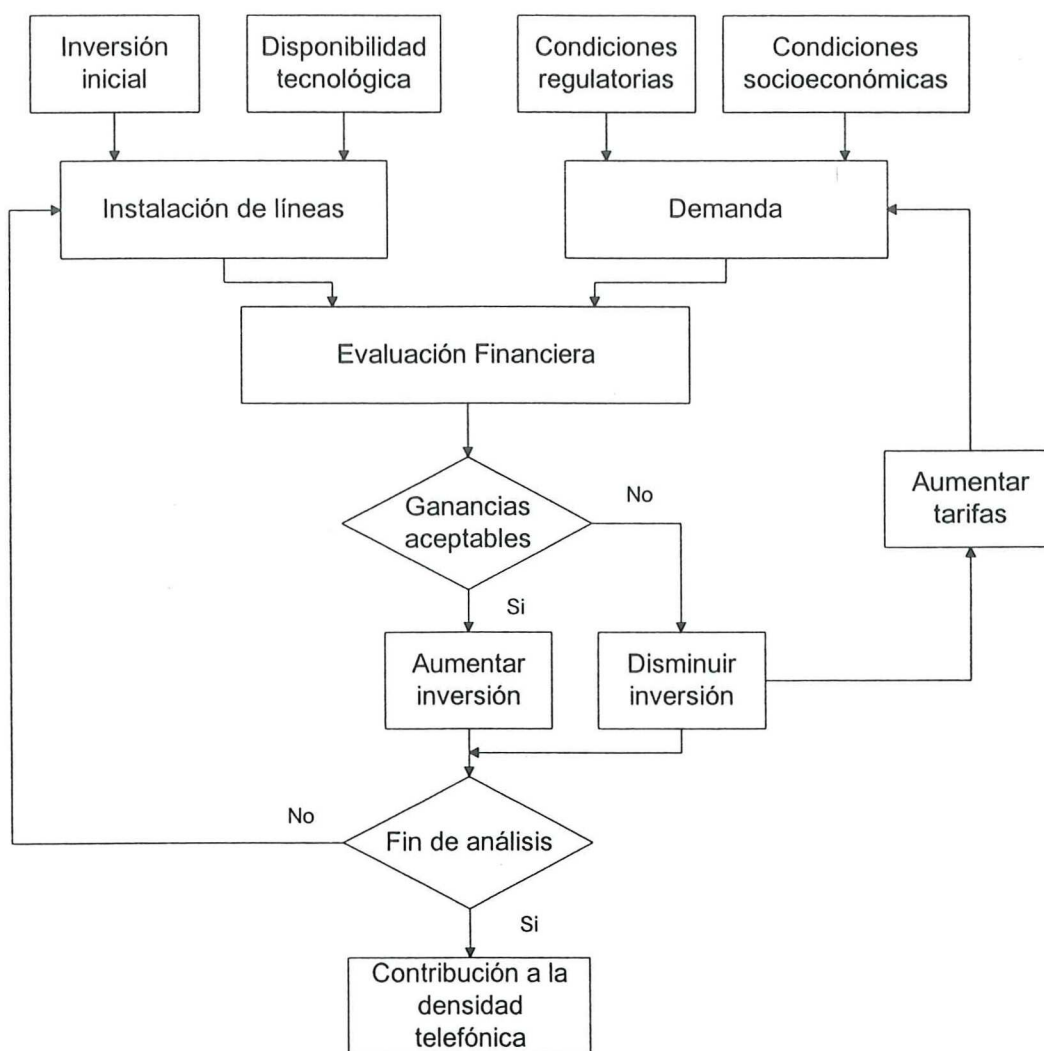


Figura 24. Criterio para la estimación del crecimiento de líneas telefónicas.

De esta manera, en base al criterio mencionado que se describe en la figura 24 se estima el crecimiento de líneas telefónicas y su respectiva contribución a la densidad telefónica para el escenario en estudio.

VI. GENERACIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS.

VI.1 Introducción.

En base a la figura 25, se generaron diversos escenarios para cuatro condiciones operativas diferentes, donde en cada condición se estimó la densidad telefónica correspondiente a cada escenario de acuerdo al parámetro en análisis. Se consideraron escenarios en los que únicamente participa el operador establecido con el objeto de estimar si tendría la capacidad de cumplir la meta de densidad telefónica con la ausencia de competencia en telefonía local y con retornos de inversión a corto y a largo plazo. En los escenarios posteriores se toma en cuenta el papel que jugaría la presencia de competidores en telefonía local y se estima su contribución a la densidad telefónica. Por último, se obtuvo la densidad telefónica total que resulta al considerar la contribución de la telefonía pública, la telefonía celular en zonas rurales y la satelital mediante el uso de la banda L de los satélites Solidaridad y los satélites en órbitas bajas (Iridium y Globalstar). Los escenarios de operación que fueron generados se describen a continuación:

- Escenarios en los que únicamente participa el operador establecido de telefonía local (Telmex) con retorno de inversiones a corto plazo (Escenarios I.1 a I.4).
- Escenarios en los que únicamente participa el operador establecido de telefonía local con retorno de inversiones a largo plazo (Escenarios II.1 a II.5).
- Escenarios en los que se contempla la participación de la competencia en telefonía local con retorno de inversiones a corto plazo (Escenarios III.1 a III.5).

- Escenarios en los que se contempla la participación de la competencia en telefonía local con retorno de inversiones a largo plazo (Escenarios IV.1 a IV.6).



Figura 25. Diagrama de bloques del modelo de estimación de densidad telefónica.

VI.2 Escenarios en los que únicamente participa el operador establecido de telefonía local (Telmex) con retorno de inversiones a corto plazo.

La presente condición se refiere al caso en que no existiera competencia en telefonía local y únicamente Telmex se encargaría de la instalación de líneas telefónicas y prestación de servicios de telefonía local.

VI.2.1 Escenario I.1: Tarifas de interconexión que se aplican a los operadores de larga distancia mayores a las de otros países.

En este escenario se asume que las tarifas de interconexión que pagan los operadores de larga distancia a Telmex, en promedio son superiores a los cinco centavos de dólar por minuto, es decir, son similares a las que se aplicaban hasta Agosto de 1998. Esto ocasiona que la salud financiera de los operadores de larga distancia sea limitada debido a los bajos ingresos netos obtenidos en llamadas de larga distancia.

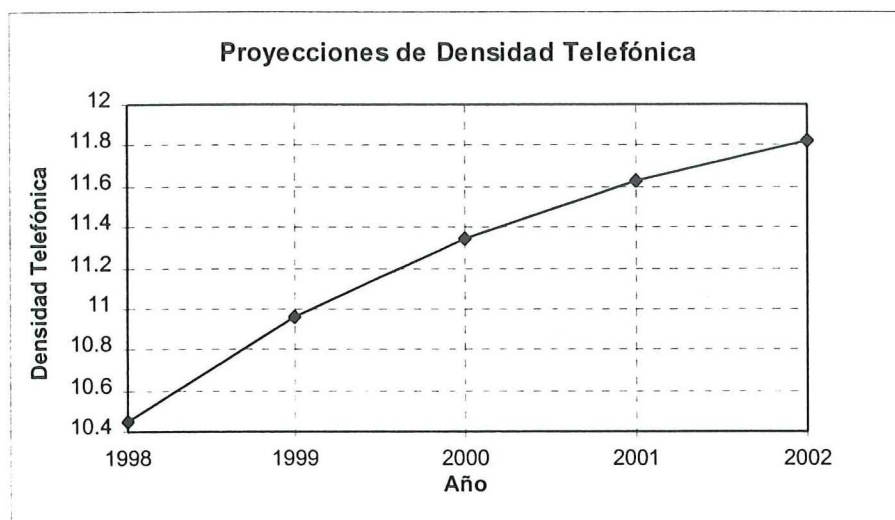


Figura 26. Estimaciones obtenidas para el escenario I.1

Al no existir competencia en telefonía local, se mantienen los altos costos de instalación de líneas provocando una baja demanda y que sigan presentes las inversiones improductivas por un millón de líneas sin operar en 1997 [Telmex, 1998]. Dado que las rentas mensuales y el servicio medido han sufrido incrementos de aproximadamente el 140 por ciento desde 1996, se presenta un uso limitado de las líneas en servicio. De esta forma, los ingresos de operación del operador establecido son significativos pero no estimulan un

aumento en las inversiones para la instalación de mayor número de líneas debido a la falta de competencia y al retorno de inversiones programado para el corto plazo. Bajo estas condiciones, la densidad telefónica se estima en los 11.87 teléfonos por cada cien habitantes en el año 2002.

VI.2.2. Escenario I.2: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. disminuyen a niveles internacionales.

Se considera que las tarifas de interconexión para los operadores de larga distancia disminuyen a niveles similares a los de otros países, entre 2.5 y 5 centavos de dólar por minuto en forma análoga a las tarifas de interconexión que se aplicarán en México a partir de Septiembre de 1998. El impacto de esta condición podría traducirse en una reducción en las tarifas de larga distancia con lo cual se estimularía el tráfico de llamadas de larga distancia y por lo tanto, el uso de las líneas telefónicas. Las tarifas del servicio local, como renta mensual y servicio medido permanecen sin cambio.

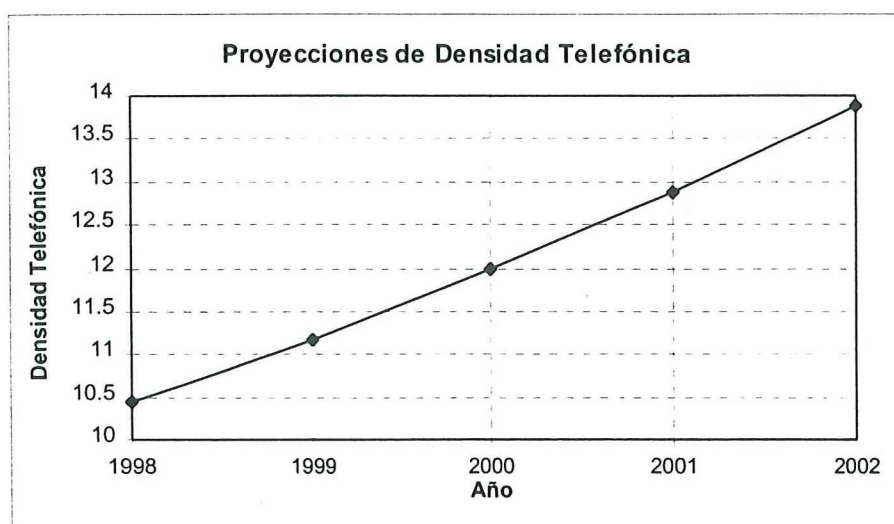


Figura 27. Estimaciones obtenidas para el escenario I.2

Los ingresos de operación de la compañía telefónica establecida (Telmex) se incrementarían, obteniéndose mayores ganancias respecto al escenario anterior; esto podría fomentar mayores inversiones anuales para la instalación de líneas telefónicas. La densidad telefónica alcanzada en el año 2002 sería de 13.87 teléfonos por cada cien habitantes.

VI.2.3 Escenario I.3: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. menores al promedio internacional.

Cuando las tarifas de interconexión son menores respecto al promedio internacional, considerado en 2.5 centavos de dólar, los ingresos de operación del operador telefónico del servicio local (Telmex) disminuyen significativamente respecto al escenario I.1 causando un incremento en los cargos mensuales con objeto de mantener sus niveles de rentabilidad; lo anterior provoca un consumo menor, incluidas las llamadas de larga distancia.

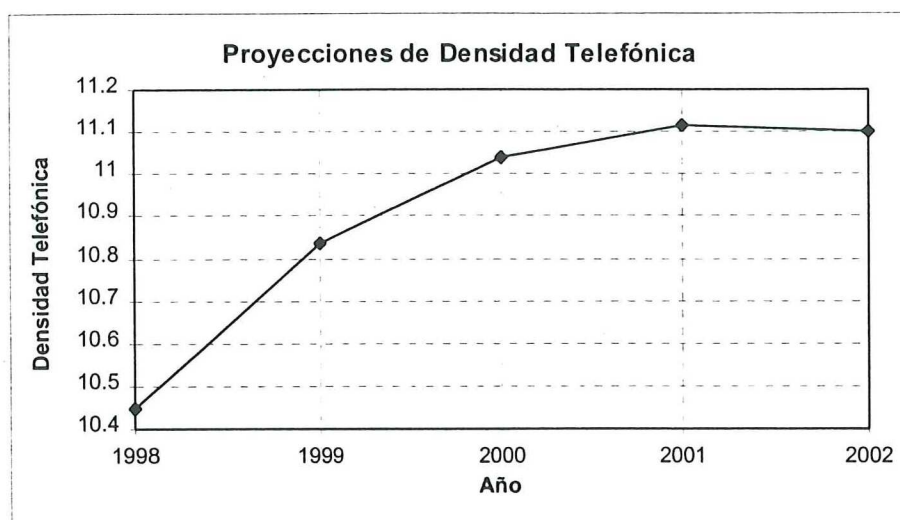


Figura 28. Estimaciones obtenidas para el escenario I.3

De esta manera, las inversiones para la instalación de líneas son limitadas reflejándose en un crecimiento lento con una densidad de 11.1 teléfonos por cada cien habitantes en el año 2002.

VI.2.4 Escenario I.4: Costos de instalación de líneas menores y se aplican tarifas de interconexión a operadores de L.D. mayores a las de otros países.

Este escenario se refiere al caso en que no existieran las inversiones improductivas que se presentaron durante 1996 y 1997 debido a los altos costos de instalación de líneas que tienen que pagar los usuarios para tener acceso al servicio telefónico, lo cual se reflejó en un millón de líneas que no se encuentran en operación. Si los costos de instalación fueran mas accesibles a los usuarios, aumentaría la demanda de líneas y se presentaría una mayor penetración del servicio telefónico respecto a las condiciones actuales.

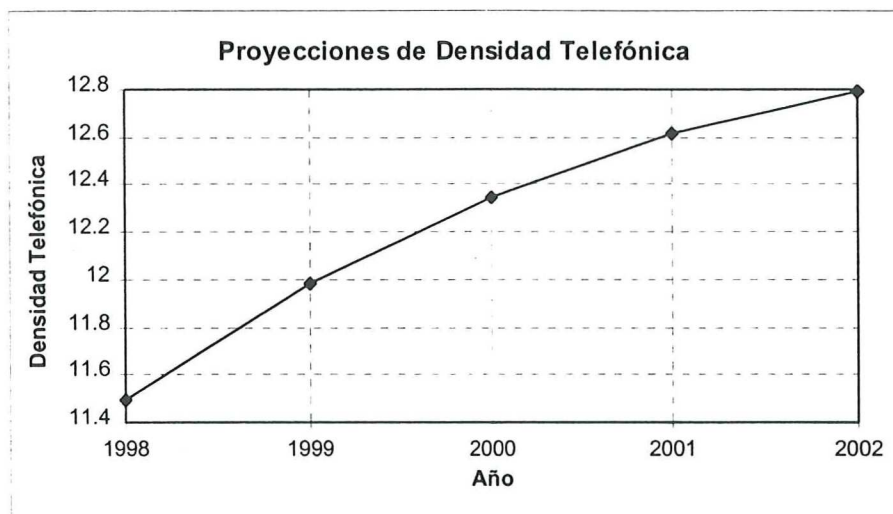


Figura 29. Estimaciones obtenidas para el escenario I.4

Debido a que el retorno de inversiones esperado es a corto plazo, no se estimulan mayores inversiones para un crecimiento mas significativo estimándose una densidad de 12.79 teléfonos por cada cien habitantes para el año 2002.

VI.3 Escenarios en los que únicamente participa el operador establecido de telefonía local con retorno de inversiones a largo plazo.

Los escenarios que corresponden a esta condición representan el caso en que no existiera competencia en telefonía local y únicamente el operador establecido fuera el encargado de la instalación de líneas y prestación de servicios locales. A diferencia de la condición de la sección anterior, la aplicación de inversiones se realiza en una proporción mayor debido a que el retorno de inversiones esperado es a largo plazo. Se considera largo plazo un periodo comprendido entre cinco y diez años [AHCET, 1995]. Esta condición de operación podría presentarse como resultado del nombramiento de Telmex como operador dominante por parte de la Comisión Federal de Competencia, al someterlo a un nuevo régimen regulatorio con obligaciones y compromisos de expansión de servicios y cobertura [Cofetel, 1998].

VI.3.1 Escenario II.1: Tarifas de interconexión que se aplican a operadores de L.D. mayores a las de otros países.

Puesto que las tarifas de interconexión que pagaban los operadores de larga distancia a Telmex hasta Agosto de 1998 se encontraban por arriba de las de otros países, no se estimula significativamente el flujo de llamadas de larga distancia y por lo tanto, los

ingresos de operación de Telmex no aumentarían significativamente que si recibiera mayores ingresos por interconexión al presentarse un mayor volumen de tráfico de larga distancia. Además, con objeto de estimular la demanda de líneas y disminuir la existencia de inversiones improductivas ante las condiciones socioeconómicas actuales, los costos de instalación podrían disminuir de acuerdo a las obligaciones impuestas por la regulación de operador dominante. Las ganancias anuales obtenidas podrían ser menores que las actuales, pero manteniéndose en niveles aceptables. La densidad telefónica alcanzada sería de 12.45 teléfonos por cada cien habitantes.

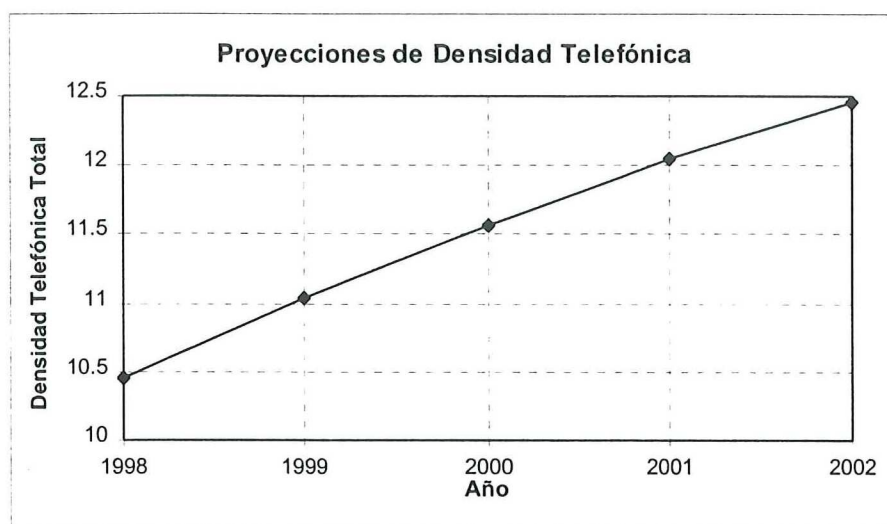


Figura 30. Estimaciones obtenidas para el escenario II.1

VI.3.2 Escenario II.2: Tarifas de interconexión que pagan los operadores de L.D. disminuyen a niveles internacionales.

Bajo esta condición las tarifas de larga distancia disminuyen con lo cual se estimula el tráfico de llamadas de larga distancia y el uso de las líneas telefónicas, traduciéndose en mayores ingresos por interconexión y servicio medido para el operador local. Lo anterior

se reflejaría en mayores ganancias que permitirían un mayor aumento de líneas telefónicas gracias a la creciente aplicación de inversiones. La densidad telefónica obtenida sería de 14.71 teléfonos por cada cien habitantes.

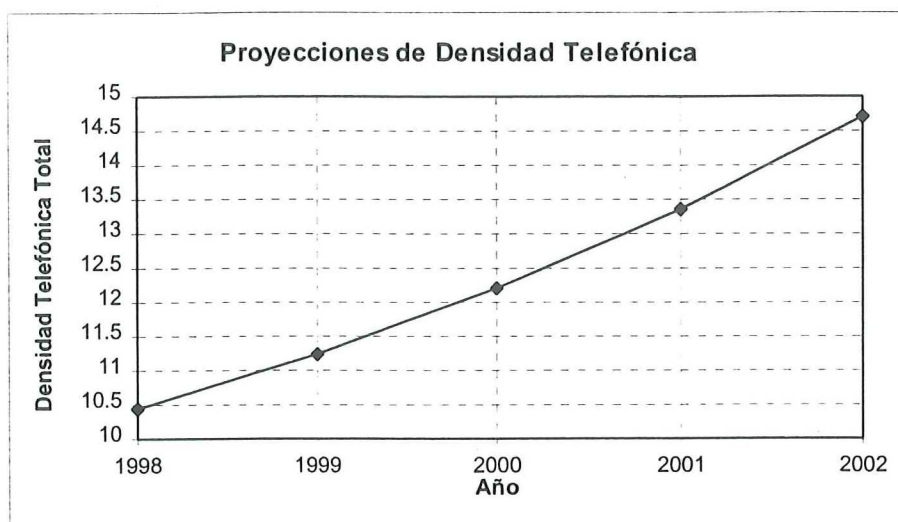


Figura 31. Estimaciones obtenidas para el escenario II.2

VI.3.3 Escenario II.3: Tarifas de interconexión que pagan operadores de L.D. menores al promedio internacional.

Al ubicarse las tarifas de interconexión en niveles inferiores al promedio internacional, los ingresos del operador local disminuyen significativamente respecto al escenario II.1 causando un incremento en los cargos mensuales con objeto de mantener sus niveles de rentabilidad. La aplicación de inversiones sería mas conservadora observándose un crecimiento poco significativo con una densidad resultante de 11.82 teléfonos por cada cien habitantes.

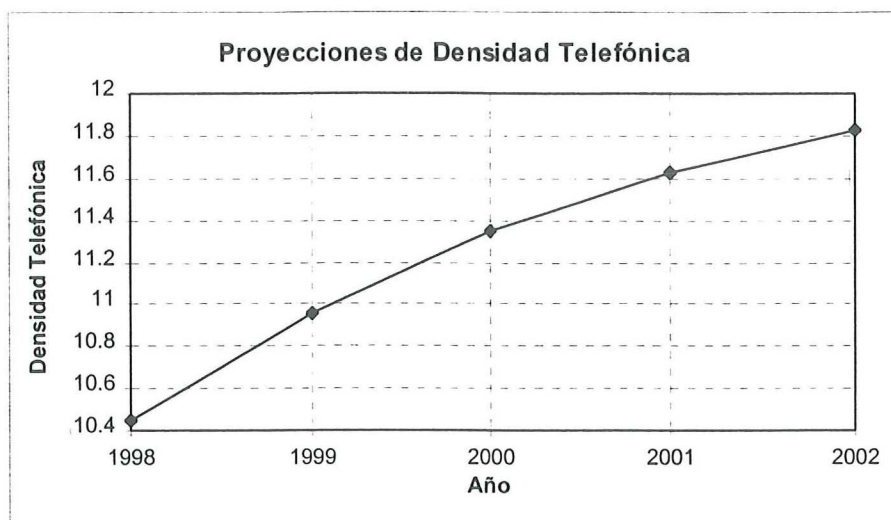


Figura 32. Estimaciones obtenidas para el escenario II.3

VI.3.4 Escenario II.4: Costos de instalación de líneas menores y se aplican tarifas de interconexión a operadores de L.D. mayores a las de otros países.

Al disminuir los costos de instalación de líneas telefónicas se estimularía la demanda de líneas telefónicas y el acceso al servicio telefónico a un mayor número de usuarios. Considerando que las tarifas de interconexión que pagan los operadores de larga distancia son similares a las aplicadas hasta Agosto de 1998 con una tasa de retorno a largo plazo, la aplicación de inversiones para la instalación de líneas se efectuaría en la misma proporción que en el escenario II.1 resultando una teledensidad de 13.42 teléfonos por cada cien habitantes.

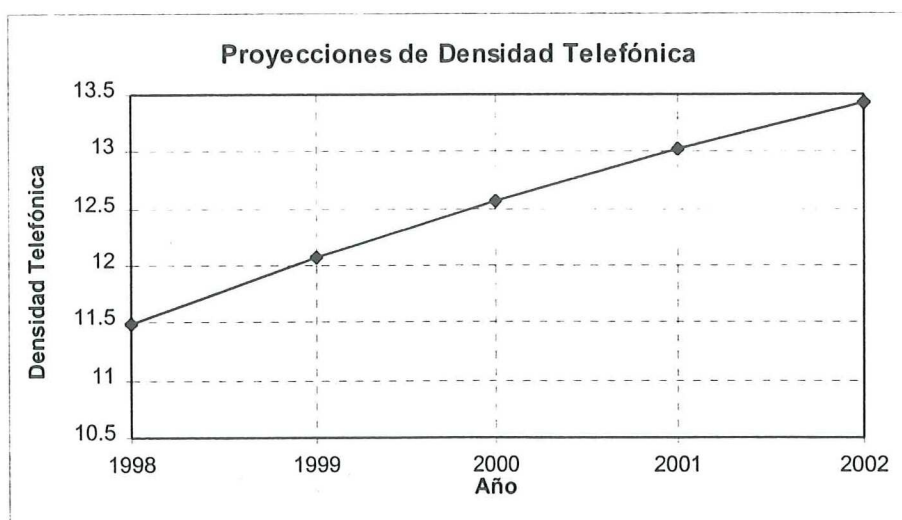


Figura 33. Estimaciones obtenidas para el escenario II.4

VI.3.5 Escenario II.5: Ingresos obtenidos por sobrecargo de 58 por ciento se emplean para la instalación de líneas.

Se considera que los ingresos obtenidos por el sobrecargo del 58 por ciento sobre las tarifas de liquidación durante 1997 y 1998 se destinan para la instalación de líneas [Avantel, 1998]. Se estima que tales ingresos ascienden a 1,000 millones de dólares que son equivalentes a instalar 670,000 líneas telefónicas. Es importante aclarar que el porcentaje del 58 por ciento únicamente tendrá vigencia hasta Septiembre de 1998 en base al acuerdo establecido entre Telmex y algunos operadores de larga distancia en Agosto de 1998 que se refiere a la disminución en las tarifas de interconexión y a la eliminación del sobrecargo del 58 por ciento sobre las tarifas de liquidación por tráfico de larga distancia internacional entrante. Asimismo, se consideran las tarifas de interconexión aplicables hasta Agosto de 1998, por lo cual el comportamiento de este escenario es similar al II.1 con una densidad de 13.1 teléfonos por cada cien habitantes.

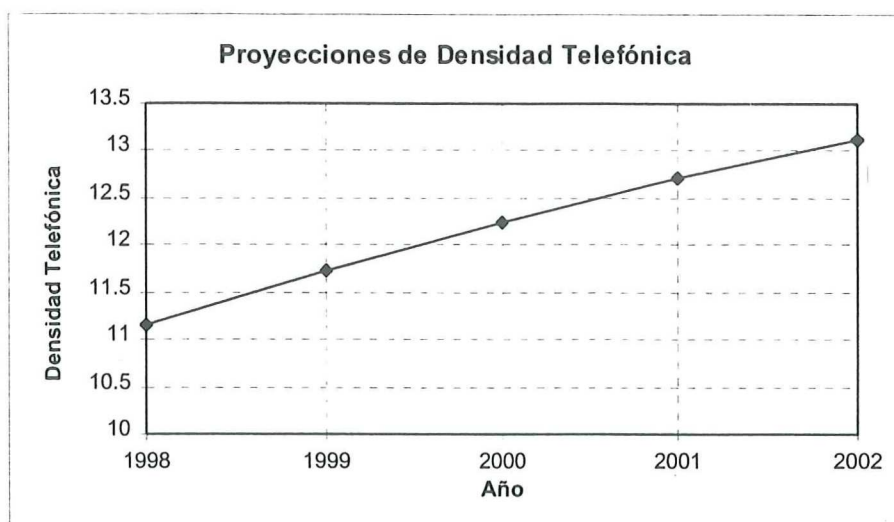


Figura 34. Estimaciones obtenidas para el escenario II.5

VI.4 Escenarios en los que se contempla la participación de la competencia en telefonía local con retorno de inversiones a corto plazo.

La presente condición toma en cuenta la entrada de la competencia en telefonía local considerando que actualmente se encuentra en etapa de transición, debido al reciente término de la subasta del espectro radioeléctrico y al proceso de licitaciones para la provisión de equipos y levantamiento de infraestructura que se está llevando a cabo actualmente. De acuerdo a lo anterior, se espera que la oferta de servicios por parte de los competidores inicie a partir de 1999.

VI.4.1 Escenario III.1: Tarifas de interconexión que pagan operadores de L.D. mayores a las de otros países.

Bajo esta condición, no se estimula un aumento significativo en el flujo de llamadas de larga distancia tales que, los ingresos por concepto de interconexión para los operadores locales sean máximos. Por otra parte, la presencia de la competencia causa que Telmex

aplique mayores inversiones para la instalación de líneas e incluso que las tarifas disminuyan. Debido a las condiciones socioeconómicas actuales y al retorno de inversiones a corto plazo, el crecimiento presenta un ritmo conservador llegando a 15.16 teléfonos por cada cien habitantes.

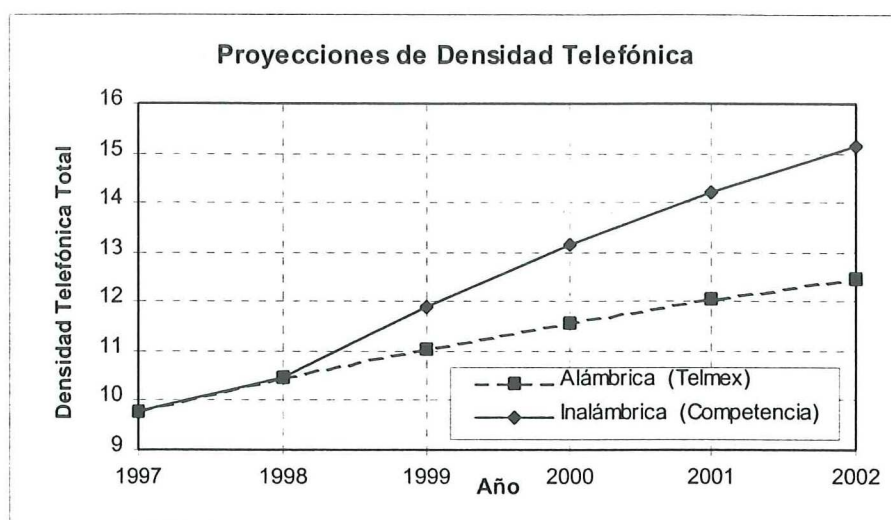


Figura 35. Estimaciones obtenidas para el escenario III.1

VI.4.2 Escenario III.2: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. disminuyen a niveles internacionales.

Si las tarifas de interconexión disminuyen a niveles internacionales en forma similar a las tarifas de interconexión que se aplicarán en México a partir de Septiembre de 1998, su impacto se reflejaría en una reducción de las tarifas de larga distancia al presentarse un mayor número de llamadas, que a su vez serían un indicador del uso de las líneas ocasionando que las ganancias para operadores locales y de larga distancia sean mayores respecto al escenario anterior. Debido a que la entrada de la competencia en telefonía local

podría causar una reducción en los costos de instalación, se fomentaría la demanda de líneas telefónicas con un aumento gradual en las inversiones.

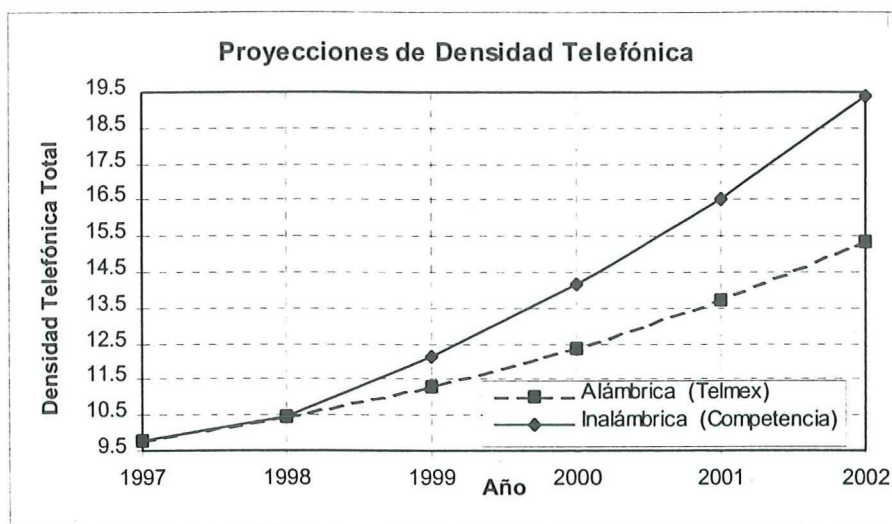


Figura 36. Estimaciones obtenidas para el escenario III.2

De acuerdo a las estimaciones obtenidas, se observa un crecimiento más acentuado de la densidad telefónica llegando a los 19.39 teléfonos por cada cien habitantes.

VI.4.3 Escenario III.3: Tarifas de interconexión para operadores de L.D. son menores al promedio internacional.

Cuando las tarifas de interconexión alcanzan niveles inferiores a los de otros países, puede existir una reducción significativa en los ingresos de operación de los operadores de telefonía local ocasionando un aumento en las tarifas mensuales con objeto de mantener sus niveles de rentabilidad proyectados y no dañar su salud financiera. Ante estas condiciones, se presenta un crecimiento lento debido a la disminución de inversiones alcanzando los 13.68 teléfonos por cada cien habitantes. En este escenario se observa una mayor contribución a la densidad telefónica por parte de la competencia.

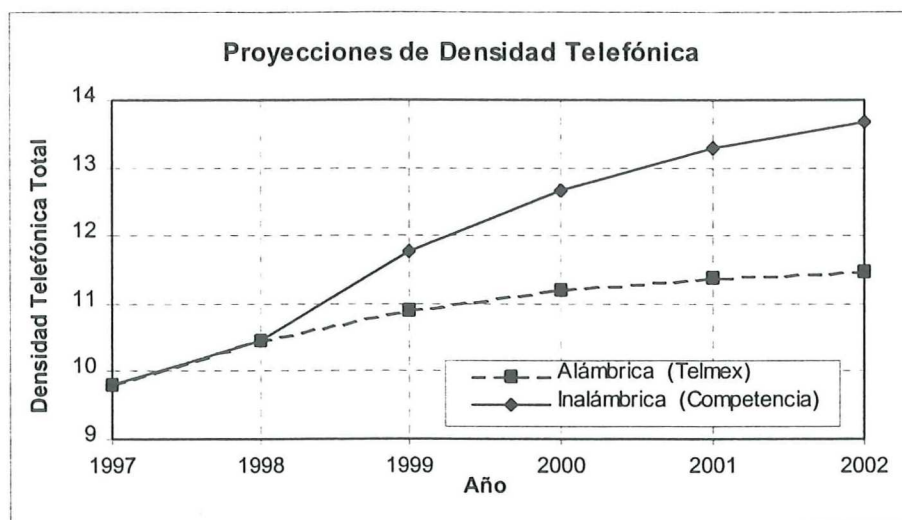


Figura 37. Estimaciones obtenidas para el escenario III.3

VI.4.4 Escenario III.4: Costos de instalación de líneas menores y se aplican tarifas de interconexión a operadores de L.D. mayores a las de otros países.

De la misma manera que en escenarios similares para las condiciones analizadas hasta el momento, la disminución en los costos de instalación podría ser un factor determinante en la demanda de líneas telefónicas ya que significaría que inicialmente hubiera un millón de líneas adicionales que corresponden a las inversiones improductivas que posee Telmex. De esta manera, se observa una contribución a la instalación de líneas mas equilibrada entre Telmex y los competidores de telefonía local con una densidad estimada en 16.13 teléfonos por cada cien habitantes en el año 2002.

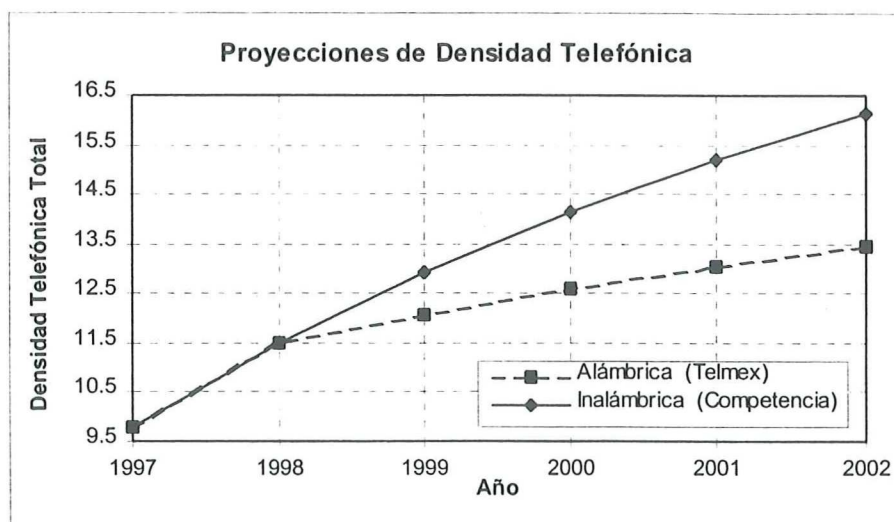


Figura 38. Estimaciones obtenidas para el escenario III.4

VI.4.5 Escenario III.5: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. y costos de instalación disminuyen.

Este escenario representa una combinación de las condiciones III.2 y III.4 observándose un crecimiento en la densidad telefónica mas significativo respecto a escenarios anteriores. En esta situación, la demanda de líneas sería máxima y los operadores tendrían niveles de rentabilidad que les permitiría satisfacer dicha demanda mediante costos de instalación y tarifas mensuales accesibles a los usuarios. Se alcanzaría una densidad de 20.35 teléfonos por cada cien habitantes.

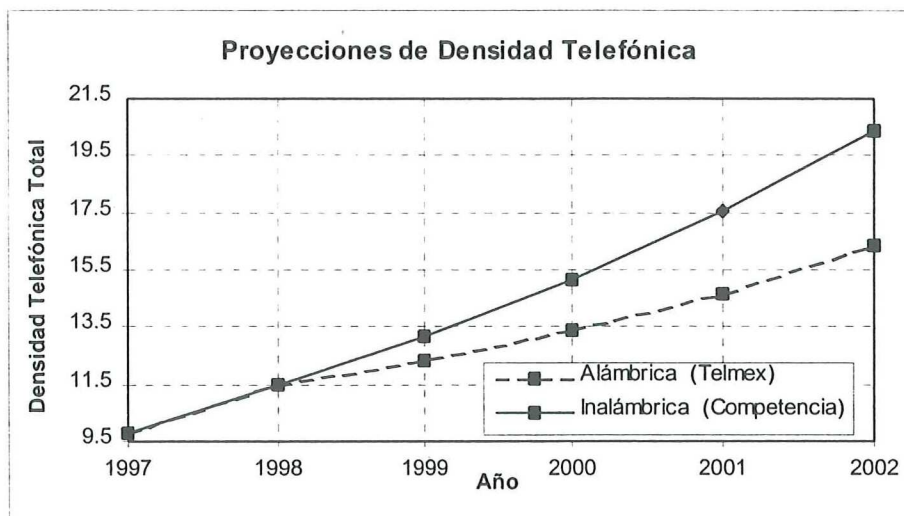


Figura 39. Estimaciones obtenidas para el escenario III.5

VI.5 Escenarios en los que se contempla la participación de la competencia en telefonía local con retorno de inversiones a largo plazo.

Se analizaron escenarios en los cuales se considera que tanto el operador establecido como los competidores de telefonía local proyectan el retorno de inversiones a largo plazo debido a condiciones impuestas por la autoridad regulatoria en cuanto a operación y compromisos de cobertura.

VI.5.1 Escenario IV.1: Tarifas de interconexión que pagan operadores de L.D. mayores a las de otros países.

El comportamiento bajo estas condiciones es similar al del escenario III.1 donde el número de llamadas de larga distancia no se incrementaba significativamente y el uso de las líneas telefónicas no sufre modificaciones considerables a pesar de la disminución en las tarifas mensuales por la entrada de la competencia. Sin embargo, debido a que el retorno de inversiones se realiza a largo plazo, las ganancias anuales de los operadores locales se

destinan para la aplicación de inversiones en mayor proporción para la instalación de líneas, aunque el crecimiento seguiría estando limitado por la situación socioeconómica actual. Bajo estas condiciones, la densidad telefónica en el año 2002 sería de 16.1 teléfonos por cada cien habitantes.

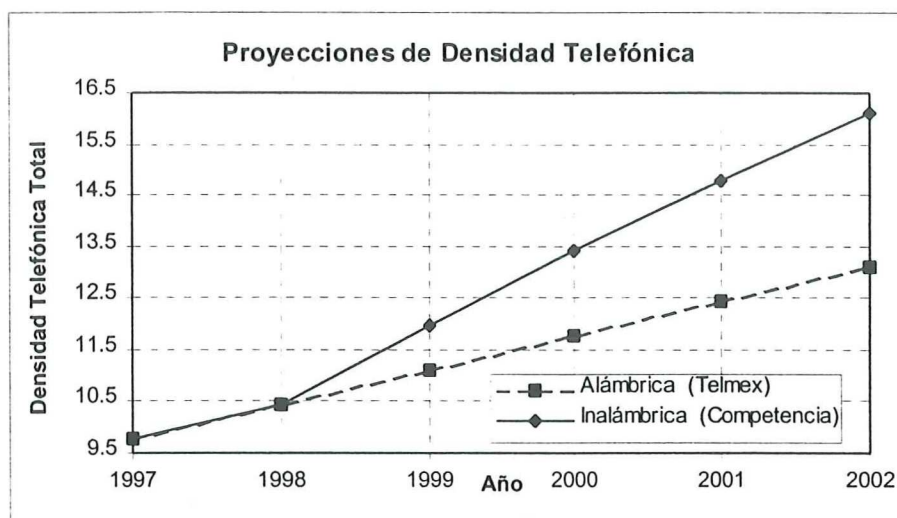


Figura 40. Estimaciones obtenidas para el escenario IV.1

VI.5.2 Escenario IV.2: Tarifas de interconexión que pagan operadores de L.D. disminuyen a niveles internacionales.

De forma parecida a escenarios análogos para esta condición, las tarifas de larga distancia y de servicio medido provocan un mayor uso de las líneas y mayor tráfico de llamadas de larga distancia. Los ingresos de operación de las empresas de telefonía local alcanzan niveles superiores que les permite aumentar las inversiones anuales en mayor proporción para la instalación de líneas. En este escenario se presenta el mayor crecimiento con una teledensidad de 20.71 teléfonos por cada cien habitantes.

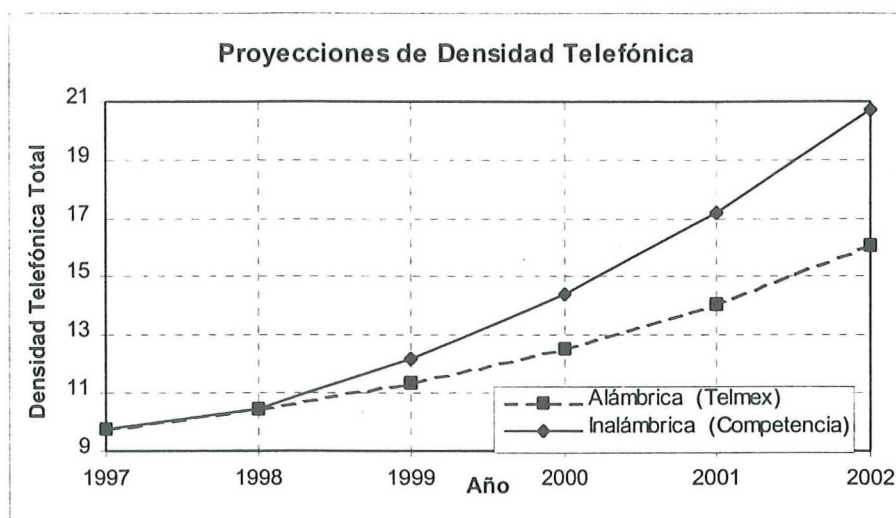


Figura 41. Estimaciones obtenidas para el escenario IV.2

VI.5.3 Escenario IV.3: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. son menores al promedio internacional.

Los ingresos de operación de los operadores de telefonía local disminuyen significativamente respecto a los que se obtendrían con las tarifas de interconexión actuales, lo cual obligaría a aumentar las tarifas mensuales para mantener la salud financiera de las empresas telefónicas y no dañar sus niveles de rentabilidad proyectados. Sin embargo, debido a que el retorno de inversiones se programa a largo plazo, la aplicación de inversiones para la instalación de líneas se realiza en forma gradual llegando a una densidad de 14.96 teléfonos por cada cien habitantes en el año 2002.

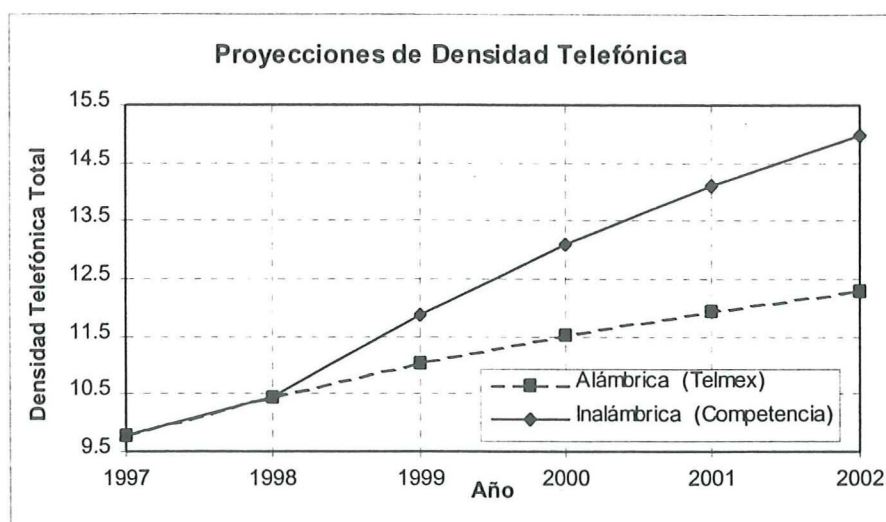


Figura 42. Estimaciones obtenidas para el escenario IV.3

VI.5.4 Escenario IV.4: Costos de instalación de líneas menores y se aplican tarifas de interconexión a operadores de L.D. mayores a las de otros países.

Si los costos de instalación de líneas fueran menores respecto a los actuales y tomando en cuenta que el retorno de inversiones se proyecta a largo plazo, sería posible lograr una mayor penetración de líneas telefónicas ya que no se tendrían inversiones improductivas como las obtenidas en los últimos dos años por parte de Telmex. Esto se traduciría en un millón de líneas adicionales a las instaladas a través de las inversiones anuales aplicadas. Puesto que las tarifas de interconexión constituyen una fuente importante de ingresos para las empresas de telefonía local, sus niveles de rentabilidad les permitirían satisfacer la demanda generada por estas condiciones de operación. Se alcanzaría una densidad telefónica de 17.07 teléfonos por cada cien habitantes en el año 2002.

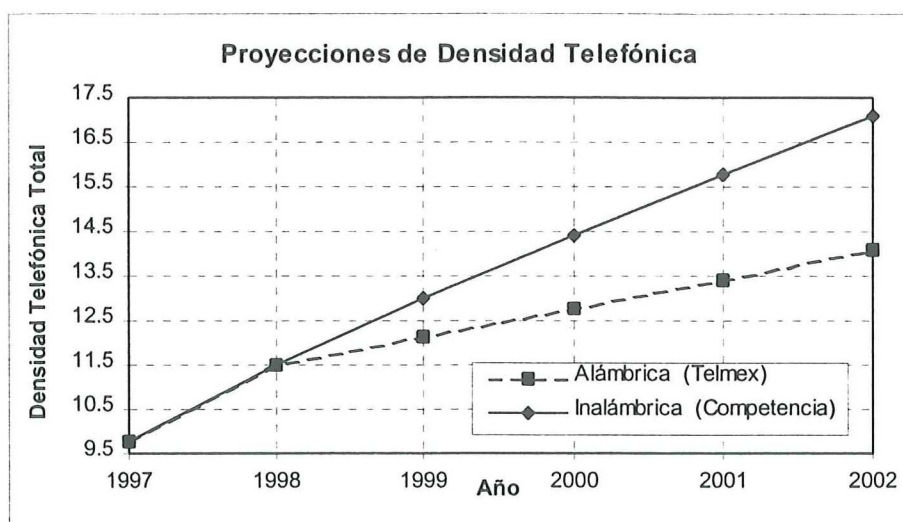


Figura 43. Estimaciones obtenidas para el escenario IV.4

VI.5.5 Escenario IV.5: Ingresos obtenidos por sobrecargo de 58 por ciento se emplean para la instalación de líneas.

De acuerdo a operadores de larga distancia de México, se estima que Telmex ha recibido ingresos por 1,000 millones de dólares por concepto del sobrecargo del 58 por ciento que se aplica a las tarifas de liquidación por tráfico internacional entrante, los cuales equivalen a 670,000 líneas telefónicas. Asimismo, se considera que la salud financiera de Telmex no se vería afectada debido a los ingresos obtenidos por interconexión. Bajo estas condiciones, tales ingresos se destinarían a la instalación de líneas y además se aplicarían las inversiones con la misma tendencia del escenario IV.1 logrando una densidad de 16.75 teléfonos por cada cien habitantes.

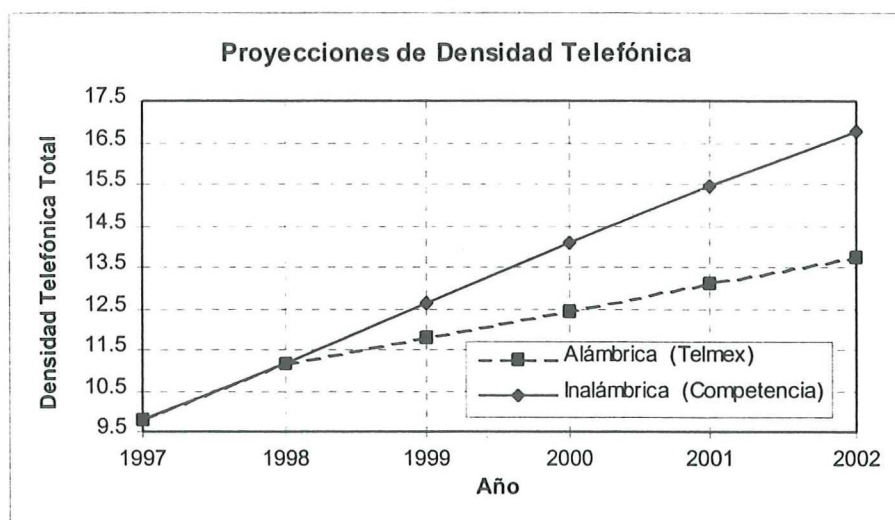


Figura 44. Estimaciones obtenidas para el escenario IV.5

VI.5.6 Escenario IV.6: Tarifas de interconexión para operadores de L.D. y costos de instalación disminuyen.

El presente escenario podría representar las condiciones ideales que permitirían un crecimiento considerable en la densidad telefónica debido a que la demanda generada en instalación de líneas, tráfico de llamadas de larga distancia y mayor uso de líneas telefónicas por una parte, fortalecería los niveles de rentabilidad de las compañías telefónicas y por otra, permitiría el acceso al servicio telefónico a un mayor número de usuarios a pesar de las condiciones socioeconómicas que se presentan actualmente en México. De acuerdo a la figura 45 se alcanzaría una densidad de 21.68 teléfonos por cada cien habitantes bajo estas condiciones.

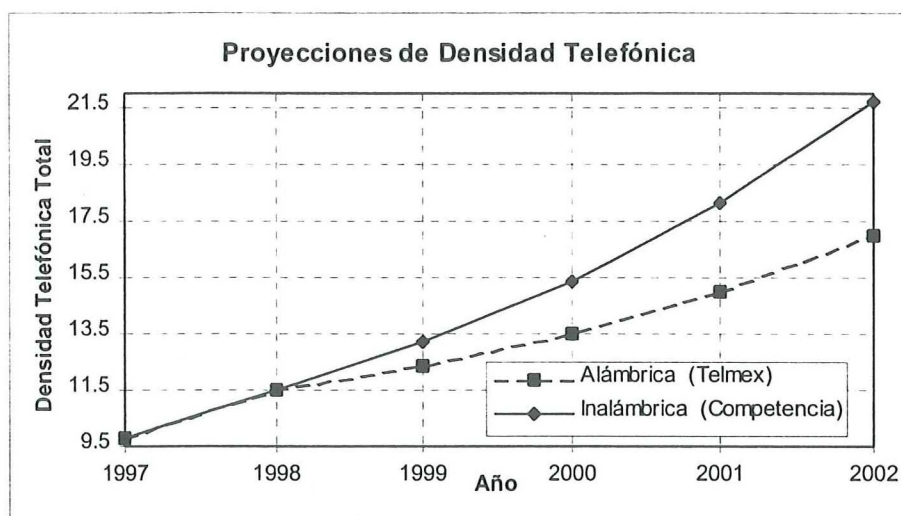


Figura 45. Estimaciones obtenidas para el escenario IV.6

VI.6. Contribución a la densidad telefónica total por tecnología.

El conjunto de escenarios presentados hasta el momento únicamente han tomado en cuenta las condiciones aplicables para el operador establecido de telefonía local (Telmex) y los competidores de telefonía local que comenzarán a prestar servicios a partir de 1999. Se consideró que a Telmex le corresponde el empleo de tecnología alámbrica, mientras que los competidores basarán su infraestructura en tecnología inalámbrica. Los escenarios en los que participa únicamente Telmex tuvieron como objetivo estimar su aportación a la densidad telefónica si no existiera participación de la competencia en telefonía local, observándose que aún en los escenarios mas optimistas no se cumpliría la meta de densidad telefónica, llegando como máximo a los 14.71 teléfonos por cada cien habitantes en los próximos cinco años [véase escenario II.2].

En los escenarios donde se contempla la participación de la competencia se observa una mayor penetración al estimarse mayores inversiones de acuerdo a la condición en

estudio. De acuerdo a las estimaciones obtenidas, la meta de densidad telefónica se alcanzaría en aquellos casos donde las tarifas de interconexión alcanzaran niveles que estimulen un aumento en el tráfico de llamadas de larga distancia y el uso de líneas telefónicas, de tal manera que las ganancias obtenidas por las empresas telefónicas sirvieran de incentivo para aumentar la oferta de líneas telefónicas. Esta condición de operación puede corresponder con la disminución del 52 por ciento en las tarifas de interconexión que entrará en vigor a partir de Septiembre de 1998 [Cofetel, Agosto 1998]. En lo que se refiere a la demanda, se puede establecer que está determinada por los costos de instalación dadas las condiciones socioeconómicas actuales. En la tabla X se muestra la contribución a la densidad telefónica de las tecnologías restantes a considerar para aquellos escenarios donde se presentaron las estimaciones de densidad telefónica mas elevadas, además del escenario actual para fines comparativos.

VI.6.1 Contribución a la densidad telefónica de la telefonía celular rural.

Los servicios de telefonía rural ofrecidos a través de empresas celulares se estimaron tomando en cuenta los compromisos de cobertura adquiridos ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para la instalación de al menos un teléfono público celular en localidades de menos de 500 habitantes que se encuentren dentro del área de cobertura del servicio celular [SCT, 1997]. De acuerdo a la SCT, en 1997 se habían incorporado al servicio telefónico alrededor de 10,500 comunidades rurales contemplando para este año la instalación de 5,000 teléfonos con tecnología celular por parte de Iusacell. Se estima que la

telefonía celular rural tendrá una contribución de 0.0271 teléfonos por cada cien habitantes [Tabla X].

VI.6.2 Contribución a la densidad telefónica de la telefonía pública.

En telefonía pública, existe el compromiso de instalar 500 mil teléfonos públicos para el año 2000. Sin embargo, la instalación y operación de aparatos telefónicos por parte de los concesionarios de telefonía pública se está llevando a cabo a un ritmo limitado debido a problemas de financiamiento, por lo cual únicamente se han instalado más de 8 mil casetas telefónicas. Dada esta situación, se estimó que el cumplimiento de la meta de telefonía pública se logrará en el año 2002 con una contribución de 0.4839 casetas telefónicas por cada cien habitantes.

VI.6.3 Contribución a la densidad telefónica de la tecnología satelital.

En lo que se refiere a la telefonía satelital, se tomaron en cuenta los servicios que serán ofrecidos a través del uso de la banda L de los satélites mexicanos Solidaridad, así como los proporcionados mediante constelaciones de satélites dispuestos en órbitas bajas. En primer lugar, de acuerdo a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se proporcionará acceso al servicio telefónico a comunidades aisladas y de acceso difícil por medio de 2,500 teléfonos y terminales satelitales semifijas.

Por otra parte, en Septiembre de 1998 el sistema Iridium comenzará a ofrecer servicios de comunicaciones de voz y datos con cobertura global, mientras que Globalstar hará lo propio a partir de 1999. El consorcio Iridium anunció una inversión en México por 20 millones de dólares con los que espera obtener un total de 70,000 usuarios en los

próximos años; sin embargo, su portafolio de servicios está dirigido a grandes usuarios de negocios que requieran de servicios de comunicaciones en forma ubicua y no se contempla el otorgamiento de teléfonos satelitales para servicios en áreas rurales [Iridium Central America & Mexico, 1998]. Además, Globalstar espera comenzar a ofrecer servicios en 1999 con una inversión anunciada en México de 60 millones de dólares considerando en su oferta de servicios la instalación de teléfonos satelitales públicos en zonas rurales del país [Globalstar de México, 1997].

El impacto de la telefonía satelital en la densidad telefónica de México depende del establecimiento de las reglas para la telefonía satelital por parte de Cofetel, así como de la firma del protocolo de reciprocidad para servicios de comunicaciones móviles por satélite. En la tabla X se presenta el impacto estimado de la telefonía satelital en la densidad telefónica para los próximos años considerando que la oferta de servicios comienza a partir de finales de 1998.

Tabla X. Contribución a la densidad telefónica por tecnología.

Tecnología	Escenario							
	III.1	III.2	III.4	III.5	IV.2	IV.4	IV.5	IV.6
Alámbrica	12.4726	15.3644	13.4403	16.3322	16.0659	14.0793	13.76	17.0336
Inalámbrica	2.6903	4.027	2.6903	4.027	4.6498	2.9919	2.9919	4.6498
Tel. pública	0.4839	0.4839	0.4839	0.4839	0.4839	0.4839	0.4839	0.4839
Celular rural	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271
Banda L	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024
LEO's	0.1452	0.1452	0.1452	0.1452	0.1452	0.1452	0.1452	0.1452
Total	15.8215	20.05	16.7892	21.0178	21.3743	17.7298	17.4105	22.342

Escenario III.1: Tarifas de interconexión mayores a las de otros países (Condición vigente hasta Agosto de 1998).

Escenario III.2: Tarifas de interconexión disminuyen a niveles internacionales. (Condición vigente a partir de Septiembre de 1998).

Escenario III.4: Costos de instalación de líneas disminuyen.

Escenario III.5: Tarifas de interconexión y costos de instalación disminuyen.

Escenario IV.2: Tarifas de interconexión disminuyen a niveles internacionales con retorno de inversiones a largo plazo.

Escenario IV.4: Costos de instalación disminuyen con retorno de inversiones a largo plazo.

Escenario IV.5: Ingresos obtenidos por sobrecargo del 58 por ciento se emplean para la instalación de líneas. (Aplicable hasta 1998).

Escenario IV.6: Tarifas de interconexión y costos de instalación disminuyen con retorno de inversiones a largo plazo.

VI.7 Comparación de resultados.

De acuerdo al escenario III.2, en el cual se cumple la meta de densidad telefónica, se observa que la participación de la competencia en telefonía local mediante tecnología inalámbrica puede contribuir con al menos el 20 por ciento de la densidad telefónica total, mientras que la tecnología satelital presenta una contribución menor al 1 por ciento, lo cual es poco significativo [Figura 46]. La contribución mas baja de la tecnología inalámbrica se estimó en un 15.38 por ciento de la densidad telefónica total, correspondiendo al escenario en el que los ingresos de operación de los competidores en telefonía local no alcanzan a generar las ganancias suficientes para la aplicación de mayores inversiones que les permita mayor penetración en el mercado.

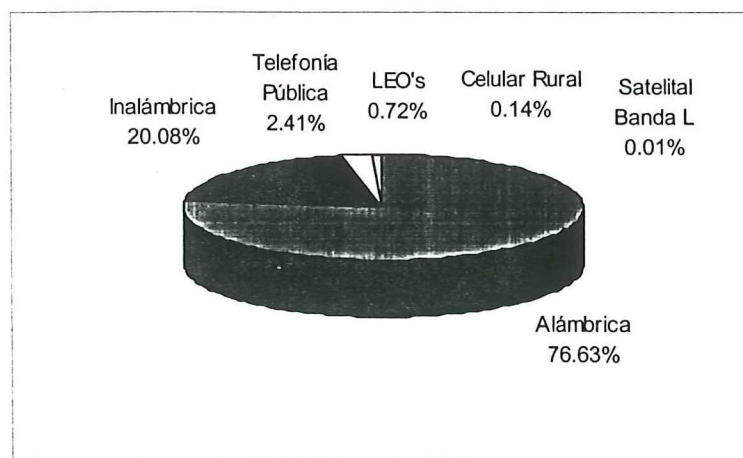


Figura 46. Contribución a la densidad telefónica por tecnología.

Tomando en cuenta las estimaciones efectuadas para el escenario de operación que corresponde a las condiciones vigentes hasta Agosto de 1998, así como de aquellos escenarios donde se cumple la meta de densidad telefónica, en la tabla XI se presenta la

comparación con las estimaciones realizadas por organismos regulatorios y operadores de telecomunicaciones.

Tabla XI. Comparación de la densidad telefónica obtenida en algunos escenarios con estimaciones de otras fuentes.

Estimación	Comentarios
Escenario III.1	15.82 teléfonos / 100 habs. en el año 2002
Escenario III.2	20.05 teléfonos / 100 habs. en el año 2002
Escenario III.5	20.35 teléfonos / 100 habs. en el año 2002
Escenario IV.2	21.37 teléfonos / 100 habs. en el año 2002
Escenario IV.6	22.34 teléfonos / 100 habs. en el año 2002
ITU	De acuerdo al Informe sobre el Desarrollo Mundial de las Telecomunicaciones 1998, se necesita un periodo de 9 años para pasar de un nivel de 10 a 20 teléfonos por cada cien habitantes.
COFETEL	Estima alcanzar los 20 millones de líneas en el año 2004 correspondiendo una densidad telefónica de 19 teléfonos / 100 habs.
Operadores L.D.	14 teléfonos / 100 habs. El crecimiento dependerá de las condiciones regulatorias y de competencia.
Competidores de telefonía local	Estiman la instalación de 10 millones de líneas para el año 2002 que podría traducirse en una densidad mayor a los 20 teléfonos / 100 habs..
Proveedores de equipo	Opiniones encontradas. Algunos consideran que difícilmente se logrará la meta de densidad telefónica en los próximos cinco años. Han sugerido replantear la meta como un intervalo entre 15 y 20 teléfonos por cada cien habitantes [Nortel, 1998].

- Escenario III.1: Se aplican tarifas de interconexión a operadores de L.D. vigentes hasta Agosto de 1998 y existe participación de competencia en telefonía local con retorno de inversiones a corto plazo
- Escenario III.2: Tarifas de interconexión disminuyen a niveles internacionales y hay competencia en telefonía local con retorno de inversiones a corto plazo
- Escenario III.5: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. y costos de instalación disminuyen con participación de competencia en telefonía local y retorno de inversiones a corto plazo
- Escenario IV.2: Tarifas de interconexión disminuyen a niveles internacionales y hay competencia en telefonía local con retorno de inversiones a largo plazo
- Escenario IV.6: Tarifas de interconexión aplicables a operadores de L.D. y costos de instalación disminuyen con participación de competencia en telefonía local y retorno de inversiones a largo plazo

De acuerdo a lo mostrado en la tabla XI, si las condiciones en que se desarrollaban las telecomunicaciones en México hasta Agosto de 1998 permanecieran sin cambios significativos, apenas se alcanzaría una densidad telefónica de 15.82 teléfonos por cada cien

habitantes a pesar de la entrada de nuevos competidores en servicios de telefonía local que mediante el empleo de tecnología inalámbrica contribuirán a la instalación de líneas de acceso al servicio telefónico [Figura 47]. De esta manera, si se continuara aplicando a los operadores de larga distancia tarifas de interconexión superiores a las que se cobran en otros países y los costos de instalación de líneas telefónicas permanecieran en precios no accesibles a la población debido a las condiciones socioeconómicas que se presentan en el país, no sería posible cumplir con la meta de veinte teléfonos por cada cien habitantes en los próximos cinco años.

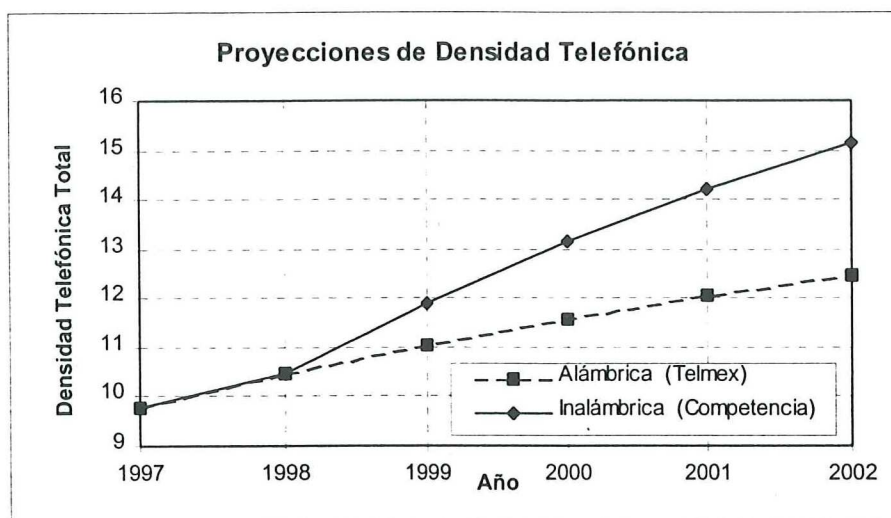


Figura 47. Densidad telefónica alcanzada para condiciones de operación vigentes hasta Agosto de 1998.

Basándonos en las estimaciones realizadas en los diversos escenarios de operación, una condición importante para cumplir la meta de densidad telefónica son las tarifas de interconexión ya que al ubicarse en niveles internacionales se promueve el crecimiento en las llamadas de larga distancia que se traduciría en un incremento significativo de los

ingresos por interconexión para los operadores locales asegurando su salud financiera y garantizando que no se incrementen las rentas mensuales, estimulándose el uso de las líneas telefónicas [Figura 48]. Estas condiciones de operación son similares a las que podrían manifestarse a partir de Septiembre de 1998 con la reducción del 52 por ciento en las tarifas de interconexión que pagan los competidores de L.D. a Telmex.

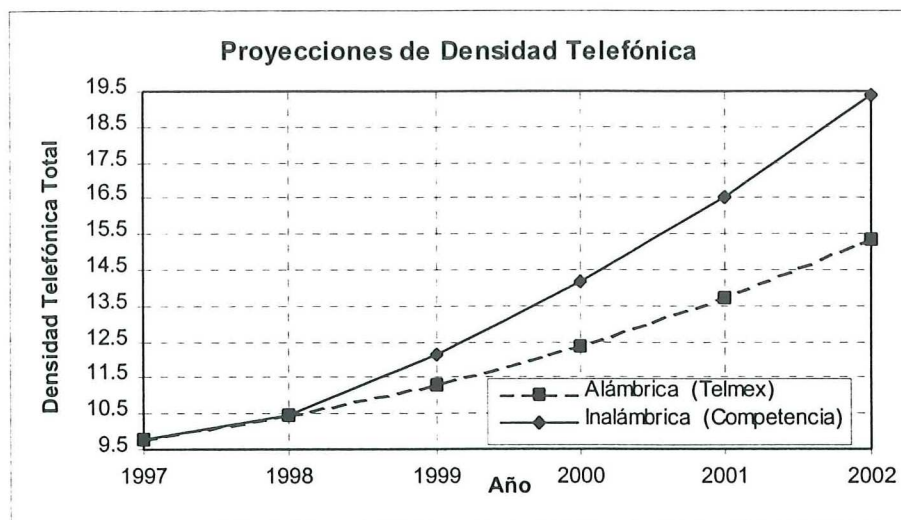


Figura 48. Escenario de operación en el que se cumple la meta de densidad telefónica.

Asimismo, a partir del escenario anterior se tomó en cuenta la influencia que tienen los costos de instalación en la demanda de líneas telefónicas, ya que al ser mas accesibles a los usuarios se presenta una mayor penetración observándose un aumento en la estimación de densidad telefónica llegando a los 20.35 teléfonos por cada cien habitantes [Figura 49].

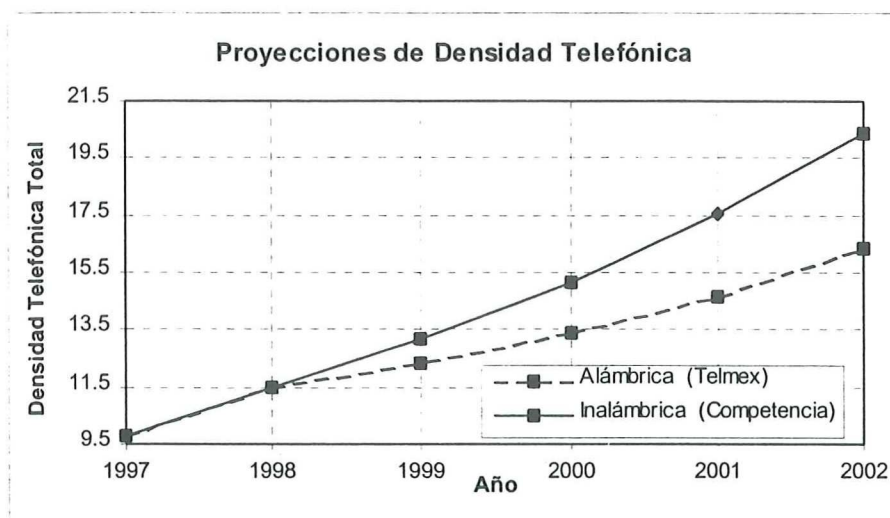


Figura 49. Efecto de los costos de instalación en la densidad telefónica estimada del escenario anterior.

Por último, en la tabla XI se presenta la máxima densidad telefónica estimada que corresponde a un escenario de operación cuyas condiciones se pueden considerar como ideales debido a que las tarifas de interconexión aplicables a los operadores de larga distancia se ubican en niveles internacionales estimulando una reducción en las tarifas de larga distancia y en un mayor número de llamadas de larga distancia, los costos de instalación de líneas son mas accesibles a una gran cantidad de usuarios y además, la aplicación de inversiones se efectúa con un retorno esperado a largo plazo [véase escenario IV.6]. Bajo estas condiciones óptimas se estimó una densidad telefónica de 22.34 teléfonos por cada cien habitantes [Fig. 50].

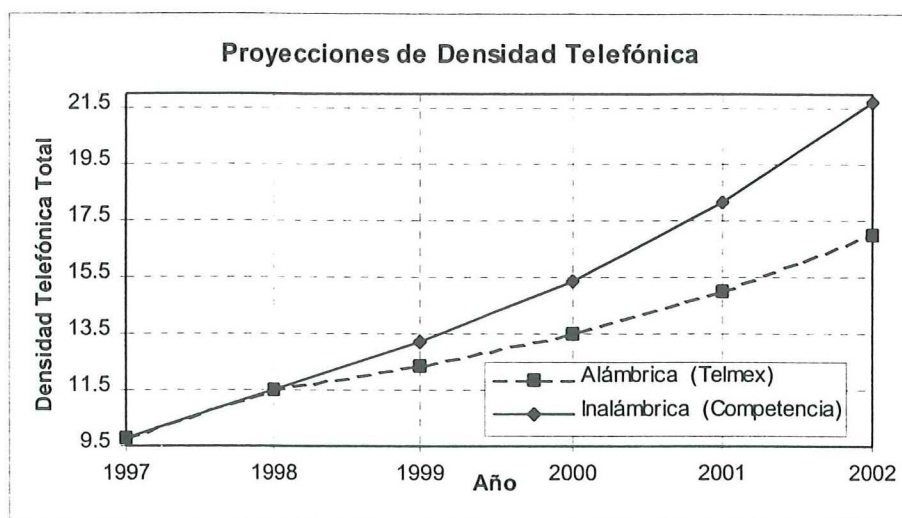


Figura 50. Densidad telefónica estimada para condiciones óptimas de operación.

VII. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS.

VII.1. Resumen del trabajo realizado.

En el presente trabajo se realizó un análisis de la situación actual de las telecomunicaciones en México con objeto de identificar los factores principales que influyen en el desarrollo y prestación de servicios ante los recientes procesos de privatización y apertura a la competencia, los cuales han estimulado la formación de alianzas estratégicas entre grandes operadores de telecomunicaciones para la aplicación de inversiones que permitirán el acceso a un mayor número de usuarios y la oferta de una gran variedad de servicios.

Inicialmente, se presentó una descripción del entorno regulatorio que caracterizaba a las telecomunicaciones en México a principios de la década de los noventa hasta el establecimiento de la Ley Federal de Telecomunicaciones, en la cual se promueve la apertura a la competencia en servicios de telecomunicaciones que ya comenzó a manifestarse en la prestación de servicios de larga distancia y se encuentra en transición la apertura en telefonía local con la que se espera aumentar significativamente la planta telefónica y su penetración a un mayor número de abonados. Asimismo, se identificaron las tecnologías y servicios que impactarán directamente la densidad telefónica del país y con las que se espera alcanzar una densidad telefónica de veinte teléfonos por cada cien habitantes en los próximos años.

A partir de las condiciones actuales en las que se están desarrollando los servicios de telecomunicaciones en México, se obtuvieron los principales factores regulatorios que

están caracterizando el proceso de apertura en las telecomunicaciones y que son puntos importantes a considerar, debido a que determinan la oferta de servicios al ser un mecanismo que hace posible la disponibilidad tecnológica y regula su entrada al mercado y el cumplimiento de condiciones operativas y de cobertura en los títulos de concesión de los operadores de telecomunicaciones. Las condiciones regulatorias también son un elemento importante que estimula la demanda de acceso al servicio telefónico ya que se encargan de estructurar las tarifas que los operadores telefónicos cobran a los usuarios por el uso de sus servicios, así como garantizar el acceso no discriminatorio al servicio telefónico y entre nuevos competidores y el operador establecido de telecomunicaciones.

Una vez identificados los factores que influyen en la densidad telefónica se estableció la estructura del modelo de estimación para elevar la densidad telefónica en diversos escenarios de operación que se generaron a partir de los factores antes mencionados y tomando en cuenta las condiciones iniciales que sirvieron como punto de partida en el análisis de cada escenario. El desarrollo del modelo de estimación permitió establecer un criterio de análisis para obtener resultados aproximados de los niveles de densidad telefónica que se alcanzarán en los próximos cinco años para diversas condiciones de operación de los prestadores de servicios.

El criterio utilizado considera que existe un equilibrio entre la oferta y demanda con objeto de lograr una máxima penetración de líneas de acceso al servicio telefónico y reducir la demanda latente o no expresada por aquellos usuarios que desean disponer de acceso

pero no manifiestan explícitamente esta aspiración debido a diversos factores, tales como el costo de instalación de la línea telefónica y las tarifas mensuales por uso del servicio.

De acuerdo a lo anterior, se generaron diversos escenarios de operación con objeto de estimar la densidad telefónica que se alcanzaría en los próximos cinco años para cuatro condiciones diferentes que contemplan la presencia o ausencia de competencia en telefonía local y el retorno de inversiones a corto o largo plazo. La condición en la que no participan operadores competidores en telefonía local tuvo como objetivo estimar si el operador establecido en telefonía local, Telmex, tendría la capacidad de duplicar el número de líneas telefónicas en el periodo de estudio observándose que en el mejor caso se lograría una densidad de 13.87 teléfonos por cada cien habitantes correspondiendo a un escenario donde las tarifas de interconexión que pagan los operadores de larga distancia a Telmex fueran similares a las que se pagan en otros países, de tal forma que se estimula el tráfico de llamadas de larga distancia y el uso de las líneas telefónicas provocando que los ingresos de operación de Telmex alcanzaran niveles superiores y permitieran un incremento en la aplicación de inversiones.

Los escenarios de operación correspondientes a la condición en la cual el retorno esperado sobre las inversiones se realiza a largo plazo, tuvieron como propósito determinar la densidad telefónica alcanzada bajo condiciones de operación ideales, es decir, que los operadores de telefonía local aplicaran inversiones en un grado mayor para lograr un aumento en la penetración con ingresos de operación suficientes para cubrir sus gastos y recuperar sus inversiones en un lapso de tiempo mayor. De acuerdo a los escenarios

considerados, se observó que las tarifas de interconexión y el costo de instalación de líneas son elementos importantes para lograr una mayor penetración del servicio telefónico debido a su influencia tanto en la oferta como en la demanda de líneas telefónicas.

Por otra parte, en los escenarios que se toma en cuenta la participación de la competencia en telefonía local quedó establecido que promueve el crecimiento de la planta telefónica al aplicarse inversiones de mayor magnitud, de tal forma que sería posible contar con una variedad de operadores bajo un ambiente competitivo que fomentaría una mayor disponibilidad de acceso a servicios de telecomunicaciones. Asimismo, de acuerdo a las estimaciones obtenidas se observó que la tecnología inalámbrica tendrá un impacto significativo contribuyendo con por lo menos el 15 por ciento de la densidad telefónica en escenarios donde el crecimiento es conservador.

Además, fue posible determinar la contribución a la densidad telefónica de las tecnologías satelitales, tanto la que emplea la banda L de los satélites Solidaridad como los sistemas de comunicaciones globales mediante satélites en órbitas bajas. En lo que se refiere a la telefonía satelital a través de terminales semifijas que emplean la banda L a pesar que su contribución a la densidad telefónica no es significativa, su empleo puede ser valioso al incorporar zonas aisladas y rurales de baja densidad de población al servicio telefónico disminuyendo la disparidad existente entre la gente que goza de los beneficios de las comunicaciones y aquellas que no tienen disponible ningún tipo de servicio. Por otro lado, de acuerdo a las características de servicio de los sistemas de comunicaciones globales por satélites en órbitas bajas es posible establecer que su impacto será limitado,

enfocándose principalmente a usuarios de negocios que requieran acceso a servicios de comunicaciones de voz y de datos sin importar el lugar donde se encuentren, aunque podrían contribuir en forma significativa con la instalación de teléfonos satelitales público en zonas rurales; sin embargo, es necesario tomar en cuenta el costo de las terminales satelitales y del minuto por llamada en estos sistemas.

En base a lo presentado en el apéndice B, el impacto de la telefonía por Internet se verá reflejado en la variedad de servicios que es posible obtener ante la convergencia en redes de comunicaciones destacando el empleo de redes de conmutación de paquetes, las cuales a pesar de permitir el transporte de voz con una calidad poco aceptable están volviéndose atractivas principalmente para usuarios de negocios con acceso a Internet o que poseen redes privadas de datos, permitiéndoles efectuar llamadas de larga distancia a un costo menor respecto al ofrecido por operadores de larga distancia. De esta manera, si en un futuro cercano las redes de telecomunicaciones cambiaran a una infraestructura basada en redes de paquetes, se alcanzaría una integración total de servicios que se traduciría en una nueva forma de medir la densidad telefónica hacia una medida de líneas de acceso a servicios de telecomunicaciones por cada cien habitantes.

VII.2 Conclusiones.

A continuación se describen las conclusiones obtenidas del desarrollo del presente trabajo.

- El proceso de apertura a la competencia en servicios de telecomunicaciones que se está presentando en México, es un proceso complejo que requiere la definición clara y

sencilla de una estructura regulatoria que permita la introducción de tecnologías recientes bajo un ambiente competitivo, y se traduzca en acceso al servicio telefónico de un mayor número de usuarios al fomentar inversiones para el desarrollo de infraestructura.

- La inminente disponibilidad tecnológica hará posible el despliegue de infraestructura de acuerdo a las necesidades y características de las zonas en las que se pretenda ofrecer servicio telefónico.
- Las condiciones regulatorias son un factor importante que influyen directamente tanto en la oferta y la demanda de servicios de telecomunicaciones.
- De acuerdo a las estimaciones obtenidas en el presente trabajo, es posible afirmar que bajo las condiciones actuales en las que se están desarrollando los servicios de telecomunicaciones no será posible cumplir la meta de veinte teléfonos por cada cien habitantes en los próximos cinco años debido a las condiciones socioeconómicas que enfrenta la población, a pesar de la necesidad de contar con servicios de telecomunicaciones que mejoren su calidad de vida.
- Las condiciones necesarias para alcanzar la meta de densidad telefónica de veinte teléfonos por cada cien habitantes en los próximos cinco años, implican la existencia de un ambiente de sana competencia bajo la supervisión del organismo regulador que garantice el acceso no discriminatorio a servicios de telecomunicaciones, de tal forma que se otorguen una serie de beneficios a aquellos sectores de la sociedad que no cuentan con ningún tipo de servicio de telecomunicaciones. Asimismo, las condiciones

socioeconómicas que enfrenta nuestro país se convierten en una limitante a considerar, haciendo necesario proporcionar sistemas telefónicos a costos accesibles para que los usuarios puedan disponer de los mismos.

- Las tarifas de interconexión constituyen una fuente de ingresos significativa para los operadores de telefonía local, ya que además de ayudar a mantener su salud financiera, pueden ser un factor importante que estimule la aplicación de mayores inversiones para la expansión de cobertura.
- Los costos de instalación de líneas pueden alentar o inhibir la demanda de acceso al servicio telefónico y al mismo tiempo estimular inversiones para proveer líneas de acceso a los usuarios que lo soliciten, de tal forma que no se presenten inversiones improductivas para los operadores de telecomunicaciones.
- La convergencia de servicios en redes de comunicaciones que se está manifestando en la actualidad hace reflexionar sobre el futuro concepto de densidad telefónica, el cual se referirá al grado o capacidad de tener acceso a líneas de comunicaciones en las que será posible contar con una gran variedad de servicios.

VII.3 Recomendaciones.

Una vez presentados los resultados y conclusiones obtenidas del desarrollo del presente trabajo es necesario establecer algunas recomendaciones para el mejoramiento y complemento del mismo. El modelo de estimación para aumentar la densidad telefónica en México que se propone, toma en cuenta que las condiciones operativas que definen cada

uno de los escenarios en estudio permanecen constantes durante el periodo en estudio por lo cual se recomienda adaptar la estructura del modelo para realizar estimaciones bajo condiciones variables en el tiempo de estudio de forma similar a la de un modelo econométrico donde se hace énfasis en las condiciones socioeconómicas y demográficas del área en estudio.

Por otra parte, dado que el análisis presentado en este trabajo se limita únicamente al uso de tecnologías alámbrica, inalámbrica y satelital para elevar la densidad telefónica del país, sería interesante efectuar estimaciones para escenarios de operación que consideren la incorporación de otras tecnologías como líneas de abonado digitales (ADSL), el uso de la infraestructura de operadores de televisión por cable para el transporte de llamadas de voz, así como la introducción de los sistemas inalámbricos de distribución local multipunto (LMDS) que operan en la banda de los 28 GHz con capacidad de transmitir voz, datos y video con objeto de estimar su impacto en la densidad telefónica.

Asimismo, gracias a la metodología desarrollada a lo largo del presente trabajo se recomienda extender la misma para su aplicación en otros países donde se están llevando a cabo procesos de privatización y apertura a la competencia con el propósito de determinar las condiciones en las que se desarrollan sus servicios y los posibles niveles de penetración que podrían alcanzarse, de tal forma que dicha apertura se traduzca en acceso a la comunicación de un número mas amplio de habitantes y disminuyan las disparidades existentes.

VII.4 Comentarios.

La principal contribución de este trabajo consistió en presentar una línea de estudio que toma en cuenta el conocimiento de las tecnologías consideradas en el modelo de estimación y la aplicación del método científico que permitió establecer un criterio de análisis a partir de las condiciones actuales del escenario de las telecomunicaciones en México para tener una visión mas amplia del impacto que tiene el continuo avance tecnológico en la sociedad, así como aquellos factores que influyen en la disponibilidad de tecnologías adecuadas en regiones donde no se tiene acceso a ningún servicio de telecomunicaciones.

Finalmente, es importante aclarar que el manejo de la información recopilada para efectuar el análisis de las condiciones actuales de las telecomunicaciones en México y establecer el modelo de estimación para aumentar la densidad telefónica se realizó únicamente con fines académicos y no se trató de mostrar alguna tendencia hacia operadores de telecomunicaciones.

LITERATURA CITADA

Armstrong Thomas Orwell y Fuhr Joseph P., Jr. 1993. "*Cost considerations for rural telephone service*," Telecommunications Policy; Vol. 8, No. 1, pp. 80-83. January.

AT&T, Departamento de Planes de Construcción. 199 "*Planificación Económica en Telecomunicaciones, Guía para directivos* " Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones, AHCIET. España 1996 .

Beachy Debra. 1998. "*No dejan Entrar a Telmex, AT&T controla mercado Hispano de E.U.*" Sección Financiera del periódico Excelsior. México, Abril 13 de 1998.

Bell Telephone Laboratories, Inc. 1989. "*Engineering and Operations in the Bell System* " Prepared by Members of the Technical Publication Department, Bell Laboratories, USA.

Bellcore Technical Education Center. 1992. "*Telecommunications Network Costing* " Publicado por Bell Communications Research, Agosto 1992, USA.

Bhattacharyya Sushil K. y Iyer Raju. 1994. "*Techno-Economic Considerations of Wireless Basic Telephony in a Wireline Environment - The Case of the Developing Nations* " Bell Canada, Ottawa, Ontario, Canada & Northern Telecom, Richardson, Texas, USA. IEEE International Conference on Personal Wireless Communications; pp. 85-94

Boletines de prensa de la CFT. Coordinación de Comunicación Social y Asuntos del Consumidor. 1998. "*La Comisión Federal de Telecomunicaciones comunica que finalizó la subasta de frecuencias del espectro radioeléctrico para la prestación del Servicio de Telefonía Local Inalámbrica* " Publicado por la Comisión Federal de Telecomunicaciones; Mayo 1998, México.

CoFeTel. 1998. "*.... Sobre Cargos de Acceso: tarifas de interconexión, liquidación y ponderadas* " Publicada por la Comisión Federal de Telecomunicaciones; Marzo 1998, México.

Cray Andrew. 1998. "*Voice over IP: Hear's How* " Data Communications; Vol. 27, No. 5, pp. 44-58. April 1998.

Flores Renato. 1997-1998. Artículos varios publicados en el periódico El Economista. Junio 1997 - Agosto 1998

Gabel David y Kennet Mark. 1997. "*The effect of cellular service on the cost structure of a land - based telephone network*," Telecommunications Policy, Vol. 21, No.5, pp. 411-422. May.

Gareiss Robin. 1998. *"Voice over IP Services: The Sound Decision "* Data Communications; Vol. 27, No. 3, pp. 74-84. March 1998.

Garg Vijay K. y Wilkes Joseph E. 1996. *"Wireless and Personal Communications Systems "* American Telephone and Telegraph Company, Bell Laboratories Division. Prentice Hall, USA.

González Carrasco Felipe y Rivas Lamadrid Angel. 1998. *" Mienten o es simple cuestión de enfoques ? "* NET, El mundo de las telecomunicaciones; pp. 16-17, Marzo 1998.

González Carrasco Felipe. 1998. *"Hará falta mucha imaginación "* NET, El mundo de las telecomunicaciones; pp. 14, Junio 1998.

González Ortiz Ariadna. 1997-1998. Artículos varios publicados en la sección de Negocios del periódico El Financiero. Junio 1997 - Agosto 1998

Guadarrama H. José de Jesús. 1997-1998. Artículos varios publicados en la sección de Negocios del periódico El Financiero. Junio 1997 - Agosto 1998

Gurrola Guadalupe. 1998. *"Invertirán 2 mdd en telefonía rural"* Artículo publicado en el periódico Novedades. México, Marzo 3 de 1998.

Hernández Jaime. 1997-1998. Artículos varios publicados en la sección de Negocios del periódico El Financiero. Junio 1997 - Agosto 1998

Hernández Susana. 1998. *"1997, un año de grandes logros en telecomunicaciones"* Revista RED; pp. 56-64, Marzo 1998.

Hirsch Ganievich Carlos. 1995. *"Telecommunications y Latin America: Economics behind Latin American Telecom Privatizations ?"* Proceedings IEEE Symposium on Computers and Communications; pp. 189-195.

Husson J-C. 1997. *"Satellite Constellations "* Space: The New Frontier for Services, Alcatel Telecommunications Review; 2nd. quarter 1997; pp. 85-90.

Huurdeman Anton A. 1997. *"Guide to Telecommunications Transmission Systems, "* Artech House, USA.

ITU. 1993. *"Libro Azul sobre política regional de telecomunicaciones para las Américas "* Publicado por la ITU, Abril 1993.

ITU. 1998. *"Informe sobre el Desarrollo Mundial de las Telecomunicaciones 1998"* Editado por la ITU, Marzo 1998.

Jacobsen Alan. 1995. *"Fixed Versus Mobile Wireless Technology in Wireless Local Loop Applications"* Editado por Diva Communications; October 1995.

Lagarde J-B. 1997. *"Mobile Satellite Communications Services"* Space: The New Frontier for Services, Alcatel Telecommunications Review; 2nd. quarter 1997; pp. 97-101.

Latincom. 1997. *"Slow burning competition begins to take hold as Telmex feels heat"* Latincom, The Bussiness Newsletter of Latin American Telecommunications, Cable and Satellite; pp. 6-9, Noviembre 1997.

Mannisto Harri y Tuisku Kari. 1994. *"Cost Comparison of Wireline and Wireless Access for the Public Switched Telephone Network,"* IEEE International Conference on Personal Wireless Communications; pp. 37-39

Martínez Illescas Roberto. 1998. *"El ByPass y su experiencia....."* Publicado por la Comisión Federal de Telecomunicaciones; Marzo 1998, México.

McGarty Terrence P. 1996. *"The Economic Viability of Wireless Local Loop and its Impact on Universal Service"* The Telmarc Group, Inc., October 1996.

OECD, Directorate for Science, Technology and Industry Committee for Information, Computer and Communications Policy; Working Party on Telecommunication and Information Services Policies. 1998. *"Internet Voice Telephony Developments"* Head of Publications Services, OECD.

Olguín Claudia. 1997. *"De todas, casi todas"* Revista Expansión; pp. 54-64, Agosto 1997.

Palmer Nate. 1996. *"The Wireless Local Loop: A Matter of Simple Economics,"* Telephony; pp. 61-66. June 1996.

Pérez Lince Bernardo. 1997. *"Prioritaria, la telefonía local"*. Entrevista con el Secretario de Comunicaciones y Transportes, Lic. Carlos Ruiz Sacristán. Publicada en la sección de Negocios del periódico Reforma. México, Octubre 23 de 1997.

Pérez Lince Bernardo. 1997. *"Arranca la telefonía local"*. Artículo publicado en la sección de Negocios del periódico Reforma. México, Octubre 23 de 1997.

Rappaport Theodore S. 1996. *"Wireless Communications Principles & Practice"* Prentice Hall, USA 1996.

Rebollo Herminio. 1997-1998. Artículos varios publicados en la sección de Negocios del periódico El Financiero. Junio 1997 - Agosto 1998

Redondo Alfredo y Cancelo José. 1994. "*Radio in the Access Network*, " ALCATEL Standard Eléctrica S.A., Madrid, España. IEEE International Conference on Personal Wireless Communications; pp. 40-44

Ruelas Ana Luz. 1996. "*México y Estados Unidos en la Revolución Mundial de las Telecomunicaciones*" Coedición de la Universidad Autónoma de Sinaloa y la UNAM, México 1996.

Teletechnology, future communications services; Vol. 4, No. 9. Mayo 15, 1998. "*Could Internet advances turn telephony on its head ?* " pp. 5-8.

Vishloff Lee, Callendar Michael y Dr. Alan Winter. 1994. "*Wireless Telecommunications Technologies for Rural Applications*, " IEEE International Conference on Personal Wireless Communications; pp. 26-31

Webb William. 1998. "*Introduction to Wireless Local Loop*, " Artech House, USA.

Westerveld Rudi. 1996. "*The Role of Future Satellite Systems for Rural Communications*, " IEEE International Conference on Personal Wireless Communications; pp. 39-43

APÉNDICE A. CONSIDERACIONES DEL MODELO DE ESTIMACIÓN

De acuerdo al diagrama de bloques de la Figura 20 que representa la metodología de análisis del modelo de estimación de la densidad telefónica mostrado en la sección V.2 del capítulo V, se estableció que es posible representar las estimaciones de densidad telefónica como una función ponderada de los factores tecnológicos y operativos, regulatorios, financieros y sociales considerados a lo largo de este trabajo de la siguiente manera:

$$D_{tel.} = \sum_{i=1}^4 a_i f(i) \quad (3)$$

desarrollando la sumatoria como una combinación de coeficientes de ponderación y los factores antes mencionados, la expresión resultante es de la forma:

$$D_{tel.} = a_1 f(X) + a_2 f(Y) + a_3 f(Z) + a_4 f(W) \quad (4)$$

donde, a_i es el coeficiente de ponderación del i -ésimo parámetro y:

$f(X)$ representa el factor tecnológico

$f(Y)$ representa el factor regulatorio

$f(Z)$ representa el factor financiero

$f(W)$ representa el factor social

Los valores de cada coeficiente de ponderación se eligieron de acuerdo a las condiciones de las telecomunicaciones en México desde inicios de la presente década hasta Agosto de 1998, de tal forma que se estableciera una correlación entre algunas de ellas y la contribución de cada coeficiente de ponderación a la densidad telefónica. Por lo tanto, la ecuación anterior queda de la forma:

$$D_{tel.} = 0.5f(X) + 0.065f(Y) + 0.12f(Z) + 0.048f(W) \quad (5)$$

La elección de a_1 que representa el coeficiente para el factor tecnológico se tomó como 0.5 debido a que no hay competencia en telefonía local y únicamente hay presencia de tecnología alámbrica en la contribución a la densidad telefónica hasta Agosto de 1998. Los coeficientes que corresponden a los factores regulatorios, financieros y sociales se eligieron a partir de los crecimientos observados en los últimos seis años del número de líneas telefónicas, la aplicación de inversiones y su correlación con la variación en los minutos de larga distancia como se muestra en la Figura 51. Es importante aclarar que la ecuación es sólo una representación ponderada de los factores que influyen en el crecimiento de la densidad telefónica de acuerdo al diagrama de bloques mencionado al principio de esta sección; la manera en que se efectuaron las estimaciones de densidad telefónica se describe mas adelante.

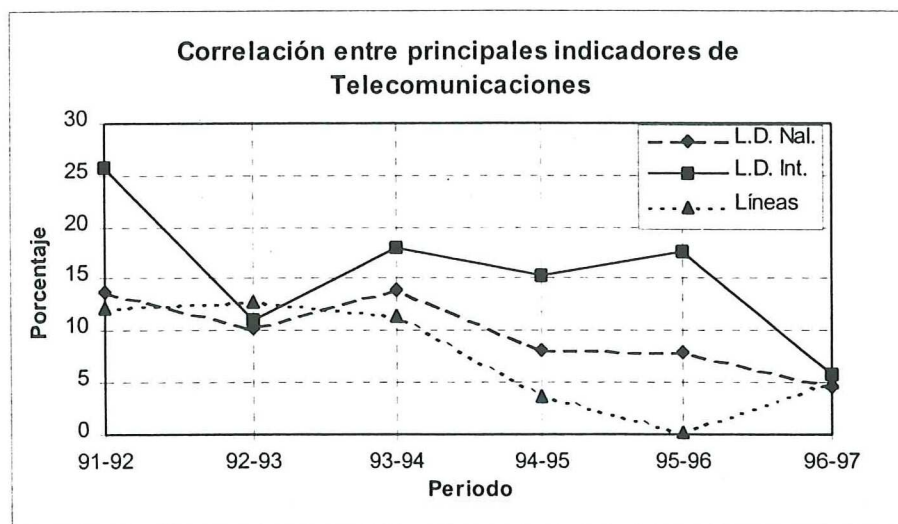


Figura 51. Correlación entre algunos indicadores de Telecomunicaciones

En base al criterio empleado para la estimación del crecimiento de líneas telefónicas que se describe en la sección V.4.2, se calcula el número de líneas telefónicas para un periodo de cinco años a partir de 1998 mediante de la expresión que define la densidad telefónica resultante.

$$\Delta D_{tel.} = \frac{\text{No. de Lineas Telefonicas}}{\text{No. de Habi tantes}} \times 100 \quad \left[\frac{\text{Telefonos}}{100 \text{ Habi tantes}} \right] \quad (6)$$

De la ecuación anterior, la densidad telefónica acumulada para los cinco años de estudio se expresa como:

$$\Delta D_{tel.} = \sum_{i=1}^5 \frac{\text{Lineas}_i}{\text{Habi tantes}_i} \times 100 \quad \left[\frac{\text{Telefonos}}{100 \text{ Habi tantes}} \right] \quad (7)$$

donde, el número de habitantes en el i-ésimo año es la población estimada al término de 1997 en 92.5 millones de habitantes multiplicada por el factor de crecimiento demográfico del 1.8 por ciento anual obtenido de datos del INEGI. Además, el número de líneas instaladas es equivalente a la inversión aplicada entre el costo de capital por línea para la tecnología en estudio. De acuerdo a la ITU, el costo por línea promedio para tecnología alámbrica es de 1500 dólares mientras que en el caso de la tecnología inalámbrica es de 1200 dólares [ITU, 1998].

$$\Delta D_{tel.} = \sum_{i=1}^5 \frac{\text{Inv.}_i}{C_{linea} P_0 (1 + R_{pob})^i} \quad (8)$$

donde,

Inv_i es la inversión aplicada en el año que se efectúa la estimación de densidad telefónica

$C_{línea}$ es el costo promedio por línea

P_0 es la población estimada al finalizar 1997, la cual fue de 92.5 millones de habitantes [INEGI, 1998]

R_{pob} es la tasa de crecimiento demográfico anual del 1.8 por ciento [INEGI, 1998]

Como se menciona en la sección V.4.2 del capítulo V, al final de cada año los operadores telefónicos conocen los parámetros operativos de la empresa, sus estados financieros, los factores regulatorios y la demanda de líneas telefónicas, a partir de los cuales determinan las inversiones a aplicar y las tarifas de sus servicios. En la expresión del modelo de estimación, se consideran los parámetros anteriores introduciendo factores que determinan el aumento o disminución de inversiones para la estimación de líneas del siguiente año, volviéndose un proceso iterativo.

$$\Delta D_{tel.} = \sum_{i=1}^5 \frac{Inv_{i-1} (1 + f_{comp}) (1 + f_{int}) (1 + f_{ret})}{C_{línea} P_0 (1 + R_{pob})^i} \quad (9)$$

f_{comp} es un parámetro que representa la contribución de la competencia en telefonía local en la estimación de densidad telefónica. En aquellos escenarios donde se estima la densidad telefónica si únicamente Telmex fuera el operador de telefonía local, éste parámetro es cero; en cambio, en escenarios donde participa la competencia en telefonía local toma un valor de 0.12 que se tomó a partir del máximo crecimiento de líneas telefónicas en los últimos seis años.

El parámetro f_{int} determina el aumento o disminución en la inversión del año en estudio dependiendo de las tarifas de interconexión definidas en cada escenario. En escenarios donde las tarifas de interconexión son superiores a las que se aplican en otros países, es decir, mayores a cinco centavos de dólar como en el caso de México hasta Agosto de 1998 tal parámetro toma un valor de -0.15, lo cual significa que cada año el factor contribuye con una reducción del 15 por ciento sobre la inversión del año anterior, el cual corresponde con la disminución en el crecimiento de llamadas de larga distancia que se presentó en 1997 al entrar la competencia en servicios de larga distancia. Para escenarios donde las tarifas de interconexión disminuyen a niveles internacionales de la misma forma que manifestará en México a partir de Septiembre de 1998, f_{int} toma un valor de 0.12 que corresponde con el crecimiento promedio en el tráfico de larga distancia durante los últimos seis años. Asimismo, cuando las tarifas de interconexión disminuyen a niveles menores del promedio internacional, es decir, que se presentara una reducción mayor al 60 por ciento respecto a las tarifas vigentes hasta Agosto de 1998 ubicándose por debajo de los dos punto cinco centavos de dólar, el factor f_{int} toma un valor de -0.3 que se determinó asumiendo que el efecto de tener bajos ingresos de interconexión que ocasionan un aumento en las tarifas mensuales y servicio medido presentándose un menor tráfico de llamadas de larga distancia. En este caso se presenta un crecimiento de la densidad telefónica considerablemente menor respecto al obtenido mediante tarifas de interconexión elevadas, que a pesar de no estimular un mayor tráfico de llamadas de larga distancia mantienen los ingresos por interconexión en niveles aceptables.

El factor f_{ret} se empleó para reflejar en el modelo de estimación la influencia en la densidad telefónica estimada para escenarios donde el retorno de inversiones se aplica a largo plazo y se presenta una tasa de crecimiento en la instalación de líneas mayor en cada escenario de operación. Dicho parámetro toma un valor de 0.12 cuando el retorno de inversiones se realiza a largo plazo, el cual se consideró a partir de la tasa de crecimiento impuesta en el título de concesión de Telmex cuando ésta fue privatizada a principios de la década de los noventas.

Por otra parte, en aquellos escenarios donde se considera la disminución en los costos de instalación de líneas telefónicas se refiere al hecho que no existieran inversiones improductivas obtenidas en los últimos dos años por parte de Telmex, las cuales equivalen a un millón de líneas telefónicas que no se encontraban en operación hasta inicios de 1998 [El financiero, Marzo 1998].

Esto significa que en dichos escenarios se toma en cuenta la contribución a la densidad telefónica de tal número de líneas bajo la suposición que los costos de instalación son accesibles a un mayor número de usuarios, es decir, que se encuentren en los niveles establecidos en la condición 6-5 del título de concesión de Telmex.

Finalmente, en la siguiente tabla se resumen los valores asignados a los diversos parámetros empleados en las estimaciones de densidad telefónica para los escenarios de operación contemplados a lo largo del presente trabajo.

Tabla XII. Valores asignados al modelo de estimación de densidad telefónica.

Escenario (s)	Parámetros			
	f_{comp}	f_{int}	f_{ret}	R_{pob}
I.1, I.4	0	-0.15	0	0.018
I.2	0	0.12	0	0.018
I.3	0	-0.3	0	0.018
II.1, II.4, II.5	0	-0.15	0.12	0.018
II.2	0	0.12	0.12	0.018
II.3	0	-0.3	0.12	0.018
III.1, III.4	0.12	-0.15	0	0.018
III.2, III.5	0.12	0.12	0	0.018
III.3	0.12	-0.3	0	0.018
IV.1, IV.4, IV.5	0.12	-0.15	0.12	0.018
IV.2, IV.6	0.12	0.12	0.12	0.018
IV.3	0.12	-0.3	0.12	0.018

Escenario I.1: Telmex es el único operador local y aplica tarifas de interconexión mayores a las de otros países (Condición vigente hasta Agosto de 1998).

Escenario I.2: Telmex es el único operador local y las tarifas de interconexión disminuyen a niveles internacionales (Condición vigente a partir de Septiembre de 1998).

Escenario I.3: Telmex es el único operador local y las tarifas de interconexión son menores al promedio internacional.

Escenario I.4: Telmex es el único operador local, los costos de instalación disminuyen y se aplican tarifas de interconexión mayores a las de otros países.

Escenario II.1: Telmex es el único operador local y aplica tarifas de interconexión mayores a las de otros países con retorno de inversiones a largo plazo.

Escenario II.2: Telmex es el único operador local y las tarifas de interconexión disminuyen a niveles internacionales con retorno de inversiones a largo plazo.

Escenario II.3: Telmex es el único operador local y las tarifas de interconexión son menores al promedio internacional con retorno de inversiones a largo plazo.

Escenario II.4: Telmex es el único operador local, los costos de instalación disminuyen, se aplican tarifas de interconexión mayores a las de otros países y el retorno de inversiones es a largo plazo.

Escenario II.5: Telmex es el único operador local y los ingresos obtenidos por sobrecargo del 58 por ciento se emplean para la instalación de líneas.

Escenario III.1: Tarifas de interconexión mayores a las de otros países y hay competencia en telefonía local (Condición vigente hasta Agosto de 1998).

Escenario III.2: Tarifas de interconexión disminuyen a niveles internacionales con competencia en telefonía local (Condición vigente a partir de Septiembre de 1998).

Escenario III.3: Tarifas de interconexión son menores al promedio internacional con competencia en telefonía local.

Escenario III.4: Costos de instalación de líneas disminuyen y hay competencia en telefonía local.

Escenario III.5: Tarifas de interconexión y costos de instalación disminuyen con competencia en telefonía local.

Escenario IV.2: Tarifas de interconexión disminuyen a niveles internacionales con retorno de inversiones a largo plazo y competencia en telefonía local.

Escenario IV.3: Tarifas de interconexión menores al promedio internacional con competencia en telefonía local y retorno de inversiones a largo plazo.

Escenario IV.4: Costos de instalación disminuyen con retorno de inversiones a largo plazo y competencia en telefonía local.

Escenario IV.5: Ingresos obtenidos por sobrecargo del 58 por ciento se emplean para la instalación de líneas y existe competencia en telefonía local con retorno de inversiones a largo plazo (Aplicable hasta 1998).

Escenario IV.6: Tarifas de interconexión y costos de instalación disminuyen con retorno de inversiones a largo plazo y hay competencia en telefonía local.

APÉNDICE B. ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA TELEFONÍA IP EN LA TELEFONÍA TRADICIONAL.

B.1 Introducción.

Internet es una red global de computadoras formadas por decenas de miles de redes de conmutación de paquetes interconectadas que emplean el protocolo IP. Para una mejor comprensión de su estructura y la forma en que trabaja Internet, es posible identificar tres tipos básicos de entidades: los usuarios finales, los proveedores de servicio Internet y los proveedores a la red dorsal [Figura 52]. Los usuarios finales accesan y envían información ya sea a través de conexiones individuales o por medio de organizaciones tales como universidades o negociaciones. Bajo este contexto, los usuarios incluyen tanto aquellos que emplean Internet principalmente para recibir información, como los encargados de distribuir información a otros usuarios finales.

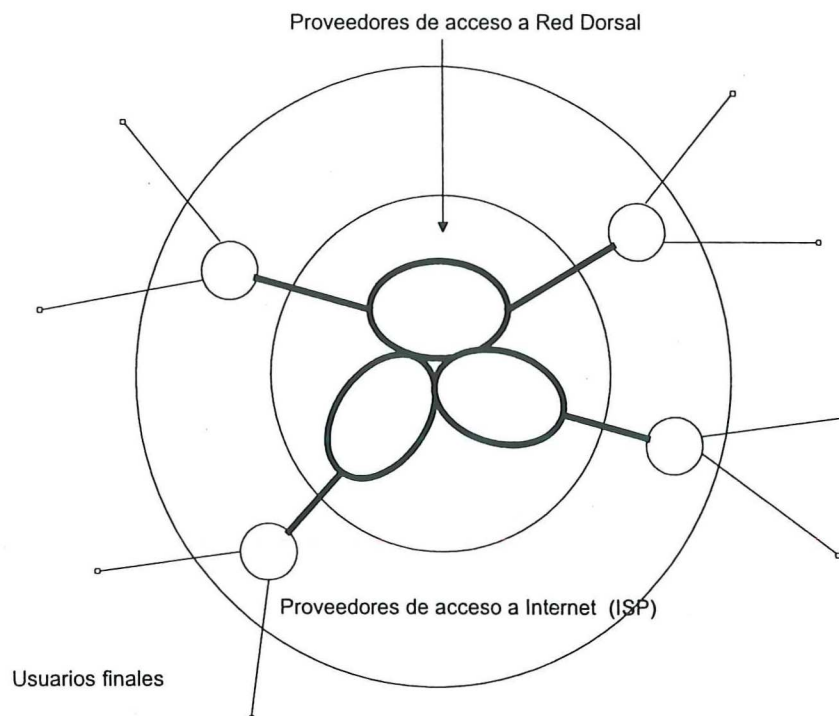


Figura 52. Estructura general de Internet.

Los proveedores de servicio Internet (ISP), tales como Netcom, PSI, Infotel y America Online se encargan de conectar los usuarios finales a las redes dorsales de Internet. Los proveedores de acceso a la red dorsal como MCI, UUNet y Sprint, enrutan el tráfico entre los proveedores de servicio y se interconectan con otros proveedores dorsales.

La división tripartita mostrada en la figura 52 resalta las diferentes funcionalidades involucradas en la provisión de conectividad a Internet; sin embargo, la arquitectura real de Internet es mucho mas compleja. Los proveedores de acceso a la red dorsal, típicamente, también sirven como proveedores de servicio ISP; por ejemplo, MCI ofrece a los usuarios acceso por marcado y dedicado a Internet, pero también conecta a otros proveedores de servicio a su red dorsal de cobertura nacional. Los usuarios finales tales como, grandes corporaciones pueden conectarse directamente a las redes dorsales o a puntos de acceso donde las dorsales intercambian tráfico. Los proveedores de servicio ISP y de acceso a red dorsal, típicamente poseen múltiples puntos de interconexión y las interrelaciones entre estos proveedores cambian a través del tiempo.

Los usuarios pueden tener acceso a Internet por medio de diferentes tipos de conexiones; a diferencia de la red de voz, las divisiones entre proveedores de servicio local y de larga distancia no siempre son claras. La mayoría de los usuarios residenciales y negociaciones pequeñas poseen conexiones por marcado que emplean modems para enviar datos sobre las líneas telefónicas a los proveedores de servicio Internet (ISP). Los usuarios de mayor magnitud con frecuencia tienen conexiones dedicadas que utilizan líneas E1, frame relay o ISDN entre una red de área local en las premisas del cliente e Internet. A

pesar que actualmente la mayoría del acceso a Internet se origina sobre líneas telefónicas, otros tipos de empresas de comunicaciones como compañías de televisión por cable, inalámbricas terrestres y proveedores por satélite también están comenzando a entrar al mercado de acceso a Internet.

B.2 Definición de Telefonía por Internet.

La telefonía por Internet es un servicio de voz sobre Internet que a diferencia de la telefonía convencional de la Red Pública Conmutada (PSTN), se transporta sobre redes de conmutación de paquetes. Esta tecnología reciente es tan apremiante que diversos analistas predicen que la migración de la mayoría de redes telefónicas de conmutación de circuitos a paquetes de datos podría tomar menos de diez años [Teletechnology, 1998].

En la telefonía tradicional se dedica un circuito desde el originador de la llamada hasta el receptor y dicha conexión, la cual puede transportar datos en forma analógica o digital, permanece dedicada durante toda la llamada telefónica aun cuando no exista actividad de voz o sonido.

En las redes de conmutación de paquetes la información de audio, datos o video se digitaliza y divide en pequeños paquetes, donde cada paquete de información posee una dirección o encabezado de datos que lo identifica. Los paquetes son temporizados con precisión de tal forma que lleguen a tiempo a su destino y en el orden correcto. Si los paquetes transportan audio o video, la tecnología de red trata de asegurar su flujo sin interrupciones o retardos y que no tengan espacios o retrasos. Las redes de paquetes son

atractivas debido a su eficiencia ya que si existe una pausa durante una conversación telefónica, el espacio puede ser ocupado con paquetes de otra llamada o de un flujo de datos; pueden correr en líneas de alta velocidad y se vuelven más eficientes conforme se incrementa el ancho de banda.

La telefonía IP abarca todas las aplicaciones basadas en computadoras personales que enlazan a dos usuarios sobre Internet a redes de voz IP dedicadas que atienden a cientos de miles de usuarios mediante servidores que enrutan el tráfico telefónico de una empresa a una red IP privada cuando es posible. Las aplicaciones entre computadoras personales fueron el fundamento de la telefonía por Internet mediante productos tales como el I-Phone creando enlaces de baja calidad que pocas veces eran adecuados para soportar una llamada telefónica. Los problemas de calidad se debían en mayor parte a Internet por si misma, ya que cuando se presentan altos niveles de tráfico es muy difícil transportar paquetes de audio con la suficiente consistencia para mantener una buena conexión de voz debido a la frecuente ocurrencia de caídas de paquetes y pausas. Lo anterior ha traído como resultado el desarrollo de redes privadas basadas en el protocolo IP que garantizan un determinado ancho de banda o caudal eficaz de datos haciendo que la calidad de la conversación telefónica se aproxime a la calidad obtenida en la red telefónica pública.

El equipo de red basado en una red de conmutación de paquetes IP es mas barato y eficiente que la conmutación de circuitos; sin embargo, la principal pregunta que surge es determinar si los protocolos podrían ser bien adaptados para garantizar la calidad de servicio asociada con la telefonía fija tradicional.

Hacia finales de 1996, la telefonía IP requería en la mayoría de los casos una computadora equipada con un micrófono y bocinas, software especial para el servicio de telefonía en ambos extremos, una conexión a la red mediante línea digital o módem y una suscripción a Internet a través de un proveedor de acceso (ISP). Con tales requerimientos este servicio únicamente podía emplearse por un número limitado de gente; sin embargo, a finales de 1996 la empresa Net2Phone comenzó a ofrecer servicios que permiten la originación y terminación de llamadas en teléfonos normales.

Tabla XIII. Tipos de Telefonía Internet.

Tecnología	Descripción	Barreras actuales
PC a PC	Primera generación	Calidad baja, llamadas limitadas a dueños de PC's en línea
PC a teléfono/fax	Segunda generación que permite a los usuarios de PC's conectarse a teléfonos tradicionales o dispositivos de fax	Calidad baja pero mejorando. Las llamadas únicamente pueden iniciarse por dueños de PC's
Teléfono a teléfono	Tercera generación. Análogo al servicio telefónico tradicional	Tecnología aun prematura pero mejorando. Precio y disponibilidad dependiente del proveedor local

B.3 Descripción del servicio.

Como ya se mencionó con anterioridad, el transporte de llamadas telefónicas por Internet presenta problemas de congestión que provocan la pérdida de paquetes y retardos significativos ocasionando una calidad de llamada deficiente con respecto a la calidad obtenida a través de la red telefónica pública. Como consecuencia de lo anterior, los prestadores de servicios de telefonía por Internet (ITSP) están recurriendo a desplegar sus propias redes de transporte sobre el protocolo IP.

Durante varios años la integración de servicios de datos y de voz han tenido lugar en

redes privadas, principalmente en grandes empresas. Si los servicios de voz se transportan en paquetes sobre la red de área local de la empresa, estos se enrutan a través de un Gateway a las redes públicas de conmutación de paquetes. El Gateway necesita ser capaz de manejar servicios de voz entrantes de tanto la red de conmutación de paquetes como de la red telefónica pública (PSTN).

El transporte de llamadas de voz sobre redes privadas virtuales (VPN) emplea un gateway VOIP junto a un PBX que se programa para reconocer los números telefónicos de oficinas sucursales en el caso de una intranet corporativa [Figura 53]. El PBX envía la llamada al gateway donde se comprime, paquetiza y la enruta a la red privada. En el otro extremo, el gateway y PBX destino llevan a cabo el proceso inverso.

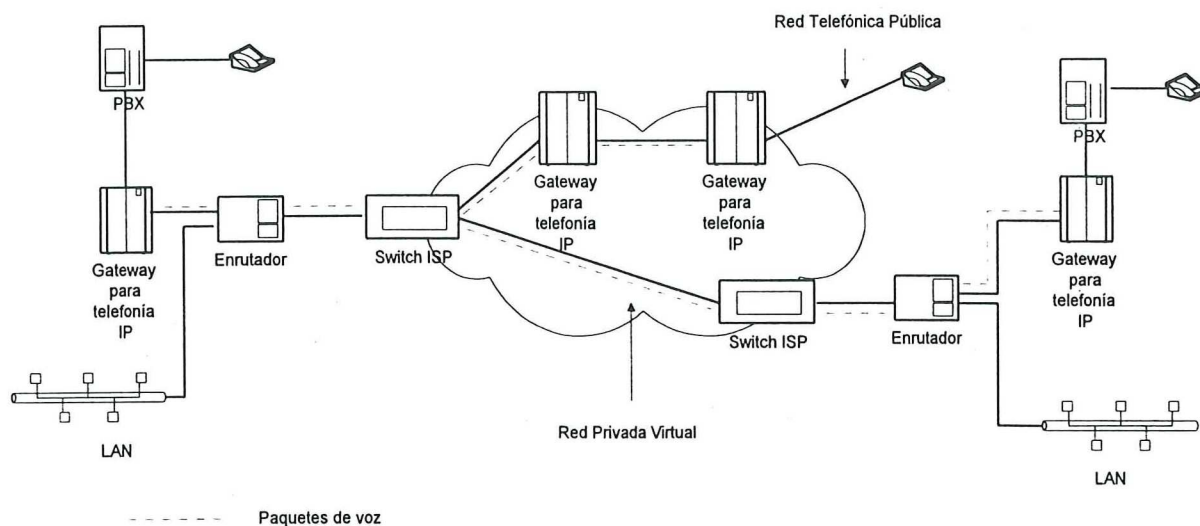


Figura 53. Transporte de llamadas de voz a través de redes privadas virtuales.

Algunas empresas programan sus conmutadores privados (PBX) para el manejo de llamadas fuera de su red que consisten en que algún empleado de la oficina matriz marca a

un cliente ubicado en la misma ciudad en que la empresa tiene una sucursal; la llamada se enruta a través de la red privada a la sucursal, donde posteriormente se desvía al conmutador privado, que a su vez marca localmente el número telefónico del cliente y envía la llamada con el beneficio de evadir cargos por llamadas de larga distancia. Sin embargo, el marcado de todas las llamadas en forma local implica contar con un conmutador privado y un Gateway VOIP en todas las localidades causando que esta clase de llamadas no sea atractiva para su manejo en redes corporativas. Con objeto de superar este inconveniente surgen los Proveedores de Servicios de Telefonía por Internet, también denominados ITSP, por medio de los cuales las llamadas se siguen enviando a través del gateway corporativo desde donde se enrutan al gateway del ITSP que a su vez transmite la llamada al gateway del ITSP en la ciudad destino que completa la llamada marcando el número local.

Los usuarios que no tienen acceso a una red privada de voz, incluyendo aquellos que no cuentan con un conmutador privado (PBX), con objeto de tomar ventaja de las ofertas de servicio de un proveedor de telefonía IP pueden enviar todas sus llamadas directamente al gateway del ITSP [Figura 54]. Para efectuar una llamada desde un aparato telefónico convencional el usuario llama a un número de acceso local (número 800 o 900) que conecta la llamada a un servidor o gateway de entrada donde se le solicita un número de cuenta y el número telefónico destino. Posteriormente, la llamada se enruta de la red telefónica pública a la red de conmutación de paquetes que transporta la llamada a un servidor de terminación ubicado lo más cerca posible del teléfono destino. El servidor de terminación transfiere la llamada hacia la red local donde la llamada es terminada. El costo

de la llamada consiste de los costos de acceso a Internet, la transmisión y los costos de terminación de llamada en la red pública; además de lo anterior, el usuario paga al operador de red local por la llamada al proveedor de telefonía por Internet.

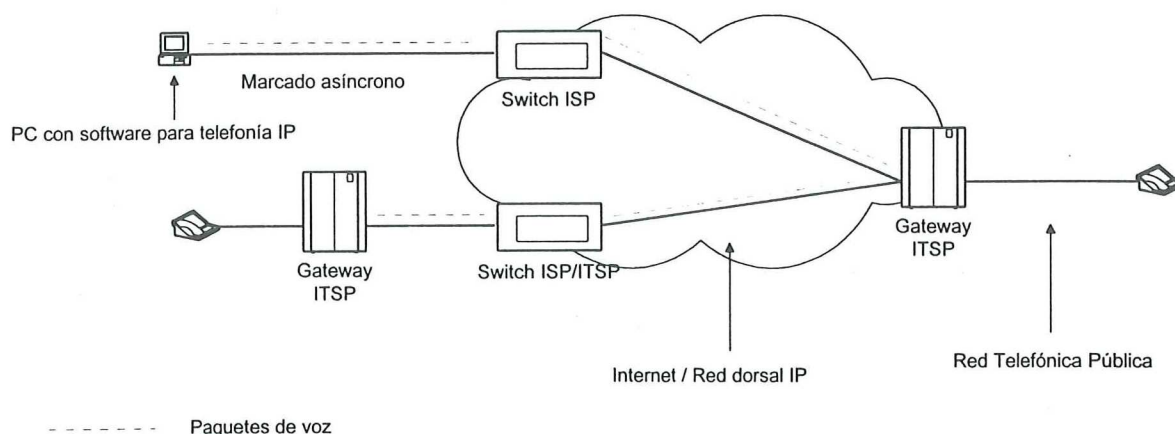


Figura 54. Transporte de llamadas de voz a través de un proveedor de acceso a Internet.

B.4. Situación regulatoria de la Telefonía por Internet.

Actualmente, en la mayoría de países no se trata la telefonía por Internet en forma diferente a los servicios de voz sobre la red telefónica pública; esto significa que los servicios de voz pueden ser proporcionados únicamente por aquellos operadores telefónicos públicos (PTOs) que poseen una licencia exclusiva para proporcionar servicios de voz. Sin embargo, en un gran número de países se aceptan los servicios de voz sobre Internet sin un permiso formal a pesar que su mercado de voz aún no está abierto. Las razones expuestas por estos países son el carácter innovador de la combinación servicio/red y su pequeño impacto hasta el momento; además el hecho que la mayoría de los mercados de comunicaciones en una gran cantidad de países se volverán mucho mas liberalizados, hace que el permiso para la prestación de servicios de telefonía por Internet sea menos relevante.

En México, cualquier proveedor de Internet que posea registro de servicios de valor agregado podría ofrecer servicios de telefonía IP.

Tabla XIV. Requerimientos regulatorios en algunos países para servicios de voz sobre Internet.

Australia	Servicios de datos, tales como Internet están sujetos a una regulación mínima. Los servicios públicos conmutados internacionales están sujetos a procedimientos de registro.
Austria	Sin restricciones. No se le considera servicio reservado.
Canadá	No se requiere obtener aprobación regulatoria de tarifas en la prestación de servicios de telefonía por Internet pero se necesita realizar pagos de contribución a la red telefónica local bajo las mismas reglas que los operadores de telefonía pública (PTOS)
República Checa	Las licencias de Internet contienen especificaciones de servicios permitidos. La telefonía por Internet no está permitida.
Dinamarca	Los servicios telefónicos internacionales ofrecidos sobre Internet no están definidos y/o tratados en forma diferente a aquellos servicios telefónicos internacionales ofrecidos por otros medios.
Francia	Internet se considera una red para la transmisión de datos en la cual algunos usuarios transmiten voz.
Alemania	Sin restricciones
Estados Unidos	Sin restricciones para la prestación de servicios de voz sobre Internet
Hungría	Internet, tratada como una red corporativa no será una alternativa para el tráfico de voz internacional o troncal nacional.
Italia	Se considera que Internet no modifica la regulación general en la prestación de servicios telefónicos de voz.
Japón	No existe una definición particular de la telefonía en Internet ni un manejo especial o regulación de los servicios de voz sobre Internet. Los usuarios son libres de decidir sobre la información transmitida.
México	Sin restricciones
Noruega	Permitida únicamente entre grupos cerrados de usuarios.
Portugal	Servicios no permitidos hasta Enero del año 2000
Suecia	Actualmente sin restricciones de licencia
Suiza	Sin restricciones a partir de 1998

Fuente: OCDE, 1998.

La Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos (FCC) se ha negado a regular la mayoría de los servicios de información que se prestan en Internet bajo las mismas reglas que se aplican a las compañías telefónicas tradicionales. Particularmente, no se ha intentado aplicar regulación alguna a las compañías que proporcionan el software y

hardware para servicios de Telefonía por Internet o a los proveedores de acceso encargados de la transmisión como portadores comunes o proveedores de servicios de telecomunicaciones, a pesar que en Marzo de 1996 la Asociación de Portadores Americanos de Telecomunicaciones (ACTA), que es un grupo de compañías pequeñas y medianas de larga distancia, solicita a la FCC que la telefonía por Internet sea sometida a regulación. Esta asociación establece que los proveedores de software que hacen posible las comunicaciones de voz en tiempo real sobre Internet deben tratarse como portadores comunes y sujetarse a los requerimientos regulatorios que se aplican a los proveedores de servicios de telecomunicaciones. Asimismo, la solicitud discute que los prestadores de servicios de voz sobre Internet deben considerarse en forma análoga a revendedores de servicios de larga distancia sin conexión y por lo tanto pagar las mismas tarifas de interconexión a los operadores locales por el uso de sus redes para la originación y terminación de llamadas interestatales.

Los servicios de Telefonía por Internet que ya se ofrecen actualmente por proveedores de servicio Internet (ISP) en diversas partes del mundo, se han considerado por operadores públicos de telecomunicaciones de México como servicios que practican acceso directo o "bypass" a los prestadores de servicios de larga distancia, lo cual debe ser un factor importante a considerar debido a que actualmente existen poco mas de 130 proveedores de acceso a Internet en México que a corto plazo podrían convertirse en competencia significativa mediante el uso de redes con posibilidades de transmisión de voz y con tarifas mas accesibles, aunque de menor calidad [AT&T, Octubre 1997].

Actualmente, no existe una estructura regulatoria específica para los servicios de Internet incluyendo el transporte de voz sobre Internet en México. A pesar de lo anterior, la Comisión Federal de Telecomunicaciones de México reconoce que el crecimiento de los servicios de valor agregado constituye una de las características más notables de los mercados de telecomunicaciones, como es el caso de Internet, ya que a finales de 1997 existían mas de 400 mil usuarios, lo cual representó un crecimiento del 116 por ciento respecto a 1996. En 1997 se emitieron los lineamientos para el registro de servicios de valor agregado donde se expresan las normas para el registro y prestación de tales servicios; asimismo, se entregaron 52 constancias de registro de servicio de valor agregado amparando la prestación de servicios de audiotexto, consulta remota a bases de datos o facsímil, correo de voz, teletexto, videotexto y acceso a Internet, entre otros. Sin embargo, la Comisión Federal de Telecomunicaciones tiene contemplado establecer en el presente año la regulación a Internet en la cual podrían incluirse los requerimientos para la prestación de servicios de telefonía por Internet.

B.5 Ventajas competitivas de la Telefonía por Internet.

Las nuevas oportunidades de servicios a través de Internet, tales como las combinaciones con video y audio son muy importantes ya que podrían otorgarle a la telefonía por Internet una ventaja competitiva. A pesar de ser un servicio telefónico que a la fecha tiene menos calidad que la obtenida mediante los servicios de telefonía tradicional, la telefonía por Internet tiene como principal ventaja competitiva los bajos precios en

llamadas de larga distancia internacional debido, principalmente a que no se pagan tarifas de liquidación por terminación de llamadas [Tabla XV]. El mercado tradicional de las telecomunicaciones estará influenciado por nuevos operadores que competirán con los Operadores Públicos de Telecomunicaciones (PTOs) tanto en redes y servicios, entre los cuales se incluirán a los proveedores de servicio Internet (ISPs), los fabricantes de equipo para Internet, así como desarrolladores de software para aplicaciones del World Wide Web.

La telefonía por Internet puede volverse mas exitosa al combinar voz y otras aplicaciones tales como correo de voz, correo electrónico y video. Recientemente, un número de desarrolladores de software para telefonía IP han agregado recientemente video y capacidades a su software que permite a los usuarios realizar llamadas de videoconferencia y fax sobre Internet.

El aprovechamiento de las ventajas competitivas anteriores está provocando que compañías que prestan servicios de telefonía por Internet como Qwest y Level3 Communications en Estados Unidos comiencen a construir sistemas más rápidos y baratos de fibra óptica que permitan el transporte de información sin ataduras a través de la red [Figura 55]. La integración de voz, datos, fax y video hará posible la entrega de nuevos servicios atractivos que actualmente no se ofrecen en ninguna parte, como por ejemplo el correo electrónico con video integrado. Lo anterior podría significar el ascenso de las compañías telefónicas de la próxima generación ya que las redes de datos se están considerando como la mejor forma de manejar las llamadas de voz. De acuerdo a estimaciones, actualmente en Estados Unidos se transporta en redes integradas de datos

menos del 1 por ciento del tráfico de voz total, pero dentro de cuatro años se podría alcanzar el 13% del tráfico total [Bussiness Week, Abril 1998].

Tabla XV. Algunos prestadores de Servicios de Telefonía por Internet (ITSP).

Proveedor	Inicio de Servicio	Red	Tipo de comunicación	Precio
AT&T Jens	1997	Internet	Teléfono a teléfono	44 cents/ min. a Europa; 26 cents. a Estados Unidos
Concentric Network Corp.	1998	Dorsal IP; Internet	Teléfono a teléfono	1/3 costo de la red de conmutación de circuitos
Delta Three	1996	Dorsal IP; Internet	Teléfono a teléfono; PC a teléfono	20 cents/ min. a Estados Unidos; 30 cents a Japón; 25 cents. a Reino Unido
Glocalnet AB	1998	Dorsal IP sobre frame relay	Teléfono a teléfono; PC a teléfono	N.D.
GRIC Communications	1998	Internet	Teléfono a teléfono	50 cents/ min. a U.S.
Inter-tel Inc.	1997	Dorsal IP de GTE	Teléfono a teléfono	Entre 4 y 7.9 cents/ min. en Estados Unidos
ITXC Corp.	1998	Internet	Teléfono a teléfono; PC a teléfono	De 10 a 25 cents/ min. a Estados Unidos
Net2phone	1996	Internet	Teléfono a teléfono; PC a teléfono	8 cents/min. dentro de Estados Unidos; 10 cents/min a Estados Unidos
Ozemail Interline Pty Ltd.	1997	Dorsal IP; Internet	Teléfono a teléfono	7 cents/min. en Australia, 35 cents. internacional
Qwest Communications	1998	Dorsal IP	Teléfono a teléfono	7.5 cents/min. únicamente en Estados Unidos
Telecom Finland Ltd.	1998	Internet; Dorsal ATM	PC a teléfono	\$ 200 USD mensuales por servicio de voz por el web
VIP Calling Inc.	1997	Internet	Teléfono a teléfono	De 13 a 29 cents/min. a destinos internacionales

Fuente: Data Communications, Abril 1998.

B.6 Impacto de la telefonía por Internet.

La telefonía sobre Internet ha sido introducida por un número de compañías de software que son nuevos participantes en el mundo de servicios de telecomunicaciones;

también se incluye a los prestadores de servicios de Internet (ISPs), los cuales están comenzando a jugar un papel en la prestación de servicios de telefonía. El crecimiento de los servicios de comunicaciones por Internet estimula a los desarrolladores y fabricantes de software y hardware para Internet y también influirá a los fabricantes de equipo de telecomunicaciones.

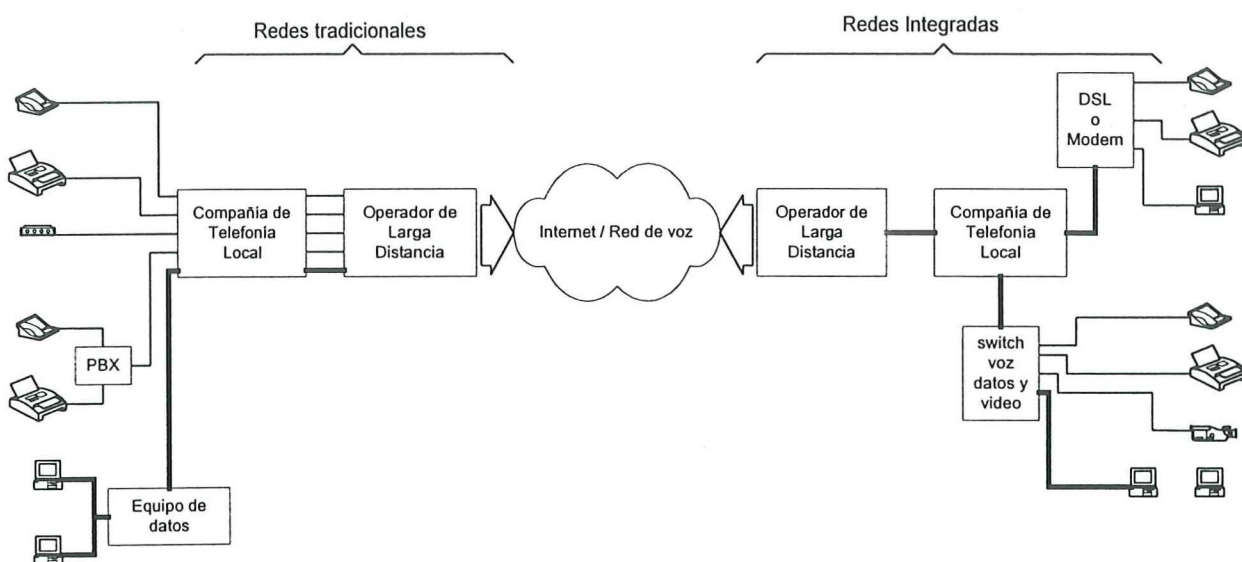


Figura 55. Figura comparativa entre redes tradicionales de comunicaciones y redes integradas.

El impacto en los operadores públicos de telecomunicaciones (PTOs) es doble; por un lado, los PTOs tienen más competencia en su servicio más importante a través de redes diferentes. En segundo lugar, los PTOs pueden proporcionar telefonía por Internet beneficiándose del crecimiento en el tráfico y la demanda para un mayor número de conexiones y velocidad superior de red. Un ejemplo de un PTO que ya inició la oferta de telefonía por Internet es Telecom Finland que gracias a su red ATM puede garantizar la calidad de las conexiones en Finlandia. Otros ejemplos de compañías que ofrecen Telefonía

por Internet son Net2Phone por medio del proveedor de acceso IDT y OzEmail de Australia; ambos anunciaron recientemente que ofrecerán un servicio de Telefonía por Internet que se empleará desde teléfonos de marcación por tonos existentes.

B.6.1 Mercado potencial.

Los usuarios potenciales de la telefonía por Internet son tanto residenciales como de negocios. Los usuarios residenciales se encuentran entre los mayores usuarios del servicio y que se benefician de la gran diferencia de precio en llamadas internacionales. A pesar que por el momento muchos usuarios de negocios no aceptarán la pobre calidad presente de la telefonía por Internet, se trata de usuarios que realizan la mayor parte de llamadas internacionales y por lo tanto serán atraídos por las grandes diferencias de precio. Las alternativas son las llamadas internacionales de alta calidad mediante la red telefónica pública (PSTN) y los servicios de Call-back.

Estimaciones del mercado potencial de la telefonía por Internet varían desde 23 millones de personas que se encuentran en línea a nivel mundial actualmente, hasta los 170 millones de personas que emplean una computadora personal a nivel mundial y el número total de usuarios telefónicos de alrededor de 470 millones en el área de la OECD y 700 millones a nivel mundial..

En México, se estima que el nivel de penetración de Internet es apenas de entre 4 y 5 por ciento del mercado potencial tomando en cuenta que a fines de 1997 se habían rebasado los 400 mil usuarios con un crecimiento del 116 por ciento respecto a 1996 [Figura 56]. Este bajo nivel de penetración se debe, probablemente, a que la computadora

aún no es accesible para la mayor parte de la población.

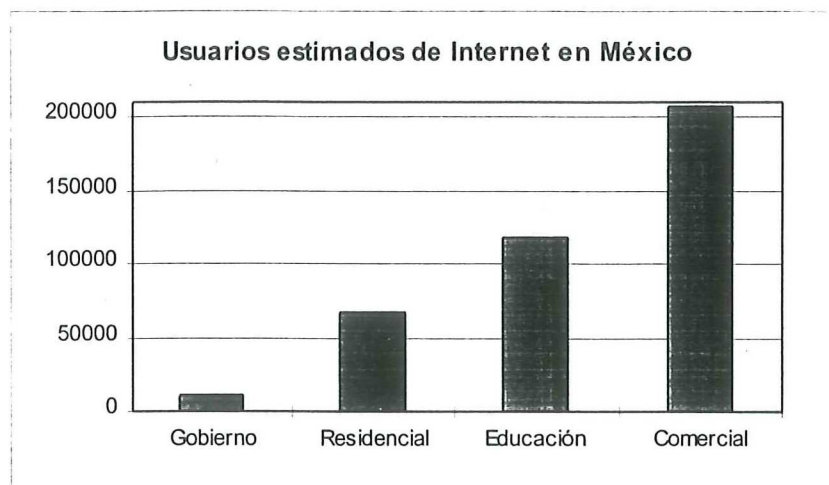


Figura 56. Usuarios de Internet en México.

Fuente: Select - IDC, 1997.

B.6.2 Impacto en el mercado de servicio.

La telefonía por Internet otorga una ventaja a los usuarios de telecomunicaciones por su bajo precio, aunque la calidad menor y congestión de la red inicialmente pueden limitar su éxito. Los precios más bajos también ponen presión en las tarifas internacionales de la red telefónica pública. Los costos de la telefonía por Internet se incrementarán debido a las inversiones necesarias en capacidad, calidad y mejoramientos en la administración de servicio; también puede llevar a una diferenciación de productos en telefonía, donde diferentes niveles de calidad de servicio y precio coexisten.

En el largo plazo, las diferentes tecnologías de redes principales coexistirán y serán más transparentes a los usuarios. Probablemente la calidad y costos se eleven de tal forma que la telefonía por Internet competirá más en los elementos de servicio mejorado que en el precio. Es claro que el servicio está estimulando a los operadores de red a evaluar las

elecciones tecnológicas y económicas relacionadas para la prestación de todo el servicio.

B.6.3 Impacto en la ganancias telefónicas.

La telefonía por Internet compite con llamadas internacionales debido a la diferencia de tarifas. Por ejemplo, en los países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) las ganancias de la telefonía de larga distancia internacional comparada con las ganancias totales varía entre 3.5 por ciento en el caso de Japón y 45 por ciento en Luxemburgo, mientras que el promedio es del 9.5 por ciento. Debido a lo anterior, es incierto establecer que tan competitivo será el precio de la telefonía por Internet para este tipo de llamadas.

El impacto de la telefonía por Internet en las ganancias de telefonía de larga distancia internacional puede ser más grande en países pequeños, particularmente en aquellos donde el uso de Internet y la penetración de computadoras personales sea alta, tales como los países escandinavos, Nueva Zelanda y Suiza. Debido a las diferencias en tarifas para llamadas locales en países de la OECD, el tráfico de telefonía por Internet también variará. En países con llamadas locales no medidas o con tarifa plana, también la telefonía por Internet será mas barata.

La telefonía por Internet podría estimular a la gente para realizar un mayor número de llamadas de larga distancia internacionales vía Internet, pero también a través de la red telefónica pública debido a que el rebalanceo tarifario y tarifas más bajas promoverán un mayor número de llamadas internacionales. Es posible que las ganancias totales de las llamadas de larga distancia internacionales se decrementen debido a grandes disminuciones

de precio; sin embargo, las ganancias más bajas del tráfico internacional pueden estar compensadas a través de ganancias superiores de los servicios de acceso a Internet, de la venta de mayor capacidad de red a los usuarios y a mayores volúmenes de llamadas locales por Internet. La competencia con llamadas locales y de larga distancia nacional pueden ser atractivas debido al gran volumen de mercado, aunque el precio no será la principal ventaja competitiva.

B.6.4 Impacto en el nivel de las tarifas de liquidación.

Los Operadores Públicos de Telecomunicaciones efectúan pagos recíprocos entre si por la terminación de llamadas internacionales en la red telefónica pública que se denominan tarifas de liquidación. En la telefonía por Internet el pago se presenta una situación diferente ya que el proveedor de servicio (ISP) que inicia la llamada mantiene todas las ganancias y no se realiza ningún pago de liquidación, por lo cual el ISP en la terminación de llamada no obtiene compensación por los costos de terminar la llamada. De esta manera, la telefonía por Internet impactará el nivel de las tasas contables y el pago de liquidación debido a las siguientes razones:

- La presión competitiva de la telefonía Internet internacional tenderá a producir un descenso en las tarifas contables.
- La telefonía Internet podría reducir el número de llamadas que emplea la red telefónica pública (PSTN) y por lo tanto impactar las tarifas de liquidación.
- La telefonía Internet como una de las fuerzas que mueven la disminución de tarifas para llamadas de larga distancia internacionales puede estimular el número de llamadas, las

cuales pueden hasta cierto alcance compensar las tasas de contabilidad más bajas.

Los países en desarrollo, como el caso de México, se benefician particularmente de altas tasas de contabilidad y de algunos países que ingresan pagos de liquidación por tráfico internacional entrante representando una fuente significativa de divisas. Por lo tanto, la telefonía por Internet puede ser temida en esos países aunque en el largo plazo es evidente que una industria de telecomunicaciones eficiente y competitiva estimulará el crecimiento económico.

APÉNDICE C. REGIONES DE COBERTURA CELULAR EN MÉXICO

En la figura 57 se muestra la división geográfica de las regiones celulares en México para fines de subasta del espectro radioeléctrico y oferta de servicios de comunicaciones inalámbricas.

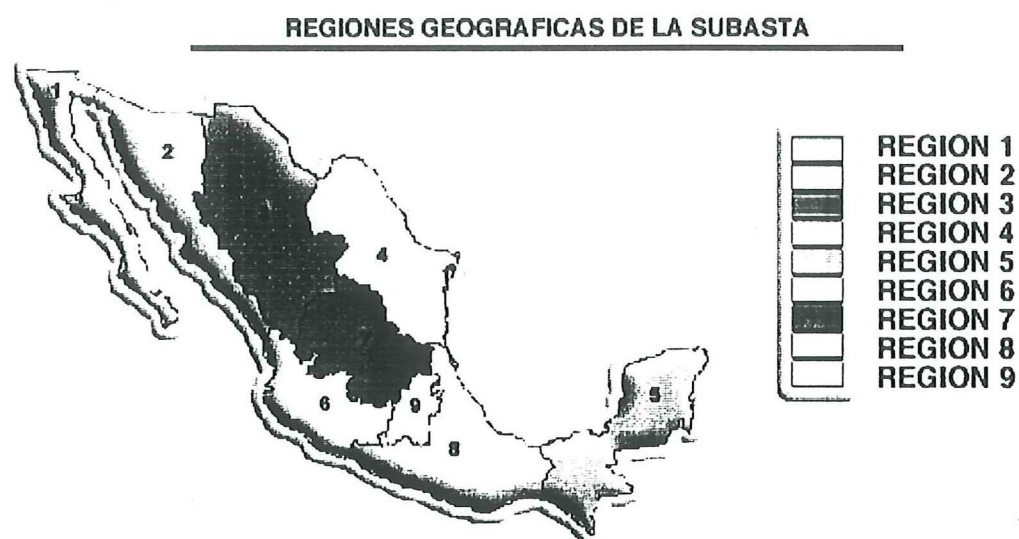


Figura 57. Regiones de cobertura celular en México.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ACTA:	Asociación de Operadores de Telecomunicaciones Americanos
ADPCM:	Modulación por Pulsos Codificados en forma Diferencial Adaptativa
AMPS:	Sistema Telefónico Móvil Americano
AMTP:	Asociación Mexicana de Telefonía Pública
ATM:	Modo de Transferencia Asíncrona
CDMA:	Acceso Múltiple por División de Código
CFC:	Comisión Federal de Competencia
COFETEL:	Comisión Federal de Telecomunicaciones
CTM:	Confederación de Trabajadores de México
DAMA:	Acceso Múltiple por Demanda
DECT:	Estándar de Telefonía Inalámbrica Digital Europea
DL:	Enlace de bajada
DSI:	Interpolación Digital de Voz
FCC:	Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos
FDD:	Duplexaje por división de frecuencia
GMSK:	Modulación Gaussiana por variación mínima de frecuencias
INEGI:	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
IP:	Protocolo de Internet
ISP:	Proveedor de Servicio Internet
ITSP:	Proveedor de Servicios de Telefonía Internet
ITU:	Unión Internacional de Telecomunicaciones
OECD:	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
PBX:	Conmutador Privado
PCM:	Modulación por Pulsos Codificados
POTS:	Servicio telefónico básico
PSK:	Modulación Digital por Fase
PSTN:	Red Telefónica Pública Conmutada
PTO:	Operador Público de Telecomunicaciones
QPSK:	Modulación Digital por Cuadratura de Fase
SCPC:	Portadora Sencilla por Canal
SCT :	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
TDD:	Duplexaje por división de tiempo
TDMA:	Acceso Múltiple por División de Tiempo
TT&C:	Sistema de Telemetría, Rastreo y Comando
UL:	Enlace de subida
VOIP:	Voz sobre IP
VPN:	Red Privada Virtual